

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne
École doctorale de Géographie de Paris n°434
Laboratoire LADYSS UMR 7533
Laboratoire ThéMA UMR 6049

Thèse pour l'obtention du grade de docteur de
l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

**Intégrer les enjeux de biodiversité dans l'aménagement
des quartiers à fortes contraintes techniques ?
Quartiers de gare, acteurs et paysages.**

Présenté et soutenu publiquement le 18 décembre 2024 par

Alexandre AUVRAY

Sous la co-direction de

Pascal MARTY, Yohan SAHRAOUI et Nils LE BOT

Membres du jury

Nacima BARON - Professeure, Université Gustave Eiffel (rapporteuse)

Hervé BREDIF - Professeur, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (examineur)

Nils LE BOT - Responsable de Coordination de la Recherche chez AREP, Maître de conférences associé, École d'architecture de Paris Val de Seine (co-encadrant)

Nathalie MACHON - Professeure, Muséum National d'Histoire Naturelle (examinatrice)

Raphaël MATHEVET - Directeur de recherche, CNRS (rapporteur)

Pascal MARTY - Professeur, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne (co-directeur)

Yohan SAHRAOUI - Maître de conférences, Université de Franche-Comté (co-directeur)



"La prochaine fois qu'on vous demandera si vous parlez droit ou courbe, si vous croyez encore à la raison, si vous êtes vraiment rationnel, demandez à préciser d'abord la clef d'énonciation dans laquelle vous souhaitez répondre à ceux qui vous interrogent. "

– **Bruno Latour, Enquête sur les Modes d'existence, 2012**

Resumé

Resumé

Les quartiers de gare se distinguent d'autres formes urbaines par des fonctions techniques et des structures d'acteurs très spécifiques. Essentiels pour les villes et la décarbonation des mobilités, ces quartiers sont historiquement conçus et gérés par des spécialistes des contraintes d'aménagement liées à la présence de flux de voyageurs. Ces savoir-faire sont aujourd'hui requestionnés à la lumière des enjeux de l'écologie urbaine. En effet, les quartiers de gare présentent des caractéristiques urbanistiques qui affectent la connectivité paysagère, composante nécessaire à la réalisation du cycle de vie de la faune sauvage et donc au maintien de la biodiversité. Pour analyser ces enjeux, la thèse prend pour cadre géographique la ligne N du Transilien à l'Ouest de l'Île-de-France. En mobilisant des outils de modélisation des réseaux écologiques provenant de l'écologie du paysage, la connectivité paysagère de plus de 70 espèces animales est analysée. L'importance des quartiers de gare au sein des réseaux écologiques est évaluée en comparant ces quartiers avec d'autres tissus urbains de même type situés à distance des réseaux ferrés. Les résultats montrent que les effets de la densité urbaine sur le réseau écologique diffèrent entre quartiers de gare et quartiers sans gare. En zone rurale, les quartiers de gare jouent un rôle plus faible pour la connectivité paysagère que le reste des tissus urbains. En zone dense en revanche, certains quartiers de gare se démarquent positivement du reste du tissu urbain. Ces contextes peuvent alors se traduire en opportunités d'aménagement en vue de la réduction des impacts ou de la restauration de la connectivité. Afin de permettre la traduction de ces résultats dans les pratiques des acteurs opérationnels – aménageurs des quartiers de gare ou acteurs de la biodiversité – une approche participative a été mise en place en organisant 4 ateliers repartis tout au long de la thèse. La sociologie de la traduction a été mobilisée pour concevoir ces ateliers et analyser les processus de co-élaboration et co-évaluation des modèles. Les acteurs, intervenants comme porte-paroles de différentes communautés – de la faune, de la communauté scientifique ou de professions de l'aménagement par exemple – ont pu donner leur avis sur la capacité des modèles à représenter ce à quoi ils étaient attachés. Concomitamment, plus de 50 entretiens ont été réalisés auprès des différents acteurs concernés par les questions liant ferroviaire et biodiversité : associations de défense de l'environnement, salariés des différentes sociétés anonymes et filiales de la SNCF, collectivités territoriales. Dans le sillage de l'approche par les modes d'existence, ces entretiens ont mis en lumière les collectifs hybrides, composés d'humains et de non-humains, qui prennent part, soutiennent et encadrent les enchevêtrements sociaux entre quartiers de gare et biodiversité. Certaines structures organisationnelles ou documents de standardisation sont ainsi des freins à la prise en compte de la biodiversité. Certains acteurs clés des projets ou certaines initiatives de collaborations extra-entreprises sont au contraire le support de bonnes pratiques. La conduite du changement vers un « quartier de gare biodiversitaire » passe alors par de nouvelles pratiques collaboratives et de nouveaux non-humains qui les soutiennent, tout en permettant des traductions suffisamment fidèles et suffisamment permissives.

Summary

Station districts are characterised by a distinctive set of technical functions and stakeholder structures, which set them apart from other urban forms. These districts are essential for cities and the transition to low-carbon mobility. Historically, they have been designed and managed by specialists who have devised solutions to the planning constraints associated with the presence of passenger flows. However, this know-how is now being reconsidered in light of the challenges of urban ecology. Indeed, the urban characteristics of station districts affect landscape connectivity, thus influencing the life cycle of wildlife and, consequently, the maintenance of biodiversity. In order to gain insight into these issues, the thesis situates its geographical framework within the context of the Transilien line N, situated in the western region of the Île-de-France area. The landscape connectivity of over 70 animal species is analysed using ecological network modelling tools derived from landscape ecology. The contribution of station districts to ecological networks is evaluated by comparing these districts with other urban fabrics of a similar nature situated at a distance from railway networks. The results demonstrate that the impact of urban density on the ecological network varies between station areas and non-station areas. In rural settings, station districts exert a diminished influence on landscape connectivity relative to the broader urban fabric. Conversely, in densely populated regions, certain station districts exhibit a distinctive positive influence compared to the surrounding urban fabric. These findings offer potential avenues for development, aimed at mitigating adverse effects or restoring connectivity. In order to facilitate the translation of these findings into the practices of operational players, namely station district planners and biodiversity stakeholders, a participatory approach was employed, consisting of the organisation of four workshops distributed throughout the course of the thesis. The sociology of translation was employed to design these workshops and to analyse the processes of co-elaboration and co-evaluation of the models. Stakeholders, acting as intermediaries representing different communities (e.g. wildlife, scientific or planning professions), were able to provide their opinions on the models' ability to represent matters of importance to them. At the same time, more than 50 interviews were carried out with the various actors involved in issues relating to the railway and biodiversity : environmental associations, employees of various SNCF companies and subsidiaries, local authorities. Following the "modes of existence" approach, these interviews highlighted the hybrid collectives of humans and non-humans who participate in, support and frame the social interactions between station areas and biodiversity. Thus, specific organisational structures or standardisation documents may act as obstacles to the consideration of biodiversity. On the other hand, certain key actors in the projects or certain extra-company collaborative initiatives support good practice. Driving change towards a 'biodiverse station area' therefore requires new collaborative practices and new non-humans to support them, while enabling sufficiently faithful and sufficiently permissive translations.

Remerciements

Je tiens tout d’abord à exprimer ma profonde gratitude aux membres du jury, Nacima Baron, Hervé Brédif, Raphaël Mathevet et Nathalie Machon, pour avoir accepté d’évaluer ce travail. Leur présence et leur expertise honorent cette thèse.

Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères à mes codirecteurs de thèse, Pascal Marty, Yohan Sahraoui et Nils Le Bot. Leur encadrement à la fois rigoureux et compréhensif, ainsi que l’intérêt constant qu’ils ont porté aux orientations que je proposais, m’a permis d’élargir mes perspectives tout en m’offrant la liberté de les explorer moi-même. Je leur suis infiniment reconnaissant pour leur formation, leur soutien sans faille, et leur bienveillance tout au long de cette aventure. Je leur sais tout particulier gré pour leur disponibilité durant la phase de rédaction, qui a permis de donner à ce travail une qualité que je n’aurais jamais pu atteindre seul.

Je souhaite également remercier AREP pour m’avoir accueilli afin de réaliser cette thèse. Un remerciement particulier à l’équipe Frugacité et à son noyau solide — Sabine, Fabienne, Élodie, Maya et Karine — avec qui j’ai partagé tant de réflexions lors de nos réunions du mardi à 11 h. Ce projet n’aurait jamais vu le jour sans cette équipe investie, motivée par toutes les perspectives que la recherche a offertes et impliquée dans son atterrissage sous de multiples formes. Votre engagement a nourri cette recherche de bout en bout, et savoir que ce travail trouvera son aboutissement grâce à vous est la plus belle des récompenses.

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance aux étudiants qui ont réalisé leur stage et contribué, chacun à leur manière, à l’édifice de ce travail : Antony, Marie, Ambre, Laure, Élise et Aneta. Je vous souhaite une grande réussite dans vos futures carrières. Mes remerciements vont aussi aux collaborateurs de Frugacité : Thomas, Gaëlle, Valentine, Félix, aux autres chercheurs d’AREP qui m’ont apporté une aide cruciale : Morgane, Mateusz, Alexis. Merci enfin à l’équipe informatique d’AREP qui a su accomplir des miracles pour sauver cette thèse.

Je n’oublie pas les membres de mon équipe, trop nombreux pour être tous cités ici, mais bien présents dans mon cœur. J’adresse des remerciements tout particuliers à Philippine et Marie pour m’avoir supporté.

Mes remerciements vont aussi à tous les partenaires du projet de recherche qui m’ont fait assez confiance pour accepter de se joindre non seulement au premier atelier participatif, mais aussi à ceux qui ont suivi. Je remercie aussi l’ANRT et le PUCA qui ont participé à financer cette thèse.

Je remercie chaleureusement les membres de mon comité de suivi, Daniel Florentin, Alain L’Hostis et Céline Clauzel, qui sont intervenus à des moments clés de ce projet, apportant un éclairage précieux alors que la cohérence du tout restait encore un objectif à atteindre.

Un immense merci au laboratoire Ladyss pour m’avoir accueilli, avec une pensée spéciale pour Bénédicte.

dicte et Sarah, qui m'ont offert un cadre de travail particulièrement agréable et qui ont insufflé de la vie sur le campus Condorcet lorsque celui-ci s'est fait un peu désert. Je remercie ceux qui ont su repeupler les bureaux et leur donner une vie végétale, les collègues avec qui j'ai partagé ma vie doctorale Pierre, Maelle, Tess, Katherine, Olivia. Je remercie vivement Romain, Thierry Feuillet et Lise Vaudor pour leur aide lorsque j'étais dans le flou des statistiques.

Je tiens aussi à remercier le laboratoire Théma pour m'avoir ouvert ses portes. Chacune de mes visites a été enrichissante, et je suis particulièrement reconnaissant à Gilles pour sa disponibilité, sa pédagogie et son soutien constant.

Mes remerciements vont également à tout le personnel de l'école doctorale, notamment madame Zaninetti, dont la compréhension et la disponibilité ont été d'une grande aide tout au long de ces trois années.

Un remerciement particulier va à Alexandrine Daniel, sans qui ces lignes auraient peut-être été écrites par quelqu'un d'autre.

Je souhaite exprimer toute ma gratitude à Florent Kohler pour son invitation et les échanges enrichissants qui ont suivi, et qui ont grandement nourri mes réflexions.

Enfin, je remercie mes amis et ma famille pour leur soutien indéfectible et leurs encouragements constants, ainsi que pour la passion que j'ai assurément déclenchée chez eux pour la biodiversité au sein des quartiers de gare.

Enfin bien sûr je te remercie toi Élé, pour tout ce que tu m'apportes au quotidien, pour les moments que nous partageons et pour le supplément d'âme que tu as apporté dans les ultimes moments de cette thèse.

Table des matières

Table des figures	14
Table des sigles et acronymes	15
Introduction	18
0.1 Biodiversité et urbanisation	18
0.2 Le projet Frugacité	20
0.3 Gare et biodiversité	22
0.4 Présentation du plan	23
 I Les effets de la gare sur la biodiversité comme combinatoire d’effets paysagers et urbains	 25
1 Appréhender les impacts du linéaire ferroviaire sur la biodiversité	26
1.1 Le rôle écologique du linéaire ferroviaire	27
1.1.1 Impact environnemental des Infrastructures linéaires de transport (ILTs)	27
1.1.2 Impact du rail en particulier	28
1.1.3 Limitation de l’effet barrière	30
1.1.4 Le corridor écologique ferroviaire	31
1.2 Mobiliser l’écologie du paysage	32
1.2.1 Paysages et espèces animales sauvages	32
1.2.2 L’écologie du paysage : la reconnaissance de l’influence de la matrice paysagère sur le déplacement animal	33
1.2.3 Approche épistémique de la connectivité	34
1.2.4 Les échelles de la connectivité	37
1.2.5 Les outils de l’écologie du paysage pour étudier la connectivité	38
1.2.6 Choix des espèces étudiées	40
1.3 Prises en compte institutionnelles de la connectivité	41
1.3.1 De la science à l’action	41
1.3.2 La prise en charge réglementaire de la connectivité par les Trames Vertes et Bleues	42
1.3.3 Prise en compte de la connectivité du point de vue ferroviaire	44
1.3.4 Des processus participatifs	46
1.3.5 Élaboration participative de la connectivité	47
1.4 Conclusion du chapitre	48
 2 Impacts réciproques de la ville et de l’écologie	 50
2.1 Chercheurs en écologie et monde urbain	51
2.1.1 Les paradigmes de l’écologie urbaine	51
2.1.2 <i>Ecology in the city</i>	51

2.1.3	<i>Ecology of the city</i>	52
2.1.4	<i>Ecology for the city</i>	53
2.1.5	Les chercheurs en écologie dans la ville : les bouleversements des agencements pratiques à l'origine des évolutions paradigmatiques	55
2.1.6	Quand l'écologie du paysage s'urbanise	55
2.2	Comment les professionnels de la ville s'emparent de la biodiversité	57
2.2.1	Ce que l'écologie fait aux professionnels de la ville	57
2.2.2	Les écologues de projet	58
2.2.3	Paysagistes	58
2.2.4	Urbanistes	59
2.2.5	La commande publique et privée et les autres acteurs	60
2.2.6	Les phases projet, des moments clefs pour la négociation et l'introduction des enjeux écologiques	61
2.2.7	La dimension conflictuelle au cœur du projet	63
2.2.8	Le fonctionnement interprofessionnel	64
2.2.9	Les supports de l'écologisation	66
2.3	La multiplicité des mondes écologiques de l'urbain	67
2.3.1	Des relations multiples et sur des modes différents	67
2.3.2	Des rapports à l'environnement encadrés et soutenus par des non-humains	68
2.3.3	Quelle prise en charge par l'écologie ?	69
2.4	Conclusion du chapitre	70
3	Production et gestion des gares et quartiers de gare	72
3.1	Contraintes et enjeux de l'aménagement de la gare et de son quartier	73
3.1.1	Fragmentation spatiale et fonctionnelle des compétences des acteurs responsables de la gare	73
3.1.2	Fonctionnement entre acteurs et ancrage urbain de la gare	76
3.1.3	La gare et le projet	78
3.1.4	Qu'est-ce qu'une gare désirable ?	80
3.2	Gare et quartier de gare du point de vue épistémique	81
3.2.1	Typologiser pour prescrire	81
3.2.2	Les gares au prisme des structuralisme et pragmatisme	85
3.2.3	Entre mobilité et ville, le problème de l'hétérogénéité	88
3.3	La réalité multiple des espaces urbains des gares	89
3.3.1	La gare s'énonce dans l'espace	89
3.3.2	Faire pénétrer la ville dans la gare	90
3.3.3	L'espace liminaire externe de la gare	91
3.3.4	La gare, un commun urbain	92
3.4	Conclusion du chapitre	93
II	Fréquentation des quartiers de gare par les non-humains : ancrage géographique de la question de recherche et modélisation de la connecti- vité écologique	96
4	Présentation de la question de recherche	97
4.1	Trois reconfigurations	98
4.2	Question de recherche	100
4.3	Présentation de la méthodologie : un ancrage géographique	101

4.3.1	Approche normative	102
4.3.2	Choix des terrains de recherche	104
4.3.3	Le suivant des vivants non-humains	105
4.3.4	Le suivi des humains et du non-vivant non-humain.	105
5	Présentation des terrains	108
5.1	La ligne N du transilien	108
5.1.1	Projet de recherche et présélection de la ligne N comme terrain	108
5.1.2	Contexte historique de la ligne N du Transilien	112
5.1.3	Contexte géographique de la ligne N du Transilien	115
5.2	Processus de sélection des 4 quartiers de gare choisis comme terrains d'étude	118
5.2.1	Catégorisation des gares selon le gradient d'urbanité	118
5.2.2	Création d'une carte d'occupation du sol et construction du gradient	119
5.2.3	Premier atelier participatif	126
5.2.4	Deuxième atelier participatif	131
5.2.5	Conclusion sur les ateliers	135
6	L'emploi des graphes pour modéliser le réseau écologique	137
6.1	Des graphes mathématiques aux graphes paysagers	137
6.1.1	Graphe et processus spatiaux	138
6.1.2	Former le graphe	139
6.1.3	Un enjeu d'attribution des résistances	141
6.1.4	Calcul des distances-coûts	143
6.1.5	Utilisation du graphe	144
6.2	Processus de sélection des espèces et composition des espèces virtuelles	147
6.2.1	Panel d'espèces mobilisées	147
6.2.2	Processus de présélection	148
6.2.3	Résultat du processus de sélection	149
6.2.4	Troisième atelier participatif	152
6.2.5	Pertinence des espèces et de l'approche proposée plus généralement	155
6.2.6	Motivations relatives aux regroupements des espèces	157
6.2.7	Évaluation des catégories formées à l'issue de l'atelier	157
6.2.8	Conclusion de l'atelier	162
6.3	Modélisations du réseau écologique et analyse de la contribution des habitats écologiques des quartiers de gare	163
6.3.1	Attribution des résistances	163
6.3.2	Modélisations par le logiciel Graphab	164
6.3.3	Traduction de la question de recherche	167
6.3.4	Caractérisation des taches d'habitat et évaluation des différences de contribution à la connectivité du réseau écologique	171
6.3.5	Méthodologie des comparaisons	173
6.3.6	Conclusions générales des résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon	180
6.3.7	Régressions statistiques	181
6.3.8	Évaluation de l'impact des facteurs sur l'effet barrière	184
6.3.9	Évaluation de l'impact des facteurs sur l'effet de fragmentation	191
6.4	Conclusion	195

III	Analyse des enjeux sociaux liées à l'intégration de la biodiversité dans les quartiers de gare	197
7	Méthodologie de suivi des acteurs sociaux	198
7.1	De la sociologie de la traduction à l'ANT	198
7.2	La sociologie de la traduction	198
7.2.1	Illustration par le projet de recherche Frugacité	200
7.2.2	La théorie de l'acteur-réseau (ANT)	203
7.2.3	Le social de l'ANT	203
7.2.4	Le langage de l'ANT	204
7.2.5	ANT et espace	205
7.3	Approche par les modes d'existence	206
7.3.1	Au-delà de l'ANT	206
7.3.2	Les différents modes d'existence	208
7.3.3	Les croisements des modes d'existence	210
7.4	Théories de la gestion sociale de l'environnement	211
7.4.1	L'approche par les socio-écosystèmes	211
7.4.2	Territoire	214
7.4.3	Modes d'existence et durabilité des collectifs	215
7.4.4	Théories de la gestion de l'environnement	216
7.5	Capter le social à l'aide d'entretiens	219
7.5.1	Le problème des comptes-rendus	220
7.5.2	Problématiser la description	221
7.5.3	Présentation du guide d'entretien	222
7.5.4	Réalisation des entretiens	223
7.6	Conclusion du chapitre	225
8	Retracer les réseaux de la gare et de la biodiversité	228
8.1	Comment la biodiversité et le quartier de gare tiennent-ils ?	229
8.1.1	Acteurs de l'Aménagement général	229
8.1.2	Acteurs de l'aménagement ferroviaire	232
8.1.3	Porte-parole de l'environnement	235
8.1.4	Acteurs de l'environnement au sein de l'aménagement	236
8.1.5	Entretien, Travaux et Maintenance	241
8.1.6	Relations Institutionnelles	242
8.1.7	Conclusions sur le degré de ponctualisation	243
8.1.8	Ponctualisation de la biodiversité urbaine	244
8.1.9	Ponctualisation de la gare	247
8.2	Spatialités et gouvernance de la biodiversité dans le quartier de gare	248
8.2.1	Système écologique	249
8.2.2	Prise en charge des entités écologiques	255
8.2.3	Collaborations	273
8.2.4	Illustration par quatre cas d'étude	280
8.3	Conclusion	298
9	Aborder conjointement la gare et la biodiversité : Mode d'existence, organisation et supports.	300
9.1	Les modes d'existence de la gare et de la biodiversité	301
9.1.1	La référence [REF]	301

9.1.2	La reproduction [REP]	303
9.1.3	L'organisation [ORG]	304
9.1.4	La technique [TEC]	307
9.1.5	Le réseau [RES]	310
9.1.6	La fiction [FIC]	313
9.1.7	L'attachement [ATT]	316
9.1.8	La morale [MOR]	319
9.1.9	Le droit [DRO]	324
9.1.10	La préposition [PRE]	325
9.1.11	Double-clic [DC]	327
9.1.12	Conclusion de l'approche sur les modes d'existence	328
9.2	Chemin de changement et stratégie	329
9.2.1	Ponctualisation des acteurs SNCF sur la thématique biodiversité	329
9.2.2	Négociation et attribution de la responsabilité de l'enjeu biodiversité	332
9.2.3	Quel(s) titulaire(s) de l'intégration de la biodiversité au sein des quartiers de gare.	336
9.2.4	Stratégies : définir les priorités d'action à l'aide des graphes paysagers	339
9.2.5	Atelier 4 : Différences d'appropriation des graphes	342
9.3	Conclusion du chapitre 9	347
Conclusion		349
Bibliographie		352
Annexes		402
A Approfondissements théoriques développant la posture de recherche adoptée		402
B Contribution des variables aux axes de la FAMD et résultats du CAH par k-means		410
C Espèces virtuelles, valeurs attribuées		412
D Variance cumulée et eigenvalue par axe pour la FAMD		415
E Table des résultats significatifs des tests de wilcoxon		417
F Résultat des Random Forests		419
G Vérification des conditions de validité des modèles		421
H Guide d'entretien		427
I Vérification du respect des exigences de l'ANT identifié dans la littérature		431
J Compte rendu des retours des participants face à chacune des modélisations et proposition de reformulation graphique		436
K Typologie des habitats présents dans les quartiers de gare (Serret 2021)		447
Sommaire		460

Table des figures

1	Diagramme de Venn présentant l'organisation des chapitres de la première partie	23
1.1	Structuration du chapitre 1	26
1.2	Pratiques de gestion appliquées selon les composantes de l'infrastructure ferroviaire (d'après [Franchomme et al., 2014])	28
1.3	Application des concepts issus de la pensée complexe à l'écologie du paysage	35
1.4	Application des concepts liés à la connectivité au sein des systèmes complexes adaptatifs dans le cadre de l'écologie du paysage l'écologie du paysage	37
2.1	Structuration du chapitre 2	50
3.1	Structuration du chapitre 3	73
3.2	Nombre de papiers référencés sur Google Scholar mentionnant « Transit Orented Development » par an	82
3.3	Graphique <i>Node-Place</i>	84
4.1	Structuration du chapitre 4	97
4.2	Diagramme proposé par l'écologue de la LPO pour l'orientation stratégique de l'action en faveur de la biodiversité dans les gares, tiré de (Cornet, 2020)	100
4.3	Organisation de la thèse	107
5.1	Montage financier du projet de recherche	109
5.2	Zone d'étude	111
5.3	Tracé de la ligne N et liste non exhaustive de projets touchant les différentes gares	111
5.4	Tracé de la Ligne Paris-St-Lazare — Saint-Germain-en-Laye et Paris-St-Lazare — Versailles-Rive-Droite. Cartographe Zakrzewski, Alexandre (1799-1866). Graveur Éditeur L. Le-tronne (Paris) Année 1839 domaine public	112
5.5	Détails des stations de départ et d'arrivée de la ligne Paris-Versailles-Rive-Gauche. Embarcadère du Maine (Haut), station de Versaille (Bas). Le Nord est orienté en vers le coin en bas à gauche. (source : gallica.bnf.fr/Bibliothèque Nationale de France)	114
5.6	Couverture du sol simplifiée de la zone d'étude	115
5.7	Unités paysagères de la zone d'étude. Adapté de Institut Paris Région (2017)	115
5.8	Caractéristiques démographiques de la zone d'étude. Source Insee-DGFIP	116
5.9	Diversité des tissus urbains, et catégories typomorphologique simplifiées (Watkin, Dela-ville, et Dugué 2019)	117
5.10	Couches mobilisées dans la construction du gradient ainsi que celle du raster	121
5.11	Comparaison des informations relatives au réseau hydrographique contenues dans le MOS et la BD TOPO	122
5.12	Base de données utilisée pour l'occupation du sol, détail des métriques ainsi que des caractéristiques typomorphologiques (tiré de document interne AREP 2017 et [Le Bot, 2019]) relevées	124

5.13	Valeurs propres et variabilité cumulée expliquée par les axes	125
5.14	Résultats du partitionnement par Classification Ascendante Hiérarchique	126
5.15	Série de questions posées aux participants	128
5.16	Modèle schématique de gare et d'îlots urbains contigus fournis aux participants	128
5.17	Représentation schématique du quartier de gare à partir des réponses des participants (©AREP)	129
5.18	Proposition de placement des gares sur le cigare node-place par les participants lors de l'atelier participatif n° 2	132
5.19	Exemple de cartographie et de légende fournies	134
5.20	Notes accordées aux quartiers de gare par les participants	135
6.1	Structure de données permettant de représenter le paysage	137
6.2	Différences entre graphes complets et planaires	138
6.3	Construction schématique d'un graphe paysager (adapté de Girardet, Foltête, et Clauzel [2013])	140
6.4	Exemple d'attribution des valeurs de résistance pour une espèce de milieu forestier	142
6.5	Chemins de moindre coût à partir d'une carte de résistance (adapté de (Rudnick et al. 2012)	143
6.6	Représentation des différentes sous composantes de dPC	147
6.7	Espèces sélectionnées à partir de la base de données CETTIA	151
6.8	Observations au sein de la zone d'étude pour le cerf élaphe	152
6.9	Diapositive de positionnement de l'approche par espèces virtuelles au sein des différentes approches multi-espèces lors de l'atelier 3	153
6.10	Organisation de l'atelier 3	154
6.11	Exemple de carte d'identité pour l'écureuil roux (<i>Sciurus vulgaris</i>) et explications associées	155
6.12	Variabilité représentée par les 5 premiers axes de la FAMD pour chacun des milieux	158
6.13	Résultats de la comparaison des partitionnements par l'ARI	160
6.14	Espèces virtuelles retenues	161
6.15	Attribution des valeurs de l'espèce virtuelle par l'approche parapluie	164
6.16	Différences dans les cartographies d'occupation du sol	164
6.17	Réseau écologique modélisé pour une espèce virtuelle de milieu forestier	165
6.18	Réseau écologique modélisé pour une espèce virtuelle de milieux ouverts et semi-ouverts .	166
6.19	Réseau écologique modélisé pour une espèce virtuelle de milieu humide	166
6.20	Traduction spatiale des deux sous-questions de recherche	167
6.21	Méthode d'échantillonnage pour la réponse à H1	169
6.22	Extrait des contributions des métriques employées pour indexer les gares, réemployées ultérieurement dans la table d'entraînement du k-nN pour indexer les échantillons et les taches de contrôle (le vert foncé indique des valeurs plus élevées)	170
6.23	Méthode d'échantillonnage pour la réponse à H2	171
6.24	Distribution des composantes de dPC en log et p-value du test de Shapiro. Une p-value inférieure à 0.05 conduit à rejeter l'hypothèse de distribution normale des données	172
6.25	Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon pour les espèces de milieux forestiers	174
6.26	Proposition de stratégie pour la trame forestière	176
6.27	Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon pour les espèces de milieux ouverts et semi- ouverts	177
6.28	Proposition de stratégie pour les milieux ouverts	178
6.29	Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon pour les espèces de milieux humides	179
6.30	Métriques proposées comme variables indépendantes dans les modèles de régression	182

6.31	<i>Hurdle</i> model mis en place	184
6.32	Résultat de la régression pour dPC_Flux pour les taches au sein de la gare	185
6.33	Résultat de la régression pour dPC_Flux pour les taches au sein de l'échantillon H1 . . .	186
6.34	Résultat de la régression pour dPC_Flux pour les taches au sein de l'échantillon H2 . . .	187
6.35	Propriétés des taches ou du contexte local affectant la connectivité écologique	188
6.36	Effet de la compaction des infrastructures de transport sur la fragmentation au niveau des quartiers de gare	190
6.37	Résultat de la régression continue pour dPC_Flux	192
6.38	Résultat de la régression continue pour dPC_Con	193
7.1	Représentation du projet Frugacité à partir de la sociologie de la traduction	201
7.2	Tableau des modes d'existence tiré de (Latour, 2012)	209
7.3	Exemple de formalisation des SES sous forme de réseau multiniveau adapté de (Bodin <i>et</i> <i>al.</i> , 2019)	213
7.4	Grille IDPA simplifiée (adaptée de [Levinson 2014])	218
7.5	Catégories proposées pour regrouper les enquêtes	225
8.1	Illustration de la règle proposée par le SDRIF (Reproduit et adapté d'après Institut Paris Région 2023)	231
8.2	Résumé des informations concernant les gares contenues dans le SDRIF-E	232
8.3	Gare de Livry sur Seine	251
8.4	Extrait modifié de la carte des secteurs prioritaires identifiés par les experts de biotope, centrés sur la ligne N (Biotope and SNCF Réseau, 2018c, 2018a, 2018b)	252
8.5	Extraits des rapports réalisés par le bureau d'étude Biotope pour SNCF réseau présentant les enjeux de continuités écologiques le long des différentes portions de la ligne N considérées	253
8.6	Structure des organisations impliquées dans la question de la biodiversité identifiée lors des entretiens	255
8.7	Collaborations internes au groupe SNCF sur le sujet de la biodiversité	275
8.8	Extrait du protocole des grandes Gares parisiennes (2024)	277
8.9	Collaborations externes sur la thématique biodiversité	279
8.10	Identification des habitats écologiques autour de la gare Montparnasse (Serret, 2021) . .	280
8.11	Plan global du projet de remaniement du quartier Maine-Montparnasse, tiré de (Naj- dovski, 2022)	284
8.12	Plan de la nouvelle place de la catalogne, tiré de (https://www.paris.fr/pages/foret-urbaine-place-de-catalogne-la-concertation-est-lancee-19389)	285
8.13	Proposition d'esquisse du projet pour la Place Raoul Dautry, tiré de (Najdovski, 2022) .	286
8.14	Carte de l'occupation du sous-sol, tiré de (Najdovski, 2022)	287
8.15	Typologie écologique des milieux contigus à la gare d'Epone-Mézière (Serret, 2021) . . .	288
8.16	Schéma des OAP, tiré de (Grand Paris Seine & Oise and Tautou, 2020)	290
8.17	Habitats écologiques aux alentours de la gare de la Verrière et proximité des Zones d'intérêt écologique (Tiré de [Serret, 2021])	292
8.18	Périmètres d'étude et élément de diagnostic du projet Gare-Bécannes en 2013, tiré de (Attitudes Urbaines, Sagacité, RRA, Futurbain, <i>et al.</i> , 2013)	294
8.19	Vue d'artiste du pôle gare dans le cadre du projet Gares-Bécanes(<i>Nouveau pôle gare de</i> <i>La Verrière</i> , 2023)	295
8.20	Habitats écologiques aux alentours de la gare de Rambouillet et Zones d'intérêts écolo- giques situés à proximité de son quartier (Tiré de [Serret, 2021])	296
8.21	Emprise des projets de requalification du quartier de gare de Rambouillet, tiré de (Edel- Garcia, 2021)	298

9.1	Coupe transversale présentant les stratégies de gestion de la végétation selon la morphologie des talus et des boisements alentour, tiré de (UIC Sustainability et al. 2023)	323
9.2	Diagramme de l'analyse stratégique proposée dans le cadre de la mission du MNHN en 2012, tiré de (MNHN, SNCF Gares & Connexions, et SNCF Transilien 2012)	341
9.3	Cartes présentées en introduction (en haut) et en deuxième temps (en bas) lors de l'atelier 4, parmi les 6 types de formalisations présentées	344
J.1	Première cartographie proposée lors de l'atelier 4 : modélisation sous forme de nœuds et de liens du réseau écologique de l'espèce virtuelle n°3	437
J.2	Deuxième cartographie proposée lors de l'atelier 4 : centralité des taches d'habitat pour l'espèce virtuelle n°1	438
J.3	Proposition d'une formalisation du réseau écologique simplifié	439
J.4	Proposition d'une formalisation du réseau écologique visant à familiariser les acteurs avec l'usage de métriques	439
J.5	Troisième cartographie proposée lors de l'atelier 4 : Classement de la performance des quartiers de gare au sein du réseau écologique pour l'espèce virtuelle n°1	441
J.6	Nouvelle proposition pour la troisième cartographie, affichant le score des gares relativement à leur intégration dans le réseau (mesuré avec dPC)	442
J.7	Quatrième cartographie présentée durant l'Atelier 4 : Comparaison des composantes de dPC pour les taches situées à différentes distances de la gare	443
J.8	Proposition pour la quatrième représentation : Comparaisons des composantes de dPC avec les échantillons de référence, par contexte urbain, à l'échelle de la ligne	444
J.9	Cartographie présentée lors du cinquième temps de l'atelier : Fonctionnalité du corridor à l'échelle régionale et locale	445
J.10	Proposition pour la quatrième représentation, présentant les corridors pour l'espèce virtuelle n°3 (composée de la noctule de Leisler et du cerf Élaphe) à l'échelle régionale . . .	446
J.11	Sixième cartographie présentée durant l'Atelier 4 : ajout de tache et conséquences sur le réseau	446

Table des sigles et acronymes

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie

AFDM : Analyse Factorielle des Données Mixtes

AMO : Assistance à Maîtrise d'Ouvrage

AMT : Assistance pour la passation des Marchés publics de Travaux

ANT : Actor-Network Theory (théorie de l'acteur-réseau)

AOM : Autorités Organisatrices de la Mobilité

AOR : Assistance aux Opérations de Réception

APS : Avant-Projet Sommaire

APD : Avant-Projet Définitif

AREP : Agence Recherche Engagement Post-carbone

AVP : Avant-Projet

BAUM : Biodiversité Aménagement Urbain et Morphologie

CAH : Classification Ascendante Hiérarchique

CCP : Code de la Commande Publique

CERA : Centre d'Études et de Recherches Appliquées

CIRFE : Corridor Infrastructures Routes et Ferroviaires pour les Espèces

CILB : Club infrastructures linéaires et biodiversité

DCE : Dossier de Consultation des Entreprises

DESTE : Direction de l'Engagement social, territorial et environnemental

DET : Direction de l'Exécution des Contrats de Travaux

EEE : Espèces Exotiques Envahissantes

EP : Étude Préliminaire
EPIC : Établissement Public à caractère Industriel ou Commercial
ERC : Éviter, Réduire, Compenser
GPSEO : Grand Paris Seine et Oise
GT : Groupe de Travail
IDFM : Île-de-France Mobilités
IGN : Institut National de l'Information Géographique et Forestière
ILTs : Infrastructures Linéaires de Transport
INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques
IUCN : International Union for Conservation of Nature (Union Internationale pour la Conservation de la Nature)
LCP : Least Cost Path (chemin de moindre coût)
LGV : Lignes à Grande Vitesse
LOI : Loi pour l'Équilibre des Relations Commerciales dans le Secteur Agricole et Alimentaire
LPO : Ligue pour la Protection des Oiseaux
MNHN : Muséum national d'Histoire naturelle
MOA : Maîtrise d'Ouvrage
MOE : Maîtrise d'Œuvre
MP-AMO : Management de Projet - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage
PC : Probabilité de Connectivité
PEM : Pôle d'Échanges Multimodal
PLU : Plan Local d'Urbanisme
PUCA : Plan Urbanisme Construction Architecture
RER : Réseau Express Régional
RFF : Réseau Ferré de France
RPG : Registre Parcellaire Graphique
RSF : Resource Selection Function
RSE : Responsabilité Sociétale des Entreprises

SA : Société Anonyme

SCoT : Schéma de Cohérence Territoriale

SDM : Species Distribution Models (modèles de distribution d'espèces)

SES : Systèmes Socio-Écologiques

SNCF : Société Nationale des Chemins de fer Français

SRADDET : Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires

SRCE : Schémas Régionaux de Cohérence Écologique

TER : Transport Express Régional

TGV : Train à Grande Vitesse

ZAN : Zéro Artificialisation Nette

Introduction

0.1 Biodiversité et urbanisation

Depuis le début du 21^e siècle, la crise climatique impose des changements dans les modes de vie, en particulier pour les sociétés occidentales, responsables de plus d'un quart des émissions de gaz à effet de serre pour moins de 10% de la population (Friedlingstein *et al.*, 2020). Au-delà des seuls verdissements de la consommation ou de la mobilité, le maintien de l'habitabilité de la Terre requiert la reconnaissance de la dépendance mutuelle entre les sociétés et leur environnement (IPCC, 2021). La limitation des émissions n'est pas un levier suffisant mais doit être associée à une reconsidération de nos rapports collectifs avec l'environnement. Or, cette tâche est compliquée par le fait que plus de la moitié de la population se concentre en ville, au sein de laquelle la nature a longtemps été invisibilisée ou laissée dans les marges. Le taux d'urbanisation atteint jusqu'à 74% en Europe ou 83% aux États-Unis par exemple (Nations Unies, 2018). Les éléments naturels urbains sont pourtant source de nombreuses contributions pour les humains. Elles peuvent être directes (se produire au sein même de la ville) ou indirectes (bénéfices issus des écosystèmes non urbains adjacents tel que la limitation du ruissellement), matérielles (fourniture de biens et matières premières) ou immatérielles (effets bénéfiques sur la santé physique et mentale par exemple) [Bolund and Hunhammar, 1999, Elmqvist *et al.*, 2013].

Les écosystèmes naturels) participent à la stabilisation des grands systèmes physico-chimiques terrestres, notamment par la régulation du climat, de la qualité de l'eau, de l'air et des sols (Rockström, 2009, Bastian *et al.*, 2012). La reconnaissance et la formulation adéquate des bénéfices tirés de l'environnement sont des enjeux essentiels pour leur protection, d'autant plus que la santé des écosystèmes naturels se détériore sous l'effet des activités anthropiques plus vite qu'elle ne se régénère (Watson *et al.*, 2019). Les actions humaines engendrent en effet la raréfaction d'espaces naturels ainsi que leur dégradation. La déforestation et la conversion des terres ont ainsi conduit à une perte de 68% des populations de vertébrés sauvages depuis 1970 (WWF, 2020). L'érosion de la biodiversité a atteint une ampleur et une vitesse inégalées depuis la 5^{ème} extinction de masse, il y a plus de 60 millions d'années (Ceballos *et al.*, 2017, Díaz *et al.*, 2019).

Le terme biodiversité est proposé dès 1986, pour désigner la diversité entre espèces (Wilson, 1988). La Convention de Rio l'entérine en 1992, le définissant comme « la variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques, et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes » (United Nations, 1992). Ce faisant, la notion intègre implicitement les interactions entre les organismes vivants et les systèmes qu'ils composent. Bien que la définition ait été institutionnalisée, 195 pays et l'UE signant la convention, la notion de biodiversité reste aujourd'hui polysémique et floue (Brédif and Simon, 2021). En effet, le terme, par le contexte de sa création, évoque

simultanément l'objet et la crise (Maris, 2010). Ensuite, il désigne une composante d'un système naturel complexe dont il est difficile d'avoir une vision exogène claire, car il s'étale sur des échelles multiples et est soumis à des boucles de rétroaction qui les transcendent (Anand *et al.*, 2010). Enfin, il s'agit d'une tentative parmi d'autres dans un long processus historique de donner un formalisme à une propriété naturelle pour pouvoir s'engager dans une optique de gestion de celle-ci. Le rapport aux décideurs de l'Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) ¹ introduit son propos en mentionnant la multiplicité des rapports qui peuvent exister entre l'homme et la biodiversité (Watson *et al.*, 2019). La question de la prise en charge et de la dépendance de l'homme à la nature a été explicitement ou implicitement au cœur des nombreuses philosophies politiques qui ont structuré l'histoire des sociétés occidentales (Charbonnier, 2020). La question de la biodiversité s'inscrit dans cette historicité.

Malgré cette complexité, la recherche a permis l'objectivation des principales causes de l'érosion de la biodiversité. L'IPBES a ainsi identifié et listé par ordre d'importance les principales sources de pressions, à savoir (Watson *et al.*, 2019) :

- Les changements d'utilisation des sols, et notamment l'artificialisation des milieux naturels ;
- La surexploitation directe du vivant, en termes de chasse, pêche ou exploitation forestière ;
- Le dérèglement climatique ;
- La contamination par des polluants plastiques, pesticides, et autres polluants d'origine anthropique ;
- L'introduction d'Espèces Exotiques Envahissantes (EEE) qui concurrencent les espèces indigènes.

La consommation d'espaces naturels pour des usages liés à l'habitation humaine, à l'agriculture, à la mobilité, à l'industrie ou aux services participe à la destruction d'espaces naturels. Les formes que prennent les motifs d'artificialisation des sols urbains et la densification des infrastructures de transport terrestre sont des enjeux stratégiques autant qu'écologiques (Balfors *et al.*, 2005), car ils impactent par un effet combiné la biodiversité et les habitats naturels (Antrop *et al.*, 2004). Simkin *et al.* (2022) estiment que l'étalement urbain cause plus de 5 % de la destruction d'habitats pour un tiers des 30 000 espèces de vertébrés terrestres qu'ils évaluent. L'urbanisation regroupe ces problématiques en les concentrant localement. Elle se manifeste par une artificialisation et la modification des éléments structurels des écosystèmes, ainsi que la présence de perturbations d'intensité et de fréquence plus élevées (Breuste *et al.*, 2008). L'artificialisation se traduit par un décapage de la couche topique du sol ainsi que son imperméabilisation liée au couvert de substances généralement asphaltées. Le sol en profondeur est lui aussi affecté ; n'étant plus au contact des autres compartiments écosystémiques, il ne peut plus assurer son rôle dans les grands cycles de la matière, de l'eau et du carbone (Scalenghe and Marsan, 2009). Les caractéristiques des écosystèmes résiduels sont aussi affectées par les modifications environnementales (îlots de chaleurs, taux de métaux lourds ou répartition de l'azote, etc.). La structuration biotique de ces espaces, notamment les attributs des populations et des communautés qu'ils accueillent (champignons, microarthropodes, etc.), en est modifiée. En retour, les paramètres écologiques dépendants des fonctions réalisées par ces écosystèmes (taux de décomposition, qualité de la litière, taux de réduction de l'azote, taux de nitrifications, etc.) sont donc logiquement altérés (McDonnell *et al.*, 2008). Enfin, la structure de la végétation diffère entre les contextes naturels et urbains. Les strates des espaces verts urbains sont en effet généralement maintenues basses dans une optique esthétique, de confort ou pour des raisons pratiques, à l'aide de tontes ou fauches fréquentes. Ces pratiques, lorsqu'elles sont trop intensives, impactent négativement la richesse et l'abondance animale et végétale de ces écosystèmes, c'est-à-dire le nombre d'espèces et le nombre d'individus (Smallidge and Leopold, 1997, Lizée *et al.*, 2014). Lorsqu'ils

1. Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques, l'équivalent du GIEC pour la biodiversité

sont mis à nu par l'activité humaine, les sols sont susceptibles d'être colonisés par des espèces végétales pionnières, parmi lesquelles on retrouve de très nombreuses espèces exotiques envahissantes (Rejmánek and Richardson, 1996). L'urbanisation engendre ainsi une double dynamique paradoxale : à l'échelle de la ville, elle engendre plus une mosaïque d'habitats qu'un ensemble homogène ; et à l'échelle du globe, elle provoque une « harmonisation biotique » en standardisant les propriétés physico-chimiques, tandis que les écosystèmes naturels manifestent une très forte variabilité (Snep and Clergeau, 2020).

La capacité d'accueil pour la faune est aussi affectée et varie en fonction des espèces, d'autant que leurs comportements en termes de reproduction, de nichage ou de territorialité changent selon le milieu naturel (Lowry *et al.*, 2012, Ritzel and Gallo, 2020). Les espèces de faune sauvage sont majoritairement des *urban avoiders*, c'est-à-dire des espèces qui évitent les conditions physico-chimiques altérées des villes, le manque de zones naturelles, l'absence de cortèges floristiques indigènes ainsi que les perturbations sonores ou lumineuses (Mckinney, 2002). Les espèces spécialistes, c'est-à-dire adaptées à des écosystèmes spécifiques, comme les zones humides, vont souffrir de la pauvreté en ressources nourricières. D'autres espèces à l'instar des renards (*Vulpes vulpes*) [Gil-Fernández *et al.*, 2020] ou les faucons pèlerins (*Falco peregrinus*) [Altwegg *et al.*, 2014] tolèrent ces conditions et sont donc qualifiées d'*urban adaptaters*. D'autres espèces encore parviennent à tirer parti des ressources d'origine anthropique, notamment des déchets pour proliférer en milieu urbain. Les rats (*Rattus rattus*) [Blasdell *et al.*, 2022] ou les pigeons bisets (*Columbia Liva*) [Humphrey *et al.*, 2023] font ainsi partie de ces *urban exploiters*. Ces différences découlent aussi des capacités de dispersion de la faune, c'est-à-dire de la mobilité hors de l'habitat naturel. Les espèces ont en effet besoin de sortir de la zone d'habitat — souvent végétalisée — dans laquelle ils vivent (ou *patch*) pour en rejoindre un nouveau, afin de se nourrir ou rencontrer des partenaires pour la reproduction. La matrice construite d'une ville peut agir comme facteur de risque pour la faune du fait du trafic, ou simplement comme un obstacle physique (Norton *et al.*, 2016).

0.2 Le projet Frugacité

L'écologie du paysage, discipline à la frontière entre écologie et géographie, s'est fait une spécialité de l'étude des flux, notamment d'individus, à l'échelle paysagère (Forman and Godron, 1986). Elle mobilise et étudie notamment la connectivité paysagère, c'est-à-dire le « degré de facilitation ou d'empêchement produit par les paysages sur le mouvement des organismes » (Taylor *et al.*, 1993). La recherche récente pointe l'intérêt d'approfondir encore les relations entre biodiversité et formes urbaines (Flégeau, 2020). C'est pour répondre à ces enjeux que l'appel à projet de recherche BAUM (Biodiversité, Aménagement Urbain et morphologie) naît en 2020, à l'initiative du PUCA (Plan Urbanisme Construction Architecture), service interministériel rattaché au ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. Le programme est lancé en partenariat avec la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN) et l'Office français de la biodiversité (OFB). Initialement nommé « densité, formes urbaines et biodiversité », il vise à déterminer « Comment concilier densification du bâti, organisation des constructions, et déploiement dans la matrice construite de la ville, d'un réseau d'espaces à caractère naturel, propice à l'accueil de la biodiversité la plus riche possible » (PUCA, 2020). Prenant la ville européenne comme objet d'étude et le quartier comme échelle de référence, le programme encourage l'identification des paramètres qui favorisent l'apparition de formes urbaines favorables à l'accueil de biodiversité : modes d'occupation du sol, configuration du bâti, etc.

L'agence pluridisciplinaire AREP, est une filiale de SNCF Gares & Connexions, entreprise rattachée à SNCF Réseau, elle-même filiale du groupe SNCF². AREP se déclare en 2020 candidate au BAUM,

2. Société Nationale des Chemins de fer Français

déposant en avril le projet de recherche intitulé « Frugacité » — pour FoRmes Urbaines des quartiers de Gare ou à fortes Contraintes et biodiversité. L'équipe associe des acteurs opérationnels issus de l'entreprise candidate et des chercheurs membres des laboratoires Ladyss (Pascal Marty) et Prodig puis ThéMa (Yohan Sahraoui) ou internes à AREP (Nils le Bot). Le quartier de gare est choisi comme objet d'étude pour deux raisons. D'une part, l'expertise opérationnelle d'AREP porte historiquement sur les espaces du ferroviaire (AREP, 2008). D'autre part, à partir de la littérature existante il est possible de formuler le double constat d'un manque de connaissances scientifiques sur les enjeux de connectivité au sein des quartiers de gare, combiné à la demande d'orientations opérationnelles de la part des acteurs en charge de leur aménagement (Marty et al., 2020). Cette candidature a par ailleurs été permise par l'ambition d'une double montée en puissance d'AREP sur les thématiques environnementales (avec le déploiement de la stratégie EMC2B qui intègre les enjeux climatiques, de matière et de biodiversité) et sur la recherche (AREP, 2023). La firme refond d'ailleurs son acronyme en 2023 en « Architecture Recherche Engagement Post-carbone ». Cette dynamique fait suite à l'arrivée au directoire de Raphaël Ménard, titulaire d'un doctorat sur les relations entre architecture, énergie et matière (Ménard, 2018), et de Philippe Bihouix, figure importante du développement de la pensée Low-Tech en France ou de concepts urbains comme « la ville stationnaire » (Bihouix and Guillebon, 2010, Bihouix, 2014, Bihouix *et al.*, 2022). Le projet Frugacité est désigné comme lauréat par le consortium responsable du BAUM le 15 juin 2020, aux côtés de 5 autres propositions. Il se structure autour de la présente thèse et de plusieurs stages de recherche.

Cette thèse s'inscrit dans un dispositif CIFRE (Convention Industrielle de Formation par la REcherche) visant à favoriser le transfert de connaissances entre les mondes professionnels et académiques, en permettant aux entreprises qui recrutent un doctorant de bénéficier d'une aide financière de l'État. L'hébergement privé influence les conditions d'accueil matérielles, scientifiques ainsi que les processus de capitalisation sur la recherche.

La stratégie de recherche dépend généralement de la manière de concevoir la collaboration : 9 archétypes ont été identifiés, à partir de 635 CIFRE menées en 2015 (Plantec *et al.*, 2021). Parmi ces archétypes, le projet Frugacité est la résultante d'un processus de co-crédation privé/public (comme 39 % des CIFRE) plutôt que du portage par uniquement un des deux membres. Sa stratégie de recherche est disciplinaire (comme 60 % des projets) plutôt qu'exploratoire ou orientée produit ; elle est « dédiée au développement de connaissances scientifiques nouvelles pour renforcer les compétences de l'organisation dans un domaine scientifique unique, identifié et non directement applicable pour concevoir un produit ou un service. » (Plantec *et al.*, 2021). Visant la co-crédation de nouvelles connaissances, la collaboration sur Frugacité a nécessité un travail de traduction entre acteurs opérationnels et académiques. Là où le rôle du doctorant CIFRE est explicitement de contribuer au transfert de connaissances entre les deux sphères³, celles-ci n'ont pas d'inertie propre. La science produit des faits au laboratoire à partir d'un isolat de la réalité. Leur intégration dans les pratiques opérationnelles nécessite de réintégrer ces faits dans la complexité du monde dans laquelle les acteurs évoluent. En d'autres termes, « pas d'adoption sans adaptation » (Callon *et al.*, 1999). Réciproquement, la co-constitution d'un projet de recherche nécessite de faire le tri entre le matériau opérationnel qui pourra être transféré au laboratoire, et ce qui sera laissé de côté, éventuellement à un autre projet de recherche. Nous avons été le témoin d'une tentation constante d'« ouvrir » la recherche de la part de l'entreprise, c'est-à-dire de ne plus s'arrêter aux bornes auto-imposées par les scientifiques. La focalisation sur certaines perspectives précises permet de prendre le temps de définir un cadre opératoire adapté, quitte à écarter pour un temps des pistes intéressantes. L'entreprise, pour conserver un équilibre financier et rester compétitive dans le marché, a besoin d'alimenter en continu le sujet de recherche, en le réouvrant constamment sous l'influence des

3. Décret numéro 2021-1233 du 25 septembre 2021 relatif au contrat doctoral de droit privé prévu par l'article L. 412-3 du code de la recherche

situations opérationnelles ou des innovations de concurrents. L'acculturation des deux parties tout au long de la recherche est donc fondamentale ; et le doctorant doit veiller au respect des enjeux de chaque sphère autant qu'il doit veiller à la traduction entre elles.

0.3 Gare et biodiversité

En introduisant la question ferroviaire dans le projet de recherche, celui-ci ne pouvait plus faire l'économie de deux sujets majeurs. Tout d'abord, les impacts du réseau ferroviaire sur la fragmentation des paysages naturels ou la mortalité des populations animales suite aux heurts ont été documentés, notamment par l'écologie du paysage (Borda-de-Água *et al.*, 2018). La recherche récente a démontré leur intérêt ambivalent pour la connectivité, dans la mesure où ils peuvent jouer un rôle de corridor le long de leurs dépendances végétalisées (Villemey *et al.*, 2018, Ouédraogo *et al.*, 2020, Mell *et al.*, 2024). Cette participation, potentiellement très intéressante pour les espèces communes, mais de faible mobilité (Pénone, 2012), est liée à de microformes propres aux voies (talus en remblais ou en déblais par exemple). Le caractère cumulatif de l'impact dû à l'infrastructure ferroviaire et à l'urbanisation sont des éléments d'intérêts scientifiques majeurs qu'il reste à préciser. Les modalités de ces effets sont d'autant plus complexes à identifier que la présence de la gare impacte à la fois la continuité offerte par les voies ainsi que les tissus urbains alentour. En effet, elle peut impacter les corridors en agissant comme des points bloquants sur le linéaire du fait de la présence de quais ou de l'élargissement du plateau de voies aux dépens des espaces végétalisés (Pénone, 2012). Certains dispositifs de traversée latérale sont par ailleurs concentrés en gare, et bien qu'ils soient conçus à destination des humains, la faune arrive sous certaines conditions à les emprunter (Andis *et al.*, 2017). Ensuite, la gare peut structurer les tissus urbains alentour par son impact sur les processus socio-économiques. La densification des activités ainsi que le renouvellement urbain peuvent être des conséquences de son implémentation, bien que cela ne soit pas systématique (Offner, 1993, Belin, 2014, Frecaut *et al.*, 2018). Elles ont un effet de valorisation immobilière avec une surcote pouvant atteindre jusqu'à 28 % du prix de vente (Decourval *et al.*, 2021) à l'échelle de la commune, entraînant la présence de formes immobilières particulières à proximité, denses pour être plus rentables (Ananian, 2009).

Parmi les différents projets de recherche retenus par le BAUM, seul Frugacité s'attache à définir son terrain d'étude à partir de l'usage qui en est fait. En spécifiant que la recherche va porter sur les quartiers de gare, définis comme des quartiers à fortes contraintes techniques, il s'agit tout d'abord de permettre la généralisation aux autres espaces contraints (ports, aéroports, etc.). L'enjeu réside surtout dans la mise en avant du processus de production comme déterminant des propriétés morphologiques, donc écologiques, de ces espaces. L'aménagement de la gare est un processus particulier et complexe, qui fait intervenir des contraintes logiques, réglementaires, budgétaires, fonctionnelles, stratégiques, techniques, esthétiques, organisationnelles et spatiales ; elle est encadrée par des normes, des législations, de bonnes pratiques et est soumise à des directives qui peuvent entrer en tension. L'aménagement des espaces intérieurs est ainsi tiraillé entre gestion des flux et développement de pôles de chalandise commerciaux (Albertelli, 2024). Les espaces extérieurs doivent se moderniser pour servir de support aux pôles d'échanges multimodaux (Richer *et al.*, 2017) tout en permettant à la gare de conserver son caractère généralement patrimonial. Les parvis doivent rester lisibles pour le voyageur, permettre la gestion des eaux pluviales, et nombre d'opérations d'aménagement qui touchent au linéaire doivent se « mettre à l'ombre » les unes des autres, c'est-à-dire profiter d'arrêts de trafic planifiés très en amont. L'arbitrage entre ces dimensions est si complexe qu'il fait intervenir une galaxie d'acteurs propres à maîtriser le processus de négociation (Schorung, 2021).

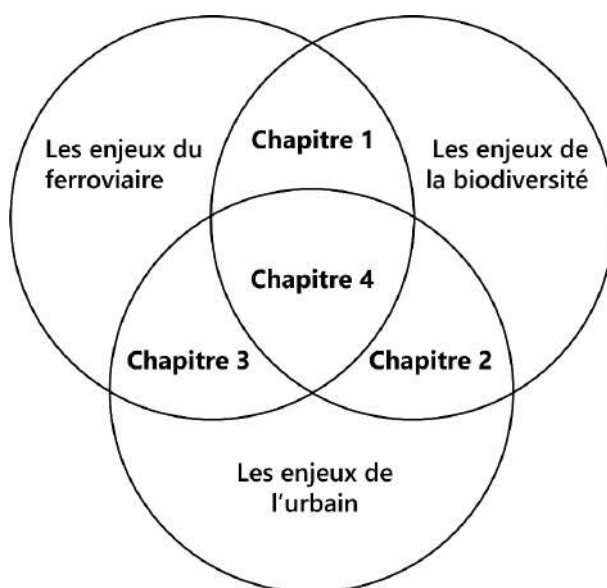


FIGURE 1 – Diagramme de Venn présentant l’organisation des chapitres de la première partie

0.4 Présentation du plan

Je propose au cours de la première partie de développer l’état de l’art vis-à-vis de trois thématiques d’intérêt : le monde ferroviaire, les enjeux de biodiversité et la question de l’urbanité. Il s’agit d’identifier les transformations que chacun subit au contact des autres. Chaque chapitre détaille les croisements de ces thématiques deux à deux. Le **premier chapitre** détaille les impacts des infrastructures ferroviaires sur la biodiversité, les moyens d’en prendre connaissance et les dispositifs qui ont pour but de réduire la fragmentation et l’artificialisation induites. Le **deuxième chapitre** détaille les enjeux de biodiversité au sein de l’espace urbain. La ville participe à la reconfiguration des manières de produire de la connaissance sur la biodiversité, tandis que réciproquement, l’écologisation pousse les producteurs de l’urbain à reconsidérer leurs pratiques. Le **troisième chapitre** propose la description des jeux d’acteurs qui encadrent la production de la gare en ville. Il y est ensuite question des manières par lesquelles la gare assimile la ville, la reconfigure. La gare subit une mutation urbaine lors de son insertion, tout en conservant une identité propre nécessaire à son fonctionnement.

Aménager les quartiers de gare en faveur de la biodiversité nécessite de recroiser les processus dans lesquels gare et biodiversité sont impliquées conjointement, de manière directe ou indirecte. Comment faire intervenir la biodiversité et la gare en respectant chacun de leurs modes de fonctionnement, les logiques dans lesquelles celles-ci sont ancrées ? Répondre à cette question nécessite de formaliser les enjeux de biodiversité à l’échelle des quartiers de gare. L’écologie du paysage dispose d’outils adaptés à s’interroger sur le rôle d’intermédiaire que vont jouer les formes urbaines de ces espaces. Réciproquement, il s’agit aussi de comprendre comment les questions de biodiversité touchent les parties prenantes impliquées de facto ou volontairement dans ces quartiers.

L’écologie et l’écologie du paysage sont historiquement à l’origine de méthodes d’évaluation des impacts écologiques des infrastructures linéaires de transport. La gare ayant fait du ferroviaire un objet urbain, les quartiers de gare superposent des enjeux propres au ferroviaire et à l’urbain, tant en termes écologiques que de gouvernance. De ce fait, les modes de connaissance doivent s’adapter à ce contexte, tout comme l’écologie a dû proposer de nouveaux paradigmes lorsque celle-ci s’est intéressée à la ville. Réciproquement, les enjeux écologiques ont fait et font encore évoluer les pratiques des aménageurs. Ces

transformations méritent d'être étudiées attentivement. L'approche développée croise une approche quantitative mobilisant les outils l'écologie du paysage et une approche qualitative fondée sur la sociologie de la traduction.

La deuxième partie sera organisée autour du croisement géographique entre biodiversité et quartier de gare, couvrant la méthodologie et la présentation de résultats issus de modélisation de la connectivité écologique.

Le **quatrième chapitre** s'appuiera sur plusieurs exemples croisant ensemble biodiversité, urbain et ferroviaire afin de développer la question de recherche. Il se poursuivra par la présentation de la posture méthodologique choisie pour y répondre, inspirée notamment de la géographie-plus-qu'humaine. Le **cinquième chapitre** offrira une présentation des terrains d'études et du processus qui ont permis leur sélection. Le **sixième chapitre** mobilisera la théorie des graphes afin d'étudier les enjeux écologiques de connectivité à l'interface entre les échelles locales et régionales, à l'aide d'indicateurs topologiques. À partir des modélisations de réseaux écologiques à l'échelle de l'ouest de l'Île-de-France, le caractère stratégique des quartiers de gare pour la biodiversité sera évalué.

La troisième partie de la thèse sera consacrée à l'analyse des enjeux sociaux liés à l'intégration de la biodiversité dans les quartiers de gare. Le **septième chapitre** proposera un langage de l'enquête adapté à l'alternance entre points de vue, pour permettre la compréhension croisée des enjeux de gare et biodiversité. Pour cela, il s'appuiera sur la sociologie de la traduction et l'approche par les modes d'existence. Cette littérature a été une référence majeure pour la thèse. Le **huitième chapitre** esquissera le système de prise en charge de la biodiversité au sein des quartiers de gare, détaillant les formes que revêt la biodiversité dans les quartiers de gare et parcourant le système de sa gouvernance. Le **neuvième chapitre** sera consacré à l'identification des modes d'existence dans lesquels gare et biodiversité sont engagées. Ce travail sera suivi par des conclusions quant à l'organisation générale de la prise en charge de la biodiversité lors de l'aménagement et la gestion des quartiers de gare.

Première partie

Les effets de la gare sur la biodiversité comme combinatoire d'effets paysagers et urbains

Chapitre 1

Appréhender les impacts du linéaire ferroviaire sur la biodiversité

Cette première partie explore les interactions entre les infrastructures ferroviaires et la biodiversité 1.1. La section 1.1 examine les impacts des infrastructures de transport ferroviaire sur les écosystèmes et les dispositifs de remédiation pour atténuer ces effets. La section 1.2 évalue les outils de l'écologie du paysage, une discipline qui analyse l'influence de ces infrastructures sur les flux biologiques à l'échelle du paysage. Enfin, la section 1.3 discute des enjeux de gestion collective de ces résultats pour promouvoir le développement d'infrastructures écologiquement responsables avec des empreintes maîtrisées.

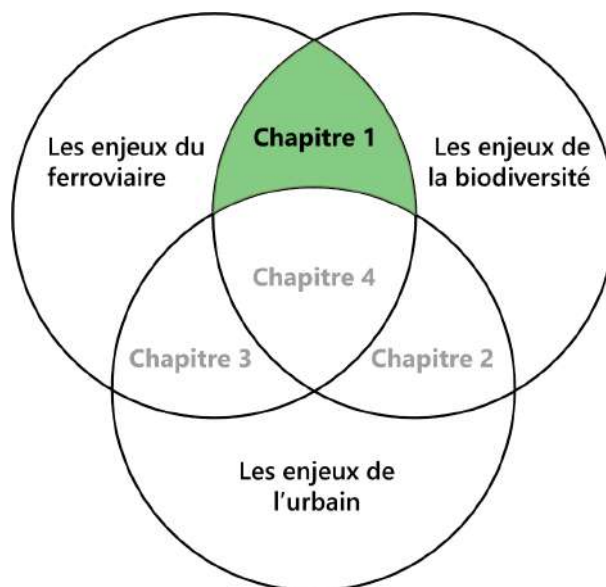


FIGURE 1.1 – Structuration du chapitre 1

1.1 Le rôle écologique du linéaire ferroviaire

1.1.1 Impact environnemental des Infrastructures linéaires de transport (ILTs)

L'appellation infrastructures linéaires de transports (ILTs) désigne les « installations fixes destinées au transport de voyageurs ou de marchandises, de longue distance et de proximité » (Picard and Dorolle, 2016). Du fait de leur emprise au sol, ces installations routières, ferrées ou fluviales engendrent des impacts écologiques sur les territoires qu'ils traversent. À une échelle large, qui peut s'étendre jusqu'à plusieurs centaines de mètres autour de l'infrastructure linéaire, les processus naturels tels que le cycle de l'eau ou les flux des sédiments sont impactés, augmentant l'érosion et les risques de glissements de terrain et d'incendies (Ament *et al.*, 2023). La présence de ces infrastructures entraîne par ailleurs une spéculation foncière d'ampleur importante sur les milieux naturels, notamment dans les pays émergents, ce qui participe aussi à la dégradation des milieux (Barber *et al.*, 2014). La diminution de la qualité écologique des espaces est issue de la perturbation anthropique des milieux, prenant la forme de pollutions chimique, lumineuse, ou d'émissions de nuisances sonores (Barber *et al.*, 2014, Parris, 2015). Elle impacte la flore et la faune : le milieu biotique est modifié, d'autant que les pratiques d'aménagement ou de gestion peuvent favoriser certaines espèces végétales particulières, et les animaux adoptent des comportements d'évitement de ces espaces (Ament *et al.*, 2023). Les impacts négatifs liés aux perturbations impactent même les individus éloignés des infrastructures si ceux-ci sont peu mobiles, comme les amphibiens, car il n'est pas forcément possible pour eux de sortir de la zone tampon affectée par la perturbation (Eigenbrod *et al.*, 2009). Les espèces très mobiles sont aussi impactées lorsqu'elles ont un domaine vital étendu, c'est-à-dire qu'elles ont besoin de beaucoup d'espace pour remplir leurs besoins primaires (Cooke *et al.*, 2020). Ces effets, qui peuvent être renforcés par la topographie environnante (Ware *et al.*, 2015), peuvent ainsi s'étendre jusqu'à 1 km, engendrant dans la zone touchée la dégradation des habitats et des densités de populations animales réduites (Helldin, 2019). Si les effets s'intensifient avec le trafic, même des voies de circulation peu fréquentées impactent écologiquement le milieu, dans la mesure où leurs propriétés structurelles génèrent des ruptures de la continuité entre les écosystèmes naturels (Taylor *et al.*, 1993, D'Amico *et al.*, 2016). Cet effet barrière impacte la survie des espèces, qui doivent pouvoir se mouvoir à trois moments de leur cycle de vie. Tout d'abord lors de déplacement quotidiens liés à la réalisation de leur cycle de vie, impliquant la recherche de ressources nourricières ou de lieux pour nicher. Ensuite, lors d'occasions plus ponctuelles, à savoir les migrations ou la dispersion des populations (Bonte *et al.*, 2012).

Le linéaire ferroviaire est végétalisé pour partie. Les pratiques de gestions sont conçues afin que la végétation respecte les contraintes en termes d'accessibilité, de risque et qu'elle permette tout de même la stabilisation des talus. Cette gestion est confiée au Pôle Maîtrise de la végétation de SNCF Réseau, filiale de la SNCF qui s'occupe du linéaire. Ses pratiques sont encadrées par des cahiers des charges et des normes professionnelles, elles sont soumises à des contraintes budgétaires. Ces pratiques les rendent dans les faits difficilement négociables (Pénone, 2012, Franchomme *et al.*, 2014). Néanmoins, entre 2013 et 2023, les pratiques ont évolué suite aux modifications de la législation concernant les pesticides (Figure 1.2). La gestion suit la structuration du linéaire le long d'un tronçon virtuel longitudinal : au centre se trouve la plateforme, constituée des voies et des pistes accolées de chaque côté de celles-ci. Si l'objectif « Zéro végétation » reste le même au cours des années, les solutions techniques (ou leurs labels) évoluent d'un « traitement préventif chimique » à l'usage « d'herbicides préventifs et curatifs, avec pose de géotextile sous la piste » lors des travaux de renouvellement des voies ferrées (Franchomme *et al.*, 2014, SNCF Réseau, 2023). Ce changement de philosophie est explicite, SNCF Réseau affichant la définition de nouveaux standards d'acceptabilité selon les catégories de voies. Après la plateforme se trouvent les dépendances vertes, composées des bandes de sécurité d'abord, puis des abords en bout d'emprises. Les dépendances

vertes ferroviaires sont soumises à des taux de fréquentation humaine assez faibles, et des pratiques de gestion relativement extensives. La présence de végétation est désirée sous conditions : certes, elle permet la stabilisation des talus par ses racines, mais elle peut être à l'origine de problèmes de sécurité tels que les chutes de branches, l'invisibilisation de la signalétique pour le conducteur, les incendies. Les bandes de sécurité sont les espaces ayant bénéficié de l'engagement de la SNCF à sortir du glyphosate en 2022, pris en 2018 (LOI n° 2018-938 du 30 octobre 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine, durable et accessible à tous (1), 2018). Pour un même objectif de maintien d'un « enherbement » sous contrôle » pour limiter le travail d'érosion tout en garantissant une bonne visibilité », le fauchage est désormais la seule solution appliquée, auparavant seulement supplétive du traitement chimique. Pour les abords, l'intitulé de l'objectif a changé. Auparavant destiné à limiter le volume des arbres et la végétation arbustive, il s'agit désormais de limiter le volume et la hauteur des arbres à haute tige tout en garantissant une végétation prairiale. En plus du débroussaillage manuel ou mécanique, les opérationnels peuvent désormais mettre en place de l'éco-pâturage (entretien par animaux).

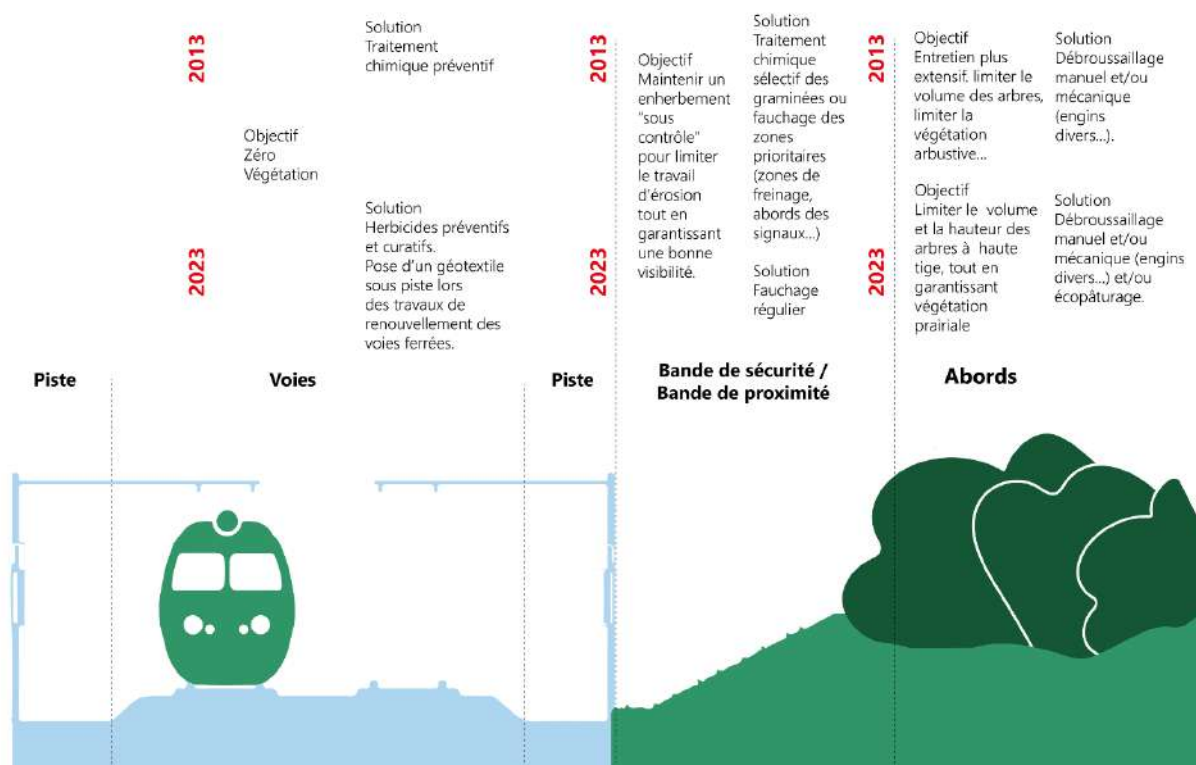


FIGURE 1.2 – Pratiques de gestion appliquées selon les composantes de l'infrastructure ferroviaire (d'après [Franchomme et al., 2014])

1.1.2 Impact du rail en particulier

Les infrastructures ferroviaires ont un impact d'une nature similaire aux infrastructures routières, dans la mesure où ils provoquent heurts, perturbations et effets barrières. L'intensité de ces effets sur les populations est toutefois moindre (Ament *et al.*, 2023). Néanmoins, les études qui se sont spécialisées sur l'impact du rail sont globalement plus récentes et moins nombreuses, ce dont témoigne la quinzaine d'années qui sépare les ouvrages de synthèse *Road Ecology* (Forman and etc, 2002) de *Railway Ecology*

(Borda-de-Água et al., 2017). Les impacts les plus visibles sont sans doute les collisions de la faune avec le matériel roulant (locomotives, automotrices), qui représentent environ 1500 accidents par an en France, soit 50 % des incidents totaux (Le Lay, 2019). En plus d’occasionner des dizaines de milliers d’euros de réparation, ces collisions sont la source de carcasses qui attirent les charognards, qui peuvent eux-mêmes subir des heurts (Whittington *et al.*, 2005, Ouédraogo *et al.*, 2020). Les chouettes et les oiseaux de proie sont aussi des espèces sensibles. Aux Pays-Bas, les collisions ferroviaires sont la seconde cause de mortalité pour les busards ou les faucons crécerelle, pour des populations aux effectifs déjà réduits (van der Grint and Kuijsters, 1998). En règle générale, les chiffres liés aux collisions sont sous-évalués, du fait que les corps des animaux ne sont pas toujours retrouvés ou de la difficulté d’accès aux emprises pour les chercher (Carvalho et al., 2017).

En sus des collisions, les perturbations issues du trafic ferroviaire impactent les cycles de vie de la faune. Les perturbations de l’air, de l’eau et du sol liées par exemple aux agents herbicides de traitement du ballast impactent principalement les animaux terrestres et aquatiques¹ (Ament *et al.*, 2023). Les perturbations sonores (crissement de freins, ou passages sur le rail) nuisent aux vertébrés terrestres. Pénone (2012) a identifié un effet de la vitesse des trains sur la richesse et l’abondance de certains insectes. À ces effets liés au fonctionnement des infrastructures se rajoutent les perturbations issues de la phase chantier ou d’entretien (Hosy et al., 2012). Des dispositifs techniques sont déployés pour limiter ces effets, comme les fixations des rails aux traverses ou la mise en œuvre de semelles ou d’amortisseurs. Pour atténuer la pollution du sol, le ballast peut être nettoyé, et diverses solutions impliquant des couverts végétaux ou de compost type *mulching* permettent de contrôler l’érosion du sol (Borda-de-Água *et al.*, 2017).

L’effet barrière induit par le ferroviaire reste l’un de ses principaux effets. En France, seules les lignes à grandes vitesses sont clôturées sur la totalité de leur linéaire. En zone urbaine, les voies sont clôturées pour éviter l’intrusion humaine. En zone rurale, les clôtures ont été posées suite ou en prévision du passage de faune sur les voies. Celles-ci sont implantées dans certains secteurs particulièrement touchés, car SNCF Réseau, filiale de la SNCF qui gère le linéaire, a l’obligation de prendre « des dispositions adaptées pour éviter l’accès ou les intrusions indésirables dans les installations »² (Buton *et al.*, 2019). Les réactions face aux clôtures, ainsi que les capacités de les franchir, dépendent des espèces. Le chevreuil (*Capreolus capreolus*) est ainsi théoriquement capable de franchir des barrières de plus de deux mètres, mais préfère parfois éviter de passer au-dessus d’obstacles de moins d’un mètre, privilégiant les trous qu’il trouve dans le grillage, dans lesquels il se coince parfois (C.E.R.A, 2000, Buton et al., 2019). Les clôtures peu visibles peuvent impacter les oiseaux lors des vols bas, comme les clôtures en barbelés, cependant assez rares (Kabouche et al., 2006). Les clôtures peuvent enfin avoir des effets d’entonnoir, déversant les individus qui vont les longer sur des lieux précis du linéaire (Buton et al., 2019). Les composantes architecturales, comme les poteaux creux et non bouchés, peuvent entraîner la mortalité d’espèces cavernicoles qui entrent dans la cavité pour nicher ou se reposer, puis sont prises au piège, incapables de ressortir (Noblet, 2010). Les lignes électriques engendrent elles aussi des collisions. Les oiseaux sont les premières espèces à percuter les lignes lors de leurs trajets quotidiens (Zimmermann et al., 2006).

1. L’huile de créosote, dérivé du pétrole et produit toxique, imbibait auparavant les traverses de rail en bois. Celles-ci ont aujourd’hui été remplacées par des traverses en béton.

2. Décret n° 2006-1279 du 19 octobre 2006 relatif à la sécurité des circulations ferroviaires et à l’interopérabilité du système en vigueur

1.1.3 Limitation de l'effet barrière

Pour permettre l'évacuation des individus qui ont réussi à pénétrer sur le linéaire, mais n'arrivent pas à ressortir, de nombreux dispositifs d'évacuation et d'échappatoires ont été conçus et appliqués sur les ILTs, notamment routières (Buton et al., 2022). On recense ainsi des promontoires de saut, avec des rampes qui permettent de passer au-dessus de la clôture depuis l'intérieur. Les concepteurs cherchent les compromis entre des hauteurs de chutes qui ne blessent pas l'animal, mais qui évitent aussi les contresens. Ce genre de rampe peut être intégré au paysage à l'aide de remblaiements en pied de talus, et ne nécessite pas d'intervention humaine, mais le besoin de place sur l'emprise ferroviaire (pente à 25 %), leur prix (parfois plusieurs milliers d'euros) et le manque d'information sur leur efficacité en font des dispositifs peu utilisés. D'autres dispositifs mécaniques comme le Sangli Pass peuvent être installés directement sur la clôture, à double ou simple battant horizontaux ou sous forme de « chatière » avec résistance à ouverture pour orienter le sens du passage. L'efficacité de sas d'ouverture à réarmement manuel est avérée, mais les trois mètres de longueur rendent de nouveau l'adaptation au ferroviaire difficile. Ces dispositifs d'évacuation peuvent profiter de la plantation de haies d'essences locales qui orientent le mouvement et servent d'écran pour masquer le trafic. De manière générale, des modèles de clôture laissant passer la petite faune (ne descendant pas jusqu'au sol par exemple) existent et sont conçus à destination des particuliers sensibilisés ou d'espaces sans enjeux. Des ouvertures sécurisées peuvent aussi être pratiquées dans différents types de clôtures, au niveau du sol et d'une quinzaine de centimètres de large. Parfois appelées passage à hérisson (*Erinaceus europaeus*), elles permettent aussi d'améliorer la porosité de l'infrastructure. Il est néanmoins difficile d'imaginer une intégration de ce genre de dispositifs au contexte ferroviaire, car la petite faune, malgré la moindre importance technique des collisions, reste non désirée. Les terriers de lapin (*Oryctolagus cuniculus*) ou de blaireaux (*Meles Meles*) fragilisent par exemple les talus (Buton et al., 2019).

Ces dispositifs visent explicitement à éviter la collision plutôt que l'effet barrière ou la fragmentation écologique. La littérature recommande que les clôtures soient réservées aux espaces à forts risques, ou de remplacer ces dernières par des systèmes d'avertissement sonores pour réduire les collisions sans engendrer d'effet barrière (Borda-de-Água et al., 2017). Des recherches sont actuellement menées sur ce thème (Terrade, 2021). L'effet barrière transversal peut de plus être limité par l'intégration de passages à faune transversaux (Cerema, 2021). L'efficacité de ces derniers constitue d'ailleurs le sujet majeur de l'écologie ferroviaire (Borda-de-Água et al., 2017). Les écoponts sont ainsi des infrastructures qui passent au-dessus de l'ILT. Mixtes ou à destination uniquement de la faune, ils ne discriminent pas les espèces, mais doivent être de largeur suffisante pour inviter l'animal à l'emprunter (20 m pour un cerf [*Cervus elaphus*]). Ouvrages d'art recouverts d'une couche de sol, leur efficacité dépend des strates végétales qui les couvrent et surtout des éléments naturels qui composent le paysage de chaque côté, créant ainsi des connexions jusqu'à l'écopont (Clergeau, 1993). Ces ouvrages sont coûteux, avec un prix estimé autour de plus de 2000 euros du mètre carré. Certains dispositifs ciblent des espèces particulières, à enjeux. Certaines passerelles sont destinées aux chiroptères (les chauves-souris), conçues de manière à imposer une hauteur de vol et protéger des perturbations visuelles et sonores liées au trafic (Cerema, 2021). Les passages canopées à destination des écureuils (*Sciurus vulgaris*) utilisent quant à eux les arbres alentour agrémentés de cordages ou de structures métalliques pour former un pont au-dessus de l'infrastructure. Les chutes de branches représentant une part très importante des arrêts de trafics, la présence de ce type de passage n'est pas envisageable.

Les passages à faune inférieurs consistent en des tunnels de petits gabarits qui permettent la traversée latérale de petite faune (blaireaux [*Meles meles*], martres [*Martes martes*], hérissons [*Erinaceus europaeus*], reptiles, amphibiens, chats sauvages [*Felis silvestris*] par exemple), ou le rajout de banquettes sur le flanc d'infrastructures hydrauliques. L'obscurité de ces passages comme l'eau stagnante potentielle

sont des freins à leur utilisation par les animaux. Certains ouvrages inférieurs sont aussi conçus pour des espèces particulières, comme les crapauds destinés aux amphibiens. Un système de tombée peut être intégré au tunnel pour favoriser son utilisation par les animaux, obligés de traverser l'infrastructure en empruntant le passage, mais ce genre de système peut aussi occasionner une augmentation de la mortalité si les individus juvéniles ne trouvent pas la sortie (Iuell, 2003). Des concepts de dispositifs de passage entre rail et ballast ont été proposés, à destination de la faune qui serait bloquée par le rail, mais il est difficile d'en retrouver des exemples concrets (Cerema, 2021). La SNCF a entrepris de rénover d'anciens ponts, tunnels et passerelles afin de les transformer en passages à faune mixtes, en évaluant tout d'abord la capacité de ces ouvrages à être empruntés. L'un des enjeux majeurs concernant l'implémentation de ces dispositifs reste toujours à leur disposition stratégique au sein du réseau écologique, c'est-à-dire l'ensemble des structures spatiales agencées de manière à favoriser la conservation de la biodiversité (Jongman and Pungetti, 2004). Pour ce faire, les chercheurs disposent d'approches de modélisation permettant d'évaluer le dommage global engendré par la ligne ou l'efficacité de passages à faunes potentiels. Ces outils sont néanmoins encore peu mobilisés par les opérationnels (Heydorff-decaux, 2022).

1.1.4 Le corridor écologique ferroviaire

Malgré les effets négatifs sur l'environnement, les espaces naturels qui jouxtent les ILTs et s'étendent sur leurs emprises peuvent jouer un rôle écologique important, en représentant parfois les derniers habitats fonctionnels si le milieu environnant est très perturbé ou dégradé (van der Ree and Bennett, 2003). Représentant plus de 60 000 ha pour la SNCF³, ces espaces servent ainsi d'habitat pour certaines espèces, notamment les arthropodes (Pénone, 2012) ou des reptiles qui profitent du réchauffement local au niveau du ballast (Graitson, 2006). Ils peuvent aussi participer aux processus de dissémination pour les plantes (Gangadharan et al., 2017), ou de dispersion pour la faune. Ils sont alors utilisés par celle-ci comme points relais, c'est-à-dire des zones permettant de faciliter la dispersion et le trajet jusqu'aux espaces d'assez grande capacité écologiques qui serviront d'habitats (Penone et al. 2013). Certaines espèces utilisent même les clôtures comme habitats, comme la mésange charbonnière (*Parus major*) [Buton et al., 2019]. Néanmoins, ces espaces peuvent aussi être des habitats puits, c'est-à-dire des zones où la mortalité liée aux conditions ou au stress local n'est pas compensée par les bénéfices potentiels, générant un déclin général de la population (Mumme et al., 2000). Les espèces exotiques envahissantes colonisent aussi ces espaces, profitant des effets de dispersion des trains (Borda-de-Água et al., 2017).

Une triple revue systématique, dans le cadre du projet Connnects-IT (Sordello and Jeusset, 2015), a permis d'évaluer les bénéfices offerts par ces espaces pour trois groupes, à savoir les vertébrés, les insectes et les espèces végétales (Villemey et al., 2018, Ouédraogo et al., 2020, Mell et al., 2024). Pour quasiment tous les groupes, la biodiversité des ILTs présente une dépendance aux paysages alentour : elle est moins élevée en milieux urbains et agricoles, et profite de la présence de forêts jouxtant les ILTs. La biodiversité végétale est aussi sensible aux pratiques de gestion des EEE qui se montrent souvent fructueuses, mais les distances de dispersions ne semblent pas sensiblement affectées, ce qui nuance l'effet de dissémination par les trains. Concernant les vertébrés, il n'existe pas de différence significative entre les espèces retrouvées sur les dépendances vertes ou les habitats en dehors. Les pratiques de gestion intensives affectent négativement les populations (sauf pour les souris *Mus musculus*), et l'éclairage affecte les chiroptères. La diversité des insectes est similaire entre espaces hors ILTs et dépendances vertes, voire plus riches en termes d'espèces pollinisatrices ou d'insectes consommateurs primaires. Elle est enrichie significativement par des pratiques de gestion qui ciblent les EEE, tandis que l'artificialisation de ces espaces (par pavement par exemple) la réduit voire augmente la présence d'espèces invasives. La tonte régulière est négative pour l'abondance

3. <https://www.sncf-reseau.com/fr/le-reseau-aujourd'hui/maitrise-de-la-vegetation>

ou la richesse des insectes, sauf pour des espèces dites indésirables comme les moustiques (*Culex pipiens*). Les mouvements des individus sont plus limités, sans doute du fait des déplacements de masses d'air issus du trafic. Pour la faune généralement, la biodiversité est plus riche dans les habitats autour des ILTs pour les espèces qui profitent des collisions. Il s'agit d'espèces qui, contrairement à leurs prédateurs, ne sont pas sujettes aux collisions et qui de plus se nourrissent des charognes issues des heurts. Dans l'ensemble néanmoins, la littérature fournit peu de résultats focalisés sur les espaces végétalisés des dépendances ferroviaires, et les auteurs invitent à accentuer les efforts de recherche sur ces espaces.

Les ILTs, bien qu'ayant des impacts négatifs sur la biodiversité, ne sont donc pas des déserts. Pour penser leur intégration paysagère dans une logique de mitigation de l'effet barrière voire de corridors écologiques permis par les dépendances, il est nécessaire de se doter d'outils adaptés. L'écologie du paysage propose de mettre en relation les propriétés structurelles à l'échelle locale et paysagère pour identifier les *patterns* et les impacts sur les fonctions écologiques et la fragmentation.

1.2 Mobiliser l'écologie du paysage

1.2.1 Paysages et espèces animales sauvages

L'écologie du paysage est une discipline à la croisée entre géographie et écologie, qui porte son attention sur les relations biophysiques « horizontales », c'est-à-dire qui se jouent entre différentes unités spatiales. Ce faisant, elle se distingue de l'écologie en général, qui s'est développée autour de l'étude des relations entre organismes au sein d'une unité spatiale relativement homogène (Forman and Godron, 1986, Marcus, 2015). Historiquement, le champ s'est constitué autour d'approches principalement descriptives. La cartographie des *patterns* spatiaux de paysages naturels ou semis naturels a alors pour but de caractériser leurs impacts sur des phénomènes particuliers : flux de gènes, d'énergie, etc. (Marcus, 2015). Les unités spatiales fondamentales de la discipline (patch, corridor, matrice) n'ont que peu varié historiquement ou génétiquement. Certaines approches disciplinaires ont néanmoins placé des phénomènes différents en leur cœur, à savoir les interactions entre les composantes historiques et culturelles du paysage avec ses propriétés écologiques, ou encore l'ancrage dans des problématiques de conservation ou de gestion des ressources naturelles (Farina, 2006). Les flux d'individus au sein du paysage sont une thématique récurrente de la discipline.

Les espèces animales vivant dans un écosystème doivent se déplacer à travers les paysages qui le composent. Cela leur permet de réaliser toutes les fonctions nécessaires à leur cycle de vie : nourrissage, habitat, reproduction, etc. L'écologie définit la niche écologique d'une espèce, c'est-à-dire la position de celle-ci dans l'écosystème, regroupant à la fois les conditions environnementales nécessaires à son existence et les fonctions qu'elle assure au sein de l'écosystème (Fath, 2019). Ce concept de base regroupe l'effet de l'environnement sur l'espèce, et de l'espèce sur l'environnement. L'habitat écologique est un concept qui permet de se focaliser sur les conditions environnementales biotiques et abiotiques qui conditionnent la survie et la reproduction d'une espèce dans l'écosystème (Forman and Godron, 1986). Les taches d'habitat au sein d'un paysage (ou patch) sont ainsi les espaces où les organismes assurent leurs cycles de vie (Hanski, 1999). Les corridors sont des éléments linéaires de nature différente de l'habitat et peuvent jouer le rôle de conduit, d'habitat ou de barrière (Rosenberg *et al.*, 1997). Enfin, la matrice est un milieu de nature différente aux deux éléments précédemment cités et constitue le reste du milieu (Forman and Godron, 1986). Cette décomposition du milieu s'inscrit dans une approche paysagère qui vise à lier les mécanismes de flux à la composition spatiale - voire temporelle - de l'environnement. Le réseau écologique correspond donc à la structure paysagère qui supporte le mouvement des individus, et qui est définie pour

une espèce donnée, car constitué des taches d'habitats et des corridors qui lui sont propres. Cette structure forme un espace fonctionnel auquel l'espèce peut réaliser l'ensemble de son cycle de vie en l'absence de perturbations (Clauzel, 2022). L'emploi des trois unités spatiales fondamentales que sont le patch, la matrice et le corridor peut parfois sembler restrictif et source de simplification excessive (Sahraoui, 2016). En témoigne par exemple la difficulté d'objectivation du critère de forme, qui est pourtant la base de la différence entre un corridor linéaire et une tache non linéaire.

Paysage et déplacement des individus sont en effet intimement liés à travers la réalisation de deux processus écologiques réguliers et vitaux (Dunning et al., 1992, Ouin A. et al., 2004). La première, appelée complémentation, correspond à l'acquisition d'éléments variés dans des milieux de natures différentes, afin d'accomplir des fonctions physiologiques comme la reproduction, la recherche de nourriture ou le repos. La seconde est nommée supplémentation et désigne la suppléance de ressources dans des zones additionnelles de même nature, du fait de l'insuffisance en ressources d'une seule tache. D'autres déplacements mettent aussi en jeu le paysage et sont liés à la dispersion des individus. La dispersion désigne le départ d'organismes depuis leur population et leurs lieux de vie, de manière active, passive ou à travers leurs propagules, vers de nouveaux espaces au sein desquels ils pourront s'établir et se reproduire. Plusieurs facteurs peuvent causer ce comportement ; notamment la compétition intraspécifique, la dégradation du milieu de vie, devenu non viable, ou le risque de consanguinité du fait d'effectifs de population trop réduits (Clobert *et al.*, 2001). Les mouvements migratoires saisonniers et les déplacements liés à l'aspect physique de l'environnement (effets de voisinage) mettent aussi en jeu le déplacement au sein du paysage (Bonte et al., 2012, Sahraoui, 2016).

1.2.2 L'écologie du paysage : la reconnaissance de l'influence de la matrice paysagère sur le déplacement animal

Si la communauté scientifique considère le paysage comme un élément essentiel dans la vie des espèces, dans les années 1990, la question de l'influence supposée de la matrice paysagère sur les processus susmentionnés divise les écologues. La structuration disciplinaire incite à détailler ou non les caractéristiques de la matrice. L'écologie des métapopulations étudie les effets des structures d'habitats sur les dynamiques de population (Hanski, 1999). Les chercheurs ont donc initialement mis l'accent sur la description du nombre réel et de la distribution spatiale des individus, au détriment de caractérisation fine de la matrice, résumée parfois aux distances entre patchs (Tischendorf and Fahrig, 2001). L'écologie du paysage se définit comme l'étude des structures du paysage sur les flux écologiques (Tischendorf and Fahrig, 2000). Ses analyses nécessitent de relier les indices de structures paysagères pour différents paysages à une variable de réponse liée à la population. Les caractérisations fines de la morphologie des patchs d'habitat, du comportement et de la biologie des espèces, ainsi que de la nature biophysique des routes entre les patchs sont nécessaires (Dunning et al., 1992, Pulliam et al., 1992). Pour ce faire, le concept de résistance paysagère est proposé pour évaluer le degré de frein sur le mouvement des individus engendré par des caractéristiques locales du paysage (Taylor et al., 1993). Les caractères propres aux espèces influencent en effet leurs capacités à se mouvoir : capacité de dispersion (capacité à outrepasser les barrières), distance de dispersion (distance moyenne ou maximale que peuvent parcourir les espèces), taille de l'aire quotidienne (*home range size*, c'est-à-dire taille de la zone dans laquelle vont évoluer les espèces hors phénomènes de migration), sensibilité aux perturbations, etc. (Snep and Clergeau, 2020). Par ailleurs, on distingue deux points de vue ontologiques pour les chercheurs qui étudient l'écologie du paysage (Farina, 2010) : la *process perspective* qui s'intéresse à l'ensemble des facteurs contribuant à l'hétérogénéité paysagère, tel que l'érosion, la fragmentation, ou les perturbations, etc. ; et l'*organismic perspective* qui rend compte de la perception par les organismes de leur milieu ainsi que leurs comportements à partir d'un point de vue

spécifique à chaque espèce.

En écologie du paysage, la connectivité paysagère est définie comme le degré de facilitation ou d'empêchement produit par les paysages sur le mouvement des organismes entre des patches (Taylor et al., 1993, Tischendorf and Fahrig, 2000, Schooley and Wiens, 2003, Kindlmann and Burel, 2008) ou comme la relation fonctionnelle entre des patches d'habitats dus à leur distribution spatiale et le mouvement des organismes en réponse à la structure du paysage (Taylor et al., 1993, With et al., 1997). Elle dépend des interactions entre des espèces particulières et les paysages dans lesquelles elles prennent place : un seul paysage ou patch d'habitat possèdera plusieurs degrés de connectivité, dépendants des comportements, des préférences d'habitats et des capacités de dispersion des espèces considérées (Calabrese and Fagan, 2004).

Les approches scientifiques de la connectivité permettent d'établir une vision du réseau écologique la plus fidèle possible vis-à-vis des flux au sein du paysage. Cette appréhension des flux biologiques résulte des cadres de recherche qui définissent les objets et les échelles focales, tout en identifiant leurs propres limites méthodologiques. Le réseau de connectivité n'a par exemple pas vocation à appréhender l'ensemble des composantes ou des boucles de rétroaction des systèmes biologiques. La connectivité est en effet un élément nécessaire, mais non suffisant à la fonctionnalité des écosystèmes, qui, elle, est nécessaire au maintien de la biodiversité (Drake et al., 2022). La fonctionnalité est aussi dépendante des dynamiques des populations biotiques au sein des habitats, pas ou peu prises en compte par l'écologie du paysage et qui sont étudiées par l'écologie des communautés. Réciproquement, la dispersion est un phénomène lui-même partiellement indépendant de la fonctionnalité et est un « comportement complexe issu d'un processus évolutif sous fortes contraintes sélectives » (Clobert *et al.*, 2001). La connectivité participe au renforcement de la résistance des communautés aux perturbations, c'est-à-dire leur résilience (Shackelford *et al.*, 2018) et participe à la diversité des réponses fonctionnelles des milieux (Craven *et al.*, 2016).

Les différentes constituantes du paysage vont influencer sur le coût en termes d'énergie, de temps, de risque ou d'opportunité investis par un individu pour se déplacer à travers la matrice (Bonte et al., 2012). La dispersion intervient à plusieurs phases de la vie de l'individu, depuis l'acte du départ de l'habitat (création de réserves en vue du départ par exemple), puis au transfert (le mouvement, qui reste le seul élément souvent observable dans les conditions naturelles), jusqu'à l'installation finale dans le nouvel habitat (Bonte et al., 2012). Durant le transfert, le coût dépensé dépend de la distance à la prochaine tache d'habitat, ainsi que de la couverture du sol des différentes zones traversées au sein de la matrice. Pour une espèce donnée, il est ainsi possible d'attribuer un coût à une zone particulière de la matrice, en fonction de plusieurs variables environnementales (par exemple pentes, élévation, eau, type de végétation, structures, routes, etc.) [Porter, 2002].

1.2.3 Approche épistémique de la connectivité

Les systèmes écologiques sont complexes, c'est-à-dire qu'ils englobent des relations non linéaires entre des composants sans cesse changeants, ce qui détermine le comportement du tout à travers les relations dynamiques au sein de niveaux et d'échelles d'organisation multiples (Anand *et al.*, 2010). L'hétérogénéité, la non-linéarité, l'organisation hiérarchique et les flux sont quatre éléments de ces systèmes adaptatifs complexes (Wu and David, 2002), desquels participent pleinement les phénomènes écologiques. En effet, les ensembles et sous-ensembles formés par les imbrications d'écosystèmes sont décomposables grâce à la théorie de la hiérarchie (Allen T.F.H. and Starr T.B, 1982), et les flux (d'énergie, de matière, de population, de gènes, etc.) sont essentiels à la résilience et au fonctionnement des écosystèmes. L'écologie du paysage s'inscrit dans cette approche d'étude des systèmes complexes par son intérêt pour les dynamiques

d'échanges temporels et spatiaux et de rétroaction (*feedback*) au sein de paysages hétérogènes (Risser et al., 1984). La notion d'hétérogénéité se distingue de celle de diversité en intégrant en plus des critères de nature les critères de forme – géométrie et topologie (Sahraoui, 2016). La déclinaison des concepts propres aux systèmes complexes adaptatifs au sein de l'écologie du paysage est présentée en Figure 1.3. La notion de connectivité, liée aux flux, est ainsi centrale dans cette approche. Kool et al. (2013) en proposent une définition interdisciplinaire : la connectivité est le niveau de connexion au sein d'un système, correspondant au nombre de relations entre des entités spatialement ou temporellement distinctes.

Les unités structurales du paysage se logent spatialement dans des composantes de niveau supérieur. En résulte une organisation au sein de laquelle les relations entre les êtres vivants et le milieu sont modulaires, c'est-à-dire très localisées, ce qui permet aux systèmes d'être capable d'évoluer rapidement tout en pouvant se stabiliser après un faible temps en régime de perturbation. Cette caractéristique est un schéma structurel central dans la complexité (Wu and David, 2002). La théorie de la hiérarchie permet de capter ces propriétés, réduisant de fait la complexité de ces systèmes en s'attachant aux relations entre *patterns* et processus écologiques (Gustafson, 2019). Elle permet d'intégrer explicitement dans les modèles l'analyse des contraintes qui se manifeste aux niveaux supérieurs (top-down), ainsi que des limitations aux niveaux inférieurs (mécanismes bottom-up). La définition de l'échelle d'étude de ces processus est fondamentale, sans la mesure où leur intensité et leur fréquence dépendent de l'échelle à laquelle varie la mosaïque paysagère. Au cours du processus de recherche et de modélisation, la détermination du niveau critique à partir duquel les variabilités des processus et des motifs ou *patterns* paysagers sont dissociées est essentielle. Les modèles sont développés à des niveaux focaux précis, et l'ordre de grandeur des détails en entrée et sortie est fixé *a priori*. L'extrapolation de résultats à des niveaux autres que ceux calculés est particulièrement malaisée (Wu and David, 2002).

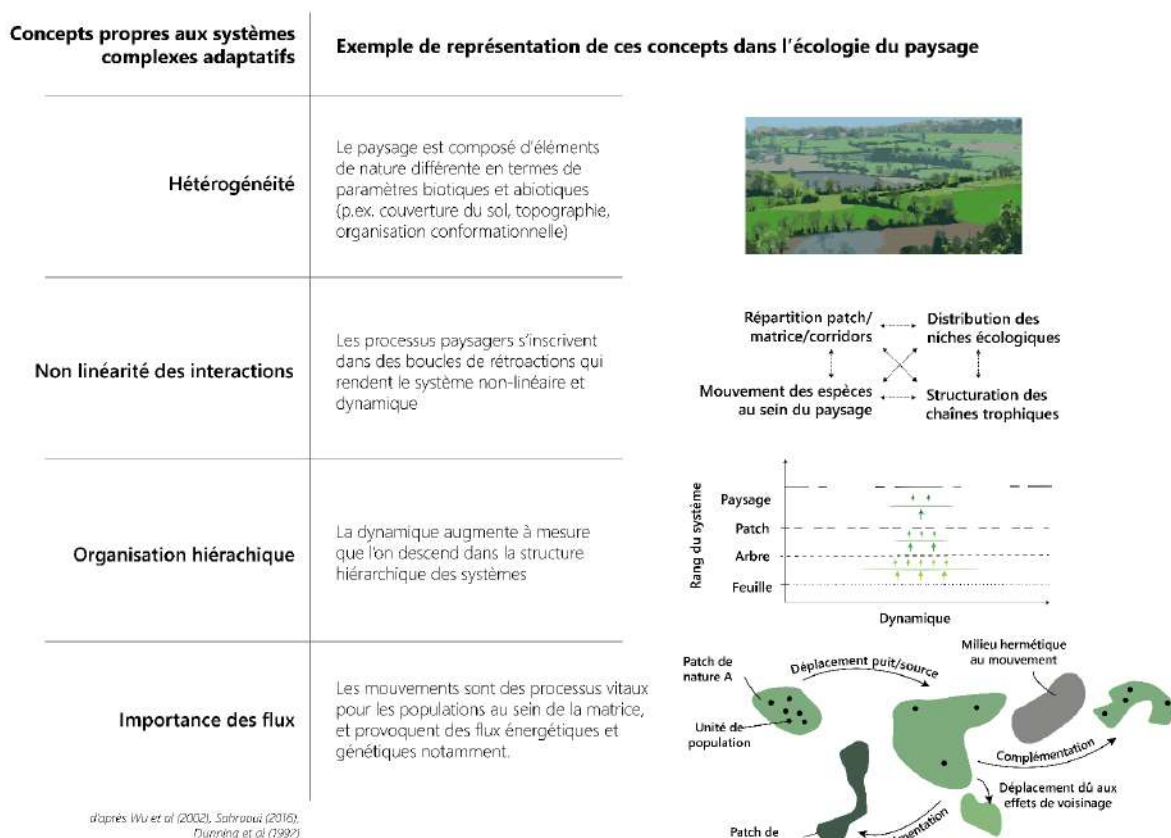


FIGURE 1.3 – Application des concepts issus de la pensée complexe à l'écologie du paysage

L'étude de la connectivité au sein des systèmes complexes passe ainsi par quatre étapes essentielles (Turnbull et al., 2018), schématisées au sein des Figures 1.3 et 1.4. La première étape correspond à la définition de l'unité fondamentale au niveau hiérarchique approprié, c'est à dire d'un objet physique ou concept porteur d'identité qui participe au système pour un temps suffisamment long et d'importance suffisante pour mériter une quantification. Cet élément doit être explicitement défini. L'écologie du paysage définit des unités fondamentales comme le patch (tache d'habitat) ou le paysage. Une dimension importante de la modélisation de la connectivité réside dans la reconnaissance de son caractère fonctionnel ou structurel. En écologie des paysages, on peut ainsi distinguer jusqu'à trois types de connectivité (Calabrese and Fagan, 2004).

La connectivité structurelle est un attribut physique du paysage se référant à l'architecture et la composition du système (forme, taille, localisation et arrangement spatiaux des patches) ainsi qu'aux relations physiques entre les patches. Elle ne prend pas en considération les capacités de dispersion des organismes et est mesurée typiquement en utilisant des métriques paysagères (taille des patches, isolation, fragmentation) [LaPoint et al., 2015]. La connectivité fonctionnelle réelle est issue de l'observation directe ou indirecte d'individus se mouvant dans ou hors des patches. Il s'agit d'une représentation concrète de la manière dont les organismes perçoivent et répondent aux infrastructures du paysage (Kindlmann and Burel, 2008, Turnbull et al., 2018). La connectivité fonctionnelle potentielle associe aux attributs physiques paysagers des informations sur les capacités de dispersion pour prédire la connexion fonctionnelle des patches du point de vue d'espèces animales ou végétales définies. Ces informations sont estimées à partir de la taille du corps ou des budgets énergétiques des organismes considérés, ou de mesures naturalistes assimilables (taux de recapture moyen ou maximal d'animaux en fonction de la distance de relâche) [Cresswell et al., 2000, Porter et al., 2000]. Il s'agit donc d'une inférence théorique permise par la modélisation.

La troisième étape correspond à la compréhension des comportements émergents, c'est-à-dire l'apparition de phénomènes auto-organisés non prévisibles, causés par des interactions locales et ayant pour conséquence l'évolution du système structure-fonction. Cela aboutit à la création de *patterns* complexes à de grandes échelles, issus de simples interactions à l'échelle locale. Dans un paysage, cela peut se traduire par l'apparition de nouveaux patches d'habitats sur les chemins empruntés par les animaux sauvages du fait de la dispersion de graines lors du trajet dans la matrice. Enfin, la dernière étape est relative à l'élaboration de mesures de la connectivité. En écologie du paysage, on retrouve les méthodes présentées ci-après.

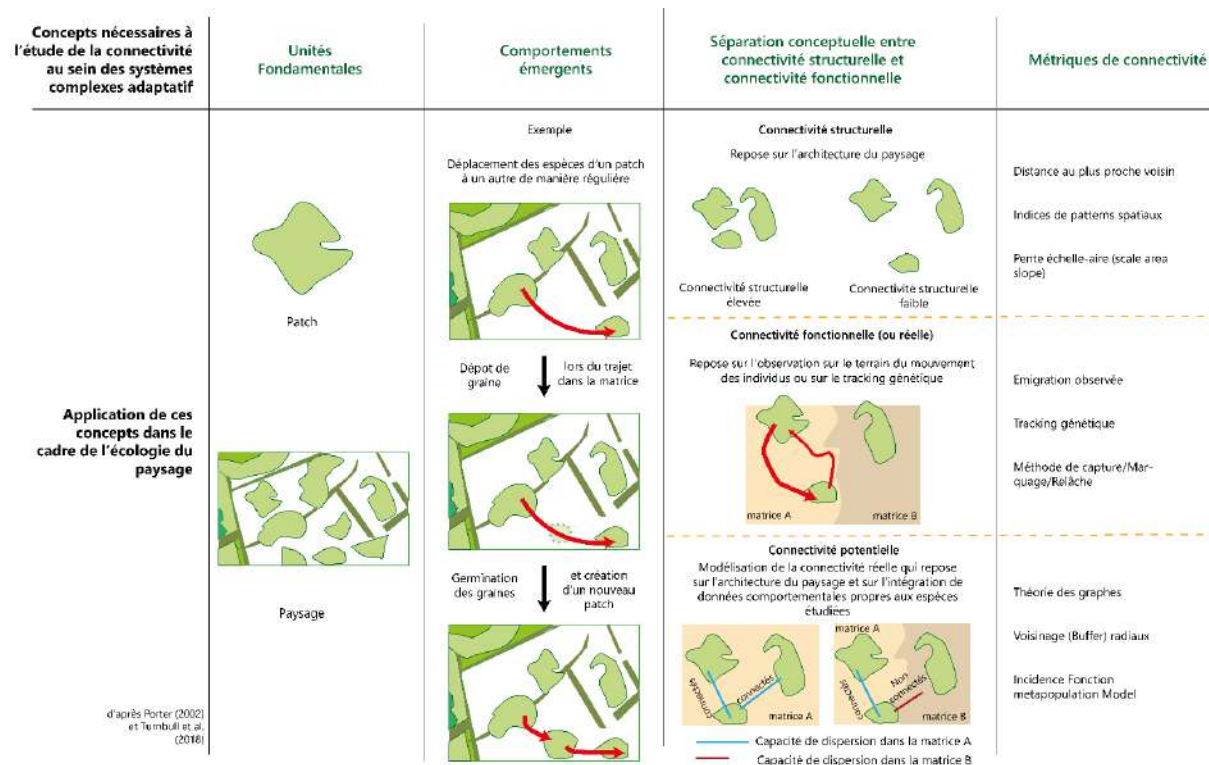


FIGURE 1.4 – Application des concepts liés à la connectivité au sein des systèmes complexes adaptatifs dans le cadre de l'écologie du paysage

1.2.4 Les échelles de la connectivité

La connectivité, définie comme l'influence du paysage sur le mouvement d'individus qui le traverse, peut être perçue aux deux extrêmes d'un gradient (Baguette and Van Dyck, 2007). Du point de vue de l'organisme, elle résulte de l'influence du paysage sur les dispersions individuelles, et doit donc être mise en lien avec les propriétés comportementales identifiées finement par les travaux de terrain. Si l'accent est porté sur le paysage, alors la connectivité est une propriété globale dont il est possible de calculer l'intensité en évaluant ou suivant le nombre d'individus qui partent ou arrivent à un patch d'habitat. La première conception est défendue par les écologues des populations, car elle rend nécessaire une expertise très fine aux échelles des populations, voire des individus. L'échelle spatiale adéquate se déplace du paysage à l'échelle de perception des individus : la probabilité de passage d'un individu au sein d'un élément paysager peut être mise en relation avec l'attrait ou l'intimidation engendrés par la présence d'un congénère non loin (Bélisle, 2005). (Baguette and Van Dyck, 2007) soutiennent ainsi que les facteurs impliqués dans la dispersion ne sont pas homogènes au niveau de l'espèce, mais qu'il s'agit de traits individuels qui varient au sein et entre les populations (Van Dyck and Baguette, 2005). Les mêmes auteurs proposent une décomposition du mouvement en trois phases. La phase de l'émigration est conditionnée à la volonté de traverser ou non les frontières de l'habitat : certaines espèces, comme les papillons, manifestent une forte réticence au franchissement des limites et réalisent des aller-retour entre le cœur et les bordures de l'habitat (Ellington and Gehrt, 2019). La capacité à capter l'information relative à la proximité d'un autre habitat est aussi un déterminant majeur qui va moduler la volonté de s'engager dans la matrice (Bélisle, 2005). La seconde phase débute lorsque les individus s'engagent dans la matrice. Les individus manifestent des comportements d'itinérance différents dans et hors habitat. Ces variations sont liées à la nature de l'occupation du sol et du grain paysagé (Baguette and Van Dyck, 2007).

Par exemple, les individus augmentent généralement la cadence et le caractère rectiligne du déplacement lorsque la fragmentation augmente pour optimiser les dépenses énergétiques (Goodwin and Fahrig, 2002, Schtickzelle et al., 2006). La fragmentation correspond à la diminution de la superficie d'un habitat ou d'un type d'occupation du sol, ou son morcellement du fait du recouvrement partiel par un autre type (Forman, 1995). L'augmentation des perturbations et des risques, notamment due à l'urbanisation, est aussi à l'origine de changement dans les stratégies d'évitement des prédateurs (Batabyal et al., 2017). La dernière phase d'immigration dans le nouvel habitat est marquée par le coût de l'intégration dans des espaces potentiellement déjà peuplés. Ce type d'approche insiste sur le fait que tous les patchs n'ont pas la même probabilité de dispersion, mais que le mouvement de l'individu peut être polarisé dans certaines directions du fait de paramètres locaux. Elles ont pu s'appuyer sur des modèles statistiques qui mettent en relation la probabilité de colonisation d'un patch focal (Bélisle, 2005).

La remobilisation de ces résultats dans les approches à l'échelle des paysages est loin d'être triviale, du fait du caractère hiérarchique des systèmes mentionnés plus tôt. Il n'y a pas de translation simple possible depuis les résultats à l'échelle du patch vers l'étude à l'échelle du paysage. Les écologues qui privilégient un niveau de détail élevé déplorent souvent les synthèses générales, regrettant la perte d'information lorsqu'une valeur unique est parfois attribuée à un paysage (Bélisle, 2005). Les deux approches ont néanmoins bénéficié l'une de l'autre, l'écologie du paysage prenant à cœur la caractérisation fine des effets de la matrice sur le déplacement des individus. Elle a intégré dans ses outils et approche les relations mises en évidence par *l'organismic perspective*.

1.2.5 Les outils de l'écologie du paysage pour étudier la connectivité

L'hétérogénéité des structures paysagères est étudiée en écologie du paysage au moyen de deux paramètres : l'étendue (c'est à dire la taille de l'espace considéré, l'échelle locale ou régionale) et le grain (c'est à dire le degré de finesse spatiale avec laquelle les éléments spatiaux sont représentés) [Sahraoui, 2016]. Différents outils et approches, élaborés au fil des trente dernières années, permettent de caractériser la connectivité. La recherche a initialement cherché à identifier les relations causales entre les motifs observés à l'échelle du paysage et les probabilités de succès ou d'échec de la dispersion. Par la suite, les chercheurs ont utilisé ces résultats pour élaborer des modèles prédictifs. Avec le temps, des modèles basés sur la théorie des graphes ou des circuits et sur une compréhension a priori du paysage ont été développés pour intégrer des données spécifiques aux individus ou aux espèces elles-mêmes, issues d'inventaires et de protocoles de terrain.

Les métriques paysagères développées visent à décrire l'organisation du paysage et à être mises en relation avec la connectivité. Bien qu'il soit souhaitable d'utiliser le moins de métriques possible pour des raisons de simplicité de calcul, il est difficile de déterminer à l'avance lesquelles seront pertinentes pour l'étude des processus concernés. Cela a conduit à une "pêche aux métriques" à la fin des années 1990, c'est-à-dire à l'intégration a priori de métriques dont les relations avec les processus étudiés n'étaient pas clairement définies ou explicitées (Gustafson, 2019). Il est en effet malaisé de rendre compte du mouvement des organismes à partir de mesures simples de la configuration paysagère. Les mesures de structures paysagères, tout comme les indicateurs démographiques (par exemple abondance spécifique ou distribution) ne sont pas des mesures de connectivité, bien qu'elles soient potentiellement en relation avec celle-ci (Tischendorf and Fahrig, 2000). La majorité des métriques développées ont été conçues dans une approche binaire habitat/non-habitat (Calabrese and Fagan, 2004), mais les alternatives qui conceptualisent l'hétérogénéité paysagère comme une suite de gradients multidimensionnels ont aussi pu mobiliser des métriques analogues (Gustafson, 2019). Les métriques basées sur la distance au patch voisin le plus proche sont peu performantes, car très variables et trop sensibles à la taille de l'échantillonnage

(Moilanen A et al., 2002). Certaines métriques simples de *patterns* spatiaux peuvent être des prédicteurs relativement fiables du succès de dispersion, comme la forme ou la cohésion du patch (Schumaker, 1996). Néanmoins, la majorité n’y est que peu corrélée (Tischendorf, 2001), et certaines métriques capturent des propriétés paysagères que les espèces ne parviennent pas forcément à appréhender (Lindenmayer et al., 2002). Certains indices, basés sur la contagion des habitats représentés comme des cellules d’une grille, peuvent trouver un certain intérêt dans des habitats peu fragmentés (Kindlmann and Burel, 2008). Les relations identifiées entre *patterns* spatiaux et processus écologiques sont cependant rarement statistiquement significatives (Lausch et al., 2015).

L’identification de métriques synthétiques et explicatives est rendue complexe par la diversité des possibles, l’impossibilité de dépeindre trait pour trait le paysage, la rareté des relations linéaires entre métrique et structure paysagère ou la redondance partielle empirique des métriques, qui mesurent à la fois des paramètres de composition et de configuration. À l’aide de corrélogrammes, certains chercheurs sont parvenus à identifier ainsi des combinaisons de métriques qui décriraient universellement les principaux attributs de la structure paysagère (Cushman et al., 2008).

Pour contourner ces limites, les bases de données d’occurrence ont pu être employées. La connectivité structurelle est alors approximée à partir de l’identification locale de la présence/absence d’individus par échantillonnage suivi de régression (méthode dite de *scale-area slope*) [Calabrese and Fagan, 2004]. Cette méthode suppose que la proximité est le déterminant majeur de la connectivité, hypothèse parfois, mais non systématiquement justifiée.

La grande précision des méthodes qui consistent à suivre les espèces à travers le paysage est souvent contrebalancée par le fait qu’elles sont chronophages et coûteuses et peu généralisables. La méthode des émigrations observées ou des taux de dispersion est une approche terrain qui implique des pratiques de capture/marquage/relâche. Laborieuse, cette méthode permet d’approximer la connectivité fonctionnelle pour une espèce donnée, mais est difficilement généralisable. Les mesures de l’émigration ou de la colonisation au niveau des patches peuvent servir d’indice de connectivité (Calabrese and Fagan, 2004). La façon la plus directe d’étudier la connectivité fonctionnelle est l’étude du mouvement des gamètes ou des individus à travers le paysage, en utilisant des techniques génétiques ou de tracking (LaPoint et al., 2015).

Levins (1966) reconnaît la nécessité d’arbitrer entre trois composantes lors de la création de modèles en biologie des populations : le réalisme du modèle, sa généralité et la précision. Les métriques paysagères insistent sur la généralité de leur approche au détriment de la précision ou du réalisme. À l’opposé du spectre, les méthodes impliquant le suivi terrain d’individus ont le potentiel pour fournir des explications clefs sur la connectivité fonctionnelle, mais sont particulièrement difficiles à implémenter. Elles ont de plus besoin d’énormément de données, sont généralement coûteuses et chronophages (Fall et al., 2007). Certains écologues du paysage ont ainsi assumé une posture médiane et développé des approches holistiques abandonnant le dualisme habitat/non-habitat pour faire place à l’intégration des aspects structuraux et fonctionnels du paysage. Cette reconnaissance a été motivée notamment par l’étude de milieux urbains, marqués par la fragmentation et de l’hétérogénéité de leur matrice (Braaker et al., 2014, Pierik et al., 2016). La caractérisation fine de la matrice est alors recroisée avec la création d’écoprofils à partir des traits écologiques des espèces (Kupfer, 2012). Ces approches s’attachent alors à l’identification des chemins préférentiels empruntés par les individus, nommés chemins de moindre coût ou Least Cost Path (LCP) [Rudnick et al., 2012]. Le paysage est décomposé en cellules, auxquelles est attribué un coût (ou résistance), reflétant l’énergie dépensée ou le risque de mortalité encouru par un individu qui traverserait les cellules en question. Les chemins représentent les cellules contiguës joignant un patch de départ à un patch d’arrivée, dont le coût cumulatif est le plus faible. Plus un chemin est long, plus son coût total sera élevé. Ils peuvent être réunis en corridors, faisceaux de cellules contenant l’ensemble des chemins

empruntables par les espèces au vu d'un budget écologique donné.

La théorie des graphes peut être mobilisée dans ce cadre d'analyse pour représenter la connectivité potentielle (Zetterberg A. et al., 2010), en combine des données d'habitat explicites avec des données d'études indépendantes sur les capacités de dispersion des espèces considérées. Ces capacités de dispersion sont modélisées comme fonction de paramètres physiologiques ou approximées à partir de la littérature. Le réseau écologique crée est constitué de patches d'habitats, reliés par des lignes imaginaires représentant la connexion entre les patches. Différentes valeurs de résistance paysagère sont attribuées à la matrice selon sa nature (milieux ouverts, routes, etc.), et les zones de dispersion sont ensuite modélisées en tenant compte de ces valeurs (par la définition de chemins de moindres coûts considérés comme empruntés). La connectivité peut alors être calculée au niveau d'un patch ou du réseau entier grâce à différentes formules et différents logiciels (dont Graphab [Foltête et al., 2012, 2021]). D'autres méthodes de modélisations du réseau écologique permettant l'analyse de la connectivité potentielle existent. L'analyse des patches de moindres coûts (Adriaensen et al., 2003) ou la théorie des circuits (McRae et al., 2008, Pierik et al., 2016, Moulherat et al., 2017) nécessitent elles aussi l'estimation de la résistance au mouvement du milieu.

La sensibilité des différentes approches d'évaluation de la connectivité aux données disponibles est un critère majeur de discrimination. Les métriques se sont généralement appuyées sur des cartes d'occupation du sol dérivée de la télédétection qui manquaient de précision vis-à-vis de leurs ambitions (Frazier and Kedron, 2017). Les différentes pratiques de modélisation et d'évaluation du réseau écologique reposent sur la mobilisation de données descriptives du paysage. Parmi elles, les données d'occupation du sol proposent des nomenclatures de la couverture biophysique de la surface des terres émergées, que celle-ci soit transformée sous l'influence anthropique directe ou non. L'usage du sol définit l'appropriation et l'emploi donné par les pratiques anthropiques à cette même surface (Diogo and Koomen, 2016). Un espace bâti (occupation du sol) peut servir de zone résidentielle ou industrielle (usage du sol). Les systèmes d'information géographique sont à la base des stratégies de reconstitution du paysage tel que perçu par les espèces. Ils peuvent mobiliser les données d'occupation du sol, des informations topographiques et géomorphologiques, etc. La précision des nomenclatures des bases de données d'occupation du sol affecte la modélisation. Leurs typologies peuvent être structurées autour de concepts plus ou moins adaptés pour discriminer avec précision les habitats des espèces (Moulherat et al., 2017).

Les différentes méthodes ont conduit à des conclusions importantes, éclaircissant les débats sur l'optimisation de la conception des réseaux écologiques dans les paysages fragmentés (Gustafson, 2019). Il est maintenant établi que la quantité d'habitats est bien plus cruciale que la disposition des parcelles (Fahrig, 2017). Une augmentation de la distance entre les parcelles réduit significativement la connectivité du paysage, et l'impact des éléments de la matrice est minime par rapport à l'effet de la présence ou de l'absence d'habitats dans la zone étudiée (Kindlmann and Burel, 2008). La quantité et l'agrégation des types d'utilisation du sol sont les indicateurs les plus simples et importants pour évaluer la connectivité (Gustafson, 2019), bien que les approches par métriques soient moins efficaces que les modèles qui intègrent les réponses fonctionnelles des espèces.

1.2.6 Choix des espèces étudiées

Les approches de l'écologie du paysage sont généralement mises en œuvre à l'échelle de l'espèce, parlant et adaptée aux stratégies de conservation. La préservation de l'intégrité d'écosystèmes fonctionnels entiers peut fournir une bonne protection de la biodiversité qu'y s'y trouve, ainsi que des services écosystémiques associés (Brooks 2010). Cette protection intégrale est néanmoins difficile à planifier dans les espaces urbanisés, justement pauvres en écosystèmes fonctionnels (Apfelbeck et al. 2019). Les ap-

proches intermédiaires existent, entre espèces uniques et écosystèmes, et mobilisent des espèces indicatrices. Celles-ci sont censées rendre compte des perturbations ou variations affectant les milieux auxquels elles sont spécifiques. Leur protection permettrait donc par extension la protection de la majorité des espèces vivant dans les écosystèmes qu'ils partagent. L'identification d'espèces dites parapluies repose sur la même logique : leur protection entraîne la protection d'autres espèces, du fait d'un domaine vital vaste et d'exigences en termes d'habitat contraignantes (Heywood 1995). Dans la pratique, peu d'espèces sont suffisamment sensibles à toutes les variations environnementales ou ont suffisamment de co-occurrences avec assez d'autres espèces pour donner une vision exhaustive d'un écosystème entier (Gossner et al. 2014 ; Andelman et Fagan 2000). S'il existe différentes manières d'identifier les taxons jouant le rôle d'espèces parapluies (espèces aux habitats précis, complexes, espèces de forte longévité ou les plus répandues par exemple), aucune de ces catégories ne permet généralement de dépasser 25 % de protection du panel d'espèces présentes (Andelman et Fagan 2000).

Apfelbeck et al. (2019) proposent un cadre prenant en compte ces éléments pour guider la sélection des espèces pour des études d'écologie du paysage en milieu urbain. Les auteurs soulignent explicitement la nécessité de ne pas être trop restrictif vis-à-vis des espèces choisies et d'inclure des espèces qui sont peu ou pas observées sur site à l'heure actuelle. Selon eux, les chercheurs doivent anticiper l'impact de leurs résultats sur les processus de conception des politiques publiques liées à la biodiversité, lesquelles négligent encore souvent la faune (Nilon 2011). L'exclusion *a priori* des espèces peu présentes aujourd'hui risque ainsi de conduire à leur omission dans les futurs aménagements.

Les résultats obtenus grâce aux outils l'écologie du paysage sont de plus en plus souvent conçus pour être intégrés dans des outils d'aide à la décision ou des documents de planification. Cette évolution est particulièrement visible dans les politiques publiques, où la connectivité écologique est devenue un enjeu clef pour la préservation de la biodiversité.

1.3 Prises en compte institutionnelles de la connectivité

1.3.1 De la science à l'action

Les approches de modélisation du réseau écologique, notamment par la théorie des graphes, ont atteint la maturité nécessaire pour être mobilisés en tant qu'aide à la décision dans l'aménagement du territoire (Zetterberg A. et al., 2010, Moulherat et al., 2017, Sahraoui et al., 2021, Boileau, 2022). Ils permettent l'évaluation des impacts liés aux aménagements ou aux activités anthropiques futures, et ont été déployés lors de projets d'infrastructures linéaires (Clauzel et al., 2013, Girardet et al., 2013) ou de projets de développement urbains (Kohler et al., 2017, Li et al., 2022). Ces outils s'inscrivent de plus dans une vision stratégique dans la mesure où elles supportent la priorisation et l'identification de zones de conservation et de renaturations potentielles, favorisant la résilience du réseau et réduisant la fragmentation paysagère (Sahraoui et al., 2017, Clauzel, 2020). Les résultats doivent néanmoins être produits et mobilisés avec précaution, l'utilisation de la connectivité fonctionnelle comme unique indice peut conduire à des recommandations de structures paysagères qui ne favorisent pas toujours la réussite reproductive des espèces (Bélisle, 2005). Le choix des paramètres d'entrée des modèles est prépondérant. Les espèces, les scénarios de coûts, le grain et l'échelle des modèles affectent les résultats produits et orientent les décisions futures (Albert et al., 2017).

De plus, il est crucial d'intégrer des scénarios réalistes de changement d'utilisation des terres et du climat pour garantir la durabilité des aménagements (Albert et al., 2017). La collaboration avec les parties

prenantes dès le début des projets est également essentielle pour le succès des initiatives de conservation. Enfin, bien que certaines technologies de recherche (logiciels Graphab [Foltête *et al.*, 2021] ou SimOïko [Moulherat *et al.*, 2023]) soient prêtes pour une utilisation courante, leur adoption à grande échelle nécessite un soutien continu pour assurer leur intégration opérationnelle (Moulherat *et al.*, 2017).

Intégrer la composante connectivité dans la prise en compte territoriale et aménagiste de la biodiversité, nécessite de procéder à des traductions entre acteurs scientifiques d'abord, puis opérationnels. Ces derniers ont d'ailleurs développé de leur côté des conceptions qui reprennent les mêmes termes, mais ne s'attachent pas aux mêmes caractéristiques, comme le concept de réseau écologique, repris concomitamment à son développement par l'écologie du paysage. (Mougenot and Melin, 2000). L'une de ces approches est issue des acteurs de la protection de l'environnement, qui visait alors à développer des moyens pour intégrer de nouveaux modes d'actions publiques. La seconde, sur laquelle dont il sera question dans les paragraphes suivants, repose sur le modèle d'aménagement et de planification du territoire et a été intégrée réglementairement.

1.3.2 La prise en charge réglementaire de la connectivité par les Trames Vertes et Bleues

Bien que distincts, le droit de l'urbanisme a largement été influencé ces dernières années par le droit de l'environnement (Rode, 2023), notamment lorsque ce dernier est devenu un « droit à part entière » (Consalès, 2020) dans les années 2000 avec la naissance du code de l'environnement. Dès 1976, la loi de protection de la nature instaure le principe de l'étude d'impact. Cette dernière « comprend au minimum une analyse de l'état initial du site et de son environnement, l'étude des modifications que le projet y engendrerait et les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement » (*Article 2 - Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature - Légifrance*, 1976, p. 2). Cet outil de cadrage des projets d'aménagement, étendu aux plans et programmes en 2005, donne lieu à un avis de l'autorité environnementale compétente. La continuité écologique est progressivement intégrée dans les politiques publiques de conservation de la nature, qui se basaient alors sur une vision traditionnelle de protection de milieux sanctuarisés dans les parcs ou réserves et posaient alors des défis notamment pour la gestion de la biodiversité transfrontalière. Elles se dirigent désormais vers la mise en réseau des espaces naturels à l'échelle européenne, avec notamment le réseau Natura 2000. Ce dispositif recouvre des zones naturelles protégées, aussi bien terrestres que marines, pour lesquelles les projets d'aménagement nécessitent des évaluations spécifiques des incidences. Composée à partir des espaces couverts par les directives Oiseaux de 1979 et Habitats de 1992 (Bellil, 2023), elle reprend donc l'attention portée par cette dernière aux éléments « qui, de par leur structure linéaire et continue (tels que les rivières avec leurs berges ou les systèmes traditionnels de délimitation des champs) ou leur rôle de relais (tels que les étangs ou les petits bois), sont essentiels à la migration, à la distribution géographique et à l'échange génétique d'espèces sauvages. » (Conseil de l'Union européenne, 1992).

En 2007 est lancé le Grenelle II de l'environnement, qui aboutira à la promulgation de la « Loi portant engagement national pour l'environnement ». Celle-ci impose que les études d'impact prennent en compte les continuités écologiques. Elle modifie et précise l'article L122-1 du Code de l'environnement : « Les études d'impact doivent analyser les effets directs et indirects temporaires et permanents d'un projet sur l'environnement, en particulier sur la faune, la flore, les habitats naturels, les continuités écologiques et le paysage » (je souligne la partie ajoutée par la nouvelle loi). Les schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE) doivent désormais être pris en compte dans les SCoT (Schéma de cohérence

territoriale), documents qui déterminent les orientations de développement d'un bassin de vie ou territoire. La prise en compte, qui impose le non-écart, est la relation légale la moins contraignante derrière la conformité, qui impose le respect de l'esprit de la règle, et la conformité qui impose la restriction à l'identique. Les SRCE sont des documents de planification régionale qui définissent les stratégies et les mesures à mettre en œuvre pour maintenir et restaurer les continuités écologiques. Ils identifient et cartographient les Trames Vertes et Bleues (TVB), qui visent dans ce cadre « la territorialisation de principe écologique complexe afin de protéger plus efficacement la biodiversité » (Debray, 2016, cité par Rode, 2023). Les TVB, initialement non opposables, le deviendront lorsque le SRCE sera intégré au SRADDET (schémas régionaux d'aménagement, de développement durable d'égalité des territoires issus de l'article 10 de la loi NOTRE [2015]) avec lequel le SCoT doit être compatible.

Issue à l'origine de concepts urbanistiques qui font la part belle aux *greenways* ou qui insistent sur la disposition particulière des espaces verts dans la ville (Howard, 2003 [1898]), les TVB ont au fil du temps intégré des notions issues de l'écologie du paysage. Aujourd'hui construite comme combinaison des sciences écologiques du paysage, de l'aménagement et de la planification du territoire (Bellil, 2023), elles sont définies comme « un réseau formé de continuités écologiques terrestres et aquatiques identifiées par les schémas régionaux de cohérence écologique ainsi que par les documents de l'État, des collectivités territoriales et de leurs groupements auxquels des dispositions législatives reconnaissent cette compétence et, le cas échéant, celle de délimiter ou de localiser ces continuités » (Code de l'environnement article R371-16). Là où l'écologie du paysage définit usuellement les patchs pour identifier ensuite les chemins au sein de la matrice paysagère, les TVB définissent des réservoirs de biodiversité, pendant des habitats, spécifiant qu'il s'agit des espaces où la biodiversité est la plus riche. De même, les corridors des TVB assurent des connexions entre ces réservoirs. Il ne faut donc pas confondre corridor structurel, qui identifie les éléments linéaires de même nature que l'habitat, et corridor fonctionnel (ou continuité écologique), qui recouvre les espaces jouant effectivement un rôle de connexion entre les habitats. L'écologie du paysage emploie les deux termes selon le contexte. En théorie, les TVB se réfèrent aux corridors fonctionnels, mais il arrive qu'ils soient confondus en pratique (Bellil, 2023). Les corridors structurels peuvent devenir fonctionnels, mais tous les corridors fonctionnels ne sont pas linéaires, ils peuvent prendre la forme de pas japonais, etc. Le linéaire ferroviaire, lui, est considéré comme peu fonctionnel ; le législateur s'est davantage intéressé à son impact négatif sur les TVB (Allag-Dhuisme, Barthod, et al., 2010) qu'il ne l'a intégré comme une de ses composantes propres. On ne retrouve pas à notre connaissance des TVB mentionnant explicitement le ferroviaire comme corridor à protéger.

Les TVB sont définies sur la base de sous-trames spécifiques à 5 milieux : les milieux boisés, ouverts, humides ou littoraux, ainsi que les cours d'eau. Les espèces utilisées pour déterminer ces continuités sont choisies en recroisant les espèces au statut de conservation prioritaire, établies dans les listes de l'IUCN (IUCN, 2023), avec des critères régionaux comme les effectifs de populations locales (Allag-Dhuisme, Amsallem, et al., 2010, Bellil, 2023). Certaines espèces sont regroupées lorsqu'elles possèdent des traits écologiques similaires, afin de proposer des profils synthétiques, mais cohérents. En outre, elles peuvent être choisies dans une optique d'articulation des échelles nationales/communales et des documents entre eux. Certaines sont ainsi retenues, car présentes dans la TVB de communes adjacentes, d'autres exclues quand leurs distances de dispersion sont trop larges pour l'échelle du SCoT (Bellil, 2023). Là où le réseau écologique classique se base sur les propriétés des espèces pour définir l'échelle de prise en compte appropriée (de quelques centaines de mètres à plusieurs dizaines ou centaines de kilomètres), le réseau écologique réglementaire qui se manifeste sous forme de Trames Vertes et Bleues (TVB) est donc territorialisé. Ensuite, les méthodes d'identification de ces corridors sont multiples, de l'interprétation visuelle (assez fréquente et qui ne relève que d'une approche structurelle) aux méthodes de zonage en passant par les chemins de moindres coûts ou la densité de noyau. La capacité des bureaux d'études à appréhender les appréciations des élus sous contrainte financière explique souvent le choix

des méthodologies retenues (Bellil, 2023). La connectivité écologique est reformulée pour s'adapter, à travers les TVB, aux différents niveaux de planification et de prise de décision (Cormier *et al.*, 2010). Passer de la science à l'action revient donc à construire des ponts entre les différentes versions du réseau écologique et de la connectivité, suffisamment solides pour qu'elles puissent conserver leur fond propre tout en s'adaptant aux acteurs et contextes.

Il est alors nécessaire d'être particulièrement attentif à la correction de la représentation des enjeux de biodiversité traduits par la notion de réseau écologique puis par les TVB. D'abord, en reconnaissant que biodiversité et connectivité ne se superposent pas parfaitement. Ensuite, en veillant à la cohérence et au respect des espèces lors de leur traduction dans les documents de planification, en évaluant les méthodologies choisies et les échelles prises en compte. Enfin, et paradoxalement, en adoptant la posture adverse et en identifiant le degré d'information, de véracité, qui est prêt à être perdu pour arriver à protéger les espèces. Si aucune adaptation du contenu scientifique aux enjeux spécifiques portés par les acteurs opérationnels n'est proposée, ceux-ci ne seront pas à même de prendre en charge la connectivité, de la traduire dans leurs propres pratiques. Je soulignerai les perspectives offertes par les processus de modélisation participative de la connectivité, après avoir présenté la prise en compte des enjeux écologiques lors de l'aménagement des ILTs.

1.3.3 Prise en compte de la connectivité du point de vue ferroviaire

L'impact des infrastructures linéaires de transport sur la connectivité est une thématique très étudiée parmi les chercheurs de l'écologie du paysage en France. Ces enjeux sont au cœur de mécanismes de financements comme ITTECOP⁴ (Infrastructures de Transports Territoires, ECOSystèmes et Paysages), programme incitatif de recherche conduit par le ministère de la transition écologique (MTE), en coordination avec l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). Lancé en 2008, il a depuis financé plus de 100 projets à travers la proposition de 5 appels à projets pluriannuels, un sixième ayant été publié au printemps 2024. Parmi eux, 20 sont indexés sous le mot clef "connectivité", 16 sous le terme "ferroviaire" et 4 sous les deux (le référencement n'est néanmoins pas exhaustif). Le projet CIRFE (Moulherat *et al.*, 2017) a par exemple évalué le rôle de corridor ou de barrière joué par les ILTs pour différentes espèces à partir de modélisation. Il a identifié un effet de fragmentation de voies ferrées peu fréquentées particulièrement important pour les amphibiens. Celui-ci est néanmoins quasiment négligeable pour certaines espèces d'insectes (*Maniola jurtina*, *Abax parallelepipedus*), conformément aux résultats d'autres chercheurs (Vandeveld, 2012), et s'explique par la présence de milieux ouverts similaires à leur habitat sur les dépendances vertes. Un effet de corridor a aussi été évalué pour les couleuvres à collier (*Natrix natrix*). Les auteurs soulignent aussi l'impact potentiel du cumul des effets barrières lié à la parallélisation de plusieurs lignes ferroviaires ou d'infrastructures routières et ferrées.

Les ILTs sont classiquement soumises aux études d'impacts (Allag-Dhuisme, Amsallem, *et al.*, 2010), et les documents de planification imposent d'intégrer l'environnement lors de l'élaboration, la réalisation et l'exploitation de l'infrastructure. (Vandeveld, 2012). En 2012, SNCF réseau, alors Réseau Ferré de France (RFF), élabore un guide intitulé « Biodiversité et grands projets ferroviaires. Intégrer les enjeux écologiques dès le stade de l'étude » (Hosy *et al.*, 2012), en collaboration avec France Nature Environnement (FNE), une association de défense de l'environnement. Le guide se concentre sur les enjeux liés au développement de nouvelles lignes ferroviaires, et a été développé pour permettre la bonne prise en charge de l'enjeu de biodiversité par la SNCF suite à la loi Grenelle II. La collaboration avec FNE, porte-parole de plusieurs milliers d'associations locales réparties sur le territoire français, date de 2009.

4. <https://ittecop.fr/fr/>

Lors de l'aménagement des ILTs, l'évaluation des dégradations éventuelles est tout d'abord confiée aux acteurs techniques : étude de tracé, travail documentaire mené par des écologues, étude de flux, analyse économique, etc. Les études préalables à l'enquête publique, mécanisme censé garantir la participation et l'information du public, se répartissent en deux temps (Moulherat et al., 2017). Après l'étude d'opportunité qui fixe les enjeux en terme ferroviaire (desserte, rentabilité, etc.), les acteurs doivent disposer de connaissances sur les écosystèmes locaux traversés par l'infrastructure linéaire de transport (ILT). Cette démarche permet d'identifier les enjeux écologiques spécifiques qui pourraient justifier une modification du tracé afin de minimiser les impacts environnementaux.

À l'issue de cette étape, une bande de référence dont la largeur est de l'ordre de quelques centaines de mètres est arrêtée ; sur celle-ci vont être menées les études de terrain approfondissant les premiers résultats. Le document mentionne la réalisation d'inventaires menés sur des cycles biologiques complets et l'emploi de protocoles adaptés aux espèces : une approche phytosociologique pour la végétation, des comptages diurnes et nocturnes pour les amphibiens, des captures, des approches acoustiques liées aux chants, des relevés de traces, de fèces, des approches par habitats ou des études hydrobiologiques (Hosy et al., 2012). Le dossier d'enquête publique compile ensuite ces études préalables, réalisées au titre du code de l'expropriation et du code de l'environnement. Après autorisation ministérielle, RFF présente ensuite le dossier à l'enquête publique, après avis de l'Autorité environnementale sur l'étude d'impact, qui est joint au dossier d'avant-projet. D'autres procédures peuvent alors être conduites, visant à démontrer la prise en charge par l'équipe projet des enjeux environnementaux au sens large, regroupant ainsi les enquêtes de loi sur l'eau ou les diagnostics et fouilles archéologiques. À ce stade sont montés les dossiers de demande de dérogation, permettant d'obtenir les autorisations exceptionnelles pour déroger à l'interdiction d'impact sur les espèces protégées.

Différentes dispositions sont alors prises dans le cadre de la séquence Eviter-Réduire-Compenser, qui encadre la marche à suivre en cas d'identification d'un probable dommage environnemental imputable à l'aménagement (Bourdil and Vanpeene-Bruhier, 2013). Celles-ci sont censées démarrer avant le chantier, pour engendrer une absence de perte nette de biodiversité (déplacement d'espèces, etc.), et être suivies d'un système de management environnemental qui vérifie le respect des procédures. La collaboration entre RFF et FNE encadrée par le guide vise notamment à permettre à l'association de s'assurer du respect de la procédure d'étude d'impact et éviter la cristallisation dans des conflits judiciaires⁵. RFF est en attente d'éléments de méthode, d'avis sur les protocoles envisagés et d'informations portant sur les espèces locales. S'il souligne les enjeux de concertation avec les élus, les communes, le grand public, et les acteurs de la biodiversité, le guide est principalement structuré autour de la technicité du processus. La figure de l'écologue, comme expert porte-parole de la biodiversité et des enjeux qui la touche, est centrale.

Moulherat et al (2017) soulignent que les efforts d'évaluation des enjeux écologiques lors de l'aménagement des infrastructures linéaires de transport (ILT) ferroviaire ne sont pas toujours alignés avec les caractéristiques spécifiques de ces infrastructures, ce qui peut entraîner un risque de non-évaluation de certains impacts. Ils suggèrent que les pratiques dérivées de la modélisation de la connectivité pourraient compléter les observations de terrain. Ces outils de modélisation peuvent aider à identifier les enjeux faunistiques à différentes échelles d'impact des ILT, notamment dans les espaces difficiles à inventorier. L'objectif n'est pas de remplacer les inventaires existants, mais plutôt de les orienter partiellement vers une caractérisation plus précise des habitats, au vu de la plus faible attention généralement portée aux espaces par rapport aux individus.

Lors de l'aménagement des gares du Grand Paris Express, la Société des Grands Projets (SGP) a déve-

5. <https://www.mediapart.fr/journal/ecologie/240324/autoroute-a69-le-defrichage-bien-eu-lieu-sur-une-zone-protegee>

loppé une architecture pour l'évaluation de l'équivalence écologique, en vue de procéder à la compensation à travers ses bureaux d'étude (CDC Biodiversité) [Bureau, 2022]. Cette évaluation des enjeux écologiques et des impacts des projets intègre explicitement la notion de connectivité écologique, permettant ainsi de mieux préserver et restaurer les continuités écologiques affectées par les travaux d'infrastructure. La destruction d'habitats utilisés *in situ* donne lieu à l'évaluation du potentiel d'accueil de futurs habitats. De nouveau, les enjeux environnementaux dans les processus d'aménagement demeurent essentiellement réservés aux experts. Cette attribution, prévue règlementairement, a pour conséquence de monopoliser la prise de décisions. Cela devient problématique lorsque les procédures sont sujettes à controverse. Par exemple, dans le cadre de la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC) l'objectif de compensation est souvent controversé, bien que de nombreuses méthodes d'évaluation existent pour orienter ce processus.

La compensation se base sur 6 principes : l'équivalence écologique, l'additionnalité, c'est-à-dire que l'absence de gain sans compensation, la pérennité, l'efficacité, la proximité temporelle et géographique (Lesueur et al., 2019). La compensation est un arrangement sous contrainte, intégrant cadres réglementaires (obligation, procédure), contractuels (risques financiers, contraintes temporelles), cadre écologique (inventaire, dimensionnement du besoin et mis en œuvre) et cadre territorial (accès et sécurisation, implication des acteurs territoriaux) [Salès, 2023]. Les associations environnementales jouent le rôle de sentinelle face à la dépendance du processus aux services concentrés. Aux critiques de principes concernant des connaissances trop lacunaires, la marchandisation de la nature ou le manque d'équité spatiale engendré (Barbé and Frascaria-Lacoste, 2021, Devictor, 2021) s'ajoutent des critiques sur l'efficacité concernant le respect de la séquence, l'évolution des dommages et de l'équivalence, l'incapacité de maîtrise foncière sur des temps longs, le manque de compréhension du dispositif ou le manque de suivi et contrôle des mesures (Padilla *et al.*, 2020, Boileau, 2022, Salès, 2024).

1.3.4 Des processus participatifs

Règlementairement, la participation de publics non scientifiques à la prise en charge des enjeux de biodiversité dans l'aménagement est encadrée. La directive 2001/42/CE⁶ indique que suite à la détermination des faits, c'est-à-dire de l'identification des impacts potentiels sur l'environnement, les documents techniques sont rassemblés dans un rapport soumis à la consultation publique. Les parties prenantes, se mobilisant au nom de l'environnement impacté, deviennent ainsi des acteurs légitimes. Dans la réalité, le public manifeste peu d'intérêt à la consultation. D'une part, ce dispositif présente l'environnement comme une question technique, qui nécessite donc une expertise particulière sur le sujet. D'autre part, les dispositifs de participation ne permettent pas une réelle intégration des avis soumis. La consultation est, sur l'échelle d'inclusion des parties prenantes proposée par (Arnstein, 1969), beaucoup moins intégrative que la co-élaboration, et se rapproche plus du *tokenism*, c'est-à-dire d'un symbolisme. Pourtant, bien conçues et bien utilisées, les approches participatives invitent les acteurs à mettre les mains dans les rouages des mécanismes de production d'une science adaptée aux collectifs hybrides. Par collectif hybride, on entend ici les assemblages composés d'humains et de non-humains vivants (les espèces) ou non vivant (les outils, les théories de modélisation) auxquels la connectivité nous confronte. Ces approches participatives permettent aux acteurs de s'investir dans la prise en charge de questions aujourd'hui monopolisées par les figures d'experts (Theys, 1992), alors qu'ils concernent la communauté dans son ensemble et doivent être pris en charge de manière démocratique (Latour, 2004).

Ces enjeux de prise en charge collective des enjeux environnementaux ont aussi été intégrés dans la science elle-même. Ainsi, la *reconciliation ecology* (Rosenzweig, 2003, Mathevet, 2011, Couvet and

6. Directive relative à l'évaluation des incidences de certains plans et programmes sur l'environnement

Ducarme, 2014) reconnaît le besoin de l'avènement d'une citoyenneté environnementale impliquée scientifiquement dans la connaissance. Cette démarche vise à promouvoir une coexistence des humains avec les autres êtres vivants. Les approches participatives sont dès lors au centre des dispositifs de recherche. Par exemple, différentes stratégies ont émergé pour proposer un nouveau vocabulaire lors des ateliers participatifs, pour produire des supports fertiles aux scientifiques et aux non scientifiques. L'anthropomorphisation des propriétés écologiques est un exemple de ces stratégies, destinée à permettre une projection empathique des humains vers la biodiversité (Kohler et al., 2023). La notion de voisinage est ainsi proposée par les auteurs à la place de celle de « complexe biosocial », proposée par Callicott (Callicott, 1988), qui se réfère à l'intégration des humains et de leurs systèmes de valeurs dans la nature, mais est jugée trop technique. De même, l'approche des auteurs consiste à se présenter comme des citoyens s'adressant à d'autres citoyens pour leur expliquer les concepts liés à la biocénose.

1.3.5 Élaboration participative de la connectivité

Les ateliers participatifs sont des dispositifs plébiscités par les chercheurs qui cherchent à construire des représentations de la connectivité suffisamment flexibles et suffisamment stables. On parle alors d'objets-frontières (Star and Griesemer, 1989), c'est-à-dire de matériaux qui se risquent à garder juste assez d'intégrité pour pouvoir être interprétés différemment selon les communautés, entre disciplines scientifiques et avec d'autres professions. Les processus qui emploient la modélisation, comme certaines techniques d'évaluation de la connectivité écologique, sont propices à les mettre en œuvre (Étienne, 2014). Boileau (2022) tire ainsi quatre points importants, à partir d'une recherche portant sur l'opérationnalité de la simulation de la connectivité comme support à la planification concertée du territoire. Tout d'abord, la capacité de montée en compétence des acteurs, c'est-à-dire de développer des compétences techniques permettant une prise en main minimale des outils, dépend des conditions concrètes de la rencontre. La fréquence des ateliers, le nombre de participants, des répétitions et des supports pédagogiques clairs sont nécessaires pour offrir la possibilité d'une co-élaboration. Ensuite, il est fondamental de laisser la possibilité pour les participants de s'interroger sur les données d'entrées des chercheurs, et de faire évoluer les paramétrages des modèles ou de valider conjointement les résultats. Ce point est d'autant plus important que les échelles auxquelles sont développées les modélisations ne permettent pas forcément de mettre l'accent sur des zones qui semblent d'intérêt particulier au vu des connaissances des acteurs locaux. La reconnaissance et l'intégration de ces *hotspots* permettent de faciliter l'adhésion des acteurs de la préservation de la biodiversité (Sahraoui et al., 2021), et peuvent être complétées par d'autres démarches de terrain pour rendre plus encore manifeste l'ancrage de la modélisation au terrain (Foltête et al., 2021, p. 20). Troisième point, le territoire n'est pas réductible à la connectivité et les participants font mention des manières par lesquelles celui-ci s'énonce usuellement. Les participants apportent à la démarche des informations issues des perspectives par lesquelles ils connaissent le territoire, et qui leur semblent indissociables de la prise en compte de la connectivité. Cette composante doit être assumée dans la mesure où elle fait la force de la démarche. Enfin, il est crucial d'identifier les réseaux au sein desquels les connaissances ainsi produites doivent être mobilisées. Le manque de relais institutionnels est un risque majeur pour la prise en charge hors de la sphère scientifique, et les temporalités des mandatures peuvent engendrer des essoufflements de dynamiques de recherche. Sahraoui et al. (2021) emploient ces approches d'accompagnement de la modélisation. Les auteurs soulèvent deux autres points d'attention à partir d'une recherche prospective qui implique la modélisation par la théorie des graphes. Tout d'abord, le terme de réseau écologique est porteur d'ambiguïté, si ce n'est de significations multiples. Les confusions générées peuvent être dues aux enracinements disciplinaires entre les chercheurs (écologie, géographie ou sociologie) ou aux champs professionnels des participants. La solution retenue n'est pas l'imposition d'une acception unique de référence, mais plutôt de préciser systématiquement l'emploi de la

notion de réseau écologique comme concept scientifique ou comme terme aménagiste. Cet échange permet par ailleurs aux autres participants professionnels de mieux cerner les modalités d'action de chacun, dans la mesure où tous les acteurs de l'aménagement ne sont pas forcément confrontés à tous les processus. L'enjeu est donc de créer une connaissance commune, c'est-à-dire qui appartient à tous et qui reconnaît les particularités des relations de chacun (Kirwan et al., 2015). Deuxièmement, les représentations cartographiques issues des modélisations capturent toute la subtilité qu'il est nécessaire de mettre en œuvre pour développer des résultats mobilisables par tous. Leur formalisation nécessite de cristalliser certains choix au détriment d'autres visions, mais l'emploi de représentations dynamiques (par exemple dans une approche prospective) permet de continuellement ouvrir le dialogue et facilite le débat.

La recherche sur les ILT s'est aussi intéressée aux dispositifs de collaboration en vue d'améliorer la connectivité écologique des dépendances vertes des réseaux ferroviaires. Franchomme et al. (2014) ont évalué les bénéfices liés à la réduction du caractère intensif des pratiques de gestion. Leurs résultats montrent que la bonification, soit le gain écologique suite au changement de pratique, génère globalement un gain de connectivité très faible. Néanmoins, si ce gain de connectivité est faible, l'adoption de bonnes pratiques améliore nettement la porosité locale du paysage en réduisant le coût de déplacement de nombreux chemins. Une amélioration de la capacité écologique de 50 % des emprises actuelles engendrerait une utilisation importante de ces espaces au sein du paysage. Ces évolutions nécessiteraient des approches plus ponctuelles des espaces accidentogènes, pour conserver le risque juste sous la barre acceptable plutôt que de procéder à des « mises à blanc ». Une telle gestion démultiplierait les coûts de maintenance du pôle végétation, déjà deuxième poste de dépense aujourd'hui avec 150 millions par an et qui a atteint 225 millions depuis l'arrêt d'utilisation des pesticides. La collaboration est alors étudiée comme un levier pour la mise en œuvre de telles pratiques, la charge de la gestion étant transférée éventuellement aux acteurs locaux. Les auteurs développent alors un atlas comme outil de médiation entre acteurs, qui intègrent les nouveaux chemins de connectivité suite à l'adoption de pratiques écologiques. Cet atlas est un support de négociation en vue du dépassement des contraintes techniques et financières des mises en place. Les efforts conjugués des acteurs permettent alors d'envisager des pistes d'action où sont réduits exponentiellement les efforts requis pour chaque partie (Franchomme et al., 2014). Dans l'évaluation et la prise en charge, la collaboration est donc un outil fondamental.

1.4 Conclusion du chapitre

La présence d'infrastructures ferroviaires induit des effets majoritairement négatifs sur la biodiversité liée à la fragmentation des paysages (Borda-de-Água *et al.*, 2017, Ament *et al.*, 2023). Les collisions, les perturbations induites par le trafic ou les chantiers d'aménagement affectent les populations faunistiques et floristiques. L'effet barrière de l'infrastructure impacte durablement la résilience des populations. Malgré tout, ces espaces ne sont pas des déserts et peuvent participer favorablement à la connectivité écologique (Sordello and Jeusset, 2015). Des dispositifs pour restaurer la porosité de ces infrastructures ont été développés : passage à faune supérieur ou inférieur, leur implémentation dans le milieu ferroviaire engendre généralement des contraintes d'ordre technique. Pour évaluer l'importance de ces espaces et anticiper l'efficacité des passages à faune, la recherche peut s'appuyer sur des approches de l'écologie du paysage pour modéliser le réseau écologique.

Décomposant le paysage en patch d'habitats, matrice et corridors, cette discipline s'attache aux flux et interactions entre systèmes écologiques à l'échelle des paysages (Risser *et al.*, 1984). Elle vise à rendre compte du lien qu'il peut exister entre la structuration biophysique d'un paysage et ses propriétés fonctionnelles. Pour cela, elle dispose d'outils de modélisation et de terrains qui intègrent le paysage perçu

par les espèces comme élément central de leur démarche et base de leurs réflexions. Ces résultats ne sont néanmoins pas autoportants, et ne peuvent être transférés tels quels dans l'action publique. Celle-ci a d'ailleurs développé ses propres conceptions des réseaux écologiques, divergentes, mais inspirées par les approches scientifiques. Les dispositifs participatifs permettent de faire le pont entre les sphères opérationnelles et scientifiques, pour arriver à produire des documents qui rendent compte des obligations liées à la biodiversité et à l'aménagement du territoire. Elles se basent sur des dispositifs pédagogiques pour impliquer et « attacher » (Hennion, 2013) acteurs humains et entités écologiques nouvelles qui apparaissent sous leurs yeux : réseau, corridors, etc. La connectivité est à travers ces ateliers un « multiple » (Mol, 2003, Hodgetts, 2018). Elle n'est pas un objet unique dont il faut déplorer les visions pluralistes qui s'éloigneraient d'un optimum scientifique. Elle est ancrée dans le social, et s'énonce depuis les perspectives des différents acteurs, humains (élus, scientifiques, bureaux d'études) ou non-humains (les différentes théories de l'écologie du paysage et outils associés, les SCoTs, etc.) qui la construisent et la reprennent.

Aujourd'hui, le processus global de prise en charge de la biodiversité dans le cadre de l'aménagement des infrastructures ferroviaires reste défaillant. L'évaluation des impacts en vue de la mise en œuvre de processus de remédiation est largement confiée à des acteurs experts, sans pour autant que des suivis post-implémentation permettent des analyses comparatives critiques avec les impacts réels (Vandevelde, 2012).

Le transfert de ces problématiques au contexte urbain confère une nouvelle dimension à chaque composante du problème. Il modifie le rapport au ferroviaire, à la biodiversité et, in fine, à la prise en charge conjointe de ces deux éléments. Les rôles sont réattribués, les expertises sont parfois moins formalisées, et la production d'outils de traduction stable, auparavant prérogative des scientifiques, est parfois prise en charge par d'autres acteurs, les paysagistes.

Chapitre 2

Impacts réciproques de la ville et de l'écologie

L'artificialisation des sols consomme des espaces naturels et perturbe les cycles de la matière, de l'eau et du carbone. De plus, l'urbanisation morcelle et modifie les écosystèmes résiduels. Ces changements affectent la structuration biotique et les fonctions écologiques des milieux, réduisant la diversité et l'abondance des espèces. En milieu urbain, certaines espèces animales s'adaptent ou exploitent les conditions anthropiques, tandis que d'autres évitent les villes ou souffrent du manque de ressources. Ce chapitre examine comment les acteurs de l'écologie et de l'urbanisme intègrent réciproquement les enjeux urbains et écologiques. La section 2.1 examine comment les disciplines écologiques se sont intéressées aux environnements urbains et y ont étudié les interactions entre les éléments écologiques, la faune, la flore et les habitats. La section 2.2 analyse comment les professionnels de l'urbanisme ont progressivement intégré les enjeux écologiques dans leurs pratiques, avec des degrés variables de succès. Enfin, la section 2.3 discute de la diversité des relations à l'environnement dans les contextes urbains, soulignant la multiplicité des rapports aux objets écologiques urbains.

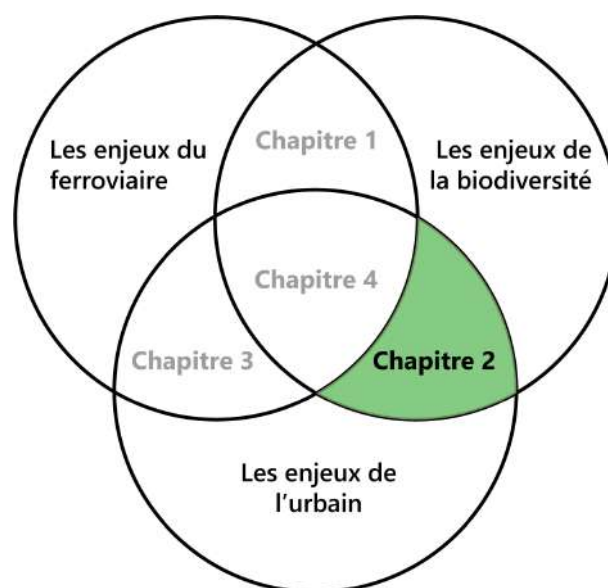


FIGURE 2.1 – Structuration du chapitre 2

2.1 Chercheurs en écologie et monde urbain

2.1.1 Les paradigmes de l'écologie urbaine

Les écosystèmes urbains se définissent par leur intégration dans un environnement anthropisé, constitué majoritairement d'espaces bâtis ou de surfaces artificialisées et accueillant une forte densité démographique (Pickett et al., 2001). Il est néanmoins difficile d'en délimiter précisément les contours, de par l'intensité et la fréquence des interactions qu'ils entretiennent avec les espaces hors des villes, sous forme de flux de matière, d'énergie ou d'individus. S'il n'y a dès lors pas forcément lieu d'opposer écosystèmes ruraux et urbains (Pickett et al., 1997), plusieurs décennies de recherche en écologie urbaine ont identifié et souligné les caractéristiques particulières de ces milieux. L'écologie urbaine est une approche scientifique, déclinaison de l'écologie comme discipline, qui s'attache à déterminer les conditions de distribution et d'abondance des organismes dans et autour des villes, ainsi que les budgets biogéochimiques associés à ces espaces, notion issue du métabolisme urbain (Sukopp, 1998)¹. L'écologie a manifesté assez tardivement leur intérêt pour la ville, du fait du poids des conceptions qui présentaient l'état naturel comme un état d'équilibre. La ville et les humains n'étaient alors considérés que comme une perturbation négligeable, un artefact qui ne méritait pas d'être considéré (Marcus, 2015). Les questions urbaines ont dans ce cadre été prises en charge par les sciences environnementales (climatologie, rudologie, hydrologie, etc.) qui mettent peu l'accent sur les composantes vivantes des écosystèmes et déploient d'abord des approches sociotechniques (Marcus et al., 2013).

Les chercheurs en écologie se sont dans un premier temps attachés à identifier les conséquences sur les populations faunistiques et floristiques de l'urbanisation. Celle-ci est définie comme un processus complexe de transformation des paysages du fait de modifications des conditions physiques du site, ainsi que de l'isolation des espaces naturels en son sein (Antrop, 2000). Trois grands paradigmes ont chronologiquement structuré la discipline : l'écologie dans la ville, l'écologie de la ville et l'écologie pour la ville (Pickett, 2016). Ces paradigmes successifs rendent compte du degré d'interdisciplinarité des approches mises en œuvre, de leur rapport ontologique à leur objet d'étude. Conséquemment, les manières de caractériser la ville ont beaucoup évolué au sein de la discipline, abandonnant progressivement l'opposition bâti *versus* non bâti pour mieux penser l'effet des mosaïques urbaines (Levé, 2021).

2.1.2 *Ecology in the city*

Les premiers écologues et biologistes qui s'intéressent à la ville sont motivés par le désir d'améliorer la planification urbaine, dans l'optique de profiter des effets positifs de la nature sur la santé et le bien-être humains (Douglas *et al.*, 2014). Les écologues cherchent à déterminer les principales composantes des écosystèmes urbains : environnement physique, sol, faune et flore, tout en réalisant leurs études principalement à l'échelle des taches d'habitats, voire se focalisant sur des types de patches comme les forêts urbaines. Ils identifient comment la ville impacte ces éléments, à travers les modifications qu'elle induit sur le climat ou le cycle de l'ozone, qui peuvent entraîner un décalage dans les périodes de floraison des espèces urbaines par exemple (Sukopp, 1998). Les effets de la ville sur les grands cycles biogéochimiques sont identifiés par les chercheurs : augmentation du ruissellement (Pouyat & McDonnell 1991), perte de fonction des sols, compositions floristiques touchées par la prédominance d'espèces exotiques, invasives ou non, strates basses végétales moins diverses (Wittig, 1998), présence de faune en ville dans les mosaïques de

1. Le terme désigne aussi une vision de la planification urbaine, invitant à étudier de manière matérialiste au sein des villes « le rapport de deux populations entre elles sur le même territoire » (Joseph, 2004). Cette acception a largement perdu en popularité aujourd'hui.

milieux de vie disponibles (Clergeau *et al.*, 1997, Fernández-Juricic, 2000, Fernández-Juricic and Jokimäki, 2001, Caula *et al.*, 2008, 2010, Cheptou *et al.*, 2008, Clergeau and Machon, 2014).

Si la question de la prise en compte explicite des effets liés à l'humain s'est manifestée dès que les écologues se sont intéressés à la ville, celle-ci s'intensifie au milieu des années 1990 (Pickett *et al.*, 2016). L'urbain agit en effet comme une puissante force de sélection, dont la nature et l'intensité sont assez mal captées par les cadres d'analyses alors disponibles pour les chercheurs. Ceux-ci développent alors de nouvelles approches pour intégrer les interactions humaines dans les niches écologiques fondamentales, c'est-à-dire les modèles qui présentent des conditions environnementales qui rendent possible la vie des espèces (Alberti *et al.*, 2009). La formalisation de ce rôle anthropique fait débat : l'emploi de la densité humaine n'est pas satisfaisant, car celle-ci ne peut être suffisamment explicative sans rendre compte finement des modalités d'interaction. Les modèles nécessitent en effet la mobilisation de variables socioéconomiques, afin de pouvoir étudier les impacts spatialisés sur les individus (naissance, mort, dispersion), les populations (spéciation, extinction, adaptation culturelle ou génétique [Cheptou *et al.*, 2008]), et des communautés (compétition, prédation, mutualisme, parasitisme). Face à cette structuration des écosystèmes auxquels ils participent, les réactions des habitants urbains peuvent varier. Elles vont de l'intervention active pour éliminer certaines espèces favorisées par les comportements humains à l'introduction d'espèces autrefois autochtone, mais éliminées en raison de leur inadaptation aux pressions anthropiques. Ces réponses sont dignes d'intérêt pour compléter les analyses des écologues (Marco *et al.*, 2021).

2.1.3 *Ecology of the city*

Dans ce cadre se développe alors l'écologie de la ville au milieu des années 90. Celle-ci reconnaît les apports liés à l'ancrage spatial à l'échelle du patch du paradigme précédent, tout en soulignant l'intérêt d'élargir cette échelle. Il s'agit de recontextualiser le patch dans la matrice urbaine en étudiant aussi les propriétés de celle-ci (Pickett *et al.*, 2016). Il ne s'agit plus « des habitats » dans la ville, mais désormais de « la ville et ses habitats ». Cette écologie urbaine vise à sophistication sa compréhension des relations entre processus sociaux et écologiques, ouvrant ainsi les sources d'inspiration disciplinaires : les sciences sociales, la géographie, l'économie, et l'aménagement urbain par exemple tout en identifiant les ponts qu'il reste à construire entre les disciplines. Les hypothèses de recherche sont ainsi plus inclusives (systèmes ouverts, complexes, hiérarchisés, intégrant la théorie du chaos) ce qui permet d'arrêter de considérer les humains uniquement comme une perturbation au sein de systèmes qui se dirigeraient sinon vers un équilibre (Worster, 1990, Hastings *et al.*, 1993, Brédif and Simon, 2021). Les premières études de ce type prennent pour cadre d'étude Baltimore, et s'attachent par exemple à déconstruire ce que ces écologues du nouveau paradigme identifient comme des légendes urbaines. Parmi elles, la thèse postmatérialiste (Inglehart and Appel, 1989) : les riches, une fois débarrassés des problèmes financiers, pourraient s'attacher à leur cadre de vie. Dans les faits, cette hypothèse est très peu supportée, et les chercheurs s'attachent à déconstruire ces mythes qui servent parfois à justifier les inégalités environnementales (Pickett *et al.*, 2008). Pour ce faire, la discipline se dote de nouveaux instruments pour caractériser le milieu, avec l'apparition de bases de données qui permettent de mieux conceptualiser l'hétérogénéité urbaine, comme Hercules (Cadenasso *et al.*, 2007), qui identifie et classe les patches à partir du type et de la proportion des espaces bâtis alentour. L'influence humaine est ainsi mieux formalisée : les chercheurs distinguent usage et occupation du sol. Les normes, institutions ou relations de pouvoir sont analysées finement à partir de nouveaux outils (Ostrom, 2012).

L'anthropologie de la nature introduira de nouvelles perspectives qui inciteront les écologues urbains à reconsidérer le paradigme de *l'ecology of*, notamment l'abandon de la dichotomie Nature/Culture (Ingold,

1996, Descola, 2005).

Mugerauer (2010) identifie ainsi le prochain stade de l'écologie urbaine, qui selon lui doit en plus s'affranchir de la séparation entre sciences naturelles et sciences sociales. Le nouveau paradigme doit donc prendre la mesure du « tournant ontologique » qui se joue alors (Gille, 2018). En effet, l'écologie *of the city* ne parvient pas à surpasser les limitations ontologiques, épistémiques ou pratiques autrement que par le discours : la littérature sur cette seconde phase est en effet marquée par une tension entre d'une part des énoncés explicites sur les principes holistiques, et d'autre part et l'usage dominant de concepts et méthodologies pourtant encore dualistes. Certes l'humain n'est plus une perturbation, mais les systèmes sociaux et les systèmes écologiques forment encore dans les modèles deux objets distincts qu'il convient d'étudier séparément *a priori* avant de chercher des ponts éventuels. En témoigne l'usage de concepts comme les socio-écosystèmes, qui séparent bien les deux schèmes. Pour Mugerauer (2010), les catégories « sociales » et « écologique » doivent non seulement être corrigées, mais surtout remplacées. Selon lui, les chercheurs n'acceptent pas de prendre toute la mesure de l'approche post-positiviste de laquelle ils empruntent néanmoins de nombreux concepts (Pickering, 1995, Latour, 2004). Ceux-ci continuent par exemple d'utiliser des concepts comme la « représentation », la « prédiction », et la « cause », alors que la perception et la cognition ne sont pas des représentations, mais bien des constitutions performatives dans les nouvelles épistémologies. Le paradigme qui succède à l'écologie *of the city* ne cherche pas à répondre à ce problème, mais se contente de repenser ses relations épistémiques. La question ontologique est prise en charge par les « géographies plus -qu'humaines », qui développeront des pratiques et méthodes plus proches de l'ethnométhodologie, de l'ethnographie, et de la théorie de l'acteur-réseau (voir *infra*, chapitre 7).

2.1.4 *Ecology for the city*

L'écologie pour la ville, qui est formalisée dans les années 2010, ne va pas changer foncièrement d'approche dans la production de la connaissance, mais va insister sur la reconnaissance du rôle particulier que jouent ceux qui la produisent (Pickett, 2016). Il s'agit désormais de reconnaître la dualité de la destination de la recherche, fondamentale ou appliquée (Childers *et al.*, 2015). Le rôle des chercheurs dans la définition et l'orientation vers des buts sociaux est souligné ; la résilience des systèmes urbains, c'est-à-dire leur capacité à se remettre d'une perturbation (Folke *et al.*, 2012), est promue comme objectif affiché de leur planification. Celle-ci peut alors s'appuyer sur des infrastructures qui tirent parti des cycles du vivant appelées Solutions fondées sur la Nature (SFN) [Atanasova *et al.*, 2021] pour atténuer les effets des impacts liés aux climats ou événements naturels. En découlent des préconisations épistémiques insistant sur la prise en compte de l'hétérogénéité : plus grande inclusion de disciplines, de communautés locales, d'associations, d'acteurs politiques, etc. L' *ecology for the city* reprend le concept de *stewardship*, ou intendance (Saner and Wilson, 2003, Chapin *et al.*, 2011), qui désigne les membres d'institutions responsables du bon fonctionnement de ladite institution (d'autres auteurs parlent de « titulaire du problème » [Mermet *et al.*, 2005]). Le scientifique se voit désormais investi, parmi les acteurs d'un collectif, d'une mission éthique de défense auprès des autres parties prenantes impliquées dans son sujet. Les données mobilisées intègrent désormais des variables comme la concentration de pouvoir, la distribution des modes de gouvernance, des valeurs esthétiques issues de la psychologie environnementale, etc. (Alberti *et al.*, 2009, Childers *et al.*, 2015, Pickett *et al.*, 2016). L'écologie de la réconciliation, mentionnée dans le chapitre 1, adopte aussi cette approche d'intendance à travers une position de prise en charge des espèces de biodiversité ordinaire, parfois même des espèces dites « nuisibles » ou invasives. C'est le « *pigeon-paradox* » (Dunn *et al.*, 2006) : les actions de conservations actuelles ne sont pas suffisantes, et les humains sont plus enclin à soutenir ou entreprendre des actions de conservation lorsqu'ils ont pu

développer des expériences directes avec la nature. Or, comme les populations humaines sont de plus en plus urbaines, celles-ci feront d'avantage l'expérience de la nature à travers le contact d'une nature urbaine. Ces arguments relèvent donc d'une *ecology for the city*, reconnaissant de plein droit le rôle du chercheur dans la constitution d'un paradigme politique qui permet de prendre en charge la biodiversité à l'échelle globale.

L'*ecology for the city* adopte une philosophie tournée davantage vers les responsabilités qui incombent selon elle aux chercheurs plutôt que vers les conditions de la production de connaissance. En ressort une impression parfois étrange d'une recherche qui reconnaît son impact sur la société, sans reconnaître forcément l'impact de la société sur elle-même : « Pouvoir, politique et richesses ne devraient pas influencer les conclusions scientifiques, bien que ces contextes puissent affecter les questions originelles et la manière dont la connaissance scientifique est utilisée » (Pickett, 2016). L'écologie s'est dotée d'outils et de cadres analytiques performants pour l'étude des dimensions végétales, animales et de leurs interactions au sein des systèmes en ville. Elle néanmoins doit consolider son approche quand aux enjeux analytiques intrinsèques aux dimensions culturelles, historiques et matérielles spécifiques de l'urbanisation (Gandy and Salomon Cavin, 2021).

En s'abstenant de s'engager dans le tournant ontologique, les chercheurs en écologie se confrontent à des catégories qu'ils souhaitent objectivantes, mais qui restent en réalité floues et multiples. Aujourd'hui, l'urbanisation touche même les milieux les plus reculés du monde, ce qui témoigne d'une condition essentiellement « rudérale » de l'existence humaine et rend parfois inadapté l'opposition urbain/rural (Tsing and Pignarre, 2017). Le concept de biodiversité est lui-même flou, reflet de l'amalgame entre différents discours scientifiques et culturels (Brédif and Simon, 2021, Gandy and Salomon Cavin, 2021), et son transfert vers l'aménagement du territoire souligne les modalités variées de son appropriation (Marco *et al.*, 2021). Les citoyens reprennent en effet ce concept pour désigner tout autant les propriétés écologiques et scientifiques des écosystèmes que leur perception (harmonie, beauté) ou l'action à entreprendre vis-à-vis de celle-ci (conservation, préservation, etc.)² (Levé *et al.*, 2019). Plus étonnant, l'objet est aussi parfois multiple pour les scientifiques, dans la mesure où ils peuvent attendre des citoyens la reconnaissance de tout ce qui va en fait être lié avec le concept et non pas uniquement sa définition : « Bien que le premier objectif d'Aichi englobe également les services écosystémiques et les valeurs économiques ou sociales, ceux-ci n'ont été mentionnés que par une proportion négligeable des personnes interrogées. La *big picture* de la biodiversité ne semble pas être pleinement reconnue par les 298 citoyens jusqu'à présent » (Levé *et al.*, 2019). Cela n'en fait néanmoins pas un outil analytique inefficace ou inadéquat pour les chercheurs, car il s'inscrit dans un corpus théorique cohérent (Boudouresque, 2014). Cette multiplicité est plutôt que le reflet de son appropriation à une très large échelle et sa pénétration dans la sphère publique.

La mobilisation des catégories de l'écologie en zone urbaine souffre parfois d'un décalage avec les milieux pour lesquels ils ont initialement été pensés. Cela rend nécessaire l'adaptation des postures des chercheurs au contact des acteurs opérationnels, des défenseurs de l'environnement ou des autres chercheurs. La sociologie des sciences et des techniques (STS) est une discipline qui a beaucoup apporté à l'étude des transactions entre catégories et de la manière dont celles-ci sont battues en brèche par la vie réelle (Bonneuil and Joly, 2013). Malheureusement, l'écologie urbaine est une discipline peu investiguée historiquement par les STS, plus focalisées sur les sciences de laboratoire que de terrain (Granjou *et al.*, 2021). Or ce dernier constitue un élément essentiel des sciences de nature, et le rapport au terrain structure l'agenda, les pratiques et les identités professionnels des chercheurs (Mauz and Granjou, 2015).³

2. Nous proposerons une traduction en français des citations en langues étrangères

3. On notera cependant que l'écologie urbaine est aussi en grande partie une science de laboratoire (analyse de la qualité de l'eau, de l'air et des sols, modélisation et simulation, génomique et génétique, etc.), et que les STS sont aussi sortis de celui-ci (Grossetti *et al.*, 2015, Denis and Pontille, 2022).

2.1.5 Les chercheurs en écologie dans la ville : les bouleversements des agencements pratiques à l'origine des évolutions paradigmatiques

Le caractère urbain des terrains conditionne les pratiques des chercheurs (Marco *et al.*, 2021). L'accès aux espaces d'intérêts pour les échantillonnages est parfois impossible du fait de la nature privée des terrains et oblige à des négociations avec des gestionnaires multiples et pas forcément identifiables. La fréquentation humaine soulève aussi des enjeux de sécurité ou de vandalisme des installations scientifiques. Elle induit par ailleurs la rencontre entre chercheurs et citoyens, qui s'arrêtent volontiers pour poser des questions, manifester leurs inquiétudes, leur mécontentement à propos de l'action publique, ou qui recherchent la légitimation de certaines de leurs actions sur leurs propres espaces (Levé, 2021). La présence humaine dans ces terrains joue sur la perception de l'utilité sociale que les chercheurs ont d'eux même (Chalmandrier and Granjou, 2021). Les panneaux d'informations, qui expliquent l'importance de la recherche et le rôle des dispositifs installés, participent par exemple des bonnes pratiques de la recherche en écologie urbaine, agissant comme un pont entre la science et la ville. Les sujets d'étude privilégiés des écologues sont aussi renégociés par le contexte urbain, la faune prenant une place plus ou moins importante au sein de leurs recherches. Deux grandes traditions se dessinent (Blanc, 2021). La première naît dès l'apparition de l'écologie urbaine, et va laisser une place relativement marginale à l'animal, dans la mesure où la ville est considérée comme un espace destiné avant tout aux humains. Les aménageurs préfèrent en effet le végétal au détriment de l'animal en ville, jusqu'à le chasser de celle-ci au XIX^e siècle par des politiques publiques hygiénistes, pour des raisons de salubrité publique. L'écologie urbaine contribue à considérer davantage l'animal en milieu urbain, notamment lorsqu'elle s'intéresse aux espèces commensales (pigeon, cafard) longtemps invisibilisées dans l'espace urbain (Blanc, 2009, NatureParif, 2011, Skandrani *et al.*, 2014, Salomon Cavin, 2022). L'autre tradition relève des « histoires animales », regroupant les travaux de géographie qui étudient le rapport spatial de l'animalité urbaine (confinements dans des infrastructures spécialisées comme les abattoirs par exemple), et placent leurs travaux entre sciences humaines et sciences du vivant (Philo, 1995).

2.1.6 Quand l'écologie du paysage s'urbanise

L'écologie du paysage déploie des concepts, des instruments et des échelles d'analyse qui en font un point d'entrée particulièrement intéressant pour étudier les écosystèmes au sein de la ville (Marco *et al.*, 2021). Ses principes ont infusé l'*ecology of the city*, même si écologie du paysage et écologie urbaine sont deux sous-disciplines distinctes. Dès les années 2000, les chercheurs pointent l'intérêt de déployer une « écologie du paysage urbanisé » (Clergeau, 2007). En effet, les écosystèmes urbains manifestent une hétérogénéité spatiale à une échelle plus fine que la plupart des écosystèmes naturels occidentaux, car les habitats écologiques sont petits et isolés par une matrice composée d'éléments bâtis (Alberti, 2008, Flegeau, 2021). Les conditions écologiques dans les habitats sont soumises à différentes perturbations et pollutions, que l'écologie du paysage s'attache à intégrer. Elle peut par exemple les traduire par une altération de la capacité écologique des patchs d'habitat par rapport à une valeur de référence. La tendance de la discipline à la représentation graphique des résultats, à travers notamment des modélisations de réseau écologique, fait naître de nouvelles pistes de travail et de réflexion. Les chercheurs disposent ainsi d'outils intégrables dans les schémas de planification et d'aménagement, qui proposent une déclinaison d'échelles d'analyse (Marco *et al.*, 2021, Bellil, 2023). La mise en réseau des espaces naturels en ville doit s'appuyer sur les corridors verts intra-urbains connectés avec les zones sources extérieures à la ville (forêt, marais, zones agricoles extensives, etc.) [Clergeau, 2007].

L'un des enjeux de l'écologie du paysage relève de la caractérisation des propriétés de la matrice

urbaine qui affectent les déplacements au sein de celle-ci (Breuste *et al.*, 2008). La résistance de cet espace interstitiel est très dépendante de sa configuration ainsi que des espèces considérées : les oiseaux sont par définition plus tolérants à la fragmentation, moins affectés par les éléments au sol, même si la mortalité liée aux collisions avec les bâtiments reste un enjeu majeur (Flegeau, 2021). Les espèces à faible distance de dispersion vont ainsi être cantonnées aux périphéries des villes, devant des matrices urbaines opposant trop de résistance, tandis que les espèces aux plus fortes capacités de dispersion pourront s'installer dans les parties centrales des villes (Flegeau, 2021).

Dans les faits, peu d'articles étudient explicitement l'effet écologique de l'organisation des éléments bâtis, et il n'existe pas de boîte à outils commune (Flegeau, 2021). À partir des données comme l'occupation du sol, classifiée dans des bases de données, la discipline a pu plus largement étudier les effets de différents *patterns* de développement urbains que discriminer les formes à l'échelle de l'ilot au sein de ces *patterns* (Tannier *et al.*, 2012, Penteado, 2021, Savary *et al.*, 2024). Ces discussions s'intègrent dans un débat qui polarise deux versions désirables de la nature en ville et qui peut être structuré à partir d'un modèle développé pour les questions agricoles, l'opposition *land sparing*/*land sharing* (Green *et al.*, 2005). Dans le « *land sparing* », l'ultra-densification du développement urbain permet le maintien de grands espaces naturels dans sa périphérie (Flegeau, 2021). Dans le modèle du « *land sharing* », les espaces urbains plus étalés permettent d'intégrer au cœur de la ville des espaces végétalisés plus petits et fragmentés, mais qui maillent le cœur urbain. Clergeau (2007) intervient dans ce débat en soulignant le besoin de sécurisation conséquente de foncier pour la création d'espaces verts de taille conséquente en zone urbaine, tandis que le déploiement d'infrastructures vertes de connectivité pourrait s'appuyer sur des stratégies de renouvellement urbain intégrant le végétal dans des espaces déjà existants pour un rapport coût/bénéfice bien moindre (cours intérieures, rues, etc.). Les études qui participent à ce débat s'appuient souvent sur le développement de scénarios prospectifs pour évaluer la connectivité de motifs de développement urbains fictifs (Tannier *et al.*, 2012).

La validation *a priori* ou *a posteriori* des modèles à partir des données biologiques issues d'inventaires est complexifiée par la difficulté d'obtention desdites données en milieu urbain, comme vu précédemment. L'identification de bases de données permettant de caractériser l'hétérogénéité du territoire à haute précision représente une autre contrainte, dans la mesure où les variations urbaines de couverture du sol et de formes du bâti se manifestent de manière intense à l'échelle locale (LaPoint *et al.*, 2015).

La détermination de l'échelle d'analyse adaptée reste au cœur de la réflexion. En 1992, Levin indique que l'urbanisation ne se mesure pas à une échelle unique (Levin, 1992). Clergeau (2007) propose de croiser plusieurs échelles d'analyse : la métropole, centrée autour des relations ville/campagne ou des couloirs naturels encadrant et incorporant la ville, la ville pour étudier l'éloignement des sites entre eux et les connexions entre les sites, le site évalué à travers sa taille, la forme de l'habitat, le type de lisières ou hétérogénéité en strates ou milieux, et la station dont il est possible de mesurer l'hétérogénéité en strates ou la diversité végétale. Enfin, dans une optique de remobilisation des résultats produits pour guider l'aménagement urbain, les paramètres employés comme descripteurs se doivent d'être appropriables pour les acteurs opérationnels. Or, aujourd'hui, les travaux d'écologie urbaine se concentrent majoritairement sur l'impact de paramètres sur lesquels la planification urbaine n'a que peu de prise, ou qu'elle influence indirectement, comme la température ou les taux de nutriments (Martin, 2023). Les méthodologies bénéficieraient donc d'un croisement avec les approches des formes urbaines classiques développées par les experts de la forme urbaine, à savoir les typomorphologues.

Le cadre d'analyse des chercheurs en urbanisme ou des architectes ne sont néanmoins pas transposables directement d'une discipline à l'autre. La diversité et la complexité des formes physiques des villes se reflètent dans la diversité des manières qu'il y a de les appréhender ; le débat au sein de la communauté

scientifique n'a pas abouti à l'émergence d'une seule méthode ni d'un cadre d'application unique et consensuelle (Oliveira, 2016). Si des chercheurs ont proposé des correspondances entre les cadres d'analyse de la typomorphologie et de l'écologie du paysage (Marcus *et al.*, 2019, Palazzo, 2022), ces mises en relations sont fragiles. La formalisation des flux paysagers et des formes urbaines à partir des mêmes unités d'analyse revient à discrétiser un espace commun selon des méthodes qui rendent hétérogènes les catégories produites les unes par rapport aux autres. Deux options ont été discutées par les chercheurs lors de la journée d'échange organisée sur le PUCA en 2023 dans le cadre du travail de synthèse sur les approches des chercheurs du BAUM. La première consisterait à déployer une approche formaliste rejetant les catégories proposées par l'écologie du paysage (patch, paysage) et la morphologie urbaine (bâtiment, rue, parcelle, îlot), au profit d'un nouveau formalisme à définir. Il s'agirait alors d'accéder à la substance de la forme urbaine pour l'explicitier sous l'angle de l'écologie du paysage. La seconde option consisterait à assumer la coexistence du vocabulaire plutôt que de procéder à un remplacement par un vocabulaire générique. Elle s'appuierait sur la mise en correspondance des concepts de chaque approche, tout en soulignant les dimensions qui s'alignent et celles qui ne coïncident pas, de façon à produire des clefs de référence. Il serait nécessaire dans ce cadre de reconnaître et d'explicitier le degré de trahison acceptable des concepts de chaque discipline, c'est-à-dire les largesses conceptuelle qu'offre leur emploi, et de mettre en évidence le commun qui est né au fur et à mesure des démarches de collaborations. « On a appris des uns des autres, entre botanistes, etc. » dit un. e scientifique lors de la journée d'étude du PUCA.

En s'introduisant en ville, la recherche en écologie s'est urbanisée : elle a du composer avec de nouveaux acteurs humains et non-humains, déployer de nouveaux paradigmes, et se doter de nouveaux outils. Il semble dès lors particulièrement intéressant d'étudier la relation réciproque, c'est-à-dire l'écologisation des pratiques des acteurs qui historiquement sont en charge de produire la ville.

2.2 Comment les professionnels de la ville s'emparent de la biodiversité

2.2.1 Ce que l'écologie fait aux professionnels de la ville

L'intégration de la nature en ville a fait l'objet de plusieurs propositions conceptuelles de la part des concepteurs et producteurs de la ville. En plus des approches hygiénistes sous Napoléon III mentionnées plus tôt, il est possible de citer les approches culturalistes qui accordaient une réelle place et une fonctionnalité à la nature (comme les cités-jardins d'Ebenezer Howard), les approches fonctionnalistes qui utilisent un système purement comptable de mètres carrés végétalisés par habitant, ou encore les politiques de la ville depuis les années 1970 et la périurbanisation, qui insistent sur le changement des pratiques de gestion des espaces naturels urbains (Cormier, 2015, Rode, 2023). Par ailleurs, si les visions ont évolué, les pratiques de production des espaces aussi. Dans son ouvrage *Écologiser l'urbanisme* (Rode, 2023), Sylvain Rode propose d'identifier les manifestations de l'écologisation de l'urbanisme, c'est-à-dire l'intégration des réflexions théoriques au sein de l'aménagement, orientant les pratiques opérationnelles vers le ménagement des vivants et des milieux. Ces manifestations se traduisent au sein d'un « processus de transformation de la conception, de la gestion et du développement des territoires en tenant compte de leurs fonctionnements écologiques » (Maulat *et al.*, 2020). L'auteur y privilégie le point de vue et les représentations des praticiens. Trois grandes catégories de professionnels sont abordées, ayant une responsabilité plus ou moins directe et explicite dans la prise en compte des enjeux écologiques et de biodiversité dans l'aménagement : les écologues, les paysagistes ainsi que les urbanistes.

2.2.2 Les écologues de projet

Les écologues impliqués dans les projets d'aménagement sont des professionnels ayant reçu des formations sur les sciences du vivant et de l'environnement, notamment par des approches quantitatives et théoriques pour l'étude des processus biologiques populationnels et fonctionnels⁴. Leur formation fait une part moins importante à l'application ou la mise en œuvre sur des projets d'aménagement qu'à la production de connaissances. La recherche académique est un débouché important de la filière, et même les professionnels qui entrent dans le privé conservent souvent des liens universitaires (Morin *et al.*, 2014). Deux groupes archétypaux peuvent être distingués au sein des professionnels. Tout d'abord, il est possible d'identifier des écologues investis dans la réalisation d'inventaires, qui possèdent des compétences naturalistes très solides, mais maîtrisent moins les dimensions processuelles de l'aménagement urbain. L'autre groupe d'écologues regroupe des professionnels plutôt issus de l'architecture, de l'urbanisme ou du paysage, qui maîtrisent mieux les jeux d'acteurs, mais ont tendance à proposer des solutions aux problématiques écologiques moins, voire non adaptées au contexte et aux enjeux écologiques locaux (Rode, 2023). Le rôle précis et les pratiques de ces professionnels sont encore largement méconnus du grand public. D'une part, car il n'existe pas de diplôme « d'écologue conseil d'État », à l'instar de ce statut créé en 1950 pour les architectes et en 1993 pour les paysagistes (Morin *et al.*, 2014). D'autre part, car des voix se font entendre au sein même de la profession pour manifester un certain inconfort vis-à-vis de leur position, où il est souvent seulement possible de limiter les dégâts plus que d'avoir un réel impact positif pour l'environnement. Largement dépendants de la maîtrise d'ouvrage (c'est-à-dire la personne morale ou physique pour qui est réalisé le projet), ils sont en effet souvent mis devant le fait accompli d'impacts environnementaux négatifs qu'ils sont sensés valider administrativement par des mesures de compensation (dont on a déjà mentionné le caractère imparfait dans le Chapitre 1) parfois peu suivies. Un article de France 3 Occitanie souligne le malaise : « On est forcément tiraillés [...] L'état initial d'un site est la démarche la plus éthique, mais si les mesures pour sauvegarder l'environnement ne suivent pas, les écologues n'y peuvent rien. » (Riou, 2023).

2.2.3 Paysagistes

Les paysagistes sont des praticiens formés aux techniques scientifiques, à l'histoire, aux démarches esthétiques et conceptuelles, à travers un cursus qui insiste sur les exercices d'application. La profession se définit comme une pratique à la frontière entre la construction et le monde vivant, responsable de l'intégration des éléments naturels et de leur bon fonctionnement en milieu urbain notamment (Rode, 2023). Paysagistes et écologues ont des relations différentes vis-à-vis du suivi mis en place sur leurs études ou projets. Les écologues reconnaissent son importance sans pour autant systématiquement le mettre en place. Il est toutefois possible de mentionner l'existence de recherches à long terme qui suivent plusieurs sites sur de très longues périodes, et qui sont des sources d'avancées majeures dans la compréhension des systèmes biologiques (Kuebbing *et al.*, 2018). Celles-ci restent en revanche peu nombreux : 1800 scientifiques travaillent sur 26 sites dans le cadre des Long Term Ecological Research areas (LTER's). Pour sa part, le paysagisme a peu de culture du retour d'expérience ou du suivi (Scapino, 2021). Paradoxalement, leur approche se base sur la recherche d'exemples de projets déjà réalisés, comme en témoigne l'existence de magazines de référencement comme PROJET PAYSAGE(S), Jardins de France, Espace Public et Paysage. La loi pour la reconquête de la biodiversité (*LOI n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages*, 2016) reconnaît le titre de paysagiste-concepteur,

4. Cette section ne traitera pas des scientifiques écologues impliqués dans des projets à des fins académiques, sans exercer d'activités de conseil ou d'audit rémunérées pour le compte d'entreprises privées ou d'établissements publics.

encadrant la formation et protégeant le statut. En 2018, ces professionnels deviennent habilités à signer des permis d'aménager (*Article L441-4 — Code de l'urbanisme*, 2018). Si longtemps les paysagistes ont souffert d'un manque d'intégration dans les équipes de projet, de nombreux travaux ont fait le constat d'une meilleure intégration et de la fin de l'hégémonie des architectes et urbanistes comme décisionnaires uniques (Cormier, 2015).

La question de la prise en compte correcte des enjeux de biodiversité se pose donc au vu de la responsabilité que la profession s'autoattribue. D'autant que d'autres acteurs, notamment scientifiques, semblent rejeter la capacité des approches sensibles à rendre compte correctement des enjeux environnementaux, et à définir des modalités de prise en charge des systèmes écologiques complexes. Ces acteurs scientifiques opposent volontiers le domaine symbolique et subjectif du paysage, acceptable tant qu'il se restreint au public humain, aux approches scientifiques qui ont mandat pour parler au nom des écosystèmes (Dubost, 2010). S'il y a pu avoir chez certains paysagistes une tendance à survaloriser les motifs et l'esthétique par rapport aux fonctions écologiques. La logique de ces professionnels doit être comprise comme un retournement de cette opposition (Rode, 2023). L'intégration des enjeux écologiques et de biodiversité est réalisée à partir des informations scientifiques et dans une optique d'écologisation réelle de la ville ; peu de paysagistes relèguent la nature à un seul décorum urbain aujourd'hui (Rode, 2023). Cette intégration passe par un travail sur la palette végétale, une attention portée à la pédofaune (les animaux du sol), au réemploi. L'enjeu technique et de maîtrise n'est pas au cœur du métier de paysagiste aujourd'hui, et les professionnels sont parfois prêts à laisser une place à la libre évolution au sein des paysages qu'ils conçoivent. Néanmoins, ces ambitions sont toujours subordonnées à une réflexion sur les usages sociaux, les dimensions culturelles (Morin *et al.*, 2014, Rode, 2023). L'écologisation de la profession est manifeste lors de la lecture des revues professionnelles (Dacheux-Auzière and Petit-Berghem, 2017). Les considérations écologiques croissantes autour de la conception et la gestion des espaces arborés ont été concomitantes de l'amélioration de l'acceptation sociale de ces nouvelles formes de natures par les citoyens. Cette inversion du modèle culturel est à mettre en lien avec les contraintes environnementales et d'irrigation liées au changement climatique notamment.

2.2.4 Urbanistes

À l'inverse des paysagistes ou des architectes,

l'accès au titre d'urbaniste n'est pas protégé par un dispositif corporatiste ni par un titre professionnel ; elle est de fait revendiquée par des profils divers (Rode, 2023). On retrouve des urbanistes dans les différentes parties prenantes d'un projet d'aménagement public. Celles-ci endossent chacune des responsabilités au sein des projets de construction publique tels que définis par la loi MOP (*Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée*, 1985), dans un modèle linéaire où s'enchaînent les séquences de programmation, conception et réalisation (Blanchard, 2018). La Maîtrise d'Ouvrage (MOA), commanditaire ou propriétaire du projet, définit ses besoins, ses objectifs et ses contraintes puis assure le suivi global du projet. La Maîtrise d'œuvre (MOE) est responsable de la conception et de la réalisation technique du projet ; elle apporte une réponse architecturale, technique et économique. Tenu à un devoir de conseil pour garantir l'évitement des risques financiers, techniques et juridiques liés au projet pour le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre assure la direction et le suivi des travaux. L'entreprise de travaux réalise les travaux d'aménagement nécessaires à la concrétisation du projet. L'assistance à Maîtrise d'Ouvrage (AMO), au statut non défini réglementairement par la loi MOP, assiste le maître d'ouvrage dans la gestion et le suivi du projet ; elle apporte généralement une expertise supplémentaire lors de l'appui au pilotage du projet, à sa contribution dans l'élaboration des scénarii, la consolidation du besoin, etc.

Les évolutions des pratiques associées à la gestion de l'eau, des solutions grises (de génie civil) des années 70 jusqu'à l'emploi des solutions fondées sur la nature (bassin de pluies, noues, etc.) sont les premières manifestations de l'écologisation de leurs pratiques. D'autres thématiques comme le changement climatique ou le renouveau de la planification autour des mobilités douces ont agi comme leviers dans la meilleure prise en compte des enjeux environnementaux. La vision des urbanistes sur ces enjeux est holistique plus que territoriale. Elle se base sur l'accumulation d'expertises diverses qu'il s'agit d'intégrer (Rode, 2023) et se déploie à des échelles d'analyse variées, allant du bassin de vie métropolitain au projet très local comme le parking. Ainsi, la biodiversité a tendance à être appréhendée comme une composante parmi d'autres enjeux environnementaux, sans toutefois être un élément de décor comme elle l'a pu l'être jusqu'à la fin des années 2000. Sur l'exemple de la connectivité écologique, l'importance du caractère stratégique d'un patch peut avoir du mal à être valorisée par ces approches du fait de la faible taille relative du patch par rapport au projet.

Plusieurs freins s'opposent à une écologisation au sens large, c'est-à-dire à un questionnement des pratiques au prisme de changements ontologiques (Latour, 1995). L'usage anthropocentrique de la ville n'est généralement pas remis en question ; et le questionnement au prisme de nouveaux enjeux va assez rapidement braquer une portion non négligeable des professionnels, pour qui les débats deviennent déraisonnables (Rode, 2023). Cet état de fait peut être éclairé par la responsabilité de la maîtrise des coûts des projets qui leur est attribuée. L'intégration des nouvelles considérations est conditionnée par le fait qu'elles ne doivent pas entrer en conflit avec l'essence même du métier d'urbaniste. Celui-ci consiste à ne faire primer aucun élément particulier, mais bien à tous les équilibrer (Rode, 2023). Les urbanistes peuvent donc être amenés à utiliser le langage économique comme un langage d'arbitrage commun, déployant par exemple des méthodes d'évaluation des services écosystémiques par les prix hédoniques (Ducros and Paul, 2011, Rode, 2023). La défense de la biodiversité qui parfois prône l'incommensurabilité des valeurs intrinsèques du vivant (Purser *et al.*, 1995), donc son incompatibilité avec le plan économique, peut ainsi provoquer un rejet de la part des urbanistes, car il ne devient dès lors plus possible de trouver un plan d'arbitrage. De même vis-à-vis du risque réglementaire liée à des espèces protégées, qui mettrait en péril tout le projet pour sauver quelques individus d'une espèce. Ce malaise découle aussi des injonctions contradictoires auxquelles les urbanistes peuvent être soumis. Les urbanistes doivent composer avec des Trames Vertes et Bleues qui définissent des orientations de manière très descendante (*top-down*), qui peuvent entrer en confrontation avec d'autres enjeux comme le développement économique, l'équité sociale ou la prise en compte des risques environnementaux (inondations, glissements de terrain, etc.) [Cormier, 2015]. Ils peuvent aussi être en contradiction avec des exigences de densité mises au cœur des politiques urbaines justement pour des raisons environnementales (réduction de l'étalement urbain par exemple).

2.2.5 La commande publique et privée et les autres acteurs

Les équipes de MOA qui laissent peu de place aux écologues et paysagiste se retrouvent dans des situations délicates lors de l'évaluation des candidatures lors des passations de marché (Morin *et al.*, 2014). Les responsables du choix d'entreprises qualifiés sur les enjeux écologiques sont alors des architectes, qui pensent d'abord le projet par le bâti, ou les bureaux d'études VRD (Voirie Réseaux Divers) dont la conception de l'aménagement est avant tout technique (Rode, 2023). Les écologues ou paysagistes sont eux généralement affectés au service des espaces verts, qui ont une fonction de gestionnaire et sont peu investis dans les processus de planification urbaine (Morin *et al.*, 2016). Les autres professionnels du service gestionnaire peuvent d'ailleurs faire obstacle aux aménagements ambitieux pour la biodiversité. En première ligne face au mécontentement des riverains, ils sont soucieux de pouvoir disposer d'espaces gé-

rables, qui ne nécessitent pas de pratiques de gestion trop intensives en main-d'œuvre ou trop techniques. Malgré tout, les pratiques des gestionnaires ont évolué, intégrant des principes de gestion différenciée ou de libre évolution. Dans certains cas (villes de Rennes ou Montpellier par exemple), ces services étaient à l'origine d'expérimentations préalables à la mise à l'agenda des enjeux écologiques (Dacheux-Auzière and Petit-Berghem, 2017).

Trois autres types d'acteurs peuvent influencer la prise en compte correcte des enjeux écologiques. Les élus ne s'investissent pas forcément dans la défense de l'environnement, mais peuvent impacter en fixant des objectifs ambitieux (Rode, 2023). Les aménageurs (qui viabilisent le terrain et participent à la définition des lots vendus) et les promoteurs (maîtrise d'ouvrage qui a pour vocation de réaliser un bénéfice à la suite de la vente des lots construits) sont eux cités comme les principaux freins à l'écologisation des pratiques (Rode, 2023). En effet, la rentabilité financière reste l'orientation première pour ces opérateurs de la ville, et l'espace végétalisé à vocation publique sur le terrain ne peut pas être directement rentabilisé, bien qu'il participe à la valorisation du bien créée.

2.2.6 Les phases projet, des moments clefs pour la négociation et l'introduction des enjeux écologiques

Le projet urbain, formalisé au sein de la loi MOP, est aujourd'hui devenu le « standard de l'action, un passage obligé » (Claude, 2006). Il n'en reste pas moins une activité duale, qui tente dans le même mouvement de définir un morceau de ville tout en le faisant advenir (Arab, 2018). La démarche de projet reconnaît le contexte particulier propre à la création d'un espace urbain dans un système où les jeux d'acteurs sont complexes. L'incertitude inhérente à ce contexte limite la capacité des acteurs à déployer des raisonnements de long terme et entraîne une « rationalité limitée » (Arab, 2018). Cette dimension est prise en charge par la définition de processus d'anticipation, offrant de la latitude dans le cadrage du projet et surtout des opportunités de construire collectivement, itérativement un projet à partir d'ajustements entre parties prenantes (Blanchard, 2018). Les expertises sont donc systématiquement questionnées dans un cadre où le dialogue et la négociation sont primordiaux (Arab, 2004). Les dispositifs pour fournir des espaces de négociation et de décisions sont essentiels à la coopération d'acteurs organisés généralement en réseau. Lorsque les projets ne traitent pas des enjeux écologiques, comme c'est historiquement souvent le cas, travailler à l'échelle des formes architecturales et urbaines permet ainsi de dépasser les oppositions entre acteurs et de créer du compromis qui fait avancer le projet, c'est-à-dire qui permet de passer d'une étape à la suivante (Callon, 2001).

Le projet fait donc intervenir des acteurs dont l'identité est toujours négociée. La maîtrise d'œuvre est ainsi davantage une organisation de différentes spécialités professionnelles qu'une institution linéaire et hiérarchisée (Chadoin, 2002). Se conformer au projet en tant qu'expert d'une composante urbaine (VRD, Architecte des Bâtiments de France) ou écologique (les écologues) revient à être prêt à négocier son expertise. Face à l'expert se trouvent des acteurs qui s'assurent que l'expertise ne prend pas trop de place, qu'elle est intégrée comme les autres, que le projet reste cohérent. En ce sens, il s'agit d'un dispositif d'intéressement dont l'urbaniste est l'organisateur, de manière similaire aux dispositifs d'intéressement mis en place dans la recherche dont les scientifiques sont les organisateurs (Callon, 1986). Les grandes phases du projet, auxquelles prennent part les écologues à des degrés variés et sous des formes différentes, sont fixées par les dispositions de la loi MOP, abrogée en 2018, mais intégrée au Code de la commande publique (CCP).

D'après Rode (2023), la Phase d'étude préliminaire (EP) inclut les études de faisabilité et les études préalables qui visent à déterminer les grandes lignes du projet, les contraintes et les opportunités. Cette

phase amont des projets permet d'explorer toutes les modalités possibles de réalisation, en gardant à l'esprit la nécessité de minimiser les risques de rejet ultérieur (Arab, 2007). Elle est cruciale pour les porteurs d'ambitions environnementales et leur permet d'intervenir activement dans les discussions et de fixer des exigences élevées. Sous la responsabilité de la maîtrise d'ouvrage, le programme est défini. Cette activité, hautement stratégique, vise à déterminer la nature et le type d'activité du futur site. C'est sur la base de ce programme que sont prises les décisions d'engagement ou de renonciation au projet, intégrant éventuellement des considérations de biodiversité.

Les assistants à maîtrise d'ouvrage ou les maîtrises d'œuvre peuvent être consultés pour la réalisation d'études préalables, telles que des études d'impact environnemental. Dans ce contexte, l'écologue de projet participe à l'identification des enjeux du site et formule des prescriptions pouvant orienter le projet vers un bénéfice écologique net, par exemple par des actions de renaturation. Le recrutement et la contractualisation des écologues de projet dans les équipes de projet interviennent généralement à ce stade, une fois que le design du projet est mieux défini. Cette temporalité réduit la capacité de l'écologue de projet à orienter le projet vers des scénarios d'évitement, les contraignant souvent à se concentrer sur la réduction ou la compensation des impacts (Morin *et al.*, 2014).

À cette étape, l'écologue de projet se consacre à l'identification des impacts du projet, en complétant les approches documentaires par des études de terrain pour rédiger les études règlementaires. Les études de faune et de flore, ainsi que les demandes de dérogation pour les espèces protégées (si nécessaire), sont réalisées dans ce cadre. Cela concerne aussi bien les projets de moindre envergure, mais susceptible d'avoir un impact environnemental significatif (critères définis à l'annexe III de la directive 2011/92/UE, nécessitant un examen au cas par cas), que les études d'impact complètes pour les grands projets, tels que les infrastructures de transport linéaires, les extensions significatives de zones urbaines, les projets industriels ou énergétiques, et les projets de gestion de l'eau.

La phase d'affinage du projet et de fixation de la forme finale est assurée par la maîtrise d'œuvre. La phase d'Études d'Avant-Projet (AVP), divisée en sous-phases d'avant-projet sommaire (APS) et d'avant-projet définitif (APD), vise à préciser puis détailler les options techniques et architecturales retenues. L'avis éventuel de l'Autorité Environnementale peut amener l'écologue de projet de la maîtrise d'œuvre ou de l'assistance à maîtrise d'ouvrage à rédiger des documents détaillant les modalités de gestion des impacts potentiels, tels que le dossier de loi sur l'eau.

L'écologue de projet n'est plus seulement producteur de données écologiques insérées dans un cadre réglementaire ; ces données doivent être traduites en une véritable stratégie à l'échelle du projet et du contexte local. Il est crucial pour l'écologue de faire preuve de ténacité afin de maintenir la compétitivité des enjeux écologiques. La dimension conflictuelle du projet apparaît à ce stade, nécessitant parfois des interventions fermes face à des propositions non conformes aux exigences environnementales et sociétales actuelles, ou à des mesures compensatoires insuffisantes : « C'est des *workshops* hein, ça se passe autour d'une table, parfois on s'engueule, on n'est pas d'accord, on a des enjeux ou des envies contradictoires. » (Rode, 2023).

Il est attendu des écologues de projet un dépassement de la fonction qui consiste à rendre compte du mieux possible des enjeux écologiques en présence, et d'être capable de s'appropriier les logiques des autres acteurs pour être force de proposition. Les écologues de projet sont peu habitués à l'exercice et doivent intégrer une dimension créative souvent absente de leur formation initiale. Les non-humains qui servent de base à la collaboration révèlent ces discordances. Par exemple, la majorité des écologues maîtrisent les systèmes d'information géographique, dont le rendu graphique est une fonction secondaire par rapport à la puissance de calcul vectoriel ou raster. Les rendus cartographiques qu'ils peuvent produire identifient

avec précision les habitats écologiques, mais cette précision peut rendre l'objet peu appropriable par les autres acteurs du projet, réduisant ainsi son utilité dans un travail en commun. Les paysagistes et architectes utilisent eux des outils qui incorporent une dimension esthétique à la production, via le dessin ou la conception assistée par ordinateur, et qui permettent aux acteurs de se projeter même sans trop de bagage technique.

Ainsi, si les écologues sont désormais considérés comme des acteurs à part entière du projet, malgré des parts encore relativement modestes dans le processus intellectuel global, leur manque de culture projet (Rode, 2023) ainsi que le manque de culture écologique des autres partenaires constitue la principale entrave à ce stade.

La période de projet suivante s'ouvre alors par la constitution du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE), qui consiste à rassembler les documents nécessaires pour permettre le choix de l'opérateur économique qui sera chargé des travaux. Les dépôts de permis de construire, les travaux de viabilisation puis de construction sont réalisés sous la supervision de la maîtrise d'œuvre lors de la phase d'Assistance pour la passation des Marchés publics de Travaux (AMT) et de Direction de l'Exécution des Contrats de Travaux (DET). L'écologue intervient dans le cadre de la séquence ERC. Il ou elle constate la présence éventuelle d'espèces protégées sur le chantier pour procéder à leur évacuation ou à la mise en place de mesures de protection et identifie les potentiels pièges pour la faune. La réalisation d'un suivi de chantier permet de s'assurer de l'absence d'impact négatif, ou de l'installation d'espèces protégées sur le chantier (Tock, 2021). Il peut aussi sensibiliser les différents acteurs travaux, et lister les bonnes pratiques liées à la biodiversité en amont, pendant et après le chantier dans le cahier des clauses environnementales (Chauvigné *et al.*, 2019). Le chantier est le temps de nouveaux arbitrages qui peuvent revoir à la baisse les ambitions environnementales au profit des délais, des contraintes techniques ou financières. Les travaux sont ensuite réceptionnés lors de l'assistance aux opérations de Réception (AOR) : leur conformité est contrôlée, puis les éventuelles réserves sont levées.

Les nouvelles installations sont enfin soumises à exploitation, c'est-à-dire mises en service. L'écologue a encore un rôle à jouer à ce stade, particulièrement si le chantier a fait l'objet de mesures compensatoires *in situ*. L'écologue peut ainsi être chargé du suivi du fonctionnement écologique des milieux, pratique qui reste malheureusement encore trop rare (Salès, 2023), d'inventaires naturalistes, de suivis ou d'animations à destination de la population pour favoriser l'accompagnement. Dans les faits, ces interventions sont extrêmement rares, et une imputation de l'écologue à ce stade peut entraîner des conflits avec les gestionnaires.

2.2.7 La dimension conflictuelle au cœur du projet

La dimension conflictuelle soulignée plus haut constitue une dimension fondamentale de l'approche projet, dans la mesure où celle-ci est perçue comme un espace de « négociation médiée » (Hall, 2006). Les acteurs qui en ont la charge, les urbanistes, n'agissent pas comme des acteurs indépendants ni neutres, mais défendent le processus en lui-même. La capacité à manifester son désaccord, puis à se raviser ou non, à faire évoluer sa position au profit de l'avancement du projet, est valorisée. Il est en effet nécessaire d'arriver à arbitrer entre les contraintes qui interviennent depuis trois sources de complexité majeures (Romon, 2019). La première source est constituée des contraintes physiques du contexte et de la nécessité d'intégrer le projet dans son environnement. À cet égard, l'écologue de projet intervient en tant qu'expert, capable de réduire le niveau de complexité. Les éléments sont nombreux et surtout en interaction les uns avec les autres : qualité du sol et du sous-sol, contraintes physiques, existence de nuisances, de risques, contexte réglementaire. L'expert écologue doit pouvoir procéder à la traduction dans un dossier

intégrateur de l'ensemble de ces éléments, tout en laissant afférentes les clefs de compréhension pour la Maîtrise d'ouvrage, la maîtrise d'œuvre et les services règlementaires. Les deux autres sources de complexité sont davantage prises en charge par les urbanistes. La nature du programme et la spécificité du projet impliquent de pouvoir faire coïncider la multiplicité des fonctions, l'adaptabilité et la modularité des espaces, les niveaux de performance et d'innovation attendus, la technicité des installations, et de les traduire en éléments compréhensibles au sein des autres documents. Dernière source de complexité, les exigences contractuelles se manifestent à travers les sujets d'organisation de la maîtrise d'ouvrage, de qualité du programme, de phasage des études et travaux ; des exigences économiques, des conditions spéciales, etc. Faire primer une des sources de complexité sur les autres nuirait à la bonne tenue du projet ; et c'est par exemple ce que reprochent les écologues ou les paysagistes aux promoteurs, par la préemption des considérations financières sur tout le reste (Rode, 2023).

L'opposition⁵ est une étape nécessaire pour permettre la confrontation des éléments stabilisés de manière intermédiaire à partir de ces trois sources, qui redeviennent fluides lors de l'échange. Il doit donc davantage être considéré comme un mécanisme normal de confrontation que comme une dimension perverse de la structuration du projet (Rode, 2023). Or, les écologues reconnaissent eux-mêmes que cette dimension n'est pas une composante de la manière dont ils conçoivent leur profession (surtout à la sortie de leurs formations), et qu'ils se retrouvent alors dans des positions gênantes. L'impression d'agir comme un grain de sable dans le rouage du projet peut aussi inciter à camper sur ces positions pour défendre les enjeux écologiques coûte que coûte, ce qui se révèle contre-productif (Picot, 2024). L'une des stratégies des écologues consiste alors à ouvrir les enjeux écologiques en déployant des concepts qui s'inscrivent dans des approches holistiques. Cela permet de souligner leur capacité à déplacer leur regard et à s'inscrire dans la logique du projet : « [Il faut] établir des préconisations qui soient étayées le plus possible par des données scientifiques et qui mettent en avant les intérêts systémiques : pour la santé, la qualité de vie, l'attractivité du territoire, etc. » (Laura Albaric, écologue dans une municipalité en Île-de-France) [Picot, 2024]. Il s'agit aussi d'influencer et de se laisser influencer par les acteurs du projet pour être capable de changer de perspective : ainsi Mathilde Billon, écologue au sein des services de la ville de Rouen, mentionne la réalisation de diagnostics environnementaux, une veille juridique et réglementaire, l'élaboration de plan de gestion, la formation théorique de jardiniers théoriques internes, et des actions de sensibilisation à destination des programmistes et des publics (Picot, 2024).

2.2.8 Le fonctionnement interprofessionnel

Au-delà de l'effet induit par l'approche projet sur les relations entre praticiens de l'urbain, les différences entre les cultures professionnelles entraînent des conséquences sur l'action en commun. Paysagiste et urbaniste travaillent aujourd'hui de concert (Rode, 2023), les premiers intervenants de manière ponctuelle, généralement dans les phases de conception, regrettant comme les écologues une implication parfois tardive et post-programmation. Les deux approches partagent le projet comme composante constitutive de leur identité professionnelle (projet de paysage ou projet urbain), valorisant dans ce cadre le processus d'harmonisation. De plus, ils conçoivent des projets destinés avant tout à l'humain, même s'il est possible de trouver sur internet quelques entreprises — américaines uniquement — qui affichent explicitement le terme écocentrique (*ecocentric*) ou biocentrique (*biocentric*) sur leur site. Les concepts majeurs du paysage ont par ailleurs infusé chez les urbanistes jusqu'à la formulation d'une proposition opérationnelle

5. Si cette opposition comprend une dimension conflictuelle, on évitera d'employer le terme de conflit qui est souvent mobilisée dans un contexte de « conflit d'aménagement ». Ce dernier oppose acteurs internes du projets avec des acteurs externes non associés à la gouvernance (Lecourt, 2003, Subra, 2016). Ces conflits d'aménagement engendrent souvent des ruptures de dialogues, ce qui va à l'encontre du but affiché par la confrontation, mécanisme régulé entre acteurs de projet. A mettre dans le texte, au moins pour ce que tu juges le plus important.

qui fait du paysage une de ses dimensions propres : le *landscape urbanism*. Cette approche, apparue en 1997 (Leger-Smith, 2013), développe une vision du territoire ancré dans les dynamiques des processus écologiques et sociaux dans lequel il est ancré, et met en avant l'importance du site (Leger-Smith, 2013, Cormier, 2015). Elle pense la ville dans une « lenteur obligée » (Desvigne 2009 dans Cormier 2015). Ce type d'approche profite pour se développer du désintérêt qui a longtemps prévalu des écologues pour la planification de la ville (Leger-Smith, 2013).

Des formations conjointes entre urbanistes et paysagistes existent par ailleurs. En 1991, l'université de Provence se dote d'un IUP « environnement, technologies et société », au sein duquel naîtra l'année suivante le DESS PARME qui affirme deux principes centraux : la formation à la MOA de paysage et une approche territorialisée sur les spécificités du pourtour méditerranéen. (Consalès *et al.*, 2022). Transformé en master Paysage et aménagement en 2008, le cursus vise à former des opérateurs de l'urbain avec une solide culture du paysage, qu'ils soient maîtrise d'œuvre ou maîtrise d'ouvrage. La formation fait la part belle à la pratique, et défend une approche écologique de l'aménagement du territoire et de l'urbanisme. Aujourd'hui devenu le parcours Projet de Paysage, Aménagement et Urbanisme (PPAU), elle considère le paysage comme « le moyen, le fondement et la finalité de la réalisation des documents de planification et d'urbanisme » (Consalès *et al.*, 2022). Il est aussi possible de citer le Master Urbanisme : Paysage, Évaluation environnementale et Projet de Territoire de l'université de Bordeaux-Montaigne.

Les cursus qui regroupent paysage et écologie existent (par exemple l'École de la Nature et du Paysage de l'INSA Centre-Val de Loire), mais rares sont ceux qui font de l'écologie du paysage une des centralités des approches écologiques. Pourtant, l'écologie du paysage est une des sous-disciplines de l'écologie qui s'attachent le plus à intégrer les composantes historiques, culturelles et patrimoniales de son objet d'étude. Réciproquement, la pratique de projet de paysage peine à se connecter la sphère universitaire. La littérature scientifique écologique est peu accessible financièrement, linguistiquement et culturellement, et la science du paysage fait l'objet de peu de doctorats. L'École Nationale Supérieure du Paysage, à Versailles, est le plus actif parmi les 5 établissements qui accordent des doctorats en sciences du paysage. Elle a permis la soutenance de 42 thèses en 28 ans, soit 1 à 3 par an. Enfin, les différences de pratiques métiers entre paysagistes et écologues sont manifestes internationalement (Grose, 2014).

Dans les faits, des rapprochements se sont tout de même produits, même si les collaborations sont loin d'être systématiques (Rode, 2023) : une part importante des écologues s'est approprié l'échelle du paysage suite au travail de pionniers (Long, 1969, Forman and Godron, 1986), et les paysagistes ont intégré les enjeux écologiques sans les considérer comme des variables d'ajustement. (Morin *et al.*, 2014). Les écologues qui ont l'expérience du projet sont aujourd'hui plutôt bien intégrés dans les équipes des maîtrises d'œuvre ou de maîtrise d'ouvrage (Rode, 2023).

Les relations entre urbanistes et écologues sont aussi fréquentes, mais plus souvent imposées par la réglementation que réellement volontaires. En cause, non seulement l'aspect « culture projet » mentionné précédemment, mais aussi le risque que ces derniers empêchent le projet d'advenir, du fait de leur capacité à identifier des enjeux environnementaux qui seraient fatals pour un projet (par exemple la présence d'espèces protégées) [Rode, 2023]. Le coût de l'expertise écologique est jugé trop important par les urbanistes, éloignant les écologues des petits projets, qui représentent pourtant la majorité des impacts environnementaux (Padilla *et al.*, 2020).

2.2.9 Les supports de l'écologisation

De la même manière qu'ont pu être mentionnés les supports graphiques, la question de la traduction des expertises sur des supports matériels est fondamentale pour permettre une discussion en commun et une réduction de la complexité. Les techniques, les sciences ou la réglementation emploient classiquement ces « mobiles immuables » (Latour, 2006) qui permettent de faire passer de l'information d'une forme à l'autre tout en préservant les informations qu'ils contiennent (Akrich *et al.*, 2013). Ces supports sont aussi essentiels au projet, pour faire passer les enjeux biologiques entre les mains des différents acteurs, du relevé d'observation naturaliste au graphique, puis au paragraphe dans un dossier réglementaire, jusqu'à la modification du plan de masse du projet, etc. Les outils des écologues reposent notamment sur la cartographie ainsi que sur l'emploi de métriques, et sont déjà le résultat de traductions à partir de la littérature scientifique. Les métriques captent les propriétés du projet à un degré compréhensible par tous les acteurs (Pech *et al.*, 2024) : densité d'arbres par unité de surface, surface dite perméable, diversité des milieux végétalisés (calculée à partir des strates par exemple). Elles sont parfois regroupées en indices, valeur unique dont l'évolution peut être suivie tout au long du projet lorsque celui-ci évolue (Salomon Cavin, 2021). Il s'agit donc de changer le projet dans ses marges et non dans sa nature même. Les dispositifs en faveur de la biodiversité sont proposés comme des supplétifs, et rares sont les possibilités de concevoir de réelles alternatives aux typologies de projet habituelles : présence de places de parkings, formes de l'habitat, etc.

Certains indices, conçus par des chercheurs conscients de la faible implication des écologues par les maîtrises d'ouvrages, visent à rendre compte de la biodiversité qui pourrait être observable suite à des études de terrain (Salomon Cavin, 2021). L'identification des enjeux pourrait alors inciter les MOE ou MOA à contractualiser une prestation intellectuelle avec un écologue pour s'assurer de l'absence de risques liés à la biodiversité, ou pour capitaliser sur sa présence. D'autres indicateurs s'inscrivent directement dans la stratégie de responsabilité sociale des entreprises. Ils permettent d'améliorer les performances financières et sociales, en s'intégrant dans les logiques de communications ou de benchmark, sur le sujet de la gestion des sites par exemple (Pech *et al.*, 2017, 2024).

La réglementation constitue un autre support permettant de procéder à l'écologisation des pratiques, cette fois-ci principalement des urbanistes. En sus de la loi Grenelle 2, la loi ALUR a déployé de nombreux dispositifs visant à la lutte contre l'artificialisation des sols, tels que le coefficient de biotope par surface (CBS) [*LOI n° 2014-366 du 24 mars 2014 pour l'accès au logement et un urbanisme rénové (1)*, 2014]. Cet outil, déjà utilisé à l'étranger depuis les années 1990, mesure le ratio entre la superficie de surfaces dites écologiquement efficaces et la superficie totale de la parcelle considérée. Le caractère contraignant du ZAN (zéro artificialisation nette), introduit par la loi pour la reconquête pour la biodiversité, est réaffirmé par la loi climat résilience de 2021 (Bayette *et al.*, 2021).⁶ Il indique que les documents de planifications doivent être revus dans un délai imparti pour adopter les nouvelles exigences vis-à-vis du taux d'artificialisation acceptable par rapport à leurs tendances historiques. Il s'agit de diminuer par deux le taux d'artificialisation moyen, c'est-à-dire la réduction de l'utilisation des espaces naturels, agricoles et forestiers (ENAF) du territoire, qui a eu cours sur les dix années précédentes. Les fonctionnalités rendues par le sol sont intégrées à la réflexion, avec l'introduction des trames brunes c'est-à-dire du maintien de la continuité écologique des sols (Vincent *et al.*, 2021), ou le fait que les mesures ne portent plus sur des surfaces, mais sur des volumes de sols artificialisés. Néanmoins, la définition de ce qui constitue une zone artificialisée fait débat, car le terme ne faisait pas l'objet de définition juridique à la sortie du décret. Flégeau (2020) note qu'imperméabilisation et artificialisation sont encore régulièrement

6. La loi a néanmoins été révisée depuis, provoquant une avalanche d'oppositions de la part de députés issus de juridictions rurales. Ceux-ci ont dénoncé, de manière plus ou moins justifiée, une « glaciation des villes moyennes ». (Desjardins, 2024)

confondues. Un sol imperméabilisé ne permet pas l'infiltration de l'eau dans les zones sous-jacentes. Les jardins de particuliers sont des espaces perméables s'ils sont végétalisés, mais leur composition biotique dépend foncièrement de l'entretien humain, et ces espaces peuvent donc être considérés comme artificiels. La nomenclature fixée par le décret 2023-1096, qui classe comme espaces non artificialisés les « Surfaces à usage de cultures dont les sols sont soit arables ou végétalisés (agriculture), y compris si ces surfaces sont en friche, soit recouverts d'eau (pêche, aquaculture, saliculture). ». Un nouvel exemple de cette confusion tandis que le ZAN est censé s'appuyer sur celle-ci. Les espaces de culture sont en effet des agrosystèmes directement entretenus et dépendants de l'action anthropique, et sont donc artificiels.

La contrainte réglementaire est donc vue comme un atout, une « carte joker de l'environnement » (Rode, 2023). Néanmoins, l'efficacité de l'arsenal juridique et normatif reste pourtant questionnée, à la fois par les urbanistes qui dénoncent une accumulation de normes contre-productives, et par les écologues qui notent les trous dans la raquette de l'étude d'impact.

Des démarches de *soft law* permettent aussi d'inciter les commanditaires à développer des projets vertueux écologiquement, par conviction réelle ou pour des questions d'image (Rode, 2023). La certification et la labellisation s'adressent surtout aux concepteurs de bâtiments, et prennent rarement en compte les espaces non bâtis du site. Il existe des exceptions, comme BREEAM, approche développée au Royaume-Uni dans les années 1990 qui insiste sur la composante biodiversité. D'autres démarches se veulent territorialisées, voire participatives, comme le label Effinature apparu en 2009, qui entend être un outil d'intégration de la biodiversité lors du processus constructif. Analytique et disposant d'un cahier des charges aux entrées incontournables, il s'appuie sur les enjeux réglementaires pour établir un niveau de performance. Biodiversity est un label qui apparaît en 2013, et qui fixe davantage des objectifs de moyens que de résultats, dans une optique d'appropriation du sujet par la sphère de l'urbain : écologue impliqué des phases les plus amont du projet et réalisant des visites de chantier et des suivis lors de la phase d'exploitation, incitation au dialogue dans la phase conception, etc. D'autres démarches environnementales ou cadres de références complètent ce tableau : démarches HQE, les labels écoquartiers, ou d'écojardin, etc. (Cormier, 2015).

Les résultats de l'écologie du paysage liés aux modélisations des réseaux écologiques et aux analyses de la connectivité sont peu intégrés autrement qu'au sein des TVB déjà évoquées. Le caractère bâti des villes définit le trait de ces trames en milieu urbain, qui placent alors davantage l'accent sur des pratiques de gestion écologiques ou différenciées plutôt que sur des directives en termes d'aménagement de l'espace (Cormier and Kenderesy, 2013). Les guides d'« écoconception » ou les collaborations vertueuses se déclinent surtout autour de stratégies à l'échelle du bâti. Par exemple, en collaboration avec la LPO, la ville de Toulon a intégré des nichoirs pour les martinets sur des façades de bâtiments de la ville (Dubourg, 2023).

2.3 La multiplicité des mondes écologiques de l'urbain

2.3.1 Des relations multiples et sur des modes différents

La multiplicité des rapports à la nature urbaine se manifeste dès qu'une controverse apparaît dans l'espace public. Ces controverses impliquent des catégories stabilisées dans la sphère scientifique, mais qui une fois en dehors se retrouve détissées, requestionnées et appropriées différemment par des acteurs hors de la sphère académique. Glatron *et al.* (2021) relatent ainsi les contestations et les marchandages que créent les Tortues de Floride (*Trachemys scripta elegans*), présentes dans les parcs urbains de Strasbourg.

Ces espèces envahissantes mettent en péril les populations de tortues autochtones comme les cistudes d'Europe (*Emys orbicularis*), en occupant mieux leur niche écologique, occasionnant ainsi une compétition asymétrique (Cadi and Joly, 2004). Les différentes parties prenantes engagées dans la gestion des parcs ne sont pas parvenues à s'accorder sur la manière de régler le problème que ces tortues occasionnaient. Des affrontements ontologiques se cachent derrière des opinions que l'on pourrait croire plutôt a priori alignées. Surtout, les mandatures s'inversent ; les citoyens n'hésitent pas à mobiliser de l'écologie scientifique alors que les naturalistes n'hésitent pas à s'en passer. Les premiers soulignent l'importance d'avoir des espèces animales en ville pour la reconnexion à la nature. Les seconds mobilisent des arguments, mais relevant plutôt de l'écologie politique : « la ville, en acceptant des espèces invasives par excès d'interventionnisme, ne gère plus que la nature dénaturée, réduit un jardin ou un zoo » (Glatron *et al.*, 2021). Certains usagers du parc, ne sachant pas différencier les taxons, ne perçoivent simplement pas le problème. Le naturaliste juge le caractère favorable de l'espèce à partir des fonctionnalités qu'elles rendent ; les agents à partir de la capacité de les gérer. Enfin, les individus, les tortues elles-mêmes, exercent une relation existentielle : elles sont, elles se reproduisent, elles se nourrissent, elles survivent. Chacun semble impliquer les tortues de Floride dans des manières d'exister particulières, qui peuvent s'affronter directement ou se jouer sur des plans différents. La résolution du problème, qui existe pour certains acteurs, nécessite d'intéresser toutes les parties prenantes et de parvenir à déployer un même langage. Ce langage doit disposer de non-humains (documents, concepts, procédures) procédant à la traduction de manière suffisamment stable dans le temps pour que les acteurs puissent fonctionner ensemble. En leur absence, le risque est grand de voir les dissensions aboutir à la rupture. En témoigne le départ de deux partenaires du groupe de recherche à Strasbourg.

2.3.2 Des rapports à l'environnement encadrés et soutenus par des non-humains

Cette « profusion de relations diverses, ambivalentes et pluri directionnelles » (Glatron *et al.*, 2021), voire « enchevêtrées » (Tsing *et al.*, 2020), apparaît chaque fois que la nature se manifeste en ville. Elle est visible lorsque les non-humains qui sous-tiennent et cristallisent le type de relation ne sont pas assez stables : les relations entre l'humain et les espèces animales font par exemple intervenir des éléments idéels et matériels. Lorsque l'animal est présent ou simplement évoqué, des concepts des références idéelles issues de l'éducation ou de l'expérience, ainsi que et des médiations matérielles liées au contexte, à savoir les non-humains à proximité et leur agencement, sont mobilisées pour donner du sens à l'interaction (Capon, 2022). Si ces différents non-humains s'opposent, ou s'ils formulent des injonctions contradictoires, il est très difficile d'anticiper les réactions de l'humain qui peuvent alors prendre plusieurs formes. Au contraire, plus il y a d'éléments idéels ou matériels (ces derniers étant plus durables par nature) susceptibles d'intervenir au moment où la relation se joue, plus celle-ci aura tendance à être stable, c'est-à-dire à tenir dans le temps et à être répétée. Même la relation de dégoût au pigeon, qui semble être très partagée parmi les cultures, est en fait une invention récente et locale issue d'un travail de construction social qui s'appuie sur 100 ans de dénégation journalistique (Jerolmack, 2008), sur des chansons populaires (*Tom Lehrer — Poisoning Pigeons In The Park*, 2007) et sur le renouvellement des petites plaquettes rappelant qu'il ne faut pas les nourrir. Ces non-humains sont suffisamment stables, ensemble, pour mettre au ban de la société tous ceux qui oseraient déployer des attachements à ces animaux. Pour assouplir leur puissance d'action, leur agentivité, il faut s'appuyer sur d'autres, non-humains, qui s'autorisent à rouvrir pas à pas chacune des relations. Ainsi le guide « Le pigeon en ville — Écologie de la réconciliation et gestion de la nature » (NatureParif, 2011) parcourt notamment l'écologie du pigeon, sa dimension symbolique ou les relations historiques qu'il a entretenues avec l'homme.

Un second exemple de la médiation de nouvelles relations, après les tortues de Floride, apparaît sous la plume de Gabillet *et al.* (2021). Les autrices présentent les conséquences pour des jardiniers de leur intégration à un programme de sciences participatives consacré aux papillons. Ces derniers indiquent retirer du plaisir, et soulignent le rôle du programme dans le développement de nouveaux liens avec leurs collègues. La conception même de leur pratique est réévaluée, et les jardiniers affirment s'ouvrir aux besoins de ce vivant sauvage. Le programme de recherche est ici l'acteur qui autorise le chemin de changement. Les gestionnaires impliqués souffrent en effet d'une légitimité interne et externe fortement contestée : perte de temps, pas de compétence, etc. En disposant de protocoles suffisamment solides, le programme de recherche permet de démontrer la stabilité de la pratique scientifique, c'est-à-dire d'accorder une légitimité aux jardiniers en empêchant sa remise en cause. La banalisation de jours dédiés au programme permet quant à elle aux jardiniers de disposer d'une structure organisationnelle précisée donc solide, et d'éviter un tiraillement entre injonctions au résultat et manque de moyens.

2.3.3 Quelle prise en charge par l'écologie ?

La science écologique contribue à la description du réseau de relations homme-environnement sans forcément parvenir à le décrire dans son entièreté. Si elle s'en est parfois donné le but, les moyens (méthodes, outils, cadres d'analyse) dont elles se dotent sont extrêmement performants pour l'analyse des cycles et flux biogéochimiques, mais peu adaptés à capter la multiplicité du social. Les différentes sous-disciplines de l'écologie s'appuient sur des capacités d'objectivations spatiales et temporelles ; elles partent de non-humains définis à des échelles fixées, des écosystèmes dans lesquels évoluent des espèces aux jardins, pour isoler les relations systémiques entretenues par les composants de ces échelles. Certaines recherches ont l'ambition d'intégrer la multiplicité d'interdépendances entretenues entre les humains et les composantes de l'écosystème. Or, ces dernières s'appuient sur « des chaînes de relation plus longues et des sous-réseaux plus denses, et ne se limitent pas à la délimitation spatiale du jardin » (Levé, 2021) ou de toute autre échelle focale. Trop de choses qui n'appartiennent pas au monde du jardin existent pour faire tenir la relation au jardin. L'autrice propose d'intégrer l'étude de ces nouveaux objets, non écologiques par définition, dans la constitution d'un nouveau paradigme, « l'écologie avec la ville » ou *ecology with the city*. Ce champ d'études semble immense, peut être trop vaste pour un champ qui doit aussi se donner les moyens d'étudier les processus écologiques de manière fine et localisée. Réciproquement, les pratiques de recherche qui s'attachent à la description de ces réseaux hétérogènes, parmi lesquelles la théorie de l'acteur-réseau que je présenterai en chapitre 7, rendent assez mal compte des processus écologiques. La formalisation des relations au sein des écosystèmes est rendue possible par les boîtes à outils opérationnelles des scientifiques écologues, structurées à partir de méthodologies, d'outils et de pratiques. Plus ces outils doivent se déployer sur un spectre large, plus il est nécessaire de payer un coût important, comme il sera possible de le voir dans le contexte d'aménagement des gares dans le chapitre suivant. La possibilité d'une formalisation dépend donc avant tout de la stabilité des outils qu'il est possible de concevoir. Plus l'hétérogénéité entre les éléments que le cadre ambitionne d'intégrer est grande, plus il sera nécessaire de faire preuve de créativité, de technicité et de convivialité pour réussir à prendre en charge correctement et simultanément ceux-ci.

Denis Couvet propose une piste d'outils potentiellement utile dans ce cadre. Il emploie le terme de « médiant » pour désigner l'ensemble des éléments qui peuvent être le support de relations nouvelles et fécondes, des « agencements transhumains capables de matérialité vitale » (Couvet, 2021). Cette définition regroupe les différents non-humains identifiés jusqu'ici, qui soutiennent les interrelations entre humains et objets écologiques. Combinaisons d'entités matérielles, des représentations et des institutions humaines, ils assurent stabilité, prévisibilité et ajustement aux espèces, à la biodiversité ou aux autres

enjeux écologiques et environnementaux (climat habitable, pollinisation, etc.). Les médians ont pour but de permettre la continuité existentielle en s'appuyant sur la création de relations diverses. Ils ne forcent pas le mode de relation, mais en permettent plusieurs.

2.4 Conclusion du chapitre

L'urbanisation de l'écologie et l'écologisation de l'urbanisme ont fait apparaître la figure centrale et double de l'écologue. D'une part se trouve l'écologue scientifique, qui s'attache à décrire, puis à prendre en charge du mieux possible le vivant non-humain de la ville. De l'autre l'écologue de projet tente de retraduire toute cette matière, mais son action est bien souvent circonscrite à la description a-sociale des écosystèmes, cette compétence revenant aux autres acteurs du projet. Les choix effectués dans ses pratiques de recherche ou dans les traductions lors du projet d'aménagement sont cruciaux. Dans la recherche, le pas de l'intégration des humains et de leurs relations aux écosystèmes a désormais été franchi par l'écologie urbaine. Les outils dont elle dispose la cantonnent néanmoins à des focales spatialement inadaptées à l'espace du social. Au sein du projet, les écologues prennent le risque d'exclure la biodiversité en étant attirés par deux extrêmes opposés. D'une part, lorsqu'ils ne tordent (au sens positif, car la torsion implique de rendre flexible sans entraîner de déformation permanente) pas assez le fait scientifique, c'est-à-dire qu'ils ne le reformulent pas dans un langage compréhensible pour les autres acteurs, qu'ils ne le réexpriment pas au moyen d'un autre médiant, bien que cette nouvelle expression implique le risque de perdre de l'information scientifique. De l'autre, lorsqu'ils tordent trop le fait, écrasés par le poids du processus ou forcés de valider des pratiques aux effets parfois irrémédiables. C'est le cas lorsque leur proposition est dégradée face aux éléments plus coûteux ou plus techniques (bâti, voiries, réseaux)[Morin *et al.*, 2014], c'est-à-dire déployant des non-humains plus stables. Cette stabilité peut s'expliquer par leur caractère matériel, qui leur confère une persistance temporelle supérieure aux éléments conceptuels qui ont tendance à varier au fil du temps, et qui ont justement besoin d'éléments matériels pour s'assurer une persistance (le pense-bête est par exemple un élément matériel, durable, qui permet de raviver une idée plus susceptible d'évoluer le temps par exemple). Cette stabilité peut aussi être liée à des chaînes d'interrelation plus longues. Un fait scientifique supporté par des institutions académiques, des chercheurs, des microscopes, des articles scientifiques disposent par exemple d'une chaîne très longue, car tous ces éléments s'appellent les uns les autres. Mobiliser le fait, revient à mobiliser la chaîne de ces éléments ; et mobiliser le fait sans être capable de mobiliser cette chaîne n'offre à ce dernier que le titre d'opinion. Enfin, même si l'écologue de projet parvient à trouver le bon équilibre et à maintenir l'intégrité des éléments écologiques tout en leur trouvant une forme appropriable par les autres parties prenantes, conserver la biodiversité revient tout de même à sélectionner parmi les espèces en présence (Scapino, 2021).

Des politiques de convivialité, repensant l'écologie urbaine à l'échelle de ces deux figures, ont pu être proposées. Elles permettent déjà d'abandonner les prédicats normatifs, les biopolitiques trop classiques de la ville qui déplorent le manque de naturalité ou l'insanité de la nature urbaine, pour examiner la finesse des relations qui se jouent (Holm, 2012, Salomon and Granjou, 2021). Ces approches ont été néanmoins davantage reprises par les géographies plus qu'humaines (Chapitre 7), leur intégration dans l'écologie urbaine restant en émergence aujourd'hui (Salomon and Granjou, 2021). Ces approches mettent en leur cœur la question des justes manières de « parler au nom de », de porter la parole (Hinchliffe *et al.*, 2005). D'autres chercheurs recommandent de favoriser l'efficacité. Le concept de « service écosystémique » désigne par exemple l'ensemble des bénéfices que l'homme tire de la nature (Reid *et al.*, 2005). L'outil cherche moins à prendre la mesure fine des interrelations entre les urbains et les vivants, et déterminer leurs supports, leurs médians, qu'à se déployer comme outil de traduction rapide, efficace. En témoigne le caractère sommaire de la typologie des relations qu'il dépeint : services d'approvisionnement/production,

services de régulation, les services de support et les services culturels. En témoigne aussi sa propension à pouvoir subir immédiatement une autre traduction, bien plus risquée, car elle induit commensurabilité et substituabilité de ce qu'elle dépeint : sa monétarisation.

Pour évaluer les risques en jeu et pouvoir proposer des stratégies d'actions en commun intégrant la multiplicité des relations, plusieurs approches peuvent être développées. Sylvain Rode reprend par exemple le concept de *care spatial*, de Michel Lussault, pour essayer de dresser les contours de ce que devrait être l'urbanisme écologique : « une activité générique qui comprend tout ce que nous faisons pour maintenir, perpétuer et réparer notre habitat, les principes de notre cohabitation, de sorte que nous puissions vivre aussi bien que possible dans notre *œkoumène* » (Rode, 2023). La figure du diplomate de Baptiste Morizot se place aussi à l'échelle adaptée pour évaluer les enjeux de négociation et de porte-parole (Morizot, 2016). Tout comme les philosophies de paysagistes comme Gilles Clément qui appelle à « faire le plus possible “avec” et le moins possible “contre” » (Clément and Lhuillier, 2020). Ces approches doivent de plus faire la place à une conception adaptative qui implique des phases d'expérimentation, de suivis et d'évaluation des résultats (Morin *et*, 2016). Écologiser l'urbanisme et urbaniser l'écologie relève en fait d'un même mouvement : trouver les supports, les médians permettant de changer les ontologies sous-jacentes et autoriser à chaque fois l'implication des humains et des vivants non-humains dans des modes de relation guidés, mais non fixes, multiples, pour faire ensuite apparaître le commun.

Chapitre 3

Production et gestion des gares et quartiers de gare

Ce chapitre explore la notion d'urbanité à travers ses effets sur l'objet gare, et examine l'influence mutuelle qu'ont exercée les pratiques des acteurs ferroviaires et urbains. Contrairement à l'écologie urbaine présentée au chapitre précédent, le ferroviaire n'est pas né hors de la ville avant de s'y transposer. Tous deux ont coévolué depuis l'invention du rail, les lignes de train nécessitant des infrastructures et des plateformes plus ou moins développées et plus ou moins en cœur de ville pour desservir celles-ci. Dans ce chapitre, j'aborderai donc d'abord les conditions d'aménagement et de gestion de la gare ainsi que le système d'acteurs responsables, avant d'aborder le discours théorique qui s'est développé concomitamment des grandes évolutions de pratiques qu'il tentait de formaliser. La section 3.1 traite des acteurs impliqués dans la gestion des projets de gares et des villes, souvent interconnectés. La section 3.2 aborde les approches scientifiques utilisées par les chercheurs en aménagement et en architecture qui se sont attachées à décrire les motifs historiques de développement liant urbain et ferroviaire. La gare a aussi été prise comme objet d'étude par la sociologie pragmatique, profitant du caractère technique de ces espaces et du rôle particulier qu'y tiennent les humains. Enfin, la section 3.3 convoque la littérature sur les communs pour donner un exemple de la prise en charge collective d'un objet de nouveau multiple.

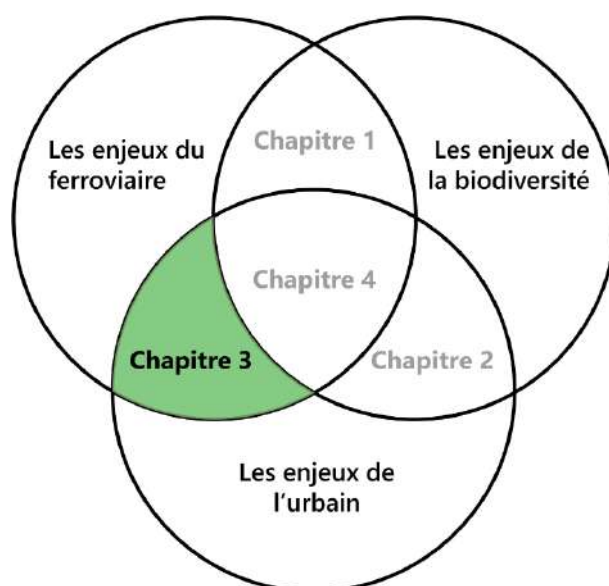


FIGURE 3.1 – Structuration du chapitre 3

3.1 Contraintes et enjeux de l'aménagement de la gare et de son quartier

Avant d'identifier les enjeux à la croisée du ferroviaire et de la ville, il est nécessaire de définir les acteurs ayant reçu mandat pour s'exprimer au nom de ces deux entités, bien que ces responsabilités aient été renégociées à plusieurs reprises. L'espace autour de la gare est alors marqué par une fragmentation spatiale du domaine de responsabilité des acteurs et l'apparition d'enjeux territoriaux et projectuels. Si l'impact négatif de la gare sur les enjeux écologiques du linéaire a été mentionné au chapitre 1, cet espace interfacial entre la gare et la ville peut jouer un rôle clef pour la constitution d'un réseau écologique s'étendant à la ville. Parallèlement aux opportunités écologiques, il est nécessaire d'évaluer les contraintes d'aménagement auxquelles il est soumis.

3.1.1 Fragmentation spatiale et fonctionnelle des compétences des acteurs responsables de la gare

La gare est une infrastructure technique destinée à l'exploitation ferroviaire ; son histoire, ses enjeux et problématiques sont intimement liés à celles de la SNCF, qui a subi plusieurs restructurations durant les dernières décennies. Les statuts légaux de l'entreprise ont aussi évolués. La société était composée d'EPICs (Établissements Publics à caractère Industriel ou Commercial) jusqu'en 2020, entités bénéficiant du statut de personne morale de droit public et auxquelles l'état délègue la gestion d'une activité de service public (Conseil d'État, 2018). À cette date, elle devient une Société Anonyme possédant plusieurs filiales. La forme actuelle de la SNCF est le produit de 3 scissions en 30 ans, qui ont redistribué les compétences et les responsabilités concernant l'activité ferroviaire. En 1982, la Loi d'Orientations sur les Transports Intérieurs (LOTI) fait de la SNCF une EPIC, statut qui rend pérenne la société d'économie mixte censée expirer à la fin de l'année. Quinze années plus tard, la première scission aboutit à la création d'un organisme en charge de l'aménagement du territoire et du développement du réseau : Réseau Ferré de France (RFF) [Adisson, 2015]. La décision fait suite à la transposition de législations européennes

qui requièrent l’assainissement des structures financières des entreprises de transport, insistant sur leur transparence (Directive 91/440/CEE du Conseil du 29 juillet 1991 relative au développement de chemins de fer communautaires, 1991). L’EPIC SNCF conserve quant à elle la responsabilité de la gestion de l’exploitation et de l’entretien de l’infrastructure. La restructuration ne parvient pas à remplir les objectifs fixés, d’autant que les deux entités développent au cours des années des philosophies différentes (Bruckert-Strzelczyk, 2018). RFF met en avant le caractère patrimonial et esthétique des ouvrages dans ses projets, là où le gestionnaire délégué de la SNCF opte souvent pour la rationalisation budgétaire. La situation est paradoxale, car la séparation des rôles de mainteneur (SNCF) et de financeur (RFF) conduit aussi à une absence de maîtrise des coûts. Une nouvelle réforme est alors votée.

La restructuration prévue par la loi n° 2014-872 du 4 août 2014 portant réforme ferroviaire entraîne l’apparition d’une nouvelle EPIC, SNCF Mobilités, cheffe de file pour l’exploitation commerciale liée aux transports. Elle intègre SNCF Gares & Connexions, créée en 2009 et devenue direction autonome en 2012 et chargée de la gestion et du développement des gares voyageurs. L’EPIC SNCF prend en charge le pilotage stratégique, tandis que RFF devient SNCF Réseau, responsable désormais de la gestion des infrastructures. En 2020, en vue de préparer l’ouverture à la concurrence à l’horizon 2022, l’entreprise subit un changement de statut (*LOI n° 2018-515 du 27 juin 2018 pour un nouveau pacte ferroviaire*, 2018). Elle devient une Société Anonyme (SA) à capital public qui se compose désormais de 5 sociétés : la société mère SNCF, SNCF Réseau, SNCF Gares & Connexions, SNCF Voyageurs et Fret SNCF. SNCF Voyageurs est issue de l’éclatement de SNCF Mobilité qui disparaît, et prend en charge l’activité de transport de public. SNCF Gares & Connexions devient une filiale de SNCF Réseau tout en obtenant le statut de SA du groupe.

La SNCF est organisée en fonction des infrastructures ferroviaires dont chaque branche est responsable. Détaillons les organismes qui peuvent avoir une action directe ou indirecte sur le quartier de gare.

Le développement, l’entretien et la modernisation du réseau ferré national sont donc confiés à SNCF Réseau. La SA affiche des objectifs de fiabilité et de performance client, avec l’impératif d’un retour à l’équilibre financier dès 2024 en toile de fond. Elle est en charge, à travers sa filiale SNCF Gares & Connexions, de la gestion et du développement des gares et des Pôles d’Échanges Multimodaux (PEM), le sol restant la propriété de l’État (Baron and Roseau, 2016).

L’aménagement des espaces de gare et du quartier de gare est donc majoritairement la responsabilité de SNCF Gares & Connexions, propriétaire du bâtiment voyageur donc maître d’ouvrage des études et travaux le concernant (Certu, 2005). Cette filiale structure ses activités autour de l’intermodalité et du développement des territoires. Le savoir-faire de la SA est reconnu nationalement et internationalement, et il s’est exporté sur la scène internationale, avec par exemple des jumelages de gares françaises avec des homologues russes ou anglaises (Riot, 2015). SNCF Gares & Connexions possède elle-même des filiales. Parmi celles-ci, on retrouve AREP, agence pluridisciplinaire reconnue dans l’aménagement de projets qui dépassent le strict cadre ferroviaire, comme les espaces publics¹, et la prospective territoriale. SNCF Retail & Connexions est aussi une filiale de SNCF Gares & Connexions et est responsable de la gestion des espaces commerciaux en gare.

Le corps de métier SNCF Voyageurs consiste à proposer des solutions de mobilité. La SA vise à répondre aux attentes des autorités organisatrices des transports et aux besoins des voyageurs en matière d’offre, de coût, de qualité de service. Son réseau s’organise autour de trois pôles : TGV-INTERCITÉS

1. AREP accompagne par exemple la ville de Paris sur le programme des cours Oasis, qui vise à transformer les cours d’école du 11e arrondissement pour limiter les îlots de chaleurs urbains. Le programme met en avant la désimperméabilisation et la diversification des usages (Ville de Paris, 2022).

(voyages longue distance en France) et ses déclinaisons sectorielles ou géographiques (TGV INOUI, OUIGO, INTERCITÉS, Eurostar, Thalys, TGV Lyria, etc.) ; Transilien, qui est l'opérateur des 15 lignes (train et RER) en Île-de-France ; et TER pour les autres régions métropolitaines.

La SA SNCF de tête, participe à la coordination et à l'orientation stratégique. Elle formalise de plus une branche dédiée à la gestion du foncier non ferroviaire dont dispose l'entreprise nommée SNCF Immobilier. Ce pôle se consacre à l'optimisation immobilière, la valorisation du foncier dans une optique de performance économique et le développement d'offres de logements.

La structure actuelle ne permet pas la résolution de tous les problèmes pour autant. Les principales difficultés que subissent les filiales sont en fait liées à la disproportion entre le volume de foncier ou de bâti dont elles ont la charge vis-à-vis des moyens dont elles disposent (Cour des Comptes, 2021). Par exemple, le modèle économique complexe de SNCF Gares & Connexions est basé sur deux sources de rentrée principales : les redevances payées par les transporteurs pour chaque train parti, ainsi que sur l'attribution de concessions commerciales au sein des gares. Face à ces recettes qui sont donc très dépendantes des opérateurs, l'entreprise est tributaire de nombreux investissements fixes contraints proportionnellement très importante. Les obligations de droit ou de fait (accessibilité et autres obligations réglementaires ou investissements nécessaires pour le maintien en condition des bâtiments qui ont une dimension historique forte par exemple) ont ainsi représenté 90 % des fonds propres investis par l'entreprise en 2021. SNCF Gares & Connexions peine donc à répondre à ces charges, qui ont d'ailleurs doublé (1 milliard en 2022) avec le transfert depuis SNCF Réseau de la responsabilité de la gestion des quais, des passerelles d'accès et des grandes halles voyageurs. La cession est réalisée dans une optique de rationalisation et de cohérence, pour doter le groupe d'une entité spécialiste des gares. Le groupe a en effet besoin de cohérence vis-à-vis du découpage fin de ses activités ; la réforme de 2014 n'avait par exemple pas induit de simplification dans le morcellement foncier des gares (Richer *et al.*, 2017). La cession précédemment mentionnée permet aussi de soulager SNCF Réseau, dont la pratique gestionnaire reste sous contrainte économique forte au vu de sa dette (48,2 M à fin 2018, reprise à plus de 70 % par l'État en 2021-2022) et de l'augmentation des coûts de maintenance du linéaire suite au covid et à l'arrêt des produits phytosanitaires (SNCF Réseau, 2021, Ministère de la Transition Écologique, 2023). Les difficultés structurelles de SA se manifestent notamment en termes de gestion du patrimoine ou de l'activité, d'où les politiques de rationalisation ou de délégation mises en œuvre. Ce fonctionnement sous forte contrainte budgétaire est dès lors perceptible à l'échelle des projets et les pratiques de gestion, d'autant que, comme souligné au chapitre précédent, la biodiversité peine à s'inscrire dans la structuration économique du projet.

La gestion du patrimoine foncier de la SNCF est fragmentée entre différentes entités spécialisées : SNCF Réseau, qui supervise les infrastructures ferroviaires ; SNCF Gares & Connexions, en charge des bâtiments voyageurs, quais, halles et passerelles ; et SNCF Immobilier, qui administre les terrains non essentiels à l'activité ferroviaire. Les différents acteurs peuvent procéder à des délégations de gestion afin d'harmoniser les pratiques et de simplifier la contractualisation avec les entreprises chargées de l'entretien. Cette délégation est généralement accordée à l'exploitant de la gare, en l'occurrence SNCF Voyageurs, qui loue le bâtiment à SNCF Gares & Connexions² (documents internes). La propriété du parvis est contextuelle, la Mairie du XVe arrondissement de Paris est par exemple propriétaire du parvis de la Gare Montparnasse. Dans d'autres cas, les communes sont seulement titulaires de la gestion de ces espaces qui restent la propriété SNCF.

La fragmentation est aussi fonctionnelle. Le projet d'aménagement de la gare d'Auch en région Occitanie par exemple, pôle de taille intermédiaire où transitent 200 000 voyageurs par an, implique un

2. Du Fait de l'ouverture à la concurrence, d'autres exploitants pourront remplacer SNCF Voyageurs ou partager l'exploitation.

groupement d'intérêt économique de quatre transporteurs pour assurer l'entretien des espaces extérieurs ou la vente des titres de transport. Deux guichets identiques sont présents en gare, et prennent en charge séparément la vente de titre de transport pour l'usage des réseaux routiers et ferroviaires. La mutualisation, qui impliquerait la délégation à une entité tierce, le droit d'éditer des billets SNCF à l'échelle nationale, est alors difficilement envisageable (Certu, 2005). Le fractionnement est donc effectif à différents niveaux. L'attribution des compétences en interne a changé 3 fois en 15 ans, et cette instabilité juridique a forcément eu des conséquences sur les méthodologies et les conceptions qui entouraient les gares. Les propriétaires en gare, les AOM, les exploitants des différentes composantes du pôle d'échange (gare routière, bus de tourisme, taxis, etc.) peuvent être pris en charge par des gestionnaires différents disposant de leurs propres démarches de prises de décisions internes (Bruyas, 2015).

3.1.2 Fonctionnement entre acteurs et ancrage urbain de la gare

Historiquement, l'acteur ferroviaire a été le principal concepteur et responsable de la réalisation des gares, notamment du fait de l'implémentation initiale des dessertes de transport en périphérie des villes. La dimension territoriale des infrastructures a jusque dans les années 90 été éludée par les techniciens de réseaux, si ce n'est en se basant sur l'espoir d'effets structurants bénéfiques structurants du point de vue urbain et économique du transport sur la ville (Maulat, 2014). Les impacts négatifs sur la ville, lorsque l'évolution des fronts urbains a reconnecté les deux espaces, ont ainsi été initialement peu étudiés et sous-estimés. Pourtant, dès les années 90, la systématité des bénéfices structurels relatifs à l'implémentation des gares est remise en question, trop peu étayée empiriquement. Les chercheurs insistent aussi sur l'apparition d'effets négatifs comme les effets tunnel, la fragmentation des territoires ou l'introduction d'économie de rentes suite à l'augmentation des prix de l'immobilier (Offner, 1993). Conticelli et Tondelli (2011) proposent une lecture des dynamiques urbaines autour des gares en quatre phases archétypales, à partir de l'histoire italienne. L'implémentation des gares introduit d'abord une phase de polarisation. La présence de la desserte amorce l'urbanisation, la création de nouveaux équipements et services qui s'égrènent entre les pôles urbains déjà existants et les nouvelles gares. Leur voisinage immédiat, parfois constitué de tissus historiques, subit des modifications voire des destructions du fait de l'installation des voies ferrées. L'infrastructure ferroviaire, et surtout le linéaire, induisent ensuite un effet de fracture entre les morceaux de villes. L'urbanisme des zones qui jouxtent le linéaire en pâtit : s'y installent des industries ou de l'habitat public de faible qualité du point de vue architectural, qui laissent de nombreux creux, des morceaux d'espace sans usage. Ces espaces peuvent être laissés en friche, et agir comme des habitats potentiels pour la biodiversité (Bonthoux et al., 2014). Les tensions urbaines liées à la présence de la gare s'intensifient ensuite, du fait de la congestion du trafic lié au pôle, de l'abandon des espaces de faible qualité, et de l'apparition de comportements délictuels. Le déclin ferroviaire du fait de la concurrence routière, avant le choc pétrolier, a amplifié ces effets lorsque les temporalités se sont croisées. L'amélioration de la qualité du service ferroviaire, liée à l'arrivée de la Grande Vitesse des années 80, ainsi que la meilleure desserte due aux trains régionaux, provoquent par la suite une redynamisation de ces espaces. Les politiques de renouvellement urbain transfèrent les activités logistiques et industrielles dans les périphéries des villes (IAU Île-de-France, 2018), puis tirent parti des espaces de friches qui jouxtent le linéaire pour les projets d'aménagement. Constitués de vastes tènements, ils sont plus simples à aménager que le parcellaire classique fragmenté (Delage, 2013). D'autres facteurs appuient la revalorisation des fonciers proches, comme la privatisation des espaces ferroviaires, la population vieillissante qui privilégie les espaces accessibles, ou les politiques publiques luttant contre l'étalement urbain et la dépendance automobile (IAU Île-de-France, 2018). La réalité de la densification résidentielle reste néanmoins nuancée, les entreprises tirant davantage parti de ces politiques (Adolphson and Fröidh, 2019). Après une focalisation relative sur les projets autour des gares TGV, les gares urbaines sont aujourd'hui au cœur de nouvelles

dynamiques de projets, dans le cadre de politiques de rénovation, de création de PEM et d'ouverture à la concurrence (Bruyas, 2015).

Les municipalités ont longtemps peiné à s'intégrer dans le processus de décision pour défendre les enjeux urbains liés aux gares (Valler and Phelps, 2018), restant souvent en position de faiblesse dans les négociations, dépendant largement du choix de l'opérateur ferroviaire de s'implanter ou non sur leur territoire (Facchinetti-Mannone and Bavoux, 2010). Aujourd'hui, face aux contraintes budgétaires de la SNCF, qui n'est alors plus en mesure d'entretenir et de développer seule son réseau de gares (Bruyas, 2015), les collectivités ont développé un pouvoir de négociation important basé sur leurs rôles dans le cofinancement. Les citoyens constituent un troisième type d'acteur dont le rôle dans cette gouvernance s'est renforcé. À la fin des années 1990, Menerault and Barré (1999) soulignent l'intérêt de la consultation du public en amont des phases de réalisation, tandis que ce dernier est auparavant cantonné aux seuls acceptation ou rejet du projet après réception des travaux. La mobilisation des acteurs locaux est en effet essentielle pour permettre de concilier enjeux et contraintes de manière multiscalaire, et d'aboutir à une intégration urbaine réussie (Facchinetti-Mannone and Bavoux, 2010). Aujourd'hui, la réglementation et le changement de pratiques ont permis de développer des processus décisionnels plus intégrateurs (Maulat, 2014). Certains mécanismes participatifs s'adressent directement au public. Le « carrefour de la mobilité » est une démarche de co-construction appliquée à Échirolles (Isère), qui vise par exemple à établir une stratégie de concertation inclusive pour des associations institutionnalisées et des acteurs « non initiés », ainsi que la mise en œuvre de médiateurs chantiers (Richer *et al.*, 2017). Les arbitrages se jouent de manière interne à l'entreprise concernant les objectifs de rentabilité économique, ainsi qu'en externe vis-à-vis des enjeux d'accessibilité, de structuration de projets urbains ou encore de nuisance. Elles impliquent les usagers, les acteurs économiques structurés ou non en associations et les autorités organisatrices de la mobilité qui s'expriment dans l'intérêt des usagers.

Les autorités organisatrices de la mobilité (AOM) sont des autorités compétentes pour l'organisation des transports publics aux différentes échelles nationale (grande vitesse), régionale (transports interurbains) et communale (transport urbain) [LOI n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (1), 2014]. La loi NoTRE (LOI n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République (1), 2015) rend ces organismes responsables de l'organisation des transports urbains, non urbains, du transport à la demande, de la logistique urbaine, ainsi que du développement des services de mobilités innovantes (vélos en libre-service, autopartage, covoiturage). Ce sont eux qui régulent notamment les ressources monétaires dont dispose Gares & Connexions pour son fonctionnement à partir de la redevance. Le rôle d'AOM est généralement assuré par des établissements publics locaux déjà existants (communautés d'agglomérations, métropoles). En Île-de-France, il est assuré par Île-de-France Mobilités (IDFM), auparavant Syndicat des transports d'Île-de-France, créée par regroupement de la région et des départements. Pour ces organismes, les gares représentent un enjeu économique central et un levier d'aménagement important (Riot, 2015). Les régions quant à elles sont désignées responsable de l'organisation de l'intermodalité (Richer *et al.*, 2017).

L'exemple récent des stations de métro du Grand Paris Express donne aussi à voir des dynamiques de collaborations avec les acteurs qui font la ville. Des comités de pôles ont été mis en œuvre par la Société des Grands Projets (SGP) afin de sortir des logiques purement fonctionnelles et mieux impliquer les collectivités territoriales et les différents publics (Schorung, 2021). L'insertion urbaine de la gare, sur laquelle je reviendrai en fin de chapitre, est au cœur de la démarche engagée par la SGP. La publication d'une étude de pôle, qui a pour but de réaliser un diagnostic partagé pour rendre compte des attentes de chaque acteur, contient notamment un schéma d'aménagement pour atteindre les objectifs de qualité de service vis-à-vis des usagers. « L'Atelier des Places du Grand Paris » est une démarche dans ce cadre qui vise à conserver le caractère évolutif de l'espace public. Il est en effet courant que de nouveaux usages

apparaissent une fois la réception du projet, impliquant ou non des usagers voyageurs (Société des Grands Projets *et al.*, 2016).

La vie d'une gare ne se résume pas à son implantation. Les projets de revalorisation des gares s'accompagnent généralement de projet de ville pour redynamiser des espaces agissant comme des pôles attracteurs lorsqu'ils sont réussis, et des quartiers en déprise dans le cas contraire. Le montage parallèle est d'ailleurs parfois plus une contrainte qu'une opportunité, tant la peur est grande pour les communes de « rater le coche » (Delage, 2013). Les décalages entre les temporalités de la conception et de la réalisation entraînent des projets ratés, lancés dans des contextes économiques favorables, devenus anachroniques (Menerault and Barré, 1999). Les projets de développement des pôles d'échange et de réaménagement sont aussi l'occasion de mener des discussions ou d'établir des pratiques de collaboration. Les projets de développements des pôles d'échanges multimodaux (Richer et al., 2017) ces dernières années ont ainsi été des opportunités pour envisager de nouvelles pratiques intégrant mieux la gare dans son contexte urbain, en se basant sur les mobilités douces, la notion de développement durable, et les services complémentaires (commerces, services publics). Les PEM, qui ont pris une place importante chez les aménageurs depuis les vingt dernières années, visent à promouvoir l'utilisation successive de plusieurs modes dans une chaîne de déplacement (Ageron, 2014). La connexion entre les réseaux de transport permet de fiabiliser les correspondances, évitant les ruptures de charge et donc la pénibilité associée. SNCF Immobilier agit comme un interlocuteur important pour ce type de projet de par sa mainmise sur le foncier non utilisé, mobilisable pour les infrastructures liées aux autres modalités de transports (Richer et al., 2017). Les gestionnaires de parcs de stationnement, les bailleurs, les promoteurs et les aménageurs publics ou privés sont eux aussi impliqués dans la structuration de ces pôles.

Ces approches intégrées et décloisonnées souffrent néanmoins parfois de perspectives trop techniques de l'aménagement du pôle urbain, peu enclines aux approches sociodémographiques (Schorung, 2021). Les collectivités territoriales, malgré l'importance de leur contribution dans les dispositifs de financement, disposent encore de trop peu de marges de manœuvre sur l'aménagement des pôles d'échanges qui dépassent le cadre de la gare et sur la qualité de service (Cour des Comptes, 2021). La fragmentation des responsabilités et les dynamiques de coopération trop faibles nuisent à la prise en charge de la gestion future des espaces, elle-même souvent confiée à des acteurs différents (Schorung, 2021). En contexte international, le pouvoir décisionnel dérive majoritairement des connaissances procédurales, ce qui profite à l'acteur ferroviaire qui entretient parfois son monopole et agit unilatéralement, bien que la mutualisation puisse profiter à tous (Müller, 2023).

3.1.3 La gare et le projet

La conduite de projet d'une gare fait intervenir ses dimensions technique et urbaine. Dès la phase préliminaire, appelée phase d'émergence, le caractère technique de la gare se manifeste. Il est crucial que les dispositifs techniques de la gare assurent un fonctionnement régulier et sans interruption du matériel roulant. Une défaillance locale peut se propager à l'ensemble du réseau, entraînant des retards ou des accidents graves. La planification de cet espace dans un cadre urbain contraint constitue un enjeu majeur dans l'approche du projet. Durant la phase préliminaire, les différentes parties prenantes, telles que les collectivités financeuses, l'AOM et les acteurs de la SNCF, réalisent une analyse fonctionnelle pour identifier les besoins que les infrastructures devront satisfaire. À ce stade, il ne s'agit pas de proposer des détails techniques précis, mais de définir les grandes lignes des composantes nécessaires pour que la gare fonctionne en tant qu'objet technique.

Les parties prenantes décomposent les fonctions techniques pour planifier la chaîne conceptuelle né-

cessaire, basée sur un découpage logique : les exigences supérieures sont déclinées en sous-exigences inférieures. Les fonctions techniques principales, telles que le déplacement des usagers, incluent des actions comme "acheter un titre de transport", "accéder aux quais" ou "gérer le temps d'attente". Ces fonctions sont intégrées selon différentes logiques : les fonctions de service, par exemple "transporter des passagers", dépendent des fonctions techniques, comme "assurer la sécurité". Ces dernières sont décomposées en fonctions techniques secondaires, telles "être capable de discerner la signalétique" (Bruyas, 2015). La végétation peut alors être considérée comme une contrainte vis-à-vis de la réalisation de cette fonction technique, dans la mesure où sa présence peut cacher les éléments de signalétiques. Cette capacité à tisser des chaînes technico-logiques s'appuie sur des procédures et des standards, telle que les normes AFNOR consacrée à l'analyse fonctionnelle par exemple (AFNOR, 1995 a, 1995b). Les coûts liés à chaque dispositif potentiellement mobilisable pour répondre aux fonctions techniques sont ensuite évalués : c'est l'analyse de la valeur (Des Mesnards, 2008). Le croisement des deux approches permet de retenir la solution la plus efficiente, c'est à dire qui maximise la performance en minimisant les coûts. Cette prise en compte de la valeur tient compte des frais d'entretiens élevés liés à la maintenance des infrastructures techniques et à l'accueil de public. Les choix techniques, esthétiques et architecturaux sont donc recroisés avec les coûts d'exploitation, la durée de vie des dispositifs et la facilité d'entretien. Sans cela, il existe un réel risque d'abandon des équipements après quelques années³ (Bruyas, 2015).

La matérialisation de la solution technique s'obtient à travers la confrontation d'un élément conceptuel (« je veux que les clients puissent monter à bord du train dans cette gare ») avec les éléments matériels et idéels hétérogène qui compose le cadre dans lequel évoluent les acteurs, ainsi qu'avec l'environnement futur de la gare. Les évolutions potentielles du contexte urbain et futures interactions qui en découleront doivent en effet aussi être intégrées. Le projet de gare nécessite donc de faire preuve de créativité pour identifier ce qui n'est pas encore là, et d'être enclin à la négociation. La solution finalement retenue peut être amenée à redéfinir l'ambition de la fonction technique formulée initialement.

Les infrastructures de la gare non essentielles à l'activité ferroviaire, c'est-à-dire non impliqués directement dans le déplacement des passagers (commerces, etc.) sont en fait essentielles au projet (Bruyas, 2015). L'offre de service à destination du client est un levier majeur du développement d'un projet, tout comme l'est le développement d'une vision commune entre l'opérateur ferroviaire et ses partenaires. L'ouverture de la gouvernance des projets aux acteurs publics ou aux citoyens entraîne aussi une ouverture sur la ville. Il est difficile de déterminer *a priori* comment se répartit la responsabilité des infrastructures et des projets qui se tiennent sur le site de la gare ou à proximité immédiate. Tous les acteurs intégrés à la gouvernance du projet n'ont pas forcément une relation spatiale à la gare, comme l'AOM ou certains collectifs de citoyens impliqués au titre de la conception de l'espace public alentour.

Un grand nombre de parties prenantes est en effet impliqué dans les projets de gare. Les acteurs privés et publics qui participent au co-financement attendent la libération des terrains pour développer leurs propres projets ou peuvent envisager de tirer parti de la restructuration du quartier de la gare pour des opérations de promotion immobilière (Bruyas, 2015). Le projet est impacté par le fractionnement des responsabilités foncières et le grand nombre d'acteurs impliqués, ce qui entraîne l'élongation des temps de négociation. L'engagement des acteurs publics est, lui, soumis à des incertitudes vis-à-vis de l'instabilité des contextes politiques liés aux élections. Au vu de ce type d'incertitude, le début du projet se déroule dans un certain flottement, au cours duquel les cadres partenariaux ne sont pas formalisés. Après les phases d'émergence et les études d'opportunités passées, les différents acteurs s'engagent dans le projet et formalisent la gouvernance. Les projets associent généralement plusieurs maîtrises d'ouvrages. D'une part, les travaux sont généralement pensés à l'échelle des PEM, ce qui implique des propriétaires

3. On peut mentionner le tapis roulant de Montparnasse : <https://www.nouvelobs.com/rue89/rue89-tech/20080815.RUE5317/la-piteuse-histoire-du-trottoir-roulant-rapide-de-montparnasse.html>

fonciers différents. Ensuite, les collectivités publiques à l'origine du financement peuvent ne pas disposer des compétences nécessaires pour amener le projet à sa réalisation concrète (Bruyas, 2015). Les acteurs publics ont alors besoin de se regrouper dans une maîtrise d'ouvrage multiple, avant de transférer le portage à une entité disposant des compétences spécifiques lors du passage aux étapes de conception. C'est le cas par exemple pour la gare d'Auch mentionnée précédemment, pour laquelle la conception du projet a été partagée entre l'ensemble des partenaires impliquées, à savoir le conseil général d'Occitanie, la SNCF, et la ville d'Auch (Certu, 2005). La MOA multiple délègue alors à un des partenaires compétents le portage de projet. Celui-ci est appelé « coordinateur de groupement », est généralement assumé par SNCF Gares & Connexions et est soutenu par une de conduite de projet (COP). Le montage d'une telle équipe se base d'abord sur les compétences nécessaires pour prendre en compte les enjeux pertinents soulevés dans les phases d'émergences. L'analyse fonctionnelle et la définition du besoin sont alors au cœur du management de projet (Bruyas, 2015). La gare et les espaces adjacents font dans ce cadre l'objet de nombreux discours performatif et normatif, qui tentent de guider et d'influencer le projet.

3.1.4 Qu'est-ce qu'une gare désirable ?

Il existe des divergences de conception entre les différentes parties prenantes concernant ce que la gare doit être et les fonctions qu'elle doit assurer. Le besoin d'encadrer la place de la gare tient à l'impact que celle-ci a sur le tissu urbain et social dans lequel elle s'inscrit. Elle peut stabiliser la situation économique du quartier en assurant la réversibilité des espaces : la présence d'un pôle rassure les financeurs de l'aménagement, qui en cas de revers conjectural trouveront plus facilement repreneur pour l'immobilier dans lequel ils ont investi (Delage, 2013). Elle participe aussi à la standardisation du quartier du fait de la compétitivité territoriale et des modes de production de l'aménagement (Delage, 2018). Historiquement, de nombreux débats ont porté sur la nature même de la gare. L'historien G. Duby la compare à la cathédrale gothique "par l'ensemble des signes qu'elle expose" (Devisme, 2000), tandis que Jean Dethier, à l'ouverture de l'exposition *Le Temps des Gares*, tenue au Centre Georges Pompidou en 1988, rappelait leur vocation civique et l'enjeu d'inscrire au sein de leur structure architecturale les stigmates qui en font un forum de la vie publique (Isaac, 1999).

Les différentes filiales de la SNCF sont aussi productrices de discours. SNCF Gares & Connexions a un temps promu la gare comme « City Booster » (Ropert, 2017), au cœur d'un quartier (généralement l'espace compris dans un rayon de 600 à 800 m) qui intègre « *tout ce qui fonde la ville, des logements, des commerces, des bureaux, des lieux culturels, d'éducation* ». À l'inverse, pour Patrick Jeantet, PDG de SNCF Réseau de 2016 à 2019, l'aménagement de la gare doit être conçu afin de maximiser le potentiel de croissance du nombre de trains et de lignes exploitées (Le Bot, 2019). Pour faire « rouler des trains », la SNCF doit projeter la gare sur le réseau ferré et donner les moyens aux utilisateurs d'accéder au réseau. Pour cela, l'infrastructure nodale qui gère les flux d'entrée et de sortie doit donc déployer en dehors d'elle-même les dispositifs qui permettent les flux d'informations, de voyageurs, d'énergie ou de matière, bref les formes physiques supports des formes d'organisation de l'activité ferroviaire (Menerault and Barré, 1999). La nodosité nécessite un enracinement local. Les processus organisationnels qui visent à assurer les flux, la sécurité des voyageurs ou la conformité à la réglementation arrachent en retour ces espaces à la ville : « la gare métropolitaine n'étant pas pleinement un espace public, il n'est pas possible d'y entrer, de la traverser ou d'y séjourner librement ; notamment à cause de ses temporalités ou de la présence de divers seuils limitants son accès » (Detavernier, 2019). La captation de l'espace par le réseau technique et ses extensions - notamment le linéaire ferroviaire, la structuration du réseau viaire en conséquence, etc., est un des moteurs internes des dynamiques qui lient gares et urbanisation.

Les colloques professionnels internationaux, comme *Next Station* (Riot, 2015), représentent aujourd'hui

les instances où les décideurs définissent les orientations stratégiques à suivre, tout en mettant en évidence les divisions au sein des agences nationales et internationales. La dernière occurrence, organisée par l'Union internationale des chemins de fer en 2019 à Téhéran, a réaffirmé l'évidence que représente la *smart* gare au sein de la *smart City*. Dans le même temps, la recherche tempérait et remettait largement en cause la pertinence de ces modèles de développement infrastructurels et urbains, soulignant les problèmes de résilience et d'adaptabilité aux situations locales engendrées par l'utilisation intensive du numérique pour optimiser les flux et les mobilités (Le Bot, 2019).

Le discours normatif sur la gare est par ailleurs porté par un grand nombre de règles, de réglementations et de documents stratégiques. Les documents d'urbanisme comme les Schémas de Cohérences Territoriaux (SCoT) ou le Schéma Directeur de la Région Île-de-France de 2013 identifient le périmètre des nœuds de transport comme les lieux privilégiés de l'intensification urbaine. Les Plans Locaux d'Urbanisme (PLU) intègrent des dispositions relatives aux modes doux, au stationnement automobile ou des densités de bâti minimales (Richer *et al.*, 2017, IAU Île-de-France, 2018). Le marché ferroviaire européen a procédé à l'économicisation des gares, c'est-à-dire à l'élaboration d'un second système d'évaluation qui se superpose aux principes généraux de l'aménagement basés sur les techniques et réglementations (Riot, 2015). Les collectivités, les usagers, et les acteurs historiquement non associés à l'aménagement de la gare sont aussi producteurs de discours en vue de se réapproprier cette infrastructure qui est insérée et enserrée dans le système technique de la mobilité (Debrincat and Lenoir, 2016).

3.2 Gare et quartier de gare du point de vue épistémique

Les acteurs scientifiques produisent également des discours normatifs. L'aménagement, en tant que science prescriptive, s'appuie sur des typologies qui de mettre en lien la structuration de ces espaces avec les rôles qu'ils jouent. À la fois but et moyen, les classifications produites participent à organiser l'action aménagiste. Les approches pragmatiques développées par les sociologues pragmatiques ont permis de constater que ces classifications ne rendent pas compte de l'entièreté ni de la finesse des relations que les gares font naître. En suivant les usagers et les dispositifs, ces approches mettent en exergue une autre composante du caractère technique et organisationnel de ces espaces.

Intégrer la biodiversité dans les pratiques nécessite d'abord d'identifier le contexte intellectuel encadrant traditionnellement les échanges. Ce travail réalisé, il sera éventuellement possible dans un second temps d'évaluer le potentiel de ce recroisement de ces approches, ou leur inadéquation avec les outils qui encadrent la biodiversité. Cet état des lieux permet aussi d'identifier le cadre réflexif dans lequel s'intègre notre travail, et de mobiliser ces concepts lors d'ateliers participatifs qui ont fait intervenir des acteurs de l'aménagement de ces quartiers. De ce fait, je présenterai les éléments méthodologiques en lien avec les éléments explicatifs qu'ils ont permis de produire, comme j'ai pu le faire avec la présentation des paradigmes de l'écologie urbaine.

3.2.1 Typologiser pour prescrire

La recherche sur les gares est initialement menée par les architectes et les ingénieurs jusqu'à la Seconde Guerre mondiale (Riot, 2015). La gare devient un objet social durant la décennie 70, lorsque le réaménagement des grandes gares soulève des oppositions des populations riveraines (Riot, 2015). En s'intéressant à des thématiques comme l'intégration urbaine, elle s'ouvre peu à peu à l'interdisciplinarité. Dans les années 1990, les sociologues des sciences et des techniques s'emparent du sujet (Isaac, 1999).

Au début des années 200, la gare redevient une préoccupation architecturale majeure. Elle propose des typologies de la gare et lui consacre des monographies (Baron and Roseau, 2016). Les recherches s'internationalisent (Baron and Roseau, 2016) et se multiplient ; la thématique revient à l'agenda des politiques publiques dans les années 2010 et est fléchée par les institutions à l'aide de financements. Par exemple, le PUCA intègre les gares dans la plateforme d'observation des projets et stratégies urbains (POPSU) [Terrin *et al.*, 2011] nouvellement. De nouveaux concepts apparaissent, tels que le *Transit Oriented Development* (TOD), dans un contexte de résurgence des investissements dans les périphéries des villes, de croissance continue des banlieues qui ne parviennent pas à devenir des centralités attractives, et d'un intérêt renouvelé pour le rail (Dittmar and Ohland, 2003).

Si le terme de *Transit Oriented Development* est introduit en 1993 pour la première fois par Peter Calthorpe, son emploi se popularise dans les années 2010 (voir Figure 3.2). Le concept se rapporte aux pratiques de planification qui conçoivent les pôles d'échanges comme cœur des tissus urbains, en mettant l'accent sur les quartiers « à usage mixte dans un rayon de marche de 600 mètres d'un arrêt de transit et d'une zone commerciale principale » (Calthorpe, 1995). Il s'agit dès lors d'identifier et de caractériser les quartiers de gare selon leur degré de densité, de diversité ainsi que leur design (Cervero and Kockelman, 1997). Ces classifications permettent de créer des typologies utiles à l'identification de problèmes et au développement des politiques publiques pour y répondre (Ibraeva *et al.*, 2020). Le TOD est un paradigme de recherche qui fournit un cadre théorique et méthodologique pour étudier les interactions entre le transport, l'urbanisme et le développement durable, en même temps qu'une approche de développement transversale orientée autour de l'urbanisme régional, du ravalement des zones périurbaines et de la piétonnisation des quartiers (Dittmar and Ohland, 2003). Un TOD réussi doit mixer les usages, favoriser les modes doux et utiliser efficacement le foncier.

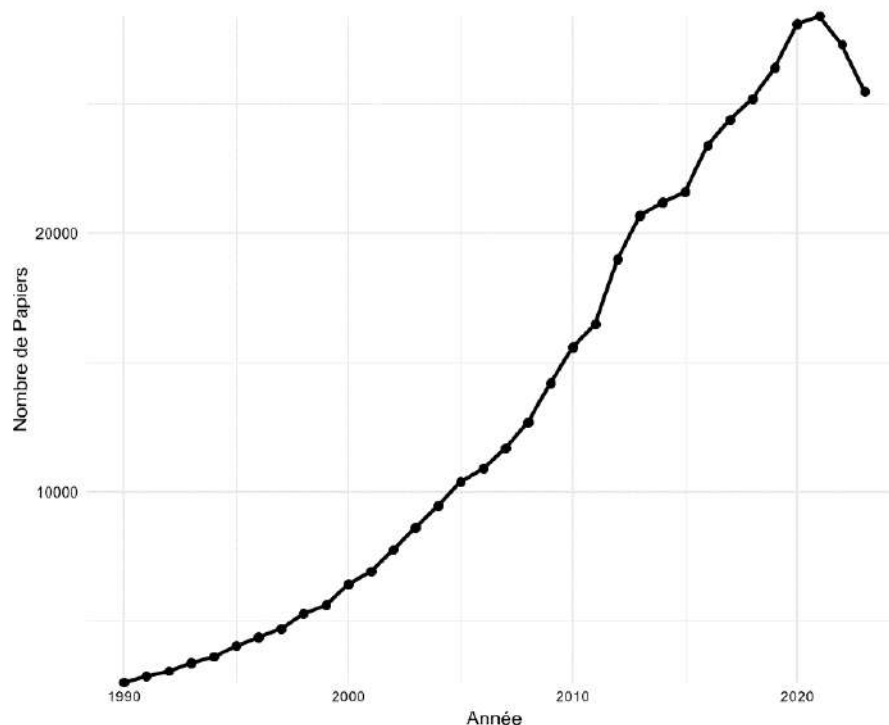


FIGURE 3.2 – Nombre de papiers référencés sur Google Scholar mentionnant « Transit Oriented Development » par an

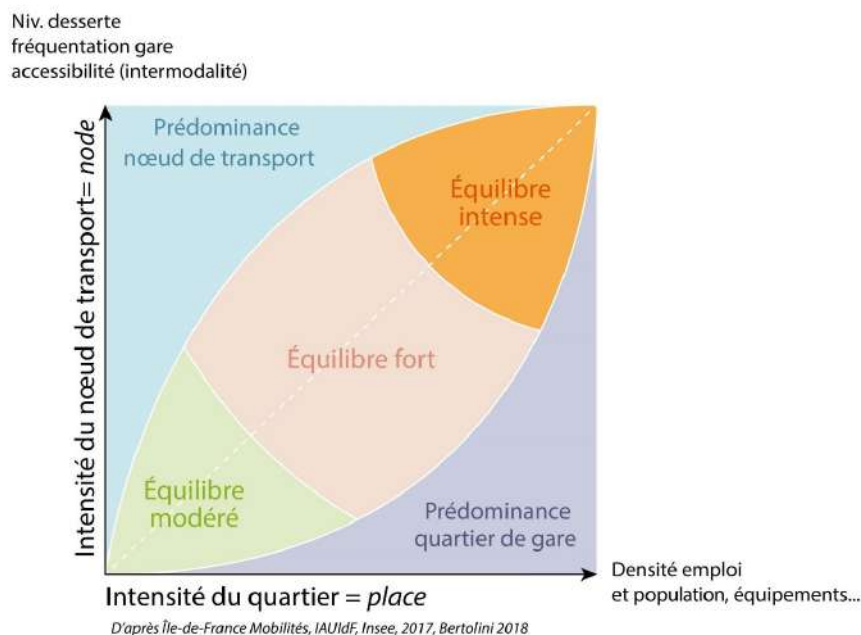
D'autres paradigmes de recherche existent. La recherche sur les gares internationales, et notamment

japonaises, adopte par exemple une approche culturaliste de l'aménagement (Tiry-Ono, 2017). Elle se consacre à l'identification des significations symboliques et les résonances culturelles à partir des catégories mobilisées localement. Par cette démarche, elle ne procède par à la standardisation ni des explications ni des formes urbaines, ce qui peut être le risque d'une recherche prescriptive.

L'urbanisme, ou aménagement, est un champ de recherche qui se donne pour cadre l'étude des composantes de l'espace, de leurs transformations éventuelles en vue d'une amélioration, et qui se concrétise dans l'action. Il est donc en effet prescriptif, et doit se doter d'outils permettant d'évaluer le caractère acceptable des formes urbaines qu'il place sous sa focale. En cela, il est normatif, c'est-à-dire qu'il n'explique pas forcément le fondement permettant la discrimination entre ce qui est désirable et ce qui ne l'est pas (Martouzet, 2002). La dimension prescriptive de la recherche a incité les universitaires à s'inspirer des pratiques des aménageurs, et en retour ceux-ci se sont emparés des manières des chercheurs de décrire la gare. La formalisation de la gare sous formes stéréotypiques est ainsi un exemple de caractérisation de la gare à l'interface de ses enjeux urbains et techniques. L'usage de typologie guide de fait l'intervention des aménageurs (Richer *et al.*, 2017), qui les emploient pour classer, catégoriser et souligner les points de convergence des infrastructures ou contextes. La typologie est « un outil d'aide à la décision dont l'utilité dépend avant tout des objectifs que les acteurs veulent atteindre » (Hasiak *et al.*, 2012). Les types sont par exemple définis à partir de la nature des réseaux que les gares mettent en correspondance, les fonctionnalités que le pôle doit assurer, etc. ; on parlera de « grands pôles de correspondance » de niveau régional qui irriguent le territoire, de « pôles de desserte des cœurs de territoires » constitués de gares RER ou métro dans le bassin dense, ou encore de « bassins de vie », aux limites des centralités et auxquels on accède par automobile (Richer *et al.*, 2017). Les aménageurs emploient eux-mêmes des typologies, pour structurer stratégiquement leurs plans de gestion et de développement. Face à plus de 3000 gares métropolitaines, les grands types permettent de formuler des niveaux de services attendus en fonction de la fréquentation. Ainsi, les gares les plus desservies ont vocation à disposer de nombreux services variés, de la vente de ticket à la présence de restaurants, de magasins de prêt-à-porter, de maroquinerie ou des librairies. Dans les gares dites moyennes, le niveau de service se limite à la proposition d'espaces de restauration, de presse ou de tabac. Pour les gares les moins desservies, la stratégie vise à identifier des méthodes de rentabilisations, basées notamment sur l'ouverture du bâtiment voyageur devenu inutile à l'activité ferroviaire à des activités annexes comme des crèches par exemple (Bruyas, 2015).

Parmi les types employés par les chercheurs, on retrouve l'indicateur *node-place*, ou « nœud-lieu » (Bertolini, 1999, 2008). Cet indicateur vise à caractériser les propriétés d'une gare ou d'un pôle d'échange en regard de son intensité sur le réseau de transport et de son tissu urbain (Figure 3.3). Pour identifier l'intensité du nœud de transport, des données comme la fréquentation de la gare, l'accessibilité, le niveau de desserte (par exemple nombre de stations accessibles à moins de 45 minutes) et le degré de diversité des moyens de transport en présence sont agrégés. « L'intensité du lieu » est évaluée à partir de métriques de densité de population et d'emplois, du type d'urbanisation ou d'équipements présents dans deux rayons de 800 et 200 m (IAU Île-de-France, 2018). Une gare correspond donc à un couple de coordonnées permettant de positionner la gare sur les deux axes d'intensité avec pour origine (0;0). Le plan ainsi formé est conceptuellement découpé en 5 zones. Trois situations d'équilibre se présentent en cigare le long de la bissectrice des axes ; équilibres modérés, forts ou intenses selon les valeurs des intensités. En stress modéré, ou zone de dépendance, la lutte pour le foncier est réduite, il peut éventuellement y avoir déprise de ce dernier. La desserte est minimale et suffit à répondre aux attentes, mais en son absence, le territoire se dédensifierait. En équilibre intense, ou zone de stress, le potentiel d'usage du sol est maximal et réalisé. Des aménagements ultérieurs seraient en revanche susceptibles de faire basculer le pôle en déséquilibre. Dans ces situations (hors du cigare), la différence d'intensité entre réseau et quartier est marquée et induit des effets négatifs (congestion du pôle, envol des prix du foncier ou au contraire perte

d'attractivité du quartier, absence d'ancrage territorial). La portée normative de l'objet réside dans le principe selon lequel, en présence de mécanismes fonctionnels d'offres et de demandes (la loi du marché), le déséquilibre va se résorber. L'aménagement par les politiques publiques ou les acteurs du ferroviaire est censé in fine compenser et faire tendre le pôle vers une situation d'équilibre. Si le nœud est plus fort, le quartier va faire l'objet d'une intensification du développement urbain et d'une densification de population, d'emplois et d'activités. Dans le cas contraire, les acteurs vont améliorer la desserte du pôle, depuis le réseau (création de nouvelles lignes passant par ce pôle, augmentation de la fréquence de passage des trains) ou depuis la ville (amélioration de l'accessibilité par la création de multimodalité, création de parkings, etc.) [Duguet *et al.*, 2017].

FIGURE 3.3 – Graphique *Node-Place*

Autre exemple, les approches typologiques peuvent être mobilisées pour théoriser le rôle d'interface de la gare, c'est à dire sa capacité à agréger d'éléments hétérogènes dans l'espace Fusco (2010) distingue ainsi le quadruple rôle d'interface du système ferroviaire présent sur les rivières française et italienne : interface intraréticulaire, entre réseaux, entre territoires, et entre réseaux et territoires. À chaque niveau, le degré d'hétérogénéité entre éléments augmente. Les « points de réseaux » (Stathopoulos et al., 1993) sont tout d'abord les lieux où se cristallisent les inconvénients liés aux ruptures de charge, dus aux pratiques politiques, technologiques ou territoriales différentes que les infrastructures traversent (Sander, 1996). La non-harmonisation des technologies ferroviaires ou des pratiques douanières avant Schengen provoquait ainsi des augmentations de coûts, de risques et de complexité logistique. La gare joue ensuite le rôle d'interface entre réseaux de transports hétérogènes, piétons, routiers ou aériens. La gare est une interface à un niveau supérieur, entre les espaces réticulaires du ferroviaire et aréolaires du territoire. Elle met en commun sur le même espace des cultures, des logiques différentes et leur manifestation matérielles et spatiales (Keller, 2009). Pour cela, elle structure l'espace alentour et intègre des dispositifs techniques précis (entrées voyageurs, rampe d'accès, signalétique, etc.). La synapse fonctionne d'autant mieux lorsqu'elles intègrent des composantes qui structurent classiquement les espaces de la ville (espaces ouverts,

places, parvis). Lorsque ces conditions sont réunies, lorsque la gare parvient à faire tenir d'un même mouvement assez d'éléments hétérogènes, alors elle peut enfin jouer le rôle d'interface entre territoires. C'est bien à cette échelle que se manifeste le plus haut degré de différence, dans la mesure où le territoire peut être conçu comme un couplage des systèmes sociaux et biophysiques, composé d'infrastructures (paysages, réseaux de communication, géologie) et de superstructures (schémas culturels et sociaux, politiques publiques, pouvoir) [Barreteau *et al.*, 2016]. L'interface gare donne ainsi une consistance à ces territoires en agissant à chacun des sous-niveaux, et permet de valoriser à chaque niveau les spécificités des deux entités interfacées.

Ces méthodes sont largement performatives, dans la mesure où ces classifications constituent en elle-même l'explication. Les résultats sont davantage sensés donner à voir, rendre compte d'un sentiment perçu par les acteurs et les aménageurs que faire apparaître de nouvelles propriétés ou de nouveaux existants comme c'est le cas dans la science de laboratoire (Bertolini, 1999) : « Des entretiens avec les acteurs et les experts locaux ont permis de confirmer que [notre proposition] est une caractérisation convaincante des quartiers de gare dans les agglomérations d'Amsterdam et d'Utrecht ». La force de la classification réside moins dans sa capacité à servir de référence pour l'explication de systèmes qu'à sa potentielle utilisation stratégique, permettant d'orienter les décisions, voire dans sa dimension prospective. « Les cas de déséquilibre en faveur du nœud de transport se trouvent en petite et grande couronne et correspondent à des nœuds de transport très forts à l'échelle régionale : Juvisy, Val de Fontenay, Saint-Quentin en Yvelines. Pour ces quartiers se pose alors la question de savoir s'il ne faudrait pas équilibrer le rapport en augmentant l'intensité du quartier de gare. » (IAU Île-de-France, 2018). Cet outil s'inscrit aussi dans des suivis au temps long, en vue d'approches historiques des quartiers de gare (APUR, 2015).

3.2.2 Les gares au prisme des structuralisme et pragmatisme

Les approches présentées précédemment se basent majoritairement sur des approches structurales. Le structuralisme, en architecture et en urbanisme, consiste à essayer de capter simultanément les parties et le tout, par opposition au mouvement fonctionnaliste qui proposait des approches analytiques et déductives (Le Bot, 2019). Le soubassement ontologique est généralement explicite : « l'ordre des choses n'est pas auto-engendré, il est la marque de l'esprit humain » (Lévi-Strauss, 1962). Le type est une manifestation du traitement structural : « Le type est un principe actif de la connaissance, il n'est ni un caractère purement instrumental ni une réalité essentielle et immuable. Le type est un produit de l'esprit humain : c'est nous qui créons les types architecturaux. Ils sont le fruit de notre effort pour rendre reconnaissable et intelligible la structure profonde du monde matériel » (Martí Arís *et al.*, 2021). Le type vise à déceler les structures cachées et les relations systématiques, les organisant pour servir de support à l'explication dont le cadre théorique est fourni par le structuralisme (Le Bot, 2019). Le caractère statique, parfois fixiste des types, se heurte aux ambitions de description fine des relations dynamiques entretenues par les gares et leurs environnements urbains. Pour ce faire, les chercheurs mobilisent la pensée des systèmes. Le concept de système-gare permet par exemple à Le Bot (2019) de « décrire l'expansion et l'intégration de gares métropolitaines avec leur environnement urbain ». En complément, les approches structuralistes peuvent essentialiser la gare ou ses composantes. La gare est ainsi présentée comme une hétérotopie (Le Bot, 2019), c'est-à-dire un lieu réel dessiné dans l'institution même de la société, isolé mais pénétrable, juxtaposant plusieurs emplacements qui sont en eux-mêmes incompatibles (Foucault, 2005). De manière similaire, Boumoud (2012) s'intéresse lui à la complexité phénoménale de la gare, décrite selon ses 3 sous-systèmes fondamentaux : la configuration spatiale et architecturale, les fonctions que la gare assure et ses temporalités.

La littérature structuraliste est abondante, au point de rendre parfois difficile la différenciation entre les

logiques propres qui soutiennent les manières de régir la production de la gare de celles qui, performatives, promettent de donner le sens à l'analyse. Les scripts discursifs produits visent néanmoins explicitement à influencer les aménageurs « Cette thèse de doctorat avait comme autre ambition de proposer une base conceptuelle qui permette, à une future génération de travaux, de penser la gare autrement. Car penser la gare dans la ville, c'est aussi penser la ville. » (Le Bot, 2019). De fait, en France, les concepts proposés sont des justifications prêtes à l'emploi pour les grands projets d'aménagement et de valorisation pour les opérateurs ferroviaires et les acteurs politiques. Les concepts qui se fondent sur les relations économiques que la gare entretient avec la ville sont particulièrement mobilisés (Albertelli, 2024).

Les approches typologiques mentionnées précédemment sont par ailleurs particulièrement dépendantes aux données locales ; ce qui est parfois problématique au vu de leur ambition à déceler le caractère universel des processus qui régissent les formes de la ville. Cette dépendance est renforcée par le fait que l'analyse est généralement conduite selon une méthode plutôt qu'un système (Oliveira, 2016). Le système et la méthode sont deux manières par lesquelles il est possible d'établir les identités et les différences entre des existants donnés (Foucault, 2005 [1966]). Le premier consiste à identifier les caractères les plus partagés de nombreux individus pour établir des règles de formation de groupes. Le classement phylogénétique des espèces fonctionne sur ce principe (on parle bien de systématique). Il est rare que la classification évolue totalement lors de la découverte d'une nouvelle espèce. Cette dernière est rangée dans la classification à partir de ses caractères. La méthode, quant à elle, part d'individu identifié (par exemple une ville) qu'il s'agit de décrire totalement avant de passer à un autre individu. Les points communs entre les deux sont ainsi consignés. Le procédé est répété pour un autre individu, décrit totalement, et ses points communs avec les deux premiers sont notés, etc. La méthode fonctionne bien lorsqu'elle s'applique à peu d'individus, et elle permet d'identifier les caractères assez importants pour n'être jamais démentis dans une famille donnée. Les morphologues appliquent souvent cette procédure : ils décrivent les formes urbaines à une unité d'analyse donnée (par exemple l'ilot, la rue, ou le bâti contigu à un morceau de rue), puis procèdent à un recroisement par clustering, qui consiste à former des classes en maximisant la vraisemblance au sein d'une classe et la dissemblance entre classes (Araldi *et al.*, 2018). Ainsi, lorsque le *node-place* est employé, il peut être nécessaire d'exclure certaines gares pour obtenir une cohérence entre les individus étudiés, du fait de son caractère inductif : « Cette méthode [...] a été appliquée aux 437 gares d'Île-de-France. Si on mêle les gares parisiennes aux gares de banlieue, ces dernières se trouvent toutes repoussées vers la partie "équilibre modéré" du graphique. Il faut donc écarter les gares parisiennes et la gare de La Défense pour faire apparaître, parmi les 399 gares de banlieue, différentes familles de relations entre les gares et leur quartier » (IAU Île-de-France, 2018).

À ces approches structuralistes s'oppose notamment le courant pragmatique, qui abandonne les ambitions de développement de théories générales pour aller étudier les pratiques fines des acteurs sur le terrain. Les chercheurs qui s'en revendiquent s'intéressent à la gare dans les années 1990. Quoi de mieux en effet pour une discipline qui prend à cœur d'étudier la médiation des objets sur les pratiques sociales (Hennion, 2013) qu'un objet technique géant dont il est possible de visiter l'intérieur, de suivre les pratiques des usagers et leurs apprentissages ? Lorsque « Villes en gares » (Isaac, 1999) paraît, l'ouvrage recense plusieurs contributions d'auteurs liés au Centre de sociologie de l'innovation (CSI) des Mines de Paris, qui développent des approches basées sur les théories de l'action distribuée ou les interactions goffmaniennes (Barthe *et al.*, 2013, Hennion, 2013). Ceux-ci se prennent d'intérêt pour cet objet technique dont la matière première est l'humain. La gare arrange hommes et femmes à l'aide de dispositifs organisationnels, comme l'usine arrange les composants sur la ligne de production. La différence fondamentale entre humain et matériau inerte réside dans l'évolution du degré de résistance que l'utilisateur humain offre au dispositif, oscillant sans cesse entre apprentissage du fonctionnement de la gare, habitude sans reprise ou accrochages. C'est ce degré de résistance que les sociologues pragmatiques vont étudier, en tentant d'avoir accès aux dispositifs et aux pratiques de compréhension de l'espace : « Un espace destiné,

comme une gare, ne se résume ni à une somme de dispositifs ni à une somme d'intentions d'agents voulant prendre le train. Il fonctionne par approximations et apprentissage successifs, par la coordination de plus en plus fine des comportements, des fonctions, des lieux et des objets qu'il rassemble et qu'ils font ce qu'il est. » (Dubuisson *et al.*, 1999).

Les typologies ne sont plus des outils adaptés pour les chercheurs, qui préfèrent déployer des méthodologies à hauteur d'homme et de dispositif : enregistrement vidéo des acteurs puis confrontation, suivi discret des usagers. Sophie Dubuisson *et al.*, (1999) déploient par exemple une « réticence méthodologique », qui vise à ne pas surinterpréter, ne pas « construire un objet », abandonner l'ambition de faire remonter à l'acteur ou aux dispositifs les causes premières.

Les approches soulignent l'importance du caractère composite et hétérogène de ce qui forme le social. En ce sens, la monographie des architectes est déjà un peu une approche pragmatique. Elles soulignent le rôle des non-humains dans les processus d'appropriation spatiaux, c'est-à-dire des objets, des processus, des institutions qui vont donner forme et orienter les différentes actions. En cela, l'action est distribuée. L'architecture de la gare, son cœur technico-organisationnel, la manière dont sont agencés ses dispositifs comme les automates, les signalétiques, leurs effets sur les usagers sont sous la loupe des sociologues. Il s'agit globalement de déceler l'équipement - au sens large - de l'utilisateur, que celui-ci soit passant « ordinaire », rondier ou personne handicapée physique (Devisme, 2000). Le chapitre de Denis Bayard (Bayard, 1999) s'intéresse à la ronde des agents en Gare du Nord et illustre la nécessité pour les agents de la SNCF de maîtriser le réseau technique entier, de le déceler partout pour être capable de le remonter, composante par composante, maillon par maillon : « « Par exemple, lorsque l'agent d'accueil s'intéresse à l'état des équipements, il voit la gare comme un système technique – sans parler des trains, mais seulement des équipements qui encadrent les voyageurs, le canalisent, contrôlent leurs billets [...]. Cependant, derrière chaque équipement, il voit à la fois l'organisation du transporteur qui contribue à faire fonctionner l'équipement et les interactions avec les voyageurs. ». Les membres de l'institution en charge du fonctionnement technique de la gare, à savoir la SNCF, sont ainsi porteur d'expériences qui leur permet de rendre appropriables et activables certains dispositifs inaccessibles aux usagers.

Dubuisson *et al.*, (1999) montrent que pour l'utilisateur, la compétence requise est en fait une méta-compétence : celle de savoir quel type de mode de présence est attendu de la part de l'objet pour que la gare fonctionne. Il peut s'agir de se laisser guider par habitude vers son quai, connaissant par cœur les horaires, mais étant juste assez réactif pour identifier les microrepères à réactualiser, c'est-à-dire à faire passer de l'état virtuel à l'état réel. Les panneaux d'affichage sont bien ceux qui permettent à cette habitude de se déployer, l'utilisateur étant prêt à « reprendre la main », c'est-à-dire à arrêter son cheminement presque instinctif pour consulter précisément et trouver le sens de cette signalétique. Il peut s'agir aussi de maîtriser ces compétences techniques SNCF, comme la hiérarchisation des sources d'information (annonce vocale, puis panneau) ou la capacité à acheter un billet au guichet ou sur une borne. De savoir prévoir, planifier en amont son temps et son déplacement pour pouvoir respecter les horaires fournis par la gare ainsi que les autres contraintes organisationnelles dans lesquelles chacun est imbriqué, par exemple ne pas arriver au dernier moment pour gérer les éventuels changements. Ou bien au contraire être capable de faire abstraction des prises (Bessy and Chateauraynaud, 2014) ou des affordances (Gibson, 1979) que nous offrent les objets. Il s'agit ainsi de savoir flotter puis se réengager pour permettre le flux correct des passagers en ne se formalisant pas des heurts légers ni des bousculades, en dissolvant ces événements par une subtile redirection de l'attention. Ces quatre propositions n'épuisent évidemment pas les possibilités offertes aux acteurs par les dispositifs, mais elles témoignent de l'usage qu'en fait la majorité.

Lorsque l'anthropologue Marc Augé s'intéresse aux gares, en 1992, il parle de ces espaces comme des « non-lieux », témoins de la surmodernité, qui ne créent « ni identité singulière, ni relation, mais solitude

et similitude » (Augé, 1992). Cette analyse servira de point de passage obligé pour les chercheurs des décennies suivantes, polarisant le débat (Le Bot, 2019). Les sociologues pragmatiques s'inscrivent en faux par rapport à cette assertion, se désolant du traitement anthropologique singulier que l'on réserve aux sociétés occidentales. Pourtant, en appliquant les principes qu'Augé se fixe lui-même pour étudier les lieux hors des sociétés modernes, en laissant les acteurs déployer eux-mêmes les catégories par lesquels ils appréhendent la réalité, les auteurs de « Villes en gares » démontrent que ces espaces sont bel et bien des lieux. Les auteurs pragmatiques les qualifient de « lieux-mouvement », selon l'expression proposée par Georges Amar (Amar, 1993). Les auteurs insistent sur la capacité des usagers à pratiquer le flottement-réengagement avec la gare pour s'accommoder de ces flux qui la traversent. « Lieux-mouvement » permet de rendre compte des pratiques qui découlent de l'usage d'un objet technique et organisationnel dont l'humain est à la fois l'opérateur et le matériau. Maîtriser le caractère technique de la gare passe par l'apprentissage, l'habitude ; puis la capacité à sortir de cette habitude, de ce comportement automatique par un embrayage, une reprise sur le monde par un ajustement particulier (Dominique Boullier, 1999).

Des approches mixtes intégrant pragmatisme et structuralisme ont aussi été développées pour aborder la gare. Riot, (2015) s'intéresse à la marchandisation de la gare, c'est-à-dire à la captation de l'objet dans les réseaux d'économicisation déployés par les acteurs, qui se manifeste par la prise en charge de la gare par les principes concurrentiels européens. Les abstractions économiques sont le produit de l'action de non-spécialistes au sein de forums hybrides faits de débats, de tests, des expériences d'apprentissage collectif (Callon, 2017). L'auteur met en évidence les relations sociales nécessaires à la réappropriation marchande, à savoir la traduction institutionnelle (libéralisation ferroviaire), professionnelle (formation de l'activité d'aménagement gestion) et au sein des relations de confiance, ferments du cadre économique industriel. Pour arriver à rester sur le fil tendu entre structure et symétrie, l'auteur mobilise les concepts essentialisant pour évaluer leur capacité de médiation auprès des acteurs : en identifiant ce que l'économie fait à la gare, et ce que la gare fait à l'économie, à travers le concept d'agencement marchant : « Le principe de ce concept est de postuler la gare comme un objet qui reçoit autant qu'il formate le marché ferroviaire concurrentiel. » (Riot, 2015).

3.2.3 Entre mobilité et ville, le problème de l'hétérogénéité

Les liens entre gare et ville ont majoritairement été étudiés par des approches structuralistes procédant par essentialisation des entités. L'exemple de la notion de réseau est emblématique. Elle est employée pour désigner tout d'abord le réseau de transport, composé de nœuds et de liens définis fonctionnellement. Parallèlement, les urbanistes sont aussi tentés par mobiliser le concept pour parler de l'interface gare-ville. Les chercheurs tirent alors parti non pas du caractère topologique du concept, mais de sa capacité à assembler des éléments hétérogènes dans un même matériau, de la même manière que le tissu urbain agrège en contexture les rues, les parcelles et le bâti (Moudon, 1997). Camagni *et al.* (2002) soulèvent et dénoncent ces ambiguïtés : " Si [la première conception] a un sens 'faible', décrivant plutôt qu'interprétant, le second offre au contraire des implications métaphoriques intéressantes, mais pour cette raison il semble difficile à utiliser et à soumettre à une validation empirique ". Le caractère « faible » du premier sens est sa plus grande force aux yeux des chercheurs, c'est ce qui lui permet de rendre compte d'un isolat cohérent et homogène de la réalité, un outil suffisamment stable, sans grande portée explicative, mais complètement descriptif, pour aller chercher puis ramener de l'information dans un processus d'évaluation. Bertolini (2008) reproche l'emploi déterministe de la seconde acception, qui ne peut se baser sur une puissance causale explicative ni en être le témoin. Il y a donc toujours une incompatibilité latente entre réseau et ville, qui gêne un peu la pratique structuraliste. Or, la gare est à la croisée des problématiques de territoire et de réseau ; la géographie topographique en confrontation avec la géographie topologique

(Devisme, 2000). L'approche pragmatique, elle, insiste justement sur l'hétérogénéité, en abandonnant l'ambition explicative. Initialement focalisée sur le caractère technique et organisationnel de la gare, elle semble donc davantage adaptée pour capter ce qui fait l'urbanité des gares, à savoir ces échanges incessants entre gare et villes. Ces approches peuvent être mobilisées lors de l'étude de l'insertion urbaine, qui va orienter les chercheurs vers des approches multidisciplinaires et transcalaires, propriétés chevillées à la gare (Baron and Roseau, 2016).

3.3 La réalité multiple des espaces urbains des gares

Les méthodologies décrites précédemment découpent géographiquement la gare. Les typologies présentées se concentrent sur l'extérieur de la gare, englobant les éléments architecturaux ou se déployant à l'échelle des quartiers environnants. Les approches pragmatiques se sont intéressées davantage à l'intérieur de la gare, examinant les interactions et les dynamiques qui s'y déroulent. Le quartier de gare est un espace liminaire, qui débute dans la gare pour s'étendre en dehors de celle-ci. La remobilisation de l'approche pragmatique est pertinente, mais nécessite d'arriver à suivre des réseaux hétérogènes bien plus longs, d'abord parce qu'ils s'appuient sur des supports non-humains dispersés sur un espace plus étendu. La stabilité des différents non-humains, c'est-à-dire leur capacité à être appréhendé de la même manière au cours du temps, s'impose de nouveau alors comme une question centrale. Au vu de tous les non-humains disponibles pour construire le quartier de gare, et de tous les humains, usagers, concepteurs, passants, susceptibles d'entrer en relation avec eux, il est très probable que le quartier de gare existe de la même manière pour tous les acteurs. Néanmoins, l'important réside dans l'identification de ce qui sert de support à des relations multiples ou au contraire communes.

3.3.1 La gare s'énonce dans l'espace

Les approches qui se sont intéressées à l'espace urbain autour de la gare se sont progressivement ouvertes aux visions multilogiques, étudiant la matérialité et la spatialité des rapports à l'urbain, à l'architecture et à la technique (Kokoreff, Steinauer, 2000). L'approche est double : retrouver la territorialité inhérente de cet espace marqué par la mobilité, et réciproquement déterminer comment la gare marque le quartier. Le concept de quartier fait référence à un morceau de ville doté d'une image de référence dont l'action régule les comportements ou leur donne un cadre (Grafmeyer, 1991). La notion de quartier de gare apparaît dans ce cadre comme un « faux-ami utile » (Isaac, 1999) qui émancipe la gare de la logique des points de réseaux et le rapproche de l'espace vécu.

Pour identifier l'empreinte du quartier de gare, Kokoreff, Steinauer (2000) s'appuient sur le quartier d'Euralille, marqué par ses deux gares de Lille-Europe et Lille-Flandre. Ils identifient alors les différentes manifestations du quartier, c'est à dire les manières par lesquels le quartier de gare est reconnu et appréhendé. Ni la gare ni son quartier ne forment un bloc homogène malgré une organisation de l'espace tourné vers la continuité spatiale en vue de gérer les flux : « là où la Place des Buisses, qui accueille les accès au réseau de transports urbains, paraît dans la continuité naturelle de la gare, voire d'Euralille, les usages démontent cette apparence univoque. ». Pour les acteurs du tissu économique local, il s'agit par exemple d'un « personnage collectif », utile pour déployer une identité à partir de « caractères épars » et *in fine* faire naître des attachements aux clients potentiels. Si la gare sert parfois de point de référence pour donner un sens au quartier, celui-ci joue parfois un rôle d'antagoniste. Le quartier se dégage en effet pour certains acteurs par contraste avec la gare, un espace perçu uniquement comme lieu de passage.

De manière similaire à l'influence réciproque entre gare et marché (Riot, 2015), le rapport à l'espace est construit par les usagers qui en retour affectent aussi la gare. Les motricités piétonnières ne sont pas localisées par la gare ; du moins pas unilatéralement. C'est l'action du déplacement qui spatialisait la gare, comme le montre Michel de Certeau à propos des espaces du quotidien (Certeau *et al.*, 2010), dans un mouvement conjoint d'actualisation par le piéton de certaines autorisations et interdictions déployées par la gare. L'espace du quartier de gare n'est pas simplement pensé à partir du couple domination/appropriation, auquel de nombreuses pratiques échappent (Kokoreff, Steinauer, 2000). Par exemple, la constitution de niches dans ces espaces par les plus jeunes, aux pratiques singulières pouvant se rapprocher du « squat », détournant les lieux, tout en restant encadrées. Ces comportements forment les marges, mais ajoutent au lieu plus qu'elles ne lui retirent, puisque n'apparaissant souvent qu'en l'absence de public d'usagers plus classique.

Cet espace est ainsi un espace multiple, construit par chaque acteur selon des pratiques qui mobilisent quelques-unes de ses composantes particulières, nécessitant des compétences propres. L'espace de la gare est lu et interprété, et l'interprétation lui donne corps ; comme pourrait le faire le lecteur qui donne vie aux personnages de son roman. Le bâtiment est donc un palimpseste dont la lecture dépend de sa matérialité tout comme de l'imaginaire (Baron and Roseau, 2016). Cette capacité à se projeter tout autant qu'à être lue percole à l'échelle du quartier alentour, en se réécrivant sous l'influence de la ville. La gare produit des urbanités et « dispense des atmosphères métropolitaines » (Baron and Roseau, 2016). Il paraît alors impossible pour les concepteurs de priver la ville d'une de ses lectures potentielles en enterrant ou en cachant le bâtiment voyageur, ce qui reviendrait à dénier le rôle du bâtiment voyageur à la définition du morceau de ville dans lequel il s'inscrit (Albertelli, 2024). Une gare invisible serait moins-qu'une gare, parce qu'elle n'assumerait pas ses caractéristiques propres. Elle supprimerait une des lectures possibles du quartier en supprimant un de ses points de repère.

3.3.2 Faire pénétrer la ville dans la gare

Dans ce cadre, l'insertion urbaine correspond plus à une interpénétration entre gare et ville, qu'au sertissage d'une infrastructure dans son écrin urbain. Cette percolation de la ville dans la gare et de la gare dans la ville, cette transition graduelle, permet l'embrayage technique, organisationnel, sans choc majeur ni rupture de charge psychologique pour l'utilisateur. Réciproquement, le caractère urbain de la gare s'exprime lorsque des modes de relation autres que les logiques technique ou organisationnelle sont offerts au sein de la gare. L'intégration de commerce et de service en est un exemple flagrant, d'autant plus qu'il est explicité par les concepteurs, ayant pour but de « reconnecter le hub à la ville » et d'y conférer une qualité urbaine (Conticelli and Tondelli, 2011). Les services qui se sont multipliés dans les gares, d'abord liés au transport puis plus généralement en lien avec des activités annexes, tels que les laboratoires d'analyse médicale ou les points de vente de productions agricoles en circuits courts, ont permis l'ouverture de la gare à la ville (Boumoud, 2012). Par exemple, l'intégration de commerces ou d'œuvre d'art dans ces espaces nécessite pour l'utilisateur de se rendre disponible, de se désengager de la lecture technique de la gare à l'œuvre lors de la recherche du cheminement optimal. Leur intégration est dès lors une suite de challenge (Albertelli, 2024). Le flux en lui-même n'est en effet pas une assurance de la réussite économique des commerces en gare. Il a même potentiellement tendance à refréner l'utilisateur qui va devoir stopper son activité d'orientation, de prise de repères, pour réorienter son attention et se laisser convaincre par une vitrine. Pour que les coques commerciales louées à des entreprises puissent être le support de relations non technico-organisationnelles, il faut qu'elles permettent le flottement-désengagement des flux.

Défi supplémentaire, le commerce doit aussi être repensé pour s'adapter au contexte de la gare ; la ville internalisée n'est plus tout à fait un morceau de ville classique. Par exemple, les commerçants ne disposent

pas d'un fonds de commerce classique au sein des gares. Leur installation est soumise à une convention d'occupation temporaire, et le propriétaire procède à une mise en concurrence dès la fin du bail. Les commerçants sont aussi tenus à des obligations en termes d'investissements et d'offre, censée évoluer ou se renouveler tous les 5 ans. L'implémentation en gare est donc réservée de fait aux grands groupes, qui peuvent supporter de telles charges et contraintes. À l'inverse, l'intégration des supports matériels et spatiaux à ces nouvelles dimensions peut entrer en conflit avec les supports technico-organisationnels. C'est le cas par exemple lorsque la publicité prend le pas sur la signalétique et l'information voyageurs. L'interpénétration correcte des enjeux de rentabilité fonctionnelle et économique repose ainsi sur différents arbitrages, portant sur ces supports. Ceux-ci engendreront des engagements différents selon qu'ils promeuvent une certaine vision des flux (enjeu de gestion ou ressource économique), une certaine vision client (support de fidélisation ou consommateur ponctuel et sans attache) ou qu'ils soient supports de différentes actions régulatrices (réglementation ou contractualisation) [Albertelli, 2024].

3.3.3 L'espace liminaire externe de la gare

L'insertion urbaine est devenue un axe majeur de réflexion dans le cadre des Pôles d'échanges multimodaux. Plusieurs facteurs permettent, dans le détail, de permettre cette interpénétration (Zelezny, 2013). Il s'agit tout d'abord d'éliminer les effets de coupure, c'est-à-dire les divisions du territoire attribuables au bâtiment voyageur ; aux infrastructures ferroviaires ou routières qui provoquent généralement des nuisances (Héran, 2011). Le jeu sur la forme de la gare (terminus ou de passage), son placement contextuel et la présence de dispositifs de passage transversaux permettent d'éviter cet écueil ou de réduire son impact. L'accessibilité extérieure de l'édifice repose sur les cheminements de modes doux (réseau viaire, etc.), qui doivent guider l'usager vers une évaluation correcte de la distance-temps nécessaire pour parvenir à la gare. L'appréhension du cheminement optimal peut être ainsi facilitée par l'information urbaine visuelle, notamment la signalétique ou la lisibilité architecturale (débouchés présentant la gare comme une dominante, linéaires d'arbres ou de luminaires, etc.). La transition avec le cœur de la gare est prise en charge par les dispositifs qui assurent sécurité, perception et lisibilité entre les différentes modalités de déplacement dans les espaces liminaires du pôle d'échange. Les concepteurs des gares ont pris la juste mesure de l'importance de ces seuils : « La lisibilité c'est l'ensemble de la chaîne des transports [...] de point A au point B, avec la possibilité pour l'ensemble des usagers de s'orienter dans la gare et à travers la gare, pour se positionner au sein de la gare par rapport aux différents modes de transport qui seront offerts et se positionner dans l'espace aux alentours. » (Professionnel de SNCF Gares & Connexions cité par [Boumoud, 2012]). Dans le cas contraire, une distorsion entre le territoire des usagers et celui des opérateurs est introduite.

Le rapport paysager du bâtiment avec le reste de la ville est une autre composante de l'insertion. Il doit permettre le flottement (il doit être possible de ne pas se faire happer par la gare, de manière psychologique ou pratique, si l'on ne souhaite pas en être usager) et le réengagement (il doit être possible de distinguer la gare parmi le reste des bâtiments lorsque l'on souhaite prendre le train). Comme toute forme urbaine, il y a une transaction entre gare et ville : il s'agit d'adhérer à l'identité de la ville et de la faire évoluer par l'émergence de sa propre identité. Conticelli et Tondelli (2011) prescrivent ainsi la création d'espaces à forts caractères esthétiques et formels, pour éviter la monotonie et le caractère anonyme, intégrant des objets standards de la ville comme des rues et des places pour obtenir « l'effet urbain ». La pratique est risquée, car elle doit mettre la ville au service de la technique, et inversement. Ainsi, au sein de la gare de Liège conçue Santiago Calatrava Valls, un escalier rappelle le palais ducal de la ville en partageant son inclinaison. L'analogie semble un peu trop faible, le lien trop unidirectionnel (de la gare vers la ville), au vu des taux de satisfaction clientèle qu'affiche la gare (Riot, 2015).

Réciproquement, on trouve aussi à la gare trop autonome architecturalement un faste, « une certaine autosuffisance » (Baron and Roseau, 2016). Sander (1996) note les regrets devant l'uniformisation des gares, qui ne parviennent plus à trouver l'équilibre « On ne reconnaît plus Bordeaux ou Poitiers, on reconnaît le réseau TGV. On a substitué à l'identité de la ville une identité de réseau. Moi, je préfère la ville au réseau SNCF, qui s'assimile à une enseigne Novotel ou Macdonald. Je pencherai donc pour produire un peu plus de différences et un peu moins de similitudes. ». À l'inverse, un édifice qui trancherait trop, de par sa taille par exemple, serait incapable d'établir d'autres relations avec la ville autre que de la simple coexistence (Le Bot, 2019). Enfin, même si l'identité du quartier de gare peut se stabiliser et trouver une cohérence, elle ne reste jamais statique. Au fil du temps, le quartier de gare a tendance à devenir un espace qui ressort particulièrement au sein du tissu urbain, ou qui peut au contraire, se banaliser et se faire phagocyter par un autre quartier (Menerault and Barré, 1999).

3.3.4 La gare, un commun urbain

Le concept de commun urbain (ou *urban common*) fait référence aux différentes ressources ou espaces urbains dont l'usage collectif devrait être assuré dans une optique d'égalité sociale et environnementale (Baron and Harroud, 2023). Le caractère commun de la gare s'illustre par sa capacité à être le support de construction d'une culture commune, qui repose sur les propriétés architecturales, et spatiales et techniques de la gare. Ces espaces multiples parviennent en effet (souvent) à proposer des dispositifs spatiaux et matériels qui superposent les mondes et réseaux des opérateurs et des usagers. Cette capacité à coïncider prend appui sur des non-humains à deux faces, ou plutôt à une face unique interprétable différemment. C'est le cas par exemple des automates dans la gare par exemple dont la face avant dispose d'un écran à disposition des usagers, et d'une fente pour insérer la clef, permettant au réparateur d'avoir accès aux rouages du dispositif (Dominique Boullier, 1999). La gare joue ainsi le rôle de commun lorsqu'elle permet aux acteurs d'une même culture de s'emparer de l'infrastructure (Baron and Harroud, 2023). Plus précisément, lorsqu'elle minimise le besoin de culture partagée entre les acteurs pour leur permettre de développer leur propre culture sur celle-ci. Lorsqu'elle autorise plus qu'elle n'interdit.

Ainsi, la gare hérite d'un double rôle dans le commun, issu de son rôle urbain et de mobilité, capturé par le terme de *mobile common* (Nikolaeva *et al.*, 2019). Le concept désigne les espaces qui conservent leur caractère de commun urbain, tout en permettant au collectif d'actualiser les potentialités (ou capacités [Sen, 2000]) en termes de déplacement, non pas comme une liberté individuelle, mais comme un bien collectif. L'usage doit être permis sans obligation de conformité à des pratiques qui annihileraient les identités des usagers. Les *mobile commons* permettent de se déplacer en restant soi-même, sans être forcé à se dépouiller de ses cultures, valeurs, etc. (Ferreira *et al.*, 2017). À partir d'un contre-exemple (Baron and Harroud, 2023) mettent en évidence ce rapport particulier au collectif qu'offrent les gares.

Le réaménagement de la gare de Rabat a ainsi fait l'objet de nombreuses critiques architecturales du fait d'une faible intégration du nouveau bâtiment composé de verre, d'acier et de béton au reste de la ville. Or, c'est principalement la perte d'un éthos culturel hybride qui reposait sur une interprétation spatiale partagée, que regrettent les usagers de la gare de Rabat (Baron and Harroud, 2023). Le surdimensionnement du bâtiment voyageur entraîne en effet des courants d'air, autorise le déploiement de dispositifs de contrôle rigides et panoptique, réduisant le caractère sensible, le confort du lieu et la spontanéité des voyageurs. Le porche de la gare, support de la perméabilité ville-réseau, permettait autrefois de nombreuses pratiques sociales, attirant retraités, fumeurs, jeunes, etc. Ces emplois sont rendus caducs par la nouvelle entrée, aménagée comme un conduit, qui génère un passage permanent sans espaces pour stationner. De la même manière Joseph (1995) décrit la Gare du Nord comme « un lieu commun qui n'a pas de règle commune » entre les acteurs opérationnels, donc un lieu collectif trop morcelé, sans spatialité ou matérialité, bref

sans non-humain qui puisse être support de commun.

L'idéal d'urbanité se manifeste pour Isaac Joseph lorsque l'espace autorise l'émergence du commun. Cela passe par deux propriétés : la commodité, c'est-à-dire la capacité à être le support d'engagement, et la laïcité, c'est-à-dire la capacité à ne pas imposer un type d'engagement ni épuiser les possibles (Boumoud, 2012). L'accessibilité d'un espace réside dans sa capacité à se laisser pénétrer, mais aussi à pouvoir proposer des prises lisibles, identifiables, voire d'accompagner l'utilisateur inexpérimenté à travers une interactivité (Boumoud, 2012). Le monde du voyage devient « un monde d'intelligence distribuée » (Isaac *et al.*, 1999). L'intelligence distribuée n'est pas une propriété immanente de l'espace qui apparaîtrait au hasard, par génération spontanée. Elle nécessite de payer un coût, de concevoir des non-humains adaptés par anticipation. L'intégration d'utilisateur aux besoins particuliers, comme les Personnes à Mobilité Réduite (PMR) par exemple, passe par le maintien des potentialités de l'espace dans les processus dès la conception. L'ouverture doit être maintenue par des documents qui rappellent systématiquement l'existence de ces usagers potentiels (attestation d'accessibilité), des réglementations (*Arrêté du 20 avril 2017 relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public lors de leur construction et des installations ouvertes au public lors de leur aménagement*, 2017), etc. Intégrer de nouveaux usagers dont les besoins relèvent de dispositifs d'appropriation de l'espace très différent nécessite le déploiement d'une forte ingéniosité, et de faire tenir ces réflexions par de nouveaux dispositifs idéels et matériels. Plus l'ambition est large, plus cher sera le coût. Lorsque la SGP ambitionne de repenser les approches et les manières de construire la gare, allant jusqu'à proposer des « gares sensuelles » ou la mise en accessibilité universelle, il lui faut déployer un réseau de nouveaux outils en conséquence : programme gare qui fixe les prescriptions transversales, nouvelle charte d'architecture (Roudier and Avidé, 2019). Le meilleur moyen de produire du commun reste aussi de déployer un réseau intégrant le plus possible d'acteurs : travail en collectif au sein des comités de pôles, avec Île-de-France Mobilités ou les usagers, création de benchmarks sur les métros du monde, etc.

3.4 Conclusion du chapitre

Dans ce troisième chapitre, trois points fondamentaux sont abordés. Tout d'abord, le projet de construction de la gare et de son quartier est marqué par une gouvernance complexe, contrainte et structurée par le morcellement des compétences, des responsabilités et des droits liés à la propriété foncière. Ensuite, il est important de souligner que les discours portant sur la gare n'ont pas adopté une approche uniforme. Certains ont cherché à orienter l'aménagement de la gare par le prisme de l'optimisation des flux ou des rapports qu'elle entretient avec la ville. D'autres se sont immergés au cœur de la gare afin de comprendre l'apprentissage requis pour son utilisation, permettant ainsi de faire émerger une légitimité de parole pour les usagers. Enfin, le dernier point met en évidence que la gare et la ville doivent être pensées de manière conjointe, car elles se répondent l'une à l'autre, ajoutant mutuellement des dimensions qui influencent la manière dont elles sont perçues et valorisées.

La construction collective du quartier de gare à travers un projet nécessite de créer un sens commun partagé par tous les acteurs impliqués, qui s'engage avec des attentes différentes vis-à-vis de l'infrastructure. Pour parvenir à un accord, le temps du projet est celui de la négociation : il doit permettre de croiser et de traduire les préoccupations de chacun. L'analyse fonctionnelle, par exemple, garantit que la logique technique portée par la SNCF, plus précisément par la filiale responsable de l'exploitation, puisse être formulée dans le métalangage du projet. Les contours matériels de l'infrastructure se dessinent progressivement au contact des éléments avec lesquels elle est supposée agir une fois construite. Le processus itératif est initié à partir de conceptions idéelles, en se confronte aux caractéristiques du

site, aux technologies disponibles comme le type de matériel roulant utilisé par exemple, ou encore aux doctrines de sécurité en vigueur. La négociation consiste alors à ajuster conjointement les éléments l'un à l'autre. Le dispositif conçu initialement peut voir ses ambitions à la baisse en fonction des caractéristiques du site, tandis que le site sera lui aménagé par des travaux de terrassement par exemple. Les stabilités des différents éléments sont ainsi mises à l'épreuve tout au long du projet.

Les discours normatifs agissent comme des forces agissantes qui renforcent ou affaiblissent les différentes composantes du projet. Les technologies modernes sont ainsi généralement capables de façonner le site afin d'intégrer les infrastructures nécessaires aux gares, au prix de travaux, d'usages d'engins lourds, de cartographies des sols et des sous-sols et de déplacement de matières importants. Toutefois, la promotion d'un discours prônant une approche frugale et d'écoconception, peut conférer au site une certaine solidité, dans la mesure où il neutralise en partie l'usage potentiel des gros travaux pour réorienter vers des modifications légères. Le volet matière de la stratégie environnementale d'AREP⁴ mentionne par exemple le questionnement de l'usage et oriente le projet vers des interventions qui préserve le plus l'existant et privilégie l'économie de matière.

L'implication des citoyens dans les processus d'aménagement urbain reste relativement limitée, malgré un intérêt croissant pour la maîtrise d'usage. Ce concept reconnaît les compétences des usagers à exprimer leurs besoins et vise à les impliquer de manière plus participative dans ces processus (Vulbeau, 2014). Dans le même temps, l'aménagement de la gare implique la reconnaissance implicite des compétences des usagers vis-à-vis de l'utilisation des objets techniques et organisationnels, ou en tout cas des capacités d'apprentissage. Les approches pragmatiques ont en effet mis en lumière l'importance de l'équipement nécessaire pour se déplacer efficacement dans une gare ou prendre son train. En réaction aux approches essentialisant, les chercheurs se sont attachés à explorer la matérialité et la spatialité du social, soulignant le rôle des médiations réalisées par des non-humains spatialisés lors des relations entre humains.

Le caractère complexe des relations entre ville et gare invite à étendre ces considérations et approches hors de l'infrastructure, afin d'observer l'émergence de l'urbanité de la gare à partir des configurations locales. D'une part, elle examine le déploiement externe de la gare dans la ville et l'invagination de la ville au sein de la gare. Elle remonte par exemple la chaîne technique jusque dans la ville, identifiant les éléments de signalétique ou d'aménagement paysager qui permettent de canaliser et diriger les flux, comme les rangées d'arbres ou les percées viaires. Elle souligne aussi les modalités d'intégration des objets que l'on retrouve traditionnellement dans le milieu urbain, tels que les services commerciaux, au sein de la gare. Elle évalue enfin les reconfigurations mutuelles qui aboutissent ou non à la naissance du quartier de gare pour les citoyens et usagers. Ces études montrent comment la gare, bien au-delà de sa fonction de transport, participe à la vie urbaine, influençant et étant influencée par le tissu urbain dans lequel elle s'insère.

Pour analyser, comprendre et orienter le développement des quartiers de gare, l'outil typologique a parfois été mobilisé. Ces typologies ont un effet structurant et performatif, offrant des modèles d'équilibre précieux pour les stratégies prospectives. Cependant, ces approches se concentrent principalement sur les scénarios futurs, négligeant les éléments concrets qui maintiennent ensemble les systèmes urbains au cours des négociations. Elles tendent à considérer la négociation comme un processus stable et neutre, un simple intermédiaire (Latour, 2005), c'est-à-dire quelque chose qui déplace ou transporte du sens sans transformation. Les mêmes causes entraînent les mêmes effets : l'aménagement devient une boîte noire dont il est possible de prévoir la conclusion avant même que les acteurs ne s'assoient autour de la table. Pour adopter une telle perspective, il est nécessaire de réduire le nombre de variables au minimum, sinon il devient apparent que chaque situation est unique et que les processus normatifs s'adaptent aux

4. <https://www.arep.fr/emc2b/>

contextes spécifiques, tout autant que ces contextes s'adaptent aux processus. L'approche "node-place" illustre cette tendance, développant implicitement une théorie de l'équilibre pour les systèmes urbains. Ce type d'approche a pour effet de valider implicitement la répartition des rôles lors de la négociation, et de dépolitiser les questions urbaines, en minimisant l'influence des différences contextuelles sur le développement urbain. et en risquant de manquer la complexité et la diversité des processus urbains réels.

La question de la politisation est pourtant essentielle lorsqu'il s'agit d'intégrer la biodiversité dans les espaces urbains, en particulier dans le contexte des gares. Le principal vecteur d'urbanisation de la gare réside dans sa capacité à s'ouvrir à une diversité d'usages. Urbaniser signifie permettre et encourager divers usages ; être en gare, c'est en favoriser certains, principalement ceux liés à des interactions techniques, organisationnelles ou d'habitudes. L'urbanité se manifeste dans la capacité d'un espace à passer du multiple (diversité d'usages et d'usagers) à un point unique (un espace commun et partagé). Lorsque la gare échoue à créer cet espace commun, à intégrer ces multiples usages et usagers, elle perd son caractère urbain.

Étendre ces réflexions à la biodiversité implique une reconsidération complète des supports idéels et matériels pour accueillir ces nouveaux usagers que sont les espèces animales et sauvages. Cela signifie intégrer ontologiquement ces espèces dans le contrat social d'urbanité, en reconnaissant leur place et leurs besoins dans le cadre urbain. Il s'agit de réévaluer les infrastructures, les espaces verts et les pratiques de gestion urbaine pour inclure activement la biodiversité, en permettant aux espèces de coexister et de prospérer dans les environnements urbains et techniques. Étendre ces réflexions à la biodiversité, c'est donc repenser l'entièreté des supports idéels et matériels pour faire commun avec ces nouveaux usagers. C'est faire entrer ontologiquement les espèces animales et sauvages dans le contrat social d'urbanité.

Or, la question de la politisation est centrale pour parler de biodiversité dans ces espaces. Le principal mouvement qui permet à la gare de s'urbaniser réside alors dans sa capacité à s'ouvrir au multiple. Urbaniser, c'est permettre les usages ; être en gare c'est en encourager certains, principalement la relation technique, organisationnelle ou d'habitude. Les dispositifs de la gare disposent d'une puissance d'agir, ou agentivité. Il n'existe pas de situation neutre vu que la présence de la gare exige toujours l'intégration de dispositifs techniques qui autorise certains usages et en interdisent d'autres, du fait d'une disponibilité spatiale ou cognitive limitée. Cela explique aussi que l'on remarque le plus souvent l'urbanité de la gare lorsque celle-ci fait défaut. Lorsque la gare ne parvient pas à faire commun, c'est-à-dire à passer librement du multiple au point unique, alors l'urbanité du lieu disparaît. Ces dispositions dépendent des caractéristiques spatiales et architecturales du lieu, de sa capacité à énoncer les pistes qui peuvent être empruntées et celles qui sont interdites.

Deuxième partie

Fréquentation des quartiers de gare par les non-humains : ancrage géographique de la question de recherche et modélisation de la connectivité écologique

Chapitre 4

Présentation de la question de recherche

J'ai proposé au cours de ces trois premiers chapitres de porter mon attention sur le croisement deux à deux de trois thématiques d'intérêt : les enjeux du ferroviaire, ceux de la biodiversité et ceux de l'urbanité. Dans ce chapitre, je propose de mettre le doigt au cœur du diagramme de Venn (Figure 4.1). La description des reconfigurations par l'objet ferroviaire des écosystèmes urbains et de leur prise en charge sociale nécessite un travail d'enquête. La littérature centrée sur ce triple croisement est en effet rare. Je m'appuierai sur trois types d'exemples dont chacun mobilise une approche conceptuelle adaptée au croisement de deux composantes parmi l'urbain, la biodiversité et le ferroviaire, dans une situation qui fait intervenir la dernière. Au terme de chaque exemple, j'identifierai les enjeux liés à cette nouvelle transaction pour formuler une question de recherche.

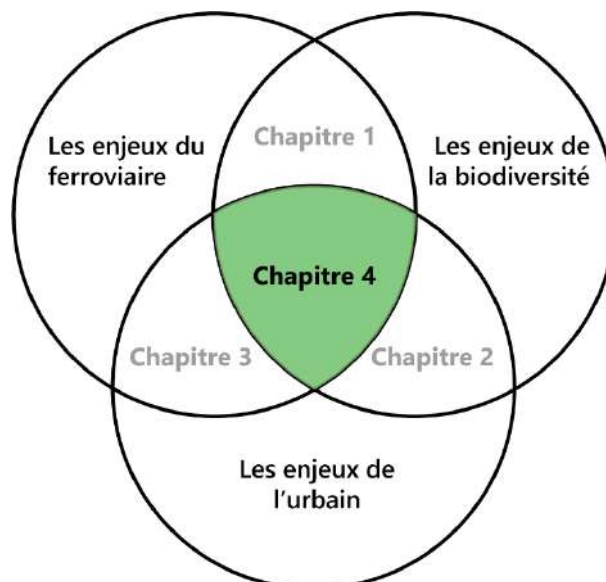


FIGURE 4.1 – Structuration du chapitre 4

4.1 Trois reconfigurations

J'examinerai en premier lieu les résultats d'articles d'écologie du paysage qui étudient l'impact du ferroviaire en milieu urbain. Je détaillerai ensuite l'étude de la prise en charge de la biodiversité au sein d'un projet urbain sur un site ferroviaire. Je présenterai enfin un guide technique intégrant la biodiversité dans les pratiques d'acteurs en charge de gares.

Les modalités spatiales des espaces ferroviaires urbains leur confèrent des propriétés qui ne sont pas toujours défavorables pour la biodiversité. Dans des espaces urbains aux taches d'habitats isolées et de taille réduite, les voies ferrées et leurs dépendances peuvent contenir des *continuum* de végétation qui pénètrent au cœur des zones denses (Vandeveld et Pénone 2017). Pénone (2012) a ainsi montré que les dépendances ferroviaires sont plus favorables à l'accueil d'espèces sensibles aux perturbations anthropiques que les friches urbaines, y présentant notamment une plus grande diversité floristique. Cet avantage comparatif résulterait de leur relative préservation face au renouvellement urbain, ainsi que de leur caractère protégé de la présence humaine directe. Ces espaces peuvent aussi servir d'habitat au sein de paysages urbanisés pour certaines espèces de milieux semi-naturels ouverts, comme certains arthropodes généralistes, voire spécialistes (Vandeveld et Pénone 2017). L'application de principes de gestion différenciée ou écologique sur ces espaces augmenterait encore les capacités d'accueil de la biodiversité à l'échelle de la ville.

Parallèlement à leurs effets fragmentant, les ILTs déploient des effets en tant qu'habitat et corridor, dont l'intensité reste généralement modérée. L'équilibre entre leurs effets négatifs et le rôle positif qu'elles peuvent jouer dépend avant tout du contexte paysager. Or, le paysage urbain ferroviaire est polarisé par la gare. Sa présence influence les formes architecturales et urbaines à l'échelle du quartier, et son architecture même peut impacter la faune. Cette influence globale, lorsqu'elle doit être formalisée, l'est généralement à partir de la notion de quartier de gare. Le terme est élaboré de manière anthropocentrique ; il se limite généralement à qualifier l'influence de l'objet ferroviaire sur les espaces perceptibles par l'humain. Depuis cette perspective unique, il reste néanmoins marqué par une très grande variabilité (Chapitre 3). Il semble donc pertinent d'identifier les coïncidences et les dissemblances entre le quartier de gare humain, et celui dessiné depuis la perspective animale. Plus qu'une échelle d'analyse spatiale, le quartier de gare devient alors une échelle d'analyse transusager, dont il s'agit de tester la stabilité.

Le deuxième exemple mobilisé, qui peut être plus explicite, permet d'évaluer l'impact du ferroviaire sur la prise en charge de la biodiversité dans le projet urbain. Il prend pour cadre la petite ceinture de Paris, ancienne ligne de chemin de fer achevée en 1869 qui entourait alors Paris. L'infrastructure ferme aux voyageurs en 1934, avant d'être démantelée sur la plupart de ses tronçons. Ses reliquats ont été aujourd'hui réaménagés comme chemins de promenades, intégrés dans des parcs publics ou laissés en friche (Menant 2017). La diversité spécifique est importante sur ces espaces : 590 espèces y ont été observées, dont 254 végétales, 34 d'avifaune ou encore 8 espèces de mammifères (Japiot et du Plessis 2015). Résistants à la promotion immobilière, ces espaces peuvent être des ressources intéressantes pour la constitution d'un réseau écologique urbain (Clergeau 2007). Le projet de réaménagement de la portion du XV^e arrondissement, issu d'un protocole-cadre entre la SNCF et la Ville de Paris, a été suivi par Juliette Scapino (2021). L'acteur ferroviaire, ici SNCF Réseau, est toujours propriétaire du foncier et conserve certaines de ses prérogatives sur ces espaces. Le projet doit ainsi prendre en charge une série de contraintes issue de la présence des infrastructures ferroviaires : contraintes de sécurité, de coût et d'exploitation. La SNCF requiert en effet le maintien d'une voie sur site qui pourrait potentiellement être réexploitée après travaux.

Des exigences écologiques et paysagères sont aussi intégrées par l'entreprise et le paysagiste du projet.

La conservation intégrale des milieux sur place et de l'esthétique de la friche est demandée. Si paysage et écologie ont véritablement été articulés dans le projet grâce à des échanges fructueux au sein des services de la DEVE (Direction des Espaces Verts et de l'Environnement de la ville de Paris) [Morin, Bonthoux, et Clergeau 2014], le paysagiste est resté « l'incontournable chef d'orchestre » (Scapino 2021). Des panneaux pédagogiques incitent les promeneurs à s'attacher à leur environnement immédiat. Ces indications donnent des prises (Bessy et Chateauraynaud 2014) sur le paysage et l'environnement devant eux, en détaillant les fonctionnalités d'écosystèmes, les interactions entre eux, ou encore la logique interne du plan de gestion. Sans ces panneaux et ces informations, le paysage pourrait paraître lisse et unifié pour l'œil non averti, presque invisible. Cette capacité à passer d'une appréciation globale d'un paysage au détail de ses petites attentions fait écho au flottement-réengagement dont faisaient preuve les usagers de la gare, c'est-à-dire la capacité à capter des stimulus avec le minimum d'attention requise, ou bien s'engager plus intensément avec un objet particulier pour tenter de lui donner du sens. Là encore, la capacité de pouvoir saisir le caractère ferroviaire du paysage repose sur la présence d'éléments qui agissent comme microrepères. Par ailleurs, le flottement-réengagement, ou déponctualisation (passage d'un paysage appréhendé comme globalité à un paysage composé de la somme de plusieurs composantes que l'on peut examiner chacune indépendamment), repose aussi sur l'absence d'autres non-humains qui ne captent ou ne redirigent pas toute l'attention. La gestion de l'espace est assurée par ESPACE, une association qui se donne pour but d'accompagner vers l'emploi des personnes en réinsertion par l'acquisition de compétences liées au développement de la biodiversité urbaine. Cette association avait proposé l'intégration de nichoirs dans la promenade de la petite ceinture. Le paysagiste a rejeté cet ajout, motivant ce refus par la cohérence du paysage ferroviaire, dans lequel ces objets n'entrent pas classiquement.

Ce second exemple ne témoigne pas d'une remise en question profonde, au contact de l'enjeu ferroviaire, de la façon de traiter la biodiversité dans le projet. Néanmoins, il marque bel et bien ces espaces à différents niveaux, et ce alors même qu'aucun train n'y circule. Il est donc légitime de se demander si des contextes avec une activité ferroviaire intense influenceront la prise en compte de la biodiversité. Par extension, les modalités de développement de projets de paysage ferroviaire portant une réflexion sur les enjeux de biodiversité doivent être identifiées.

Le troisième exemple de croisement porte sur l'identification de la biodiversité urbaine à l'échelle de la gare. Un guide a en effet été élaboré dans cette optique par la LPO en 2020, en collaboration avec la SNCF (Cornet 2020)¹. La production d'un tel document fait suite au partenariat d'accompagnement conclu dès 2014 entre les deux structures, visant à améliorer la prise en compte de la biodiversité dans les pratiques de l'acteur ferroviaire. L'enjeu d'un tel guide réside dans un premier temps dans sa capacité à faire naître une nouvelle relation scientifique entre la biodiversité et les agents ferroviaires. Il s'agit de vulgariser les questions écologiques afin de permettre leur appropriation par les acteurs non spécialistes. L'objectif est globalement le même que celui des panneaux pédagogiques : donner des prises aux agents. Cette fois-ci, les conséquences de l'absence de prises ne se résument pas à une dépréciation de la promenade, mais peuvent provoquer la destruction potentielle d'espèces du fait de leur invisibilité latente. Parler ici d'invisibilité semble plus logique que de parler d'invisibilisation. L'identification des espèces se base en effet sur des pratiques médiées, scientifiques ou non, et elle n'est en aucun cas immanente. Il sera éventuellement plus logique de parler d'invisibilisation lorsqu'il existe des dispositifs qui empêchent le déploiement de ces pratiques médiées d'identification.

Le protocole LPO-SNCF se destine aux agents *a priori* sans compétences naturalistes, et fournit des clefs d'identification d'espèces communes pour le personnel des gares. Trois grands types d'enjeux sont répertoriés et notés sur 4. Le guide fait d'abord mention des composantes des trames et des continuités

1. Document interne à la SNCF

écologiques structurelles, qu'il propose d'évaluer à partir des distances entre espaces naturels, de la présence d'enceintes, de clôtures, ou de végétation sur les places de stationnement (hors-sol ou de plein sol). Il requiert ensuite le décompte des micro-habitats présents sur site : présence d'abris naturels (cavités d'arbres, fissures, tas de bois ou de sable) ; présence et diversité de la pelouse, des arbres et des haies. Enfin, il note le taux d'artificialisation à l'échelle de la gare et les risques pour la faune, à partir de métriques telles que le taux d'artificialisation du parking, la présence de bâtiments plus ou moins accueillants pour la faune, ou la prise en compte des cavités pièges. Le guide oriente ensuite l'acteur opérationnel vers la réalisation d'un inventaire portant sur des espèces communes en zones artificialisées. Pour cela, une clef de détermination est fournie pour les oiseaux (pie bavarde, corneille, pigeon, mésange, etc.), les plantes (pâturins, pâquerette, pissenlits, etc.), les insectes (fourmi, gendarme, coccinelle, papillon, etc.), ou autres (ver de terre, araignées, lule, lithobie, etc.).

En compilant ces résultats, l'agent de gare peut obtenir une note décomposable selon un diagramme de Kiviat (étoiles à plusieurs branches, Figure 4.2). L'approche stratégique proposée par le naturaliste de la LPO est ensuite assez directive : les actions à mener doivent avant tout améliorer les points les plus dégradés. Il est possible de conclure que le guide considère implicitement que la gare est un point noir pour la biodiversité. Il semble en effet, au vu des préconisations, que la gare ne peut être considérée que comme un élément négatif dont il convient de réduire et remédier les impacts. Les questions liées à la capitalisation sur les éventuels bénéfices écologiques, ou de son intégration au sein des réseaux écologiques, ne sont pas posées. La confrontation de la stratégie du guide et des objectifs qu'il affiche avec les objectifs poursuivis par l'acteur qui s'exprime au nom du ferroviaire mérite elle aussi d'être étudiée. Cette confrontation est d'autant plus intéressante selon les acteurs interrogés, qu'ils soient membres de la direction de la gare, de la direction du développement durable de l'entité mère, ou gestionnaire du réseau.

analyse des points à améliorer (exemple)

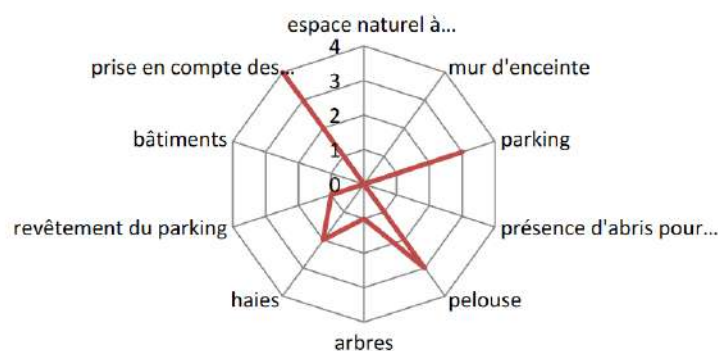


FIGURE 4.2 – Diagramme proposé par l'écologue de la LPO pour l'orientation stratégique de l'action en faveur de la biodiversité dans les gares, tiré de (Cornet, 2020)

4.2 Question de recherche

Parallèlement au développement de l'écologie urbaine comme champ de recherche, l'écologie du paysage s'est concentrée sur les infrastructures linéaires de transport (chapitre 1). Elle a participé à la détermination de leur caractère fragmentant avant, plus récemment, d'évaluer aussi leur potentiel en tant

que de corridors. Les gares, en tant que points nodaux du réseau de voies ferrées, sont fréquemment situées dans des environnements urbains. Les impacts des gares sur la biodiversité ne peuvent pas être réduits à la seule accumulation des impacts respectifs de l'urbain et du linéaire ferroviaire. Il est crucial d'adapter les protocoles de recherche pour identifier les enjeux spécifiques de ces espaces sur les processus écologiques influençant la biodiversité. Cette adaptation repose sur deux perspectives principales. Premièrement, la création de connaissances sur un objet urbain trop peu exploré dans le domaine de l'écologie du paysage. Deuxièmement, le développement de protocoles d'évaluation de la biodiversité adaptés aux besoins des aménageurs. Ce second objectif s'inscrit dans la dimension prescriptive de l'aménagement.

Appréhender la gare dans ce cadre nécessite de la mettre en relation avec l'espace qu'elle affecte, à la fois sur la ligne et dans le tissu urbain. Le quartier de gare, affecté par les dynamiques urbaines et économiques liées à la gare ou à d'autres politiques de la ville, permet de capter les phénomènes croisant ferroviaire et urbanité. L'évaluation du réseau écologique des quartiers de gare permet alors une explicitation des contraintes et des opportunités pour la biodiversité dans ces morceaux de ville. Cette évaluation doit être entendue comme la détermination de la capacité de ces quartiers à permettre ou non la connectivité, couplée à l'identification de l'importance relative qu'ils jouent à l'échelle d'un territoire métropolitain plus large.

La mobilisation de tels résultats dans le processus d'aménagement ne peut s'appuyer sur des forces d'inertie. Faire émerger un fait scientifique nécessite d'être capable de déployer une énergie suffisamment importante pour faire passer l'information à travers une chaîne de dispositifs disparates. Cette information termine généralement son parcours sous la forme d'un article publié dans une revue, lui-même remobilisable pour la construction d'un autre fait, etc. L'énergie requise est élevée, mais ce coût est supporté par une institution scientifique pluricentenaire qui met à disposition des revues, des principes généraux partagés, un code d'éthique et de conduite, etc. Mobiliser le fait hors de ce champ nécessite de procéder à des traductions qui se déroulent hors de l'institution scientifique et ne peuvent plus s'appuyer sur elle. Le processus de projet générique prend le relais : il a pour but de recroiser les expertises et de les négocier. Les résultats liés aux modélisations des réseaux de connectivité écologique peuvent alors s'engager dans les négociations par ce biais.

Tout comme les enjeux écologiques, la question ferroviaire introduit certaines exigences dans le projet. Ceux-ci sont liés à la complexité de la gouvernance, l'incertitude qui caractérise les projets de gares ou de PEM ou encore à la place particulière qu'elle accorde à l'analyse de besoins. L'introduction des enjeux écologiques doit donc s'accommoder de la double exigence contenue dans les deux termes du *projet de gare*.

L'objectif principal de cette thèse est donc d'examiner les modalités d'intégration de la biodiversité dans le quartier de gare. Pour cela nous répondrons à deux questions. 1) Quel diagnostic peut être établi quant au rôle de ces espaces dans le réseau écologique ? 2) Quelles sont les meilleures pratiques pour les analyser, puis les formaliser de manière à assurer leur mobilisation cohérente et stable lors de l'aménagement des gares, y compris lors de la phase projet ?

4.3 Présentation de la méthodologie : un ancrage géographique

Afin de répondre à cette question de recherche, je mobiliserai plusieurs approches empiriques. L'analyse spatiale des enjeux de connectivité écologique à l'échelle des quartiers de gare s'appuiera sur des modélisations basées sur la théorie des graphes, appliquées à un territoire défini autour de la ligne N du Transilien

en Île-de-France. Concomitamment, une série d’ateliers et d’entretiens sera réalisée pour capter les manifestations sociales conjointes de la gare et de la biodiversité. Néanmoins, la posture théorique qui a guidé mes recherches s’est appuyée non seulement sur les perspectives issues de l’écologie du paysage et des études sur les gares, mais a aussi bénéficié d’une réflexion plus large en anthropologie et sur la nature du social. Cette démarche réflexive a constitué un tournant majeur de ma thèse, influençant profondément ma vision et ma méthode de travail. Elle a permis de poser des exigences méthodologiques pour aborder des questions liant des entités écologiques et des entités sociales sans avoir à distinguer chacun de leurs effets arbitrairement. Le lecteur pourra trouver un résumé de l’apport théorique de ces lectures, qui ont trait pour partie à l’épistémologie des sciences sociales, en Annexe A.

4.3.1 Approche normative

La question de l’intérêt de la recherche est une question récurrente dans la société civile. Certains défendent l’intérêt de la production de la connaissance du fait de sa valeur intrinsèque, indépendamment de son exploitation future ; d’autres soulignent l’importance d’intéresser un public non expert. La thèse présentée ici est ancrée dans un projet de recherche dont le caractère transformatif est assumé. Il s’agit effectivement de développer de nouvelles connaissances permettant d’améliorer la prise en compte des enjeux de biodiversité lors de l’aménagement du quartier de gare. Pour autant, l

a question de recherche posée dans cette thèse ne cherche pas à exprimer de vision normative en faveur de la biodiversité, de l’urbain ou de la gare. Cette précision est nécessaire, car les champs scientifiques de l’écologie et de l’urbanisme sont parcourus par des courants prescriptifs qui proposent d’agir non seulement au nom de la connaissance, mais aussi de ce qui est juste et désirable pour la biodiversité, les espèces, ou les usagers de la ville. Plutôt que de choisir parmi l’une de ces positions morales *a priori*, aussi justes soient-elles, j’ai fait le choix de poser la question de recherche sans l’ancrer dans une éthique environnementale ou urbanistique formulée explicitement et préalablement. Les pistes de recherche ne seront ni écartées ni suivies au motif qu’elles font prévaloir automatiquement la biodiversité sur les logiques internes de la gare ou sur le bien-être des usagers. À l’inverse, elle ne sous-entend pas que le respect des procédures opérationnelles de l’exploitation ferroviaire justifie le *statu quo* au nom de l’exceptionnalisme humain. De ce point de vue, je n’inscris pas ce travail dans une *political ecology*, car celle-ci oriente son approche à partir d’une justice environnementale dont elle définit la teneur hors des controverses qu’elle étudie (Perreault, Bridge, et McCarthy 2015).

Le premier argument pour justifier ma position de recherche réside dans le fait que ces positions morales sont déjà endossées par certains acteurs de la gare ou de la protection de l’environnement. L’objectif de ce travail n’est pas de porter un jugement sur leurs pratiques préalablement à l’étude des conséquences qu’elles ont. En revanche, adopter cette posture prête le flanc à une critique plutôt facile : il pourrait lui être reprochée de dépolitiser la situation, que l’absence de prise de position équivaut à prendre la position par défaut, c’est-à-dire en faveur du fait majoritaire. Je considère qu’il existe une différence entre expliquer la situation, montrer ses mécanismes et ses ressorts d’une part, et la justifier d’autre part en dédouanant les acteurs. En revanche, il est crucial d’inclure la diversité des parties prenantes, humaines ou non-humaines. Ainsi, bien que décrire l’exhaustivité des enjeux pour tous paraisse un horizon inatteignable, cela doit rester un objectif pour garder la part d’intégrité de l’analyse.

Je considère par ailleurs qu’une erreur serait commise en m’autorisant à juger différemment les acteurs *a priori*, selon qu’ils soient humains, non-humains, qu’ils défendent la justice environnementale ou le principe fondamental de liberté de circulation. Je choisis d’appréhender de manière symétrique chaque acteur impliqué, pour évaluer les conséquences de ses actions sur les autres acteurs, afin d’étudier la

durabilité et la justice au sein de la communauté formée par les acteurs humains et non-humains.

L'autre argument qui me pousse à adopter un recul méthodologique vis-à-vis d'une posture normative par défaut, est le manque d'instrumentalité de celles-ci pour l'étude pratique des configurations sociales. En effet, peu importe la grandeur ou la portée universelle des valeurs ou des justifications prônées par les acteurs, ces derniers sont systématiquement prêts à les négocier dans la pratique. Les acteurs sont très souvent prêts à reconnaître la validité de tel ou tel point de leur interlocuteur, adversaire de circonstance. Les trois exemples détaillés précédemment montrent bien que s'ils demeurent inflexibles, alors ils n'ont aucune chance de parvenir à modifier les pratiques des autres. Au vu de ces transactions continues, il semble bien plus fécond de déplacer l'analyse depuis les valeurs ou les positions des acteurs mentionnées préalablement à la négociation, vers la négociation elle-même.

Revenons à la contrainte d'exhaustivité imposée par cette position. Le nombre d'acteurs sur lesquels il me faut porter mon attention est donc virtuellement illimité. Tout arbre, toute contrainte d'emploi du temps pour l'usager mérite d'être examinée, dans la mesure où cela affecte et sera affecté par les autres acteurs. Pour proposer une approche réalisable, il est donc malgré tout nécessaire de disposer d'une boussole permettant de distinguer ce qui doit être considéré, suivi et examiné, de ce qui est négligeable, sans laisser au chercheur la responsabilité de décider *a priori* : cette distinction doit être une conclusion de la pratique, et être contingente à l'enquête.

Le chercheur peut s'appuyer sur deux ressources pour s'assurer qu'il n'a pas oublié d'acteurs à interroger. La première, c'est la situation concrète à laquelle il est confronté. La négociation fait apparaître des réseaux rassemblant des éléments hétérogènes : il est donc possible de suivre ces réseaux, de regarder l'enchaînement qui a permis de passer de l'arbre aux feuilles mortes, des feuilles mortes au risque de glissade, de la chute au décalage de l'emploi du temps de l'usager. C'est aussi le réseau du réparateur de billet en face de sa machine, qui assemble des éléments matériels d'une part : les petites encoches sur la face de l'automate ou son électronique interne, immatériels d'autre part : dizaines d'heures d'apprentissage, qualification et la promesse de salaire. C'est le réseau d'habitats parcourus par des espèces migratrices qui nichent parfois sur les caténaires de la gare, sont gênées par la pollution lumineuse ou par le changement climatique. C'est le réseau de l'individu bénévole inscrit à un programme de suivi participatif de l'avifaune, qui se rend en gare pour identifier le propriétaire du nid, qui s'est renseigné sur les horaires des trains, qui a pu circuler grâce au billet acheté à la machine et au travail des agents de maintenance qui ont procédé au débroussaillage manuel des accotements ferroviaires. Bref, l'enquête doit faire au mieux pour identifier tous ces acteurs humains et non-humains qui rythment la vie de la biodiversité dans le quartier de gare, à partir des acteurs eux-mêmes ou de toute autre forme de compte-rendu. La littérature scientifique peut être envisagée comme une liste immense d'acteurs qui ont déjà été pré-identifiés. L'écologie a mis à l'œuvre l'effet des milieux, des paramètres biotiques et abiotiques, ou encore des formes urbaines sur la biodiversité. L'urbanisme a fait de même pour la gare et son quartier. Tous ces éléments sont donc des acteurs susceptibles d'influencer à un moment ou un autre la situation. La seconde ressource du chercheur est sa créativité (Chevassus-au-Louis 2023), afin d'essayer au mieux d'identifier les acteurs qui sont tus lorsque le réparateur est interrogé, lorsque l'oiseau est observé, etc.

Lorsqu'il s'agit de déceler ces diverses manifestations, la manière la plus simple reste de partir des inscriptions spatiales puisque l'espace forme le monde médian auquel chacun a accès. Néanmoins, le caractère spatial de la majorité des acteurs non-humains mobilisés socialement est inexistant ou n'est pas leur propriété principale. « Personne ne vit bien sûr dans un espace euclidien ; [...] Où insérez-vous les contraintes légales et urbanistiques ? Où situez-vous les prévisions budgétaires et les différentes alternatives relatives au budget ? Où mettez-vous la logistique impliquée par l'intervention des différents corps de métier ? Où a lieu l'évaluation délicate de la compétence des spécialistes ? Où archivez-vous les maquettes

successivement modifiées pour répondre aux exigences contradictoires des différentes parties prenantes, usagers, communautés du voisinage, défenseurs du patrimoine, clients, représentants du gouvernement et des autorités municipales ? Où incorporez-vous les changements apportés aux détails du programme ? » (Latour et Yaneva 2008). C'est en ce sens que le suivi des différentes manifestations de la biodiversité et de la gare est une étape préalable à l'identification des conditions et moyens relatifs à la définition d'un contrat social qui reconnaît leur existence. Je propose donc une approche qui se base sur le suivi du réseau de tous les acteurs impliqués, que ceux-ci soient humains ou non-humain.

Ces exigences se traduisent dans ma recherche par trois points. Premièrement, les traces laissées par les acteurs humains et non-humains, vivants et non vivants, ne se distinguent pas par nature, mais doivent tout de même être suivies en utilisant des méthodes qui leur sont spécifiquement adaptées. Deuxièmement, il faut admettre que je ne pourrai jamais retracer de manière exacte la façon dont ces acteurs attribuent du sens au monde, mais qu'il est néanmoins nécessaire de tenter de construire des intermédiaires de sens, car c'est la seule voie possible. Enfin, l'enquête se doit d'examiner les conséquences que ces traces laissent dans le monde pour chacun des autres acteurs impliqués. En ce sens, notre recherche reprend les ambitions des géographies-plus-qu'humaines (Whatmore, 2002, Hinchliffe *et al.*, 2005).

4.3.2 Choix des terrains de recherche

Répondre à cette triple exigence implique de s'assurer qu'aucun acteur n'est négligé, sous peine de passer sous silence des conséquences importantes liées aux manifestations de la gare ou de la biodiversité. La phase de sélection du terrain de recherche se présente ainsi comme un temps d'esquisse de ce que pourrait être le monde des acteurs afin de proposer une méthodologie adaptée à la collecte de leurs traces. Il nécessite donc un engagement avec les acteurs en présence, et doit résulter d'un processus itératif d'identification, être le produit de compromis entre tous les acteurs, tracer ce qui deviendra la ligne de crête entre les mondes multiples. Par ailleurs, ce temps est une opportunité pour entrer dans le réseau des acteurs en même temps que d'intégrer ceux-ci dans le nôtre : les choix scientifiques proposés doivent être expliqués, vulgarisés et questionnés à l'aune des intérêts des acteurs.

Initiés dès le choix des terrains et rythmant tout le temps de la recherche, quatre ateliers participatifs ont permis de satisfaire à ce besoin d'engagement. Regroupant des acteurs opérationnels de l'aménagement des gares, des acteurs des collectivités publiques ou de la protection de l'environnement, ils ont permis de faire émerger des remarques et des critiques, vis-à-vis de ce qui était proposé méthodologiquement. Il n'était pas attendu des acteurs invités qu'ils adoptent la posture d'un expert scientifique, bien que tout commentaire méthodologique pertinent de leur part ait été pris en considération. Leurs opinions et retours ont été examinés en tant que savoirs issus d'un ancrage dans une situation complexe. De ce fait, les critiques ou remarques qui dépassaient le cadre proposé n'ont pas été écartés au prétexte qu'elle ne seraient pas pertinentes au vu de la méthodologie posée. Au contraire, j'ai tenté de réorienter mon questionnement pour intégrer ces problématiques ainsi soulevées. Les temps de déterminations des terrains (chapitre 5) et des espèces sur lesquelles l'étude va porter (Chapitre 8) ont été conçus comme une suite d'aller-retours entre le réseau du chercheur et celui des acteurs opérationnels. Le premier mobilisait la littérature académique qui consigne un savoir expérientiel codifié ; les seconds dessinent une réalité qui potentiellement le réinterroge voir lui échappe. Il était ainsi crucial de faire des compromis pour former des intermédiaires de sens.

4.3.3 Le suivant des vivants non-humains

Les géographies-plus-qu'humaines insistent sur l'importance de rendre compte des mondes en proposant des techniques qui ne les construisent pas « sur le dos » de ceux qui sont impliqués, mais plutôt qui les engagent (Stengers 2022 ; Despret et Galetic 2007). Or, dans le cadre du projet de recherche Frugacité, il a été fait le choix de déployer une approche basée sur la modélisation. La mise en place d'inventaires naturalistes, qui auraient permis un rapport corporel au terrain, a été exclue au profit de dispositifs de simulation basés sur la théorie des graphes pour étudier la connectivité écologique². Ce point ne rend pas pour autant caduque mon ambition d'être au plus près des sujets étudiés. Simplement, cette contrainte déplace l'enjeu : il s'agit moins de retracer les réseaux des individus et espèces qui constituent la biodiversité, mais plutôt du concept de biodiversité plus globalement. Jensen and Sandström, (2020) proposent le terme *d'enactment* pour désigner les manifestations spatialisées ou non d'une entité, les manières dont celle-ci fait irruption dans le social, le moment au cours duquel les acteurs la discernent et l'entrevoient. La biodiversité au sens large présente ainsi des *enactments* multiples, puisque comme je l'ai détaillé dans le chapitre 3, les différents acteurs mobilisent le concept à travers le temps du projet, en parlent à travers des intermédiaires variés, sans forcément rentrer en contact avec les animaux. J'ai donc choisi d'orienter l'enquête vers une analyse du sens accordé à ce terme pour les différents acteurs qui le mobilisent et des conditions de son usage dans les différents contextes professionnels. Le modèle de connectivité écologique qui sera construit et analysé se présente dans ce cadre plutôt comme un nouvel acteur, un intermédiaire de sens qui vise à donner un nouvel *enactment* à la biodiversité.

L'usage d'un modèle se traduit par l'introduction d'un nouvel acteur dont il va s'agir de comprendre et donner à voir le réseau. Les conditions de constitution et d'analyse de celui-ci seront dans ce cadre au cœur de la recherche, tout autant que le contenu des résultats qu'il permet de produire. Cette modélisation devra être conçue comme un médian (Couvét 2021), un support de relations nouvelles et fécondes, des « agencements transhumains capables de matérialité vitale ». Si toute représentation est du point de vue perspectiviste une formalisation par le signe à la fois extérieur à ce qu'elle désigne et un *enactment* de celle-ci, la modélisation est une formalisation particulière qui tente explicitement de donner à voir avec le moins de transformation possible. Le principe généralisé par (Levins 1966) met cette dimension en son cœur : le modèle impose un arbitrage entre réalisme, précision et généralité. Cette tension témoigne du soin nécessaire pour transformer une représentation en médian : il s'agit de faire un grand écart depuis l'animal jusqu'à l'acteur opérationnel amené à s'en saisir. La modélisation est donc la matérialisation du croisement des réseaux d'acteurs humains et non-humains à partir des yeux d'un troisième acteur, le scientifique. Les controverses méthodologiques qui traversent la modélisation du réseau écologique peuvent être lues à partir de cette question (Chapitre 7).

4.3.4 Le suivi des humains et du non-vivant non-humain.

De manière similaire, pour étudier les pratiques des acteurs humains, il n'a pas été envisagé de recourir à une observation participante. Endosser le métier de conducteur d'opérations dans le cadre de travaux d'aménagement du quartier de la gare aurait pu révéler les divers *enactments* de la gare au cours du projet. Une telle démarche m'aurait permis de me rapprocher de la gare, mais m'aurait en revanche éloigné plus radicalement des formes de vie qui composent la biodiversité. J'ai plutôt cherché à adopter une position intermédiaire qui permette de relier les réseaux parfois très éloignés de la faune et des acteurs humains, qui ne se reconnaissent que partiellement.

2. Des informations portant sur les espèces, issues de bases de données déjà constituées, seront néanmoins mobilisées.

Afin de trouver une position de juste milieu, je me suis appuyé sur les acteurs humains, en considérant que ceux-ci intervenaient en tant que porte-parole des non-humains, notamment (mais non uniquement) la gare, l'urbain ou la biodiversité. J'ai rapidement identifié que les ateliers participatifs ne suffiront pas à retracer les réseaux de tous les acteurs humains impliqués. Pour pénétrer l'univers de chaque acteur humain, je propose alors de mener une série d'entretiens. Un guide d'entretien sera conçu de manière à laisser les acteurs retracer eux-mêmes leurs réseaux (Chapitre 6).

La méthode que je propose ici se base donc sur trois piliers mobilisant des intermédiaires de sens, c'est-à-dire de supports qui apporteront des informations compréhensibles et dignes d'intérêt pour le chercheur et pour les autres acteurs. Tout d'abord, la création d'intermédiaires de sens sous la forme de modélisations du réseau écologique, puis leur construction à partir d'une démarche collaborative itérative durant laquelle les choix réalisés sont examinés et discutés, et enfin l'évaluation de l'usage de cet intermédiaire de sens au prisme du réseau des acteurs qui n'ont pu être conviés durant les ateliers (Figure 4.3). Le caractère spatial de ma démarche est explicite lorsqu'il s'agit de retranscrire les *enactments* spatiaux des acteurs (la gare, la faune). Néanmoins, celle-ci ne se borne pas à étudier l'espace euclidien, mais va étudier les ramifications du réseau des acteurs qui s'en affranchissent. Ces différents espaces font écho au *spatial turn*, c'est-à-dire l'émergence d'un paradigme spatial dans les sciences sociales, visant à offrir une intelligibilité accrue à des phénomènes complexes et multidimensionnels qui s'expriment dans l'espace et qui échappent aux approches classiques. Il peut s'agir d'espaces topographiques ou géographiques, ou encore d'espaces immatériels qui, bien que non physiques, comportent néanmoins des structurations (Jacob, 2014). Pour appréhender ces espaces, il est nécessaire d'adopter la métaphore spatiale dans sa dimension opératoire. L'usage du terme « réseau » lui-même au cours de ce chapitre est ambivalent et peut porter à confusion, comme le soulignaient Camagni *et al.* (2002) précédemment : la métaphore spatiale perd en rigueur géographique ce qu'elle gagne en capacité d'évocation. Le choix de l'employer malgré tout est justifié par son emploi au sein de la théorie de l'acteur-réseau, qui propose un langage de l'enquête adapté aux enjeux soulevés précédemment : refus du dualisme a priori, étude de la multiplicité des mondes, usage pour l'analyse de la construction des intermédiaires de sens (Chapitre 6).

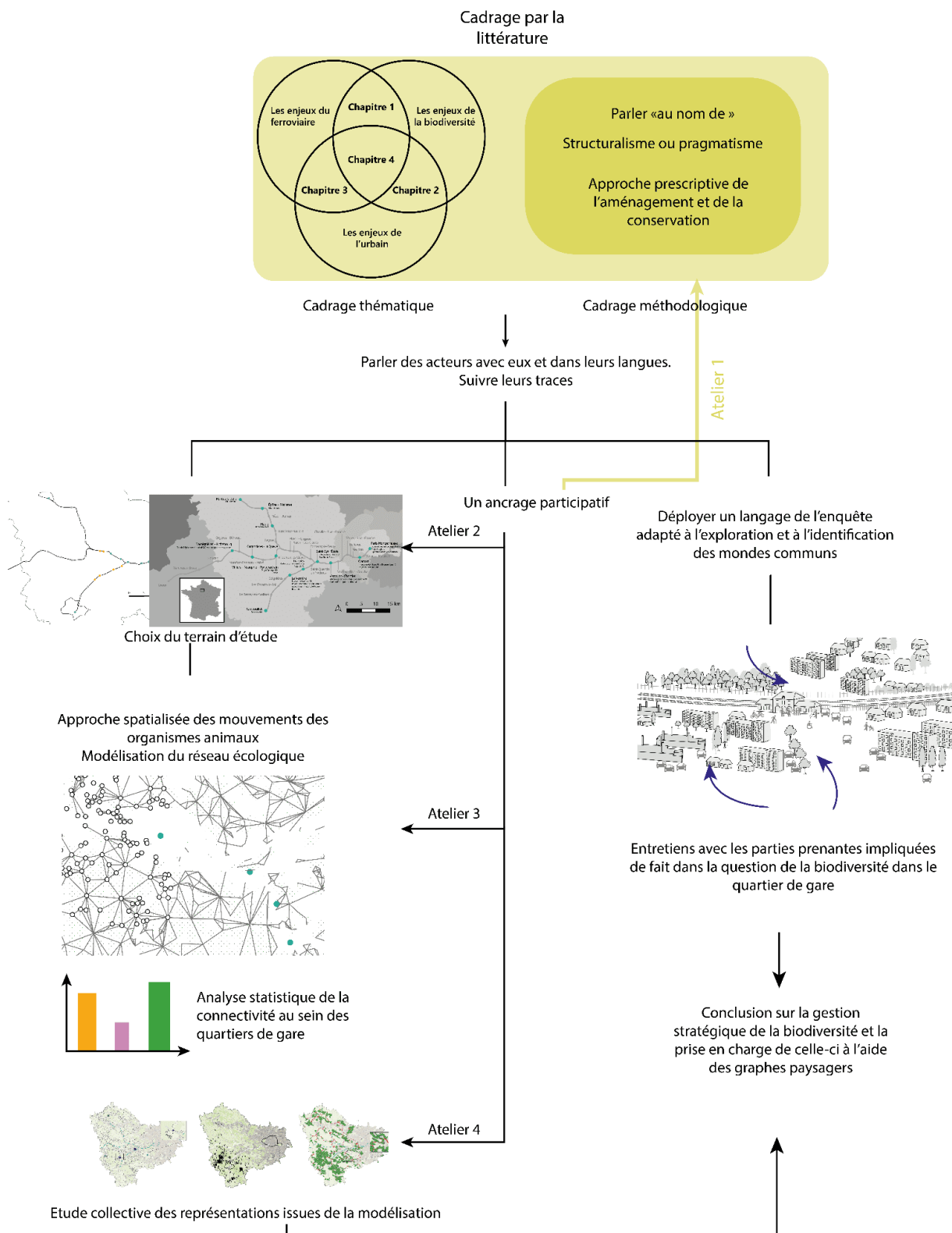


FIGURE 4.3 – Organisation de la thèse

Chapitre 5

Présentation des terrains

Dans ce chapitre, je reviendrai sur la méthodologie adoptée pour la sélection des terrains de recherche. Le rapport du BAUM (Martin 2023) met en lumière différentes articulations entre méthodologie et terrain mises en œuvre par les chercheurs impliqués dans ce projet. Certains groupes ont justifié leur choix de terrain à partir d'un cadre méthodologique adopté préalablement. D'autres ont adapté les outils méthodologiques aux terrains qui leur étaient imposés. Ma position se situe entre ces deux approches. Les différents acteurs à l'initiative du projet Frugacité ont identifié la ligne N du Transilien, située à l'Ouest de l'Ile-de-France, comme un terrain privilégié. S'y trouvaient des acteurs disponibles et motivés, disposés à collaborer et à faciliter l'accès du chercheur aux différentes parties prenantes mobilisables dans le cadre d'entretien futur. Ce terrain se déploie à une échelle quasi régionale pertinente pour la modélisation du réseau de connectivité écologique, et sera présenté dans la première partie de ce chapitre. Il a par la suite été décidé de choisir des cas d'études moins étendus afin de procéder à des analyses plus fines et détaillées. Pour cela, un échantillonnage a été mené parmi les différents quartiers de gare de la ligne à partir d'une logique reposant sur un gradient urbain-rural. Le processus de sélection de ces terrains d'étude a intégré une approche participative, que j'ai souhaité ancrer au cœur de la recherche. La seconde partie du chapitre sera ainsi dédiée à l'examen détaillé des quatre quartiers de gare retenus permettant de développer des analyses tant quantitatives que qualitatives.

5.1 La ligne N du transilien

5.1.1 Projet de recherche et présélection de la ligne N comme terrain

Le cadre de la recherche fait intervenir dans le même mouvement des questionnements liés aux réseaux écologiques et aux acteurs de l'aménagement qui ont des pratiques cadrées. Le processus de sélection des terrains se doit de refléter ces enjeux et d'incorporer les deux éléments de manière explicite. Par ailleurs, le choix des terrains n'est pas le fruit de réflexions hors sols cadrées uniquement par des objectifs de recherche. Des contraintes que l'on qualifie de pratiques s'immiscent dans ce qui se veut parfois être une méthodologie purement rationnelle. Il n'y a pourtant pas forcément d'intérêt à dissocier ces deux éléments : ils permettent tous deux de construire un fait qui, sans financements, sans négociations avec des acteurs administratifs, mais aussi sans méthode qui tente plus ou moins de contraindre ces derniers, n'apparaîtrait pas. Les choix et les négociations qui d'apparence ne relèvent pas d'un questionnement scientifique sont en fait des éléments qui font tout à fait partie de son processus classique (Latour, 1984).

Une science de terrain ou de laboratoire ne peut pas s’extirper des contraintes qui pèsent sur le terrain ou sur le laboratoire. Son rôle est plutôt de les expliciter, pour pouvoir éventuellement mettre en lien le savoir avec les conditions de sa production, dans une optique d’amélioration réflexive et continue.

Le choix du terrain régional découle donc initialement d’un choix réalisé lorsqu’il a fallu former le partenariat de recherche. Le projet Frugacité débute en 2020, suite à l’appel à projet BAUM lancé par le PUCA. Le projet est porté par un groupement d’acteurs universitaires et d’acteurs internes à AREP, ces derniers étant à l’origine du groupement. Deux professionnelles sensibilisées aux questions de biodiversité suite à une année de formation dans la dominante IEVU (Ingénierie des espaces Urbains Végétalisés urbains) d’AgroParisTech sont ainsi à l’initiative de la formation d’un groupe pluridisciplinaire hébergé dans la direction Management de Projet-Assistance à Maîtrise d’Ouvrage (MP-AMO). Le dossier de candidature au BAUM intègre ainsi une budgétisation qui tient compte des temps d’imputation des différents salariés d’AREP sur le projet. La pratique est courante dans les entreprises de services et particulièrement de conseil ; le temps salarial est divisé classiquement en temps passé sur affaire, et en temps passé hors affaire. Le temps sur affaire correspond à une force de travail vendue à un client pour un projet donné. Le temps hors affaire est un temps de capitalisation ou de formation par exemple ; il rassemble l’ensemble du temps salarial non directement vendu à une entreprise tierce. La participation à un projet de recherche ainsi que le montage d’une candidature correspondent à cette deuxième catégorie. Du fait de ce type de comptabilité, de la stratégie interne et de l’ambition du projet de recherche, les frais de fonctionnement internes dépassent légèrement la part qu’AREP peut autofinancer (Figure 5.1). La nécessité d’intégrer des tierces parties au financement recroise alors l’ambition d’accompagner les acteurs opérationnels sur la thématique de la biodiversité à partir des résultats dudit projet.

Frugacité	
Calendrier de la recherche	2021 – 2023 – (Thèse 3 ans - coût 148 k€)
Equipe de recherche	AREP - Paris I Panthéon Sorbonne - CNRS – Paris Saclay – Nabi Ecology
Organismes financeurs	PUCA OFB (Office Français pour la Biodiversité) + CIR et CIFRE
Budget total projet de recherche	321 556 € TTC (317 582 € HT) sur 3 ans
Montage financier	78 000 € PUCA 70 000 € CIFRE/CIR 45 000 € auto-financement AREP 39 000 € auto-financement CNRS 30 000 € DGIDF (ligne N) 45 000 € Crédit Mutuel Aménagement Foncier Delta pour bouclage projet strictement conventionné (thèse + coordination) : 15 k€ sur 3 ans Complément nécessaire pour intégration des expertises métiers architecture – urbanisme – SIG – programmation – communication : + 45 k€ sur 3 ans

FIGURE 5.1 – Montage financier du projet de recherche

Plusieurs potentiels partenaires sont ensuite identifiés à partir de leur intérêt pour la thématique du projet, pour leur capacité à fournir un terrain de recherche et pour les financements qu’ils pourraient apporter au projet. Parmi eux, une équipe au sein de SNCF Voyageurs manifeste son intérêt. Transilien est le nom de la branche de SNCF Voyageurs qui gère le réseau de trains de banlieue éponyme desservant les gares d’Île-de-France. De fait, l’exploitation et la gestion de ces gares sont quasiment systématiquement assurées par cette structure, lorsqu’elles n’accueillent pas la grande vitesse, jusqu’à l’ouverture à la concurrence. La direction de la Responsabilité Sociétale des Entreprises de Transilien, ainsi que la direction de la Ligne N et U, ont souligné l’existence de dynamiques intéressantes autour des gares de la ligne N.

La ligne N du Transilien est une ligne ferroviaire qui dessert 35 stations sur plus de 117 kilomètres de linéaire. La ligne prend pour origine la gare de Paris-Montparnasse, située dans le XVe arrondissement de Paris. Elle se divise en trois branches avec une bifurcation à Saint-Cyr pour desservir Rambouillet, et une autre à Plaisir-Grignon qui permet d'aboutir à Dreux et Mantes-la-Jolie. Les trains qui la parcourent transportent en moyenne 130 000 usagers par semaine. La présence de projets sur les gares qu'elle dessert est particulièrement intéressante, dans la mesure où ces situations donnent à voir les entrailles des dynamiques de projet, donc potentiellement les manières par lesquelles la biodiversité est intégrée comme enjeu ou non.

Ces dynamiques sont notamment liées à la mise en place d'un nouveau matériel roulant, à savoir le train de nouvelle génération « Regio 2N ». Sa mise en service fin 2020 sur la ligne N peut déclencher des travaux de rehaussement ou d'allongement de certains quais. D'autres travaux peuvent profiter de ce temps d'arrêt de l'exploitation pour s'intercaler, et se « mettre à l'ombre » de ces chantiers. Le quartier autour de la gare de Montparnasse, extrémité est de la ligne, est reconfiguré sous l'action du projet de rénovation urbaine Maine-Montparnasse. Autre exemple, le projet Éole doit permettre l'arrivée du RER E dans la gare d'Épône-Mézière, située à l'extrémité nord-ouest de la ligne N. Des travaux sont donc prévus sur les quais et le bâtiment voyageurs pour accueillir les nouveaux flux. Ces modifications de desserte peuvent impacter les espaces urbains alentour, du fait de modifications liées à l'intermodalité comme l'installation de parkings en vue d'un taux d'affluence supérieur. Les travaux de ce type peuvent aussi provoquer de nouvelles dynamiques urbaines à plus grande échelle, à l'origine d'opportunités potentielles pour intégrer de nouveaux espaces végétalisés et intégrer ces espaces dans la trame paysagère.

Au vu de ces dynamiques, la ligne N et ses alentours sont choisis comme terrain. Cette ligne est majoritairement située en région Île-de-France. Seules deux gares sur les trente-cinq accessibles aux voyageurs sont situées en Région Centre : les gares de Marchezais-Broué et de Dreux. Les bases de données qui permettent de caractériser l'espace sont généralement agglomérées à l'échelle de la région. Dans un souci d'harmonisation, je décide d'exclure de l'analyse les gares et la portion de ligne hors de l'Île-de-France (Figures 5.2 et 5.3). En outre, je vise à minimiser l'étendue de la zone d'intérêt en vue de l'optimisation des temps de calculs liés aux phases ultérieures d'analyse. Je restreindrai ainsi le terrain aux communes situées à 15 km ou moins de chacune des branches de la ligne, pour une emprise totale de plus de 3446 km². Présentons le contexte historique et géographique de la ligne.

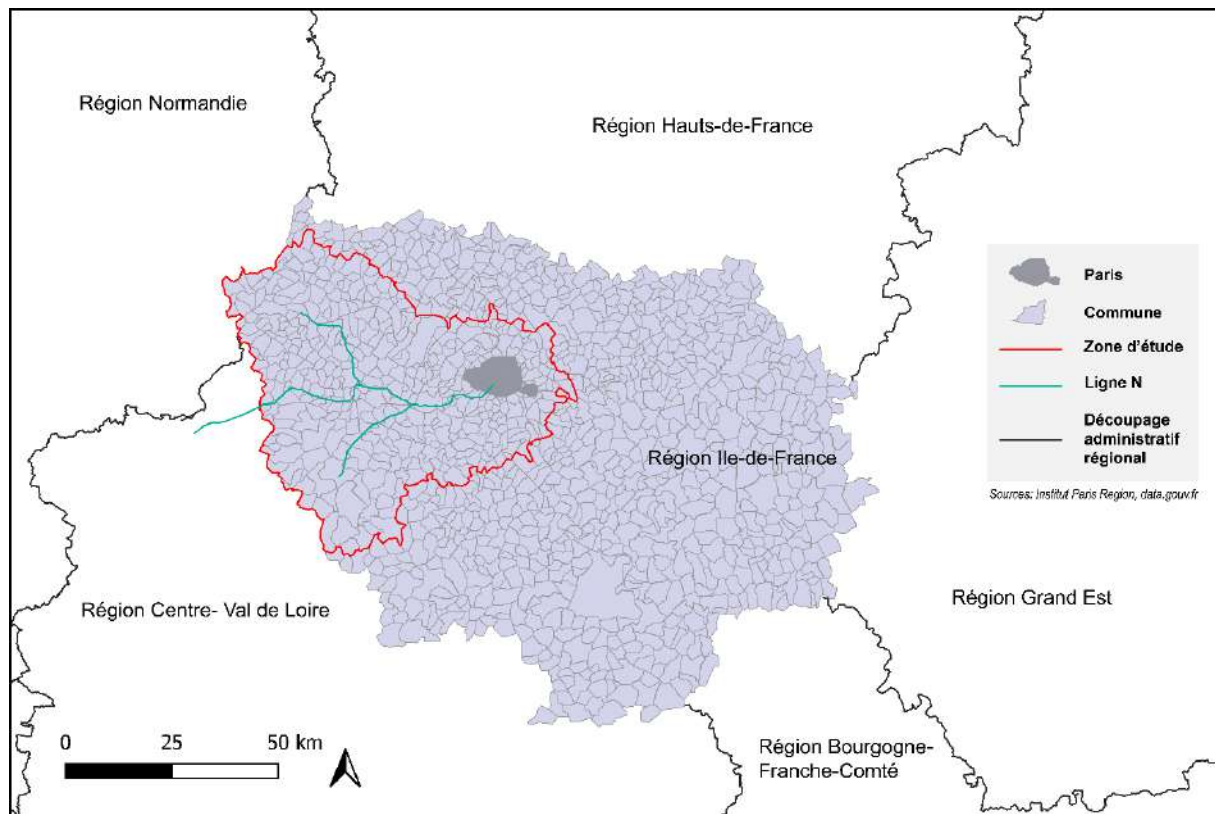
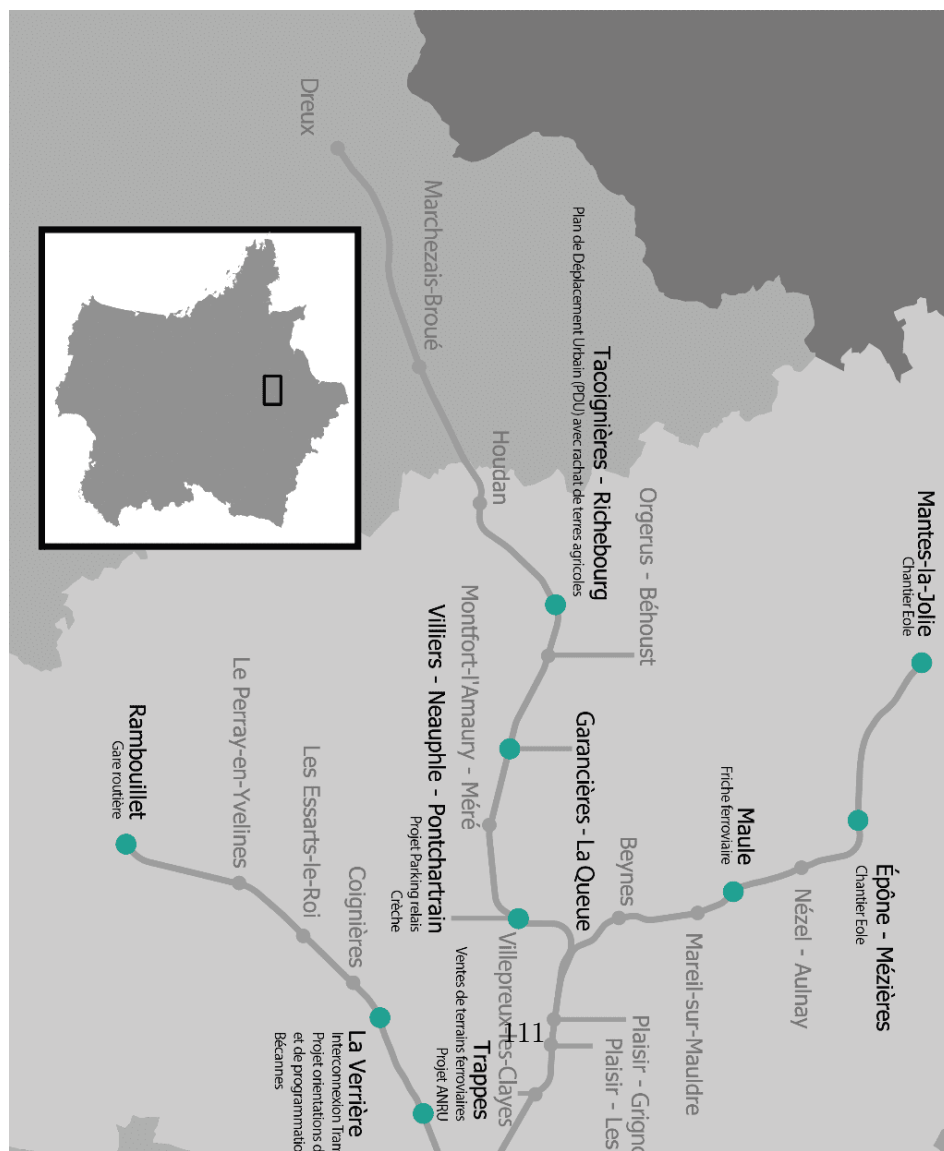


FIGURE 5.2 – Zone d'étude



5.1.2 Contexte historique de la ligne N du Transilien

La première ligne ferroviaire consacrée au transport de voyageurs en utilisant des locomotives à vapeur est inaugurée en 1837, et relie Paris à Saint-Germain-en-Laye par la gare du Pecq. La ville de Versailles étudie de son côté la réalisation d'une ligne de chemin de fer qui la reliait à Paris, afin d'accélérer le trajet qui consiste alors en 2 h 30 de transport par la route de Sèvres à Neuilly, dont subsiste aujourd'hui une portion dans le bois de Boulogne. Deux projets sont alors proposés et débattus. Le premier correspond à une bifurcation de la ligne Paris-Saint-Lazare-Saint-Germain-en-Laye, qui longerait la Seine sur sa rive droite (Figure 5.4). Portée par les municipalités de Paris et de Versailles, cette ligne est construite puis mise en service en 1839.

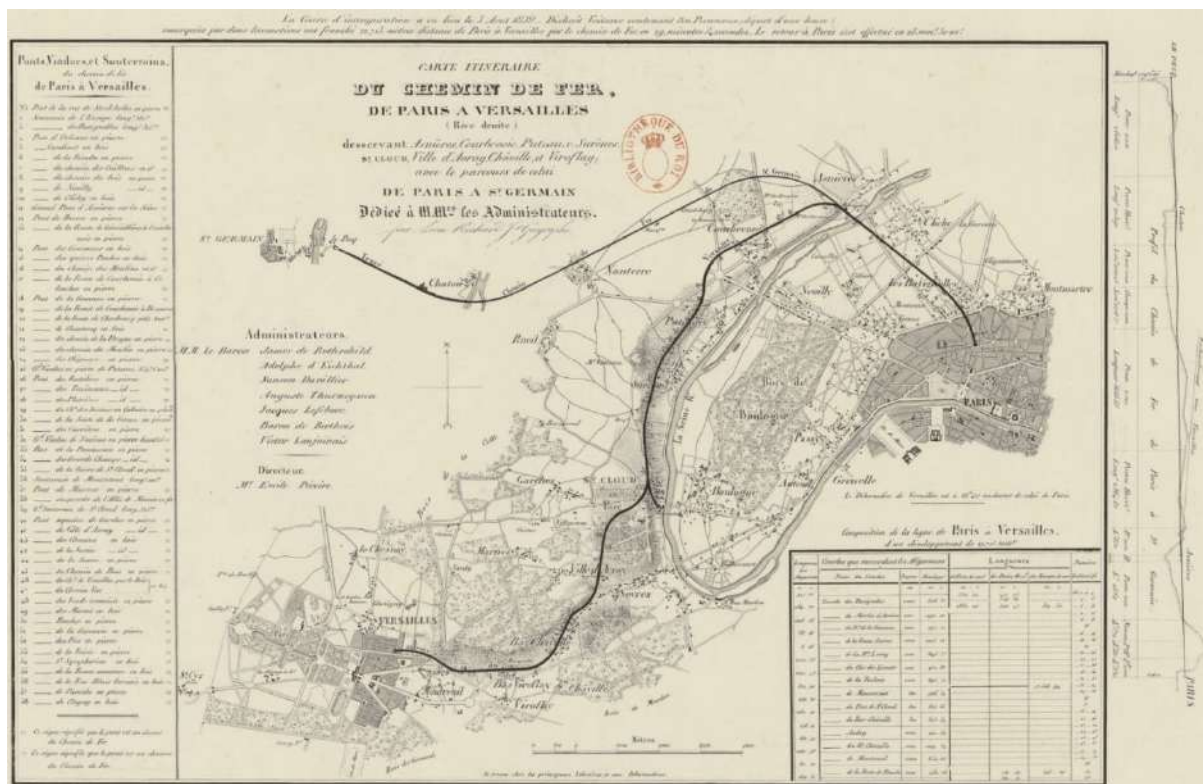


FIGURE 5.4 – Tracé de la Ligne Paris-St-Lazare — Saint-Germain-en-Laye et Paris-St-Lazare — Versailles-Rive-Droite. Cartographe Zakrzewski, Alexandre (1799-1866). Graveur Éditeur L. Le-tromne (Paris) Année 1839 domaine public

Le second projet est soutenu par le Parlement, qui considère que le détour par le Nord rallonge de manière démesurée le trajet et que le percement du tunnel de Saint-Cloud engendrerait des difficultés techniques. Les élus de l'Assemblée Nationale se questionnent de plus quant à la possibilité de cohabitation avec la ligne reliant déjà Saint-Germain et l'emploi d'un seul embarcadère, en la présence de la gare de Paris-Saint-Lazare (Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel 1836). L'adjudication de ce second projet qui longe le fleuve par la Rive Gauche est approuvée le 24 mai 1837. L'ancêtre de la ligne N est ainsi conçue comme tête de réseau du futur réseau Paris-Tours (Léo 1838). Celle-ci doit prendre son terminus rue d'Assas dans l'actuel XI^e arrondissement, à moins de 1,5 km de l'enceinte la plus proche, la barrière du Maine, comme l'exige la loi (Bulletin des lois de la République française 1836). La voie doit alors passer par la chaussée du Maine (future avenue du Maine), traverser la rue de Vaugirard sur une arcade, puis sortir de la ville par la barrière du Maine (Palau et Palau 1995). Devant le coût des travaux et face à l'épuisement du capital des investisseurs, l'État vient en aide au projet. Il est alors décidé de réduire la

portion de ligne qui pénètre la capitale, et d'installer l'embarcadère juste derrière la barrière du Maine (Figure 5.5 : Tracé de la ligne Paris-Versailles-Rive-Gauche).

Une première station est établie à Clamart, à 6 km de l'embarcadère du Maine, suivie des stations de Meudon, puis de Bellevue. La quatrième station est localisée à Sèvres. L'ampleur du terrassement nécessaire, dépassant les 72 000 m³ par kilomètre, classe alors cette ligne parmi les plus coûteuses de son époque. Le 10 septembre 1840 marque ainsi l'inauguration du chemin de fer reliant Paris à Versailles via la rive gauche de la Seine (Picard 1884). Du fait de la concurrence avec la ligne de la Rive droite, la rentabilité peine à être atteinte. La santé financière de la ligne souffre aussi de son image, écornée par le premier accident ferroviaire grave en mai 1842, entre, Meudon et Bellevue¹. L'année suivante, la ligne est prolongée à Rambouillet, formant le tronçon qui constitue aujourd'hui la Branche sud de la ligne N. En 1844 est voté l'embranchement sur la ligne Rive Gauche d'une ligne reliant Paris à Rennes, dont la construction est prise en charge par l'État. Le côté est de la ligne s'étend aussi. Le gouvernement provisoire issu de la révolution de 1848 ordonne par décret le début des travaux de construction de la gare du Mont-Parnasse, car la station du Maine est trop excentrée. Parallèlement, en 1843, un projet de ligne qui emprunte en partie la ligne Paris-Versailles Rive-droite a pour but de relier Colombes à Rouen à travers le bassin de la seine, passant ainsi par Mantes-la-Jolie. La mise en place du raccordement de Viroflay permet aux trains de circuler entre les lignes des deux rives (« Décret qui approuve deux conventions passées en exécution de la loi du 13 mai 1851, relative au chemin de fer de l'Ouest : 16 juillet 1851 » 1851). Les tronçons constituant la portion nord de la future ligne N, reliant Montparnasse à Mantes-la-Jolie, sont alors constitués. Les voies de l'actuelle portion médiane sont posées et ouvertes en 1864, à la création de la ligne à direction de Surdon : l'extension qui relie Dreux à Saint-Cyr (station Saint-Cyr-l'École) est créée (Palau et Palau 2004). L'exploitation de la ligne N en tant que tronçon géré de bout en bout par SNCF Voyageurs ne débutera que 140 ans après, en 2004.

1. Site d'art-et-histoire.com : <https://www.art-et-histoire.com/index.php?r=1&w=1536&r=1&prs=alpha&cb=Tous&arch=seg>



FIGURE 5.5 – Détails des stations de départ et d'arrivée de la ligne Paris-Versailles-Rive-Gauche. Embarcadère du Maine (Haut), station de Versaille (Bas). Le Nord est orienté en vers le coin en bas à gauche. (source : gallica.bnf.fr/Bibliothèque Nationale de France)

5.1.3 Contexte géographique de la ligne N du Transilien

La ligne du Transilien N s'étend sur trois départements franciliens : Paris (75), le département des Hauts-de-Seine (92) et le département des Yvelines (78)². Ces départements sont marqués par de fortes disparités démographiques, socio-économiques et écologiques.



FIGURE 5.6 – Couverture du sol simplifiée de la zone d'étude

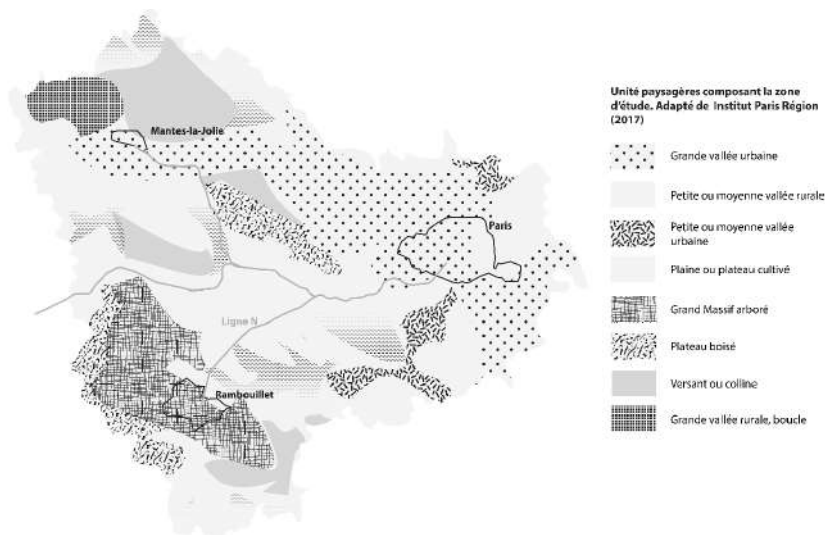


FIGURE 5.7 – Unités paysagères de la zone d'étude. Adapté de Institut Paris Région (2017)

2. Pour rappel, dans un souci d'harmonisation des données, les gares et la portion de ligne hors de l'Île-de-France sont exclues de l'analyse.

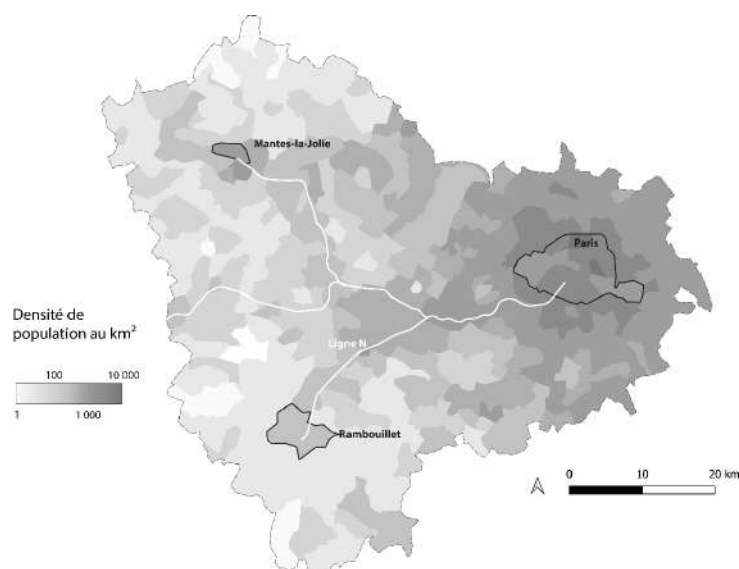


FIGURE 5.8 – Caractéristiques démographiques de la zone d'étude. Source Insee-DGFIP

La zone d'étude, située à l'ouest de l'Île-de-France, est marquée par une forte artificialisation. Un quart de sa surface est recouverte par des usages entraînant une artificialisation partielle ou totale : habitat individuel, collectif, activités, équipements et transports (Figure 5.6). Les zones forestières comptent pour un autre quart, tandis que les espaces liés aux transports couvrent plus de 4 % du territoire. La Seine forme le principal cours d'eau, et s'étire au nord-ouest dans le bassin versant Seine-Normandie. Elle est rejointe à Paris par la Bièvre. L'Orge, l'Yvette, et la Mauldre complètent le réseau hydrographique principal, ces deux dernières croisant l'itinéraire de la ligne N.

Les configurations paysagères qui résultent des motifs d'occupation et d'usage du sol permettent de distinguer plusieurs unités paysagères (Figure 5.7). Ces unités paysagères se déclinent comme des « paysages portés par des entités spatiales dont l'ensemble des caractères de relief, d'hydrographie, d'occupation du sol, de formes d'habitat et de végétation présentent une homogénéité d'aspect » (Luginbuhl, Bontron, et Cros 2004). Une grande vallée urbaine polarisée par la Ville de Paris traverse la zone d'est en ouest. Le massif de Rambouillet au Sud-Ouest, qui s'étend sur plus de 22 000 ha, en est séparé par un plateau boisé et trois vallées rurales. La ligne N traverse majoritairement les plaines et plateaux cultivés qui forment le paysage interstitiel. Les unités paysagères sont formées à partir d'un travail collaboratif, et intègrent les valeurs particulières qui sont attribuées aux paysages par les populations (Tricaud et al. 2010). Elles permettent de mettre en valeur les identités locales et régionales, et servent de référence lors de la confection de document de planification tels que les plans de paysages locaux, des outils utiles pour la décision collective et les approches prospectives (Folléa et al. 2024).

Le maintien de ces configurations paysagères s'appuie sur des stratégies régionales de planification qui couplent préservation des milieux naturels et densification. L'identité de ce territoire est en effet très dépendante de l'hétérogénéité des tissus résidentiels. Face aux objectifs de densification, la remobilisation des friches industrielles et productives a permis la sauvegarde du tissu pavillonnaire, ce qui offre une certaine respirabilité au tissu urbain (Cormier et al. 2020). L'Ouest francilien est ainsi un espace où des taux de densité particulièrement élevés contrastent avec des territoires où le bâti est bien moins concentré ; les trames boisées et herbacées ont alors parfois du mal à pénétrer la petite couronne au vu de la faible disponibilité du foncier non aménagé (Figure 5.8).

Du point de vue démographique et socio-économique, l'Ouest francilien est un territoire dont le solde

naturel compense le flux migratoire négatif. La population des Hauts-de-Seine a par exemple augmenté de 32 000 personnes entre 2015 et 2021, celle des Yvelines de 25 000 personnes (INSEE 2021). Des disparités économiques se retrouvent à trois niveaux (Davy et Beaufls 2022). Une première opposition se retrouve à l'échelle régionale. L'Ouest francilien accueille des ménages aux revenus généralement supérieurs à la moyenne régionale, la différence étant particulièrement marquée en proche banlieue. Au sein de cette zone, les communes de proche banlieue et du Sud-Ouest disposent de revenus particulièrement supérieurs. Ces situations de déséquilibre à l'échelle départementale incitent les communes les moins favorisées à innover pour renouveler leur attractivité, en s'appuyant sur les transitions environnementales et les processus participatifs notamment (Cormier et al. 2020). Enfin, à l'échelle plus fine de la commune, ménages modestes et aisés cohabitent (Cormier et al. 2020).

Paris est un pôle économique qui attire les actifs : la capitale est au centre de 60 % des flux salariaux observés entre zones d'emploi. Les bassins démographiques répartis de l'Ouest au Sud, respectivement ceux de Poissy, Plaisir, de Houdan, de Saclay, de Rambouillet dans une moindre mesure, d'Étampes et d'Orly tissent des liens économiques intenses avec la zone d'emploi de Paris (Le Fillâtre et Pancarte 2019). Bien que l'intensité des liens décroisse rapidement avec la distance, les échanges sont facilités par un réseau de voies de communication bien développé. L'autoroute A13, la plus longue de la zone d'étude, accueille plus de 100 000 véhicules par jour sur sa portion gratuite. L'autoroute A12, plus courte, dessert Trappes et relie l'A13 à la RN12, avec une fréquentation d'environ 143 000 véhicules par jour. En comparaison, la ligne N du Transilien, la troisième plus fréquentée de la zone, transporte 130 000 usagers par semaine. La ligne L, son pendant historique desservant Viroflay et Versailles depuis la rive droite, transporte plus de 360 000 voyageurs par jour ouvrable. La ligne J, la seconde en termes de fréquentation avec 260 000 voyageurs par jour, dessert Mantes-la-Jolie comme la ligne N. La ligne U, la moins fréquentée, transporte 50 000 voyageurs par jour et partage le tronçon de Versailles-Chantier à La Verrière avec la ligne N. Au total, plus de 230 gares parsèment la zone d'étude.

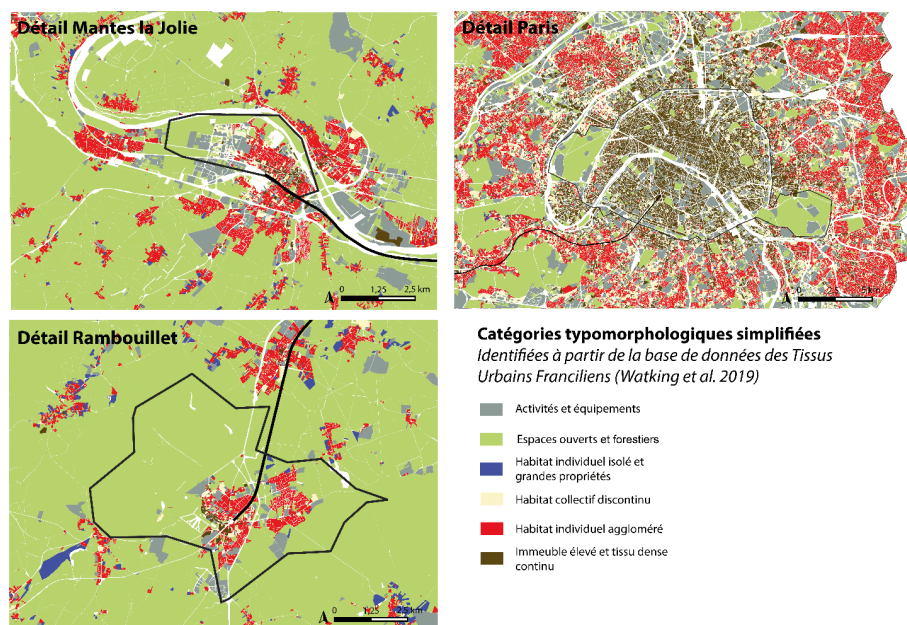


FIGURE 5.9 – Diversité des tissus urbains, et catégories typomorphologique simplifiées (Watkin, Delaville, et Dugué 2019)

La ligne N dessert des stations situées dans des zones très denses, avec des gares très fréquentées comme la gare de Paris-Montparnasse, utilisée par 56 millions d'usagers annuellement dans une ville de

densité de 20 000 habitants par kilomètres carrés. À l'autre bout, la ligne dessert la gare de Mareil-sur-Mauldre, qui accueille 70 000 usagers par an dans une ville de densité de 395 habitants par kilomètres carrés (Figure 5.9). Au vu de la disposition radiale de l'ensemble de ces infrastructures, qui convergent vers la capitale, l'Ouest francilien peut ainsi être étudié selon une lecture en faisceau (Awada et Barreiro 2008). Les projets d'aménagements ferroviaires comme l'extension de la ligne RER E avec le projet Éole ou le grand Paris Express renforcent cette lecture.

5.2 Processus de sélection des 4 quartiers de gare choisis comme terrains d'étude

L'emprise du terrain d'étude, adaptée à une étude du réseau écologique et aux approches paysagères, l'est moins pour une analyse fine des négociations à l'échelle de quelques projets. Un module de deux ateliers participatifs a été dans ce cadre mis en place pour permettre d'identifier les terrains spécifiques qui feront l'objet d'études approfondies, intégrant professionnels de l'aménagement, du ferroviaire et de la biodiversité. Une méthodologie en trois temps a été développée, qui prend appui sur une analyse géographique menée par l'équipe de recherche, suivi de deux ateliers participatifs. Le premier temps repose sur l'étude du contexte dans lequel s'inscrit le quartier, à travers la définition de son positionnement sur un gradient d'urbanité. Le deuxième temps, à cheval sur le premier, s'appuie sur la réalisation d'un atelier participatif pour valider ou invalider la pertinence du critère d'urbanité dans la décision. Enfin, le troisième temps consiste en la réalisation d'un second atelier participatif pour permettre le choix définitif des quatre quartiers de gare retenus. La méthodologie a impliqué la création d'une carte d'occupation du sol qui sera reprise et adaptée dans le cadre des modélisations du réseau de connectivité écologique (Chapitre 7). Je détaillerai ici sa création.

5.2.1 Catégorisation des gares selon le gradient d'urbanité

La ligne N traverse des territoires aux caractéristiques d'occupation du sol variées. Pour adopter une approche adaptée à ces différences et permettre des comparaisons pertinentes, j'ai choisi d'employer une approche mobilisant le gradient d'urbanité. Il s'agit de découper le territoire en unités discrètes, ultérieurement appelées contextes d'urbanité, qui rendent compte de l'évolution des paramètres liée à la densité de bâti, à la présence de milieux naturels ou aux autres paramètres qui varient plus ou moins uniformément le long de la ligne. La classification des gares en catégories à partir de leurs alentours simplifie ainsi l'analyse tout en restant fidèle aux spécificités locales. Elle facilitera notamment les comparaisons de la connectivité des quartiers de gare, à la fois entre des contextes différents et au sein d'un même contexte.

Le gradient est un outil mobilisé opérationnellement par de nombreux écologues pour tester l'influence de facteurs environnementaux qui varient spatialement. Le paradigme du gradient ne suppose pas directement que les réponses des systèmes écologiques aux variations environnementales évoluent linéairement le long de transects réels. Ils soulignent plutôt que ces réponses peuvent être organisées de manière conceptuelle sous forme de *patterns* environnementaux spatiaux entre les pôles ruraux et urbains d'un *continuum* spatial (M. J. McDonnell et Pickett 1990 ; Mark J. McDonnell, Pickett, et Pouyat 1993). Ce type de description est adapté aux approches paysagères dans des environnements fragmentés où s'interpénètrent ville et espaces naturels (Alberti, Botsford, et Cohen 2001). Les effets de l'étalement des villes, notamment l'artificialisation d'espaces naturels et la formation de nouvelles configurations paysagères, peuvent être évalués dans ce cadre (Foresman, Pickett, et Zipperer 1997).

Le taux d'urbanisation peut être mesuré en différents points de l'espace à partir de descripteurs liés à l'occupation du sol ou aux formes typomorphologiques du bâti. Les analyses ne peuvent néanmoins pas s'appuyer sur de simples catégorisations dichotomiques qui séparent les zones urbaines des zones rurales. D'une part, parce que ces termes souffrent d'une trop grande ambiguïté au vu de leurs mobilisations au sein de différentes disciplines et de leur historicité. La géographie et les sciences sociales, dont l'anthropologie, se sont dotées d'équipements théoriques spécifiques à l'étude de l'urbain dès le XIXe siècle (Ratzel 1897), bien avant l'écologie urbaine dont les paradigmes de recherche ont émergé plus tardivement. Ce bagage conceptuel s'attache à la description de l'espace pour étudier les rapports entretenus entre humains au sein de la ville. Il est néanmoins peu opérationnel pour les écologues : la géographie française a par exemple proposé l'identification des zones urbaines à partir du paramètre de densité humaine (M. McDonnell et al. 2008), et celle-ci n'est pas un descripteur suffisant des impacts de la ville sur les processus écologiques (Flegeau 2021). Les approches varient aussi géographiquement : les géographes américains se basent sur les dépendances des communautés à l'agriculture ou leur mode de vie pour distinguer l'urbain du rural (Theodoropoulou 1999), ce qui peine aussi à traduire un lien explicite avec les enjeux écologiques. Néanmoins, la potentielle duplicité de ces termes en font aussi une base de formalisation commune pour des acteurs qui pensent l'espace de manières assez différentes. Cela en fait une propriété intéressante, dans la mesure où l'approche que je cherche à développer se veut interdisciplinaire : l'existence d'un vocabulaire commun partagé est déjà une première étape vers l'émergence de pratiques collaboratives et partagées.

La deuxième faiblesse de ces termes est due à leur caducité devant l'influence toujours plus croissante des zones urbaines sur des zones auparavant exclusivement rurales ainsi que de l'augmentation des interactions entre espaces urbains et périurbains. En Europe de l'Ouest et en Europe centrale, la frange urbaine, espace de transition plus ou moins marquée entre la ville et son environnement aux fonctions variées — entrées de ville, zones commerciales et industrielles, espaces résidentiels (Sahraoui 2016) — s'est étendue et ses limites sont devenues floues (Haase et Nuissl 2010). L'opposition urbain-rural ne permet plus réellement d'analyser le rôle du peuplement dans les processus sociaux (Theodoropoulou 1999 ; Lévy et Lussault 2013) et écologiques (Alberti, Botsford, et Cohen 2001).

Au delà de demander un renouvellement des catégories analytiques, les sciences sociales tout comme les sciences écologiques ont souligné l'importance de disposer de descripteurs complexes pour les former. Pour les premiers, l'urbanité dépend en effet du couplage de la densité avec la « diversité des objets de société dans l'espace » (Lévy et Lussault 2013). Les seconds soulignent les bénéfices des approches multivariées pour étudier les variations spatiales des communautés (Vallet 2009). Plutôt que se limiter au taux d'imperméabilisation et à la densité démographique, certes fondamentaux (Dikareva et Simon 2019 ; Antoni 2003), la formalisation du gradient doit donc s'appuyer sur une caractérisation fine de l'occupation du sol (Geslin et al. 2013) et de l'évolution de ses motifs (Luck et Wu 2002) ou des *patterns* du bâti (Osseni 2014 ; Joimel et al. 2016).

5.2.2 Création d'une carte d'occupation du sol et construction du gradient

La première étape de l'identification de ce gradient repose sur la création d'une carte d'occupation du sol. Cette carte d'occupation du sol sera remobilisée ultérieurement lors de la phase de modélisation des réseaux écologiques (Chapitre 7) sous la forme d'un raster dont la granularité satisfait le besoin de précision et les exigences en termes de temps calculatoire du logiciel employé. Les analyses pour le calcul du gradient ont été menées à partir des données vectorielles, néanmoins je détaille ici les méthodes de formation du raster dans la mesure où les mêmes données ont été mobilisées. Celui-ci a donc été formé avec une résolution de 5*5 m en agrégeant cinq bases de données d'occupation du sol à l'aide de QGIS 3.18.

Vingt-quatre classes ont été distinguées (Figure 5.10).

Le Mode d’Occupation du Sol (MOS) est un inventaire numérique de l’occupation des terres en Île-de-France produit par l’Institut Paris Région, en partenariat avec l’Institut National de l’Information Géographique et Forestière (IGN), CLS et ESRI France. Basé sur des photos aériennes, l’outil classe les zones agricoles, naturelles, forestières et urbaines en 81 catégories d’occupation du sol au niveau le plus fin, permettant ainsi de suivre leur évolution. Cette base de données permet d’analyser les dynamiques d’urbanisation et de mutations des grandes composantes des territoires à long terme. Par exemple, l’évolution de la consommation des espaces naturels dans les milieux ruraux et la persistance des espaces végétalisés résiduels au sein des villes peuvent ainsi être étudiées de manière diachronique. Elle ne permet néanmoins pas d’identifier les milieux à l’échelle de la parcelle, et différencie peu les infrastructures urbaines. Son millésime 2021, d’une précision de 1 :5000^e sera ici employé pour constituer un fond de carte afin d’obtenir une couverture homogène de la zone d’étude. Les classes obtenues et utilisées au sein du raster constitué sont extraites des différents niveaux d’agrégation de la base de données. Ainsi, la couche « Habitat » du raster est constituée à partir de la fusion des postes 6 et 7 correspondant aux postes Habitat collectif et Habitat individuel respectivement dans le MOS à 11 postes. La couche « Surface herbacée artificielle » du raster résulte elle de l’agrégation du poste 6 du MOS à 24 postes (« Espaces verts urbains »), des postes 14 et 19 du MOS en 47 postes (« Terrains de sport en plein air » [excluant tennis] et « Surface engazonnée avec ou sans arbustes ») et des postes 22 et 23 du MOS en 81 postes (« Golfs » et « Hippodromes »). Cette base de données est complétée par d’autres bases de données plus précises, permettant d’identifier la nature et l’emplacement des éléments linéaires ou de la végétation disposée en taches de faible surface dans les espaces fragmentés.

Trois des autres bases de données complémentaires sont développées par l’IGN. La BD_TOPO® est une modélisation 3D du territoire et de ses infrastructures de précision métrique, avec la description vectorielle de ces éléments (IGN 2023). Elle permet de représenter de manière cohérente l’ensemble des entités géographiques et administratives des territoires couverts, qui sont regroupées en différents thèmes. J’ai extrait les entités issues des thèmes Hydrographie, Transport, Bâtiments et Occupation du sol pour compléter des classes du MOS ou créer de nouvelles classes relatives au réseau hydrographique, routier et ferroviaire ainsi qu’au bâti et à la végétation. La couche « Cours d’eau » du raster créé est constituée à partir de l’agrégation du poste 12 du MOS à 81 postes, relatifs aux cours d’eau permanents sans restriction de largeur, y compris les canaux, ainsi que de la couche vectorielle « Surface hydrographique » de la BD_TOPO 3.0 intégrant les écoulements naturels et canalisés. Les cours d’eau de largeur inférieure à 5 m sont représentés par leurs axes ; ceux-ci sont exclus de la constitution du raster dont la résolution minimale est de 5 m. La BD_TOPO apporte une précision supplémentaire vis-à-vis des informations du MOS et permet de prendre en compte des cours d’eau plus fins (Figure 5.11).

CHAPITRE 5. PRÉSENTATION DES TERRAINS

Libellé	Source	Nom et/ou Définition
Forêt mixte	BD TOPO 3.0	Bois : Espace peuplé d'arbres forestiers couvrant au moins 40 % du sol. Les jeunes plantations forestières, le reboisement naturel et les coupes à blanc sont également saisis en Nature="Bois".
	MOS 47 postes	Poste 1 : Bois ou forêts : Végétation d'arbres, arbustes, buissons pouvant résulter de régénération ou de recolonisation arbustive. Surface composée d'au moins 40 % d'arbres de 5 m de haut (sauf les vergers), y compris les landes arborées.
	BD_TOPO 3.0	Forêt fermée mixte : Espace peuplé d'arbres forestiers couvrant au moins 40 % du sol, et composée de plus de 25 % et moins de 75 % de feuillus (taux de couvert relatif). Les jeunes plantations forestières, le reboisement naturel et les coupes à blanc sont saisis en Nature="Forêt fermée mixte".
	BD_TOPO 3.0	Forêt ouverte : Espace peuplé d'arbres forestiers dont le couvert absolu est compris entre 10 % et 40 %. Les jeunes plantations forestières, le reboisement naturel et les coupes à blanc sont saisis en Nature="Forêt fermée..."
Forêt de feuillus	BD TOPO 3.0	Forêt fermée de feuillus : Espace peuplé d'arbres forestiers couvrant au moins 40 % du sol, et composée de plus de 75 % de feuillus (taux de couvert relatif). Les jeunes plantations de feuillus, le reboisement naturel et les coupes à blanc de ces essences sont également saisis en Nature="Forêt fermée de feuillus".
	MOS 47 Postes	Poste 3 : Peupleraies : Peupliers cultivés, qu'ils soient plantés ou issus de rejets (dans le cas d'une peupleraie de 2e génération), représentant au minimum 75 % du couvert relatif du peuplement. Lorsque les arbres sont majoritairement non recensables, au moins 100 tiges à l'hectare doivent être présentes. La peupleraie cultivée est une formation arborée individualisée du fait de la sylviculture spécifique qui lui est appliquée (cycle court).
	BD TOPO 3.0	Peupleraie : Zone de culture de peuplier.
Espace ouvert à végétation arbustive ou herbacée	MOS 81 postes	Poste 4 : Espace ouvert à végétation arbustive ou herbacée. Zones humides, marais, landes non arborées, végétation clairsemée ou herbacée, friches agricoles y compris les jachères et gels pluriannuels, carrières abandonnées avec végétation, terrains de manœuvres, emprises de débouement des lignes électriques ou aqueducs.
Berge	MOS 81 postes	Poste 5 : Berges de voies d'eau sans activités portuaires ou de stockage, non bâties et non aménagées en espaces verts.
Surface cultivée	BD TOPO 3.0	Vergers
	MOS 47 Postes	Poste 5 : Terres labourées. Cultures annuelles, y compris les jachères avec traces de labours, à l'exclusion des maraîchages et cultures florales.
	MOS 47 Postes	Poste 7 : Vergers, pépinières, Pépinières et cultures fruitières de plus de 1 000 m² homogènes ou mélangées et de production commerciale. Eventuellement, la vigne sera classée dans ce thème ainsi que les vergers abandonnés ou en friche.
	MOS 47 Postes	Poste 18 : Maraîchage, horticulture. Cultures intensives annuelles de plein air, de plein champ, cultures légumières (salades, etc.), les maraîchages sans serre, ni châssis, les cultures florales, etc.
	BD TOPO 3.0	Vignes
Prairie	RPG	Postes 1 à 16 : Surfaces cultivées
	RPG	Poste 18 : Prairies permanentes
	RPG	Poste 19 : Prairies temporaires
	MOS 47 postes	Poste 6 : Prairies (Surfaces en herbe sauf les gazons). Principalement pâturées, mais dont le fourrage peut être récolté, y compris celles des centres équestres. On peut y trouver des jachères.
Plan d'eau	MOS 81 postes	Poste 11 : Eau fermées (Etangs, lacs). Surfaces en eau d'au moins 500 m², y compris les étangs des parcs, les nappes des fonds de gravières et les bassins de rétention.
	BD TOPO 3.0	Plan d'eau Une ou plusieurs étendue(s) d'eau continentale de surface, d'origine naturelle ou anthropique, possédant un toponyme ou identifiée(s) par un code hydrographique
Cours d'eau	MOS 81 Postes	Poste 12 : Cours d'eau (Cours d'eau permanents sans restriction de largeur maximum, y compris les canaux.)
	BD TOPO 3.0	Surface hydrographique : écoulement naturel, écoulement canalisé et canal
Surface herbacée artificielle	MOS 24 postes	Poste 6 : espaces verts urbains
	MOS 47 Postes	Poste 14 : Terrain de sport en plein air Terrains en plein air autres que tennis (terrains de football, athlétisme, rugby, etc.).
	MOS 81 Postes	Poste 23 : Hippodromes
	MOS 81 Postes	Poste 22 : Gols
	MOS 47 postes	Poste 19 : Surfaces engazonnée avec ou sans arbustes
Equipement	MOS 11 postes	Poste 9 : Equipement
	MOS 81 Postes	Poste 78 : Espaces aéroportuaires (hors zone enherbée)
Habitat	MOS 11 postes	Poste 6 : Habitat collectif
	MOS 11 postes	Poste 7 : Habitat individuel
Activité	MOS 11 Postes	Poste 8 : Définie comme réunion des sous postes
Emprise de transport ferré	MOS 81 Poste	Poste 73 : Emprises de transport ferrés (Faisceaux de triage, gares, installations d'entretien du matériel, voies ferrées y compris les remblais et déblais.)
	BD TOPO 3.0	Tramway : Ligne de transport en commun urbain à guidage au sol.
	BD TOPO 3.0	Funiculaire : Funiculaire ou voie ferrée à crémaillère
	BD TOPO 3.0	Voie de service : Voie utilisée principalement pour le triage ou le stationnement momentané des convois de marchandises. (+ sans objets)
	BD TOPO 3.0	Voie ferrée principale : Voie ferrée en exploitation servant au transport des voyageurs ou des marchandises.
Voies de plus de 25m d'emprise	BD TOPO 3.0	métro : Ligne de métro aérienne et partie du métro non souterrain mais au niveau du sol
	MOS 81 Postes	Poste 74 : Voies d'une largeur > 25 m d'immeuble à immeuble, y compris les bretelles d'accès, talus de remblais et déblais, échangeurs en entier.
Autres	MOS 81 Postes	Poste 75 : Parkings de surface : Parkings de surface, avec une emprise propre, à l'exclusion des parcs souterrains. Ce poste comprend les parkings associés aux équipements et à l'habitat.
	MOS 81 Postes	Poste 76 : Parkings en étages : Parkings en étages, avec une emprise propre, à l'exclusion des parcs souterrains. Ce poste comprend les parkings associés aux équipements et à l'habitat.
	MOS 81 Postes	Poste 77 : Gares routières, dépôts de bus : Gares routières, d'autobus, d'autocars pour voyageurs. Les installations de transport de marchandises sont repérées dans les activités de stockage. Ce poste inclut les dépôts d'autobus RATP.
	MOS 47 Postes	Poste 9 : Cultures intensives sous serres (Cultures sous serre, châssis, arceaux.)
	MOS 24 Postes	Poste 24 : Carrières, décharges et chantiers
	MOS 81 Postes	Poste 19 : Tennis découvert (Terrains de tennis identifiés par photo-interprétation, qu'ils soient publics ou privés.)
	MOS 81 Postes	Poste 20 : Baignades (Zones de baignade en plein air aménagées dans les parcs de loisirs essentiellement.)
	MOS 81 Postes	Poste 21 : Parcs d'évolution d'équipement sportifs ; Poste 24 : camping, caravanning
	MOS 24 Postes	Poste 8 : Espaces ouverts à vocation de tourisme et loisirs
	MOS 47 Postes	Poste 20 : Terrains vacants, terrains vagues, terrains libres, non bâtis, situés à l'intérieur de la trame urbaine.
Alignement d'arbres urbains	MOS 24 Postes	Poste 9 : Cimetières
	COPERNICUS-Urban Atlas - Street Tree Layers	Rangées contiguës ou des parcelles d'arbres couvrant 500 m² ou plus et d'une largeur minimale de 10 mètres au-dessus des « surfaces artificielles » excluant les rangées d'arbres le long du réseau routier en dehors des zones urbaines ou des forêts adjacentes aux zones urbaines
Forêt de conifères	BD TOPO 3.0	Forêt fermée de conifères : Espace peuplé d'arbres forestiers couvrant au moins 40 % du sol et composé essentiellement de conifères (soit un taux de couvert relatif de plus de 75 %). Les jeunes plantations de résineux, le reboisement naturel et les coupes à blanc de ces essences sont également saisis en Nature="Forêt fermée de conifères".
Haie	BD TOPO 3.0	Clôture naturelle composée d'arbres, d'arbustes, d'épines ou de branchages et servant à limiter ou à protéger un champ. Alignement d'arbres ou plantation d'arbres fruitiers dont la largeur est inférieure à 25 m.
Landes ligneuses	RPG	Poste 17 : Estives et Landes
	BD TOPO 3.0	Végétation spontanée qui comprend une proportion importante de plantes ligneuses (bruyères, genêts, ajoncs, épineux divers, etc.) et semi-ligneuses (fougères, phragmites...) dont la hauteur ne dépasse pas 5 m. Cette végétation ligneuse présente un couvert végétal d'au moins 25 %
LGV	BD TOPO 3.0	Portion de voie ferrée homogène pour l'ensemble des attributs qui la concernent. Ligne ferroviaire réservée aux trains à grande vitesse. On ne retient que les lignes LGV en site propre
Autoroute et bretelle	BD TOPO 3.0	Routes sans croisement à niveau, accessibles seulement en des points aménagés à cet effet et réservées aux véhicules à propulsion mécanique. Les routes à chaussées séparées par un terre-plein central, qui ne possèdent pas de croisement à niveau avec le reste du réseau routier sont également codées en "Type autoroutier". Le classement dans la catégorie des autoroutes est prononcé par décret du conseil d'État, pris après enquête publique.
	BD TOPO 3.0	Voies d'entrée ou de sortie permettant la communication entre 2 routes qui sont le plus souvent de niveaux différents ; bretelles de liaison ou d'échangeur ou une voie d'accès à une "Aire de repos ou de service".
Bâtiment	BD TOPO 3.0	Construction au-dessus du sol qui est utilisée pour abriter des humains, des animaux, des objets, pour la production de biens économiques ou pour la prestation de services et qui se réfère à toute structure construite ou érigée de façon permanente sur son site
Autres routes	BD TOPO 3.0	Rond-point : Place de forme circulaire, ovale ou semi-circulaire, ou carrefour giratoire. Un giratoire est formé d'un anneau central qui permet aux usagers de prendre n'importe quelle direction, y compris de faire un demi-tour.
	BD TOPO 3.0	Routes à 1 chaussée : Route comportant 1 chaussée
	BD TOPO 3.0	Routes à 2 chaussées : Route comportant 2 chaussées séparées par un obstacle physique ou un zebra de plus de 3,5 m de large éventuellement ouvert aux carrefours. On peut être amené à traiter des tronçons en "Route à 2 chaussées" à partir du moment où les voies sont représentées par 2 axes distincts. Remarque : on représente en "Route à 1 chaussée" les tronçons des îlots directionnels faisant partie d'un carrefour important.
Forêt sans couvert arboré	BD Forêt	Forêt fermée sans couvert arboré : Terrain de couverture du sol forêt ayant subi un changement brutal de couverture du sol suite à une perturbation anthropique (coupe rase) ou un incident (tempête, incendie...). Le terrain peut présenter les traces d'un reboisement ou d'une régénération acquise. Ou terrain nouvellement boisé et montrant des traces de jeunes plants de reboisement. Ou terrain présentant des traces récentes de travaux du sol, apparemment destinés à préparer une opération de reboisement.
	MOS 47 postes	Poste 2 : Coupes ou clairières en forêts : Clairières, coupes de régénération, coupes rases, semis, y compris les coupes de peupleraies
	BD Forêt	Forêt ouverte sans couvert arboré : Forêt ouverte ayant subi un changement brutal de couverture du sol suite à une perturbation anthropique (coupe rase) ou un incident (tempête, incendie...). Le terrain peut présenter les traces d'une régénération acquise.

FIGURE 5.10 – Couches mobilisées dans la construction du gradient ainsi que celle du raster

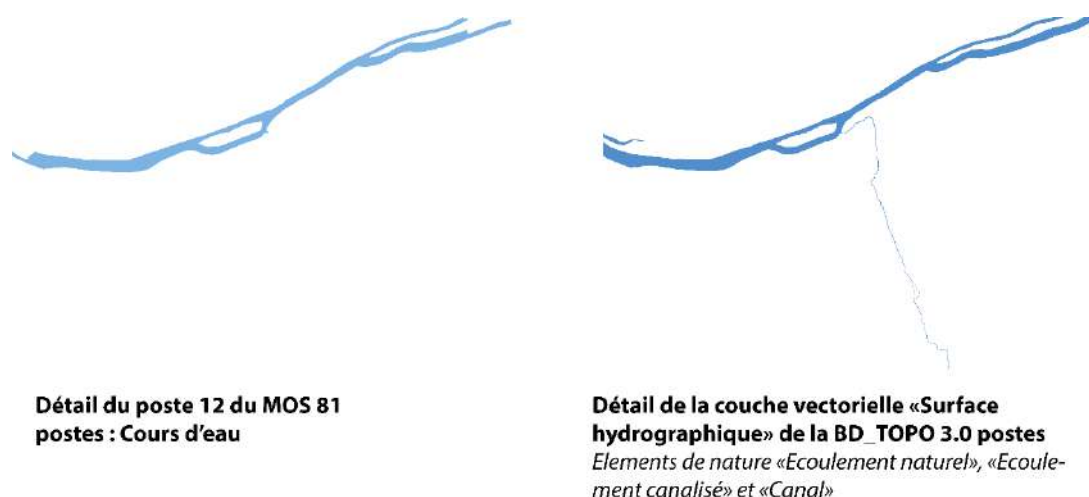


FIGURE 5.11 – Comparaison des informations relatives au réseau hydrographique contenues dans le MOS et la BD TOPO

La BD Forêt® V2.0 est une base de données de référence pour les forêts et les milieux semi-naturels (IGN 2014), qui sert de référentiel géographique pour décrire les essences et les formations forestières pour les zones de plus de 5 000 m². Elle complète les couches de végétation de la BD_TOPO précédemment mobilisée en affinant notamment la nomenclature selon les essences. Elle n'a été mobilisée dans la construction du raster que pour identifier les espaces de forêt fermée et ouverte dont le couvert arboré a disparu du fait de perturbation anthropique ou d'incident, ou est en cours de reboisement. Si la dernière date d'actualisation de la couche (2018) réduit son intérêt, il a été considéré que les jeunes couverts n'avaient potentiellement pas atteint leur maturité en 2022 ou que ces zones étaient prônes aux abattages récurrents et pouvaient donc être distinguées du point de vue de la résistance offerte aux espèces. La couche « Forêt sans couvert arboré » du raster résulte de l'agrégation des deux couches de la BD forêt mentionnée avec le poste 2 du MOS 47 postes (« Coupes ou clairières en forêt »).

Enfin, le Registre Parcellaire Graphique (RPG) renseigne sur le type de culture et la localisation des parcelles agricoles (IGN 2024). Généré par l'Agence de Service et de Paiement, cette base de données contient des données anonymisées issues des déclarations des agriculteurs. Bien que sa précision soit donc relativement variable selon les pratiques de déclaration et les rotations de culture, les indications sur les cultures pérennes ou les prairies permanentes sont néanmoins stables et peuvent être mobilisées dans le raster. Trois postes du raster seront créés à partir du RPG. Les postes 18 (« Prairies permanentes ») et 19 (« Prairies temporaires ») seront agrégés avec le poste 6 du MOS 47 postes (« Prairies ») pour former le poste « Prairies ». La couche lande ligneuse est créée par agrégation du poste « Estives et landes » du RPG avec les données de la BD_TOPO classifiées en « Landes ». Tous les autres postes du RPG seront agrégés dans le poste « Surfaces cultivées », avec des postes issus du MOS et de la BD_TOPO. La base de données COPERNICUS-Urban Atlas — Street Tree Layers (European Environment Agency 2020) fournit une couche représentant les alignements continus d'arbres au sein de modes d'occupation du sol artificialisés, qui couvrent plus de 500 m² et de largeur supérieure à 10 mètres. Cette couche a été intégrée telle quelle comme poste du raster (« Alignement d'arbres urbains »). Les canopées des arbres urbains peuvent en effet servir d'habitat pour certaines espèces d'oiseaux ou de mammifère en ville, ou servir de point-relais lors du déplacement à minima. Ces derniers ont été rajoutés ultérieurement à la construction du gradient et sont uniquement présents dans le raster.

Les infrastructures de transport ont été discriminées selon leur diamètre, considéré comme proportionnel au trafic, donc aux perturbations entraînées et à l'effet barrière induit. Les entités vectorielles linéaires

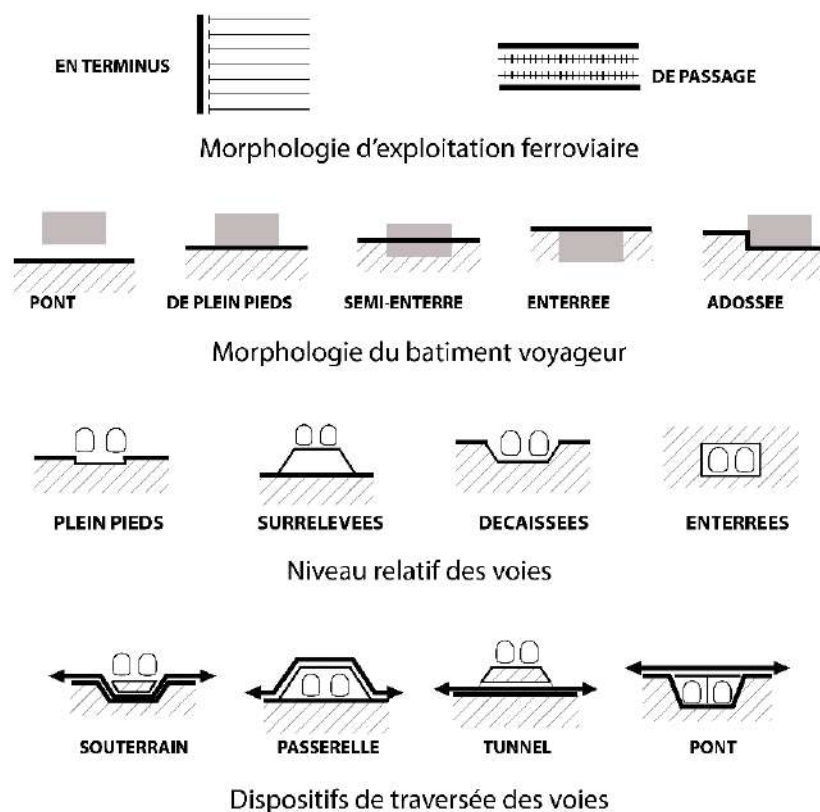
ont été transformées en surface en utilisant la fonction « Tampon » de Qgis. La largeur des tampons a été adaptée à l'information contenue dans la colonne « largeur de chaussée » de la BD_TOPO. L'ordre des couches lors de la rasterisation est conditionné aux espèces prises en compte lors de la modélisation et sera présenté au cours du chapitre 7.

Afin de permettre le relevé de descripteurs utiles à la construction du gradient, des zones de voisinages aux gares sont définies. Trois cercles concentriques de 100, 800 et 2000 mètres de rayon sont calculés à partir de distances euclidiennes. Ceux-ci se rapportent respectivement à trois espaces fonctionnels : le voisinage immédiat des gares, la zone où se trouvent les systèmes d'intermodalité et la zone d'influence globale, le quartier de gare. Dans ces espaces, cinquante-neuf descripteurs sont relevés. Les vingt-quatre premiers correspondent aux ratios surfaciques de chaque poste d'occupation du sol. Par ailleurs, la structure 3D du paysage urbain influence le comportement et les déplacements de certaines espèces animales (Gathof et al. 2022 ; Louis -lucas et al. 2022). Afin d'appréhender les caractéristiques 3D des quartiers autour des gares, plusieurs indicateurs sont aussi collectés (Figure 5.12). Pour cela, une autre base de données est mobilisée : la base des Tissus Urbains Franciliens (Watkin, Delaville, et Dugué 2019). Cette base, développée par l'Institut Paris Région, permet de caractériser les dynamiques d'urbanisation à partir d'une approche morphologique, patrimoniale et historique. Une nomenclature à l'échelle de l'îlot en 10 postes, à vocation urbaine, permet ainsi de présenter les typologies locales communément admises par les acteurs de l'aménagement et de l'urbanisme : Habitat individuel isolé, Habitat individuel aggloméré, Habitat collectif discontinu, Tissu dense, mixte et continu, Immeuble de grande hauteur, Activités économiques et commerciales discontinues, Équipements, Grandes propriétés, Espaces ouverts, Chantiers. Les hauteurs moyennes de chacune de ces unités typomorphologiques sont ajoutées comme descripteurs, ainsi que les pourcentages d'occupation du sol qu'elles recouvrent pour chacun des voisinages. Le TUF n'est néanmoins pas intégré dans le raster construit.

Enfin, 12 métriques liées aux propriétés architecturales de la gare ont été ajoutées. Les dispositions des voies et du bâtiment voyageur par rapport au sol affectent le potentiel de végétalisation et peuvent avoir un impact sur la faune, bien que la littérature n'en fasse pas directement mention. D'autres descripteurs sont en lien direct avec l'influence de la gare sur son environnement urbain. La morphologie d'exploitation de la gare ainsi que le type de traverses présentes ont par exemple un effet sur les fractures urbaines impactant la faune et les humains (Frecaut et al. 2018 ; Zelezny 2013). Les 111 métriques utilisées pour la construction du gradient urbain-rural sont présentées Figure 5.12.

L'emploi de méthode de partitionnement à partir de l'ensemble de ces descripteurs permet de constituer un gradient d'urbanité plurifactoriel. Pour ce faire, une analyse factorielle des données mixtes (AFDM) a ensuite été réalisée, suivie d'une classification ascendante hiérarchique (CAH). L'AFDM (Analyse Factorielle des Données Mixtes) est une méthode permettant de résumer l'information contenue dans un jeu de données en proposant une réduction de la dimension de celles-ci. Si N individus sont décrits par un nombre X de variables (quantitatives et qualitatives), l'espace qu'ils forment possède X dimensions. La méthode propose de réduire cette complexité en réduisant le nombre de dimensions tout en conservant le maximum d'information. Pour cela, l'AFDM crée de nouvelles variables appelées axes factoriels, qui permettent des projections sur un espace de plus petite dimension, facilitant ainsi la lecture et l'interprétation. La valeur propre d'un axe factoriel représente la quantité de variance qu'il explique dans les données. La variabilité cumulée mesure la proportion totale de variance capturée par plusieurs axes factoriels successifs. Dans mon jeu de données, les cinq premiers axes expliquent ensemble plus de 60 % de la variance, ce qui signifie qu'ils résument la majeure partie de l'information contenue dans les données. Les variables qui influencent chaque axe factoriel sont présentées en Figure 5.13. Les axes sont particulièrement influencés par des caractéristiques morphologiques. Il est possible de discerner un lien entre complexité typomorphologique de la gare et contexte urbain de forte densité. *A contrario*, rura-

Composante mesurée	Indicateurs relevés	Base de données mobilisées
Cartographie d'occupation et d'usage des sol	Ratios surfaciques aux voisinages de 100, 800 et 2000 mètres de la gare. $23 \times 3 = 69$ indicateurs relevés	MOS(2023), BD_TOPO®(2023), BD_FORET (màj 2018), RPG (2022)
Propriétés typomorphologiques du tissu urbain	Ratios surfaciques et hauteur moyenne aux voisinages de 100, 800 et 2000 mètres de la gare. $10 \times 3 = 30$ indicateurs relevés	Tissu Urbain Francilien (2019)
Caractéristiques typomorphologiques liées à l'exploitation ferroviaire	Morphologie d'exploitation ferroviaire	Examen visuel
	Nombre de voies	
	Morphologie du bâtiment voyageur	
	Surface totale des quais (m)	
	Nombre total de voies	
	Niveau relatif des voies	
	Aire du bâtiment voyageur (m ²)	
	Nombre de voies à quais	
	Dispositif de traversée des voies	
	Nombre de dispositifs de traversée	
	Aire du plateau de voies (m ²)	
	Largeur maximale du plateau de voies (m ²)	



**Détail des caractéristiques typomorphologiques relevées
(tiré de [Le Bot, 2019])**

FIGURE 5.12 – Base de données utilisée pour l'occupation du sol, détail des métriques ainsi que des caractéristiques typomorphologiques (tiré de document interne AREP 2017 et [Le Bot, 2019]) relevées

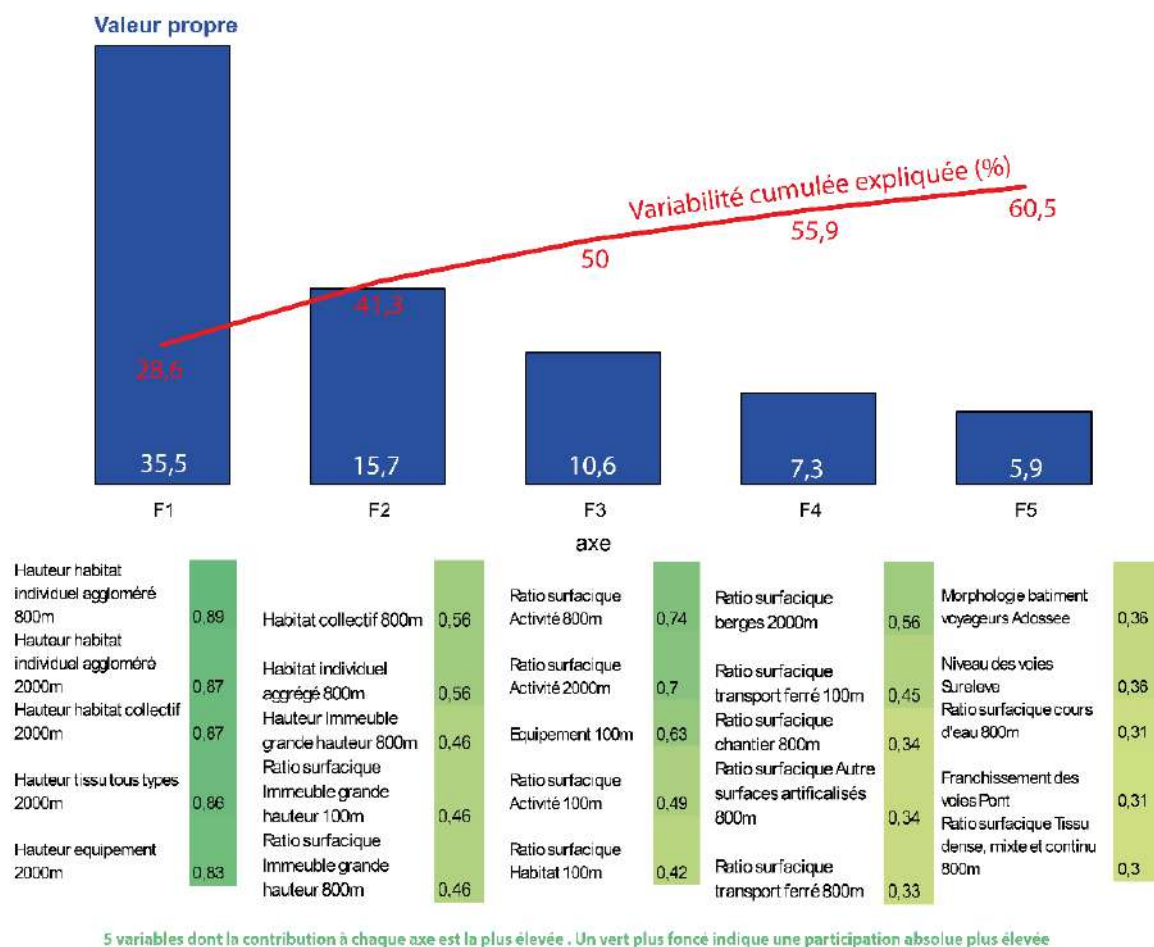


FIGURE 5.13 – Valeurs propres et variabilité cumulée expliquée par les axes

lité et sobriété en termes de bâtiment voyageur ou de franchissement du plateau de voie vont de pair (premier et deuxième axe). Au vu des autres axes, il semble que les liens entre les couples de propriétés morphologiques architecturales et contexte urbain sont moins réguliers.

Ces cinq premiers axes sont ainsi utilisés pour réaliser la CAH. Il s'agit de procéder au regroupement des individus sous forme de classes ou *clusters* à partir de leurs coordonnées sur chacun de ces cinq axes. La méthode de Ward employée ici permet de minimiser la variation au sein des *clusters*, permettant d'avoir des groupes de gares homogènes, tout en réduisant l'impact des gares situées dans des contextes très spécifiques sur la classification (Han et Kamber 2012). Les détails de l'AFDM et du CAH sont présentés en Annexe B.

La méthode de Ward permet de ne pas fixer de nombre de classes *a priori*. Plusieurs raisons m'ont néanmoins poussé à ramener le choix de 8 gares obtenues initialement à 4 seulement. Tout d'abord, les classifications urbaines-rurales discrètes sont souvent structurées autour de 2 à 6 classes (Geslin et al. 2013; Magura, Tóthmérész, et Molnár 2004; Luck et Wu 2002; Joimel et al. 2016). Ensuite, les terrains retenus sont censés faire l'objet d'analyses qualitatives fines, à l'aide d'entretiens et/ou de *focus groups*. Réduire le nombre de terrains permet dès lors d'affiner au mieux les analyses et d'éviter de traiter superficiellement chaque contexte. Je propose ainsi de fixer le nombre de classes *a priori* à 4, en procédant à une troncature du dendrogramme (une partition à partir d'un choix visuel sur le dendrogramme aurait par ailleurs donné le même résultat). La classification obtenue est présentée en Figure 5.14 : on y observe une répartition des individus le long d'un transect relativement linéaire qui part de paris pour aller vers

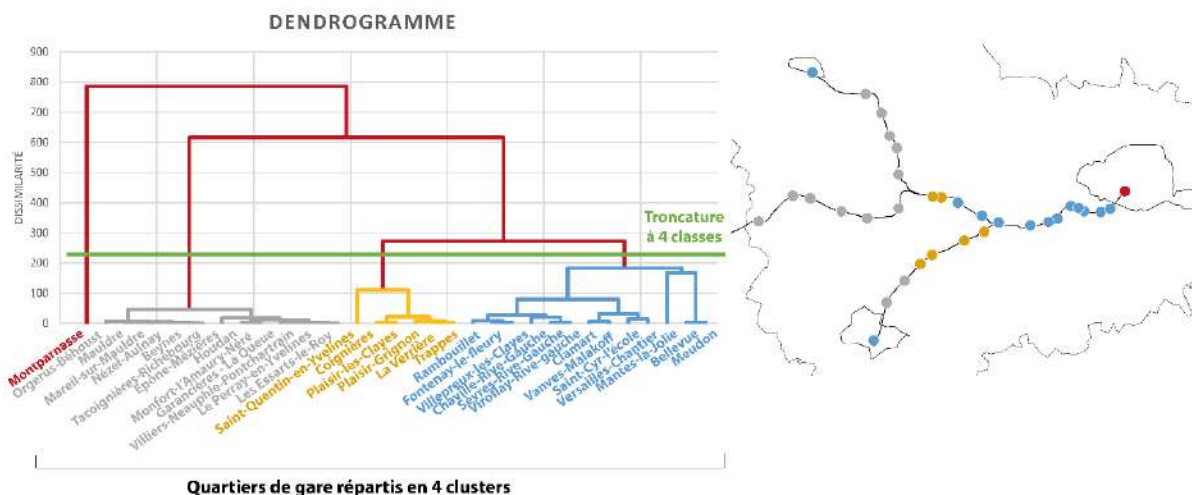


FIGURE 5.14 – Résultats du partitionnement par Classification Ascendante Hiérarchique

les départements plus ruraux.

Le choix définitif des terrains d'étude peut ainsi se baser sur ces quatre classes, notées de 1 (la plus urbaine) à 4 (classe la plus rurale), parmi lesquelles une seule gare sera choisie. La classification rend déjà visuellement compte d'un gradient d'intensité urbaine entre les différents pôles précédemment mis en évidence de Rambouillet à Montparnasse (Figure 5.14). La gare de Montparnasse peut par ailleurs déjà être choisie comme terrain, car elle est seule dans sa classe. Cela s'explique notamment par le contexte dans lequel elle s'inscrit, très dense et « ultra-urbain », ainsi que ses propriétés architecturales hors normes (plus de 30 voies et un plateau de voies de 6,66 ha).

Une présélection de 9 gares parmi les 33 a été réalisée à l'aide des catégories et de l'expertise des partenaires du projet de recherche au sein de l'équipe Transilien. Le choix a été opéré sur la base de la disponibilité éventuelle des opérationnels locaux pour la réalisation d'entretiens, ainsi qu'en fonction de la présence de projets de développements urbains. En plus de Montparnasse, les gares de Vanves, Meudon, Rambouillet et Mantes-la-Jolie ont été sélectionnées dans la classe 2, correspondant aux zones nommées dès lors « Urbain dense ». Les gares de La verrière et de Saint-Quentin-en-Yvelines ont été sélectionnées dans la troisième catégorie regroupant les contextes « Urbain peu dense ». Enfin, les gares de Tacoignières et d'Épône-Mézières ont été choisies dans les contextes « Ruraux ». Les noms donnés aux classes sont indicatifs et ne représentent pas la complexité à partir de laquelle la catégorie a été formée. Ils présentent néanmoins l'avantage d'être facilement compréhensible pour les professionnels ou les acteurs non experts, quitte à rentrer dans le détail de leur composition par la suite. Je n'ai pas identifié de problématique particulière liée au déséquilibre du nombre de gares par classe, une seule étant retenue par classe *in fine*.

5.2.3 Premier atelier participatif

Les ateliers participatifs sont intervenus après ce travail statistique. Tenu le 8 juillet 2021, le premier atelier a réuni quatorze professionnels du ferroviaire et de l'aménagement dont les missions comportent plus ou moins explicitement des enjeux liés à la biodiversité. La Société Anonyme principale SNCF a été représentée à travers des professionnels issus de SNCF Immobilier et de la Direction Engagement Sociétal Territoires et Environnement. Cette dernière pilote les missions transverses relatives à la politique écologique et sociale du groupe. SNCF Réseau, SNCF Gares & Connexions, SNCF Voyageurs ont aussi

été représentés. Deux partenaires externes à l'entreprise ont été inclus : une collectivité territoriale et un aménageur privé. La Communauté Urbaine Grand Paris Seine & Oise (GPSEO) est une structure intercommunale regroupant notamment les villes d'Épône, Mézières-sur-Seine ou encore Mantes-la-Jolie. Crédit Mutuel Aménagement Foncier est un acteur immobilier privé qui développe des activités relatives au développement immobilier, telles que la recherche de terrains potentiels, leur viabilisation ainsi que l'organisation d'opérations immobilières et la commercialisation de ces biens.

Cet atelier a permis de répondre à deux objectifs : vérifier la pertinence de l'usage du gradient d'urbanité proposé pour le choix des terrains, et explorer des situations qui entremêlent ferroviaire, urbain et biodiversité au vu du faible nombre d'exemples proposés par la littérature (Chapitre 4). Les participants sont répartis en trois tables en composant des panels hétérogènes afin de favoriser les échanges. À chaque table est assignée une thématique : la biodiversité, les contraintes techniques ou le quartier de gare. Les formulations par rapport au cadre théorique développé précédemment sont quelque peu différentes, car l'atelier a pris place dans les premiers temps de la recherche, avant la formalisation stable de ma démarche. Les concepts de « contraintes techniques » et « quartier de gare » en appellent alors de manière plus ou moins indifférenciée à l'objet ferroviaire et au caractère urbain.

Une série de trois questions par thématiques est posée, chacune servant à cadrer le temps d'échanges (Figure 5.15). La première série représente l'occasion de définir, d'identifier et de cartographier les éléments propres à chaque thématique au sein du même espace, celui de la gare et du quartier environnant. Par exemple, pour la question de la biodiversité, la question est : « Qu'est-ce que la biodiversité dans la gare ? Porte-t-elle des valeurs négatives ou positives ? ». La synthèse de ce premier temps a été réalisée sous forme de représentation axonométrique (Figure 5.17). La seconde série de questions visait à déterminer l'intérêt explicatif du gradient d'urbanité vis-à-vis des variations environnementales. Par exemple, concernant les contraintes techniques : « Existe-t-il des contraintes techniques spécifiques à chaque classe de gares présentées dans la classification ? En d'autres termes, comment évoluent les contraintes techniques selon le gradient urbain rural ? ». La dernière question s'attachait à établir les conditions d'existence de la biodiversité au sein des quartiers de gare, c'est-à-dire les espaces où elle pouvait s'exprimer, les éléments de pressions qui pesaient sur elle, et les pratiques pouvant la favoriser. Le croisement des thématiques était donc interrogé : « Quelles sont les formes urbaines et architectures propres aux quartiers de gares qui sont favorables ou défavorables à la biodiversité ? » Après avoir répondu à une question, un temps d'échange collectif entre tous les groupes permettait de faire état des réflexions : un membre volontaire présentait les réponses apportées. Ensuite, chaque groupe changeait de table et se basait sur les éléments soulevés par le groupe précédent afin de répondre à la nouvelle problématique. Plusieurs supports étaient mobilisés pour organiser la réflexion, en fonction des questions posées (Figure 5.15) : une cartographie symbolique d'un quartier de gare (Figure 5.16), la position des gares sur le gradient d'urbanité, des grilles pour répartir les *post-it* permettant aux participants d'organiser leurs réflexions, etc.

Temps 1 : Exploration interne et identification

Du point de vue méthodologique, ces ateliers ont confirmé que la notion de quartier de gare fait sens du point de vue morphologique pour la majorité des acteurs. Les réponses des participants soulignent l'empreinte matérielle de la gare sur le quartier : bâtiments voyageurs, toponymie, clôtures et éléments linéaires évoquent les modifications que la gare impose sur le milieu biophysique. Cet impact transparaît aussi à travers les supports matériels ou conceptuels aux contraintes techniques (attraction des usagers, accueil du public, adaptation aux personnes à mobilité réduite, sécurité, réglementation). Méthodologiquement, les ateliers permettent de caractériser la place de la biodiversité chez les parties prenantes : celle-ci s'installe dans ces quartiers de gare du fait principalement de la diminution de la pression anthropique créée par certaines formes urbaines (talus non accessibles, etc.) ou à l'inverse du fait de la présence

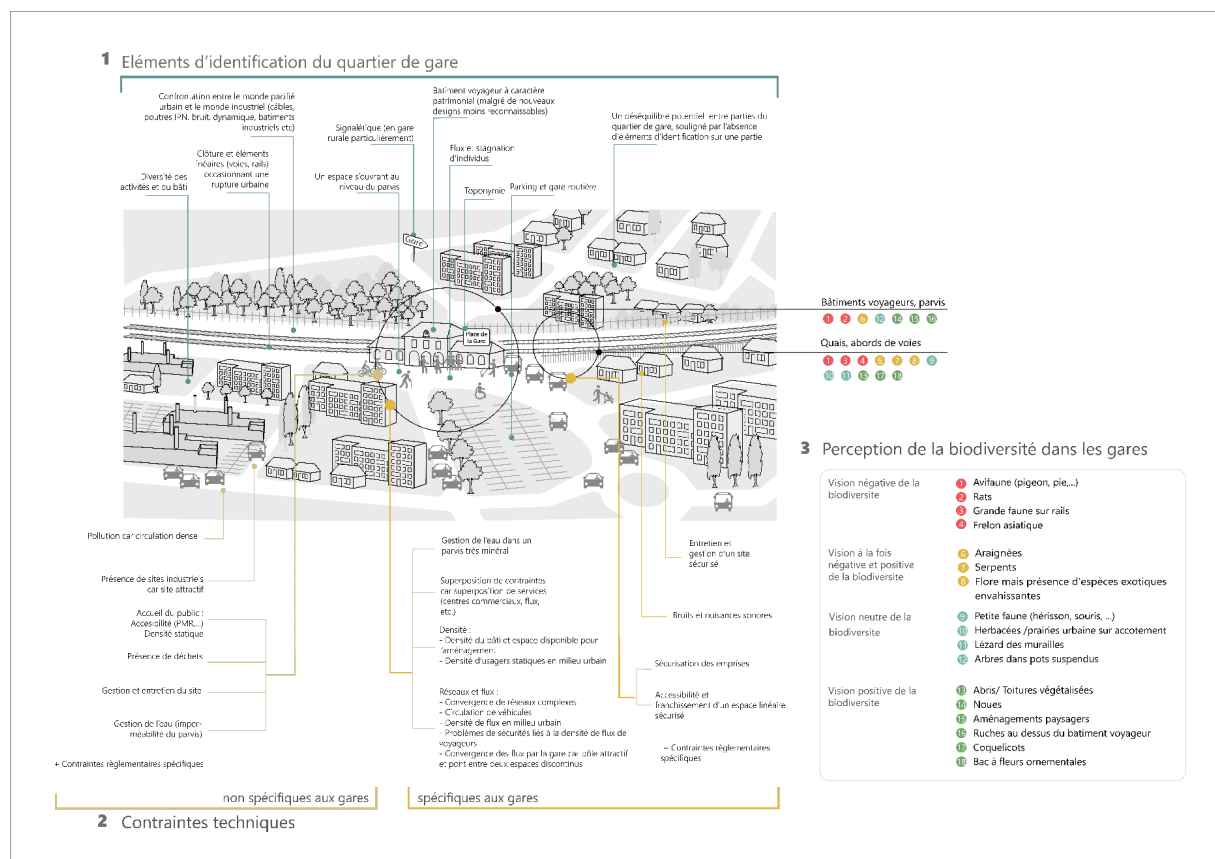


FIGURE 5.17 – Représentation schématique du quartier de gare à partir des réponses des participants (©AREP)

d'aménagements particuliers d'origine anthropiques, qu'ils soient destinés ou non à l'accueillir (ruche ou poubelles par exemple). La réflexion des participants a de plus permis l'identification de contraintes techniques spécifiques aux gares liées à trois facettes du milieu ferroviaire. S'il est possible d'associer des contraintes techniques à la présence d'infrastructures linéaires (telles que les rails ou la clôture), on retrouve aussi des contraintes liées aux bâtiments voyageurs et à leur parvis, ainsi que des contraintes en lien avec l'exploitation de ces espaces.

Ce temps permet avant tout de procéder au recroisement spatial des trois éléments au cœur de mon approche. Avant de déterminer si ceux-ci entrent en conflit, bénéficient de synergie ou n'entrent pas en contact, il est en effet nécessaire de faire une esquisse de ces forces en présence.

Temps 2 : Pertinence du gradient

Lors de ce deuxième temps, de nombreux participants ont exprimé leurs interrogations quant à la pertinence du concept de gradient pour évaluer les évolutions des trois thématiques. Plus précisément, il a été supposé que les évolutions relatives à chacune des thématiques ne puissent être liées par un lien de causalité directe avec le gradient.

À la table « quartier de gare », les évolutions de densité, d'occupation du sol et d'usages du sol ont certes pu être organisées à l'aide du gradient d'urbanité. Les gares les plus rurales (catégorie 4) sont par exemple marquées par un zonage des activités et des occupations du sol plus définies. Les participants n'ont néanmoins pas fait mention d'une évolution de la forme architecturale du quartier selon le gradient. Il en est de même pour les contraintes techniques, pour lesquelles le concept de fonctionnalité a été préféré au concept de gradient. Ainsi, la congestion des flux ou les contraintes liées à l'intermodalité, tout comme la morphologie de la gare, varieraient plus en fonction de « l'importance fonctionnelle de la gare ». Celle-ci a été définie comme une fonction de plusieurs paramètres : flux d'entrée, desserte, et attractivité, cette dernière restant selon les acteurs plus ou moins dépendante de la position de la gare au sein du gradient d'urbanité.

Enfin, les acteurs opérationnels reconnaissent méthodologiquement l'importance de prendre en compte d'adapter les logiques d'aménagement et de prise en charge de la biodiversité selon l'occupation du sol. La difficulté de libérer les emprises pour intégrer des espaces végétalisés augmente en milieu urbain, tout comme la difficulté de rendre les aménagements durables sans que ceux-ci aient un usage explicite pour les humains présents. Cette dernière question est principalement liée à la densité d'utilisateurs susceptibles d'être confrontés au site, et donc de l'augmentation statistique de comportement de dégradation. Selon les participants, la facilité à intégrer des milieux rares et complexes comme les zones humides ou des prairies pérennes augmente en milieu rural.

Généralement, les acteurs mobilisent plus volontiers la dichotomie urbain-rural que le gradient, celle-ci étant une clef de lecture plus simple. Ils proposent par exemple la création de réserves et d'espaces verts de taille suffisante en milieux urbains et l'intégration de corridors en milieu rural. Ces prescriptions sont par ailleurs relativement divergente vis-à-vis de la littérature présentée plus tôt, qui a en effet souligné la nécessité d'agir stratégiquement, en maximisant l'efficacité du ratio foncier disponible/intérêt pour le réseau. Les chercheurs privilégient généralement la reconnexion fonctionnelle en ville dense, et l'intégration de larges habitats en zone rurale où la pression anthropique et foncière est moindre. Enfin, les participants se passent parfois simplement de cette grille de lecture. Ils ont ainsi proposé une méthodologie globale, pensée de manière indépendante de la position de la gare sur le gradient. Celle-ci se base sur l'identification des espaces végétalisés existant pour les préserver et aménager à partir d'eux, sur la reconnexion aux trames écologiques existantes et sur la nécessité d'accorder un usage anthropique aux espaces verts.

En conclusion, l’usage du gradient comme concept opératoire semble assez éloigné des pratiques des aménageurs. La notion peut parfois orienter en toile de fond les décisions, mais est rarement explicitée. L’intégration de descripteurs morphologiques dans la définition du gradient semble alors pertinente, puisque les variations de cet ordre semblent relativement indépendantes de l’occupation du sol. Elles n’auraient pas été captées par des descripteurs plus classiques. Leur intégration génère certes un gradient qui peut être moins harmonieux, et dont la variabilité entre les classes augmente ; mais ce dernier propose de rendre compte des déclinaisons locales des gares importantes pour les acteurs opérationnels et est dans ce cadre adéquat.

Enfin, l’attractivité de la gare et son importance au regard des flux semblent être un facteur discriminant, notamment pour les contraintes techniques. Cette dimension n’est pas explicitement constitutive du gradient ; l’atelier suivant propose donc de le réintégrer dans ma méthodologie à partir de l’approche *node-place*.

5.2.4 Deuxième atelier participatif

Le deuxième atelier participatif, tenu le 4 octobre 2022, a regroupé 14 participants. Les structures représentées sont les mêmes que lors du précédent atelier, certains invités excusés sont remplacés par leurs collègues. Les participants, répartis en binôme, choisissent volontairement une gare parmi les 9 présélectionnées. Ils ont ensuite pour consigne de proposer des arguments pour que celle-ci fasse partie des quatre gares retenues à l’issue de la sélection. Ce genre d’approche, qui tient du jeu de rôle, est souvent employé dans les approches participatives (Schinko et Bednar-Friedl 2022 ; Barreteau et al. 2013 ; Hornecker 2004). Il permet notamment aux acteurs de s’investir dans des sujets qui peuvent paraître complexes ou peu avenants (Bucharčíková et Tokarčíková 2016). Deux temps d’ateliers permettent aux binômes de construire des arguments, et sont suivis immédiatement d’une mise en commun avec les autres groupes. Le premier temps est consacré aux dynamiques urbaines des quartiers de gare. Au cours du second temps, il est demandé aux participants de les caractériser de manière prospective. À la clôture des discussions, un choix collectif par vote a été réalisé, les contraintes horaires de l’atelier n’ayant pas permis la sélection à l’unanimité comme initialement prévue.

Premier temps d’étude : dynamiques urbaines et du pôle de transport

Les résultats de l’atelier 1 ont mis en évidence le besoin de complétion de mon approche basée sur le gradient d’urbanité par d’autres descripteurs de l’attractivité de la gare. L’outil *node-place* (Bertolini 2008) présenté au Chapitre 3, s’attache justement à décrire ces dynamiques à partir du couplage des deux rôles de pôle de transport et de pôle urbain assurés par la gare. Dans le modèle de Bertolini, le point de réseau est caractérisé par des indicateurs d’attractivité : niveau de desserte, fréquentation de la gare, accessibilité, rayonnement, etc. Le quartier comme lieu de vie est caractérisé par des indicateurs d’activité : densité de population et d’emplois, type d’urbanisation, nombre et type d’équipements, etc. Le découpage du *cigare node-place* obtenu à partir des deux axes permet d’identifier 5 zones. Trois zones correspondent à un équilibre plus ou moins sous tension, et deux zones soulignent la prédominance de l’offre ou de la demande ferroviaire.

Les participants ont eu accès à des documents permettant d’obtenir des informations légèrement différentes de celles contenues dans les indicateurs du modèle initial. L’intensité du *node* était évaluée à partir du nombre de voyageurs qui transitent par la gare chaque jour, du nombre de lignes desservant celle-ci, du réseau d’intermodalité qui se croise à ses alentours ainsi que du trafic routier moyen alentour à 8 h 30 le lundi. L’intensité de la place est mesurée à partir de la densité démographique moyenne et

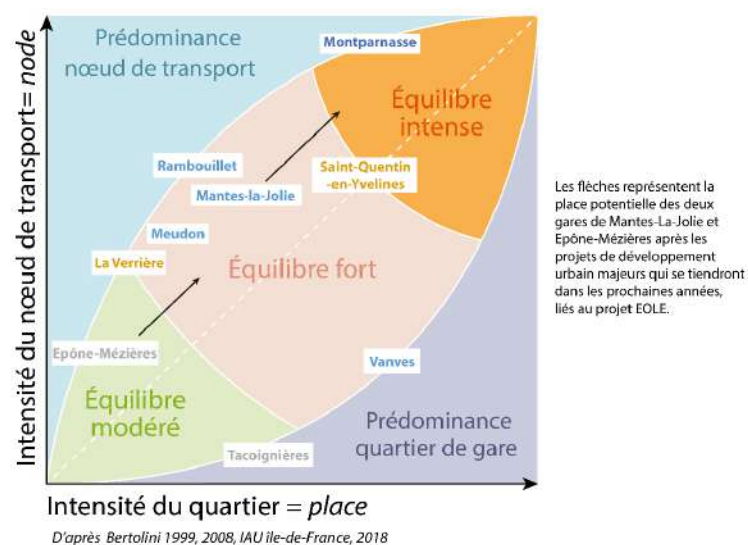


FIGURE 5.18 – Proposition de placement des gares sur le cigare node-place par les participants lors de l'atelier participatif n° 2

du niveau de vie du quartier obtenue à partir des données de l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE). Ces éléments ont été complétés par des informations relatives aux ratios surfaciques des classes d'occupation du sol dans un rayon de 400 m autour de la gare, et à la nature des équipements présents. Ces critères ne permettent pas une analyse exhaustive, mais peuvent être mobilisés pour produire un argumentaire lors des négociations, en plus de la connaissance des enjeux locaux par les partenaires. Les gares ont ainsi été placées collectivement sur le cigare du *node-place* déjà formé (Figure 5.18) et non à partir d'indicateurs quantitatifs objectivés préalablement.

Parmi les 9 gares, quatre sont réparties à la limite entre une des zones d'équilibre et la zone de prédominance du nœud de transport. Les participants ont souligné le potentiel de développement urbain autour de ces gares, car le pôle ferroviaire n'est pas en tension et le foncier reste relativement accessible. Ces dynamiques ont été mobilisées comme argument pour retenir lesdites gares comme terrains d'études, ce qui semble indiquer une bonne compréhension des enjeux de la recherche de la part des participants. La prédominance du point de réseau pour un quartier de gare peut par ailleurs témoigner de l'importance stratégique de ce nœud ferroviaire au sein du réseau. Intervenant en tant qu'experts, les participants sont potentiellement plus à même de sélectionner des gares qui leur sont plus familières.

Second temps d'étude : prospective pour la biodiversité au sein des quartiers de Gare

Il a été donné pour consigne lors du second temps de l'atelier de procéder à une notation des quartiers de gare sur trois critères. Le premier se rapporte aux enjeux de conservation de la biodiversité. Il s'agit d'évaluer les différents composantes des écosystèmes présents sur le site, tels que les habitats de qualité, connectés ou non, les espaces d'intérêt écologique à proximité, les pratiques de gestion vertueuses, les institutions locales de défense de l'environnement, etc. Deux jeux de données étaient présentés. Une cartographie des habitats écologiques aux abords de chaque gare était fournie, réalisée à partir d'inventaires

écologiques mis en œuvre par le cabinet d'expertise écologique Naby Ecology, partenaire de Frugacité. Ces cartes étaient accompagnées d'une notice détaillant les caractéristiques des habitats (Figure 5.19). Les cartographies du taux d'imperméabilisation et de couvert arboré sur un rayon de 400 m complétaient ces informations. À cette étape, les participants ont mobilisé la présence de friches, de nids d'oiseaux ou de jardins privés comme critère de notation.

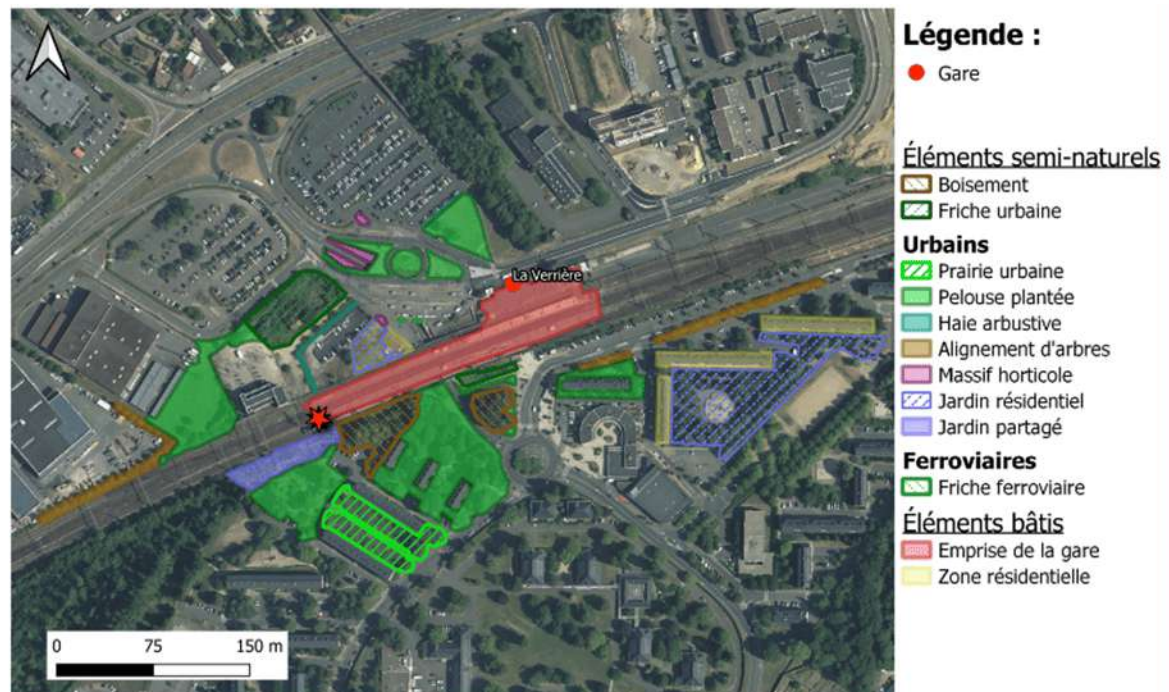
Le second critère se rapporte aux enjeux d'amélioration de la biodiversité. Il s'agit de noter les gains écologiques possibles du quartier de gare, qui peuvent se manifester sous la forme d'habitats potentiels à recréer ou d'espaces pouvant être mobilisés comme points relais au cours du déplacement entre habitats. Les participants s'appuient sur les mêmes documents que précédemment. Ils ont mentionné attribuer la note en se basant sur l'identification de parvis de gares à transformer, d'enjeu, de connexions entre friches ou de collaboration avec les propriétaires privés.

Le troisième critère sanctionne l'existence d'opportunités d'amélioration dans ces quartiers. Il s'agit d'évaluer la capacité et les possibilités des acteurs locaux à tirer parti des évolutions planifiées au cours des prochaines années : projet de développement urbain, besoin en rénovation urbaine, variations de pression foncières, structures d'acteurs favorables, etc. La construction d'un écoquartier proche de la gare peut par exemple être l'occasion de penser la connexion de ces nouvelles habitations potentiellement bénéfiques environnementalement et les espaces ferroviaires, en même temps que les projets de mobilité douce par exemple. Des informations issues de la presse ou des documents internes d'AREP et de SNCF Gares & Connexions étaient présentées.

Les notes attribuées, présentées en Figure 5.20, ne découlent pas d'un processus d'attribution normé et reproductible. L'enjeu pour les participants était surtout de s'approprier le terrain d'étude dont ils devaient défendre la cause.

À partir de l'ensemble des éléments présentés, les binômes se sont réunis par classes afin de pouvoir négocier et retenir une seule gare. Les gares choisies au terme de l'atelier dans les classes « urbain peu dense » et « rural » sont La Verrière et Epône-Mézières. Epône-Mézières était en compétition avec Tacoignières, à cheval sur une zone de déséquilibre en faveur du quartier. La notation issue de l'approche prospective a permis de départager ces deux espaces, d'autant que la présence du projet Éole ouvre la porte à de nombreux changements. La Verrière a été retenue face à Saint-Quentin en Yveline du fait d'une situation de déséquilibre plus marqué et d'enjeux de conservation, d'amélioration et d'opportunités plus importants. Le groupe centré sur les quatre gares en contexte urbain dense, a finalement retenu la gare de Rambouillet après un temps long de délibération. La gare de Mantes-la-Jolie a ainsi été écartée, malgré les travaux futurs liés à Éole qui affectent le réseau et la ville, ainsi qu'une intensité d'enjeux similaire à ceux de Rambouillet. Le choix des participants a finalement été motivé par la présence du massif forestier, qui constitue un marqueur fort du quartier pour les participants. Ces derniers ont manifesté leur intérêt vis-à-vis d'une reconnexion éventuelle du bâtiment voyageur à cette trame forestière, sans néanmoins en détailler les aboutissements.

L'usage conjoint d'une approche géographique et statistique robuste avec des ateliers qui ont fait émerger des savoirs pratiques a permis de couvrir la plupart des dimensions au cœur du sujet lors de la sélection des terrains. Il ne s'agissait pas de classer les gares uniquement à partir de leurs rapports aux flux et aux dynamiques urbaines en appliquant une méthode *node-place stricto sensu* par exemple. Si ces enjeux permettent d'éclairer nos futurs questionnements vis-à-vis des enjeux propres au quartier de gare, il était aussi important de s'intéresser aux éléments impactant plus directement les écosystèmes. La définition du contexte d'urbanité à partir de l'occupation du sol et des propriétés typomorphologiques du quartier de gare a donc servi de base à ce processus de sélection impliquant les participants.



Friches ferroviaires



• Caractéristiques générales

- ✓ Zones délaissées sur les voies ferrées ou sur les bordures des quais
- ✓ Strates herbacées, arbustives et arborées
- ✓ Proportion très significative d'espèces invasives

• Cortège floristique associé

- ✓ Présence significative d'espèces invasives comme le buddleia (*Buddleia davidii*), le robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), le sénecion du Cap (*Senecio inaequidens*), l'ailante (*Ailantus altissima*), vergerette du Canada (*Conysa canadensis*), vergerette de Sumatra (*Conysa sumatrensis*), renouée du Japon (*Reynoutria japonica*)

• Intérêts pour la faune urbaine

- ✓ Insectes floricoles : habitats et zone de nourrissage
- ✓ Oiseaux : zone de nourrissage
- ✓ Petits mammifères terrestres

• Gares dont les quartiers contiennent cet habitat

- ✓ Toutes les gares

FIGURE 5.19 – Exemple de cartographie et de légende fournies

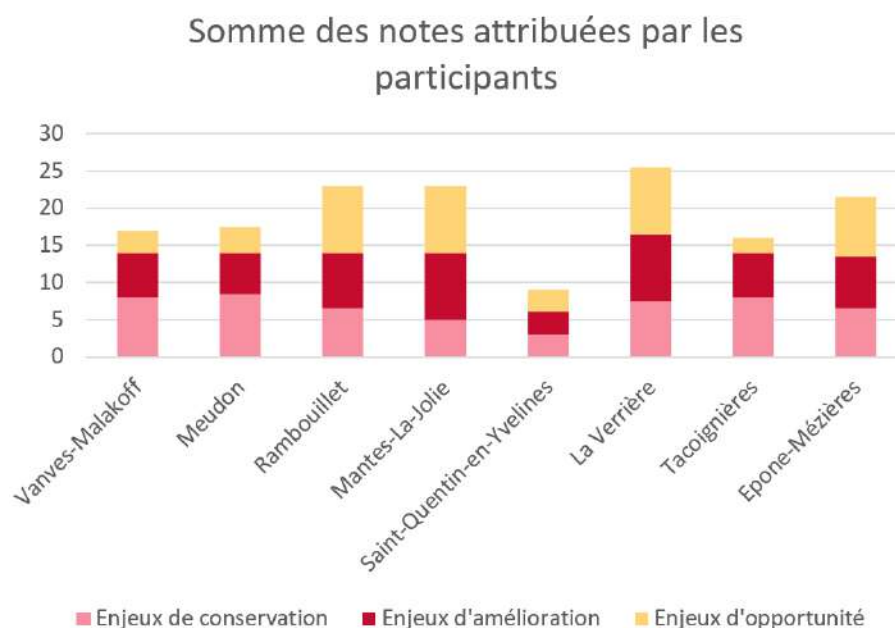


FIGURE 5.20 – Notes accordées aux quartiers de gare par les participants

5.2.5 Conclusion sur les ateliers

La présentation détaillée de ces quartiers sera l'objet de mon travail d'analyse ultérieur. La présentation des contextes historiques et géographiques à l'échelle de la ligne N m'a permis de dresser un cadre global de compréhension et de donner au lecteur des prises sur le terrain. La présentation des quatre quartiers de gare sélectionnés est en quelque sorte synthétisée par le panorama global dessiné à partir des différents rendus des ateliers : synthèse graphique du quartier de gare, position sur le *node-place*, notation, etc. Les détails de présentation de ces quartiers seront présentés à partir de ceux qui les pratiquent, dans la partie III.

Les quatre quartiers de gare choisis se répartissent ainsi sur l'arête du cigare *node-place*. Les situations sur lesquelles va se concentrer la suite de la recherche sont donc potentiellement marquées par des problématiques plus liées au développement urbain qu'au développement ferroviaire. Les analyses qui porteront sur ces espaces devront donc du mieux possible intégrer des acteurs tournés vers la ville.

De manière plus générale, il est nécessaire de reconnaître que les éléments mobilisés au cours de ces ateliers s'appuient sur des connaissances d'acteurs non universitaires (pour la quasi-totalité, une des invité.es étant titulaire d'un doctorat mobilisant les graphes paysagers). Les formalisations qui en découlent sont donc issues de savoirs pratiques. Il existe des méthodologies scientifiques éprouvées par les paires qui permettent aussi ce type d'objectivation. La mobilisation du *node-place* aurait par exemple pu bénéficier d'une méthodologie basée sur des quantifications robustes et reproductibles (IAU Île-de-France 2017). De plus, l'intégration des acteurs dans les ateliers ne peut pas être justifiée par le fait qu'ils disposent de compétences ou de savoir uniques, car ceux-ci ont assez peu été mobilisés et n'ont pas été identifiés du tout. Malgré ces éléments, la méthodologie suivie au cours de ces ateliers repose sur des bases suffisamment solides grâce à l'usage des méthodes statistiques qui ont permis de former le gradient.

Ces ateliers ont également encouragé les partenaires à s'engager suffisamment dans la question de recherche pour contribuer à sa viabilité financière, s'impliquer concrètement, et être disponibles lors des entretiens ultérieurs. Ils ont également favorisé leur participation à la production scientifique et à sa

diffusion. Ce type de dispositif favorise également l'émergence de collaborations potentielles entre les acteurs, permettant ainsi de proposer des solutions dès l'étape d'identification du problème.

Enfin, les ateliers garantissent que les concepts mobilisés et les questionnements scientifiques posés restent en adéquation avec les enjeux réels auxquels sont confrontées les différentes parties prenantes de ces quartiers.

Chapitre 6

L'emploi des graphes pour modéliser le réseau écologique

6.1 Des graphes mathématiques aux graphes paysagers

Jusqu'au début des années 2000, l'écologie du paysage s'appuie principalement sur deux structures de données adaptées à des usages différents : les cartes vectorielles et les rasters (Urban et Keitt 2001). Les premières décomposent le paysage en motifs indépendants les uns des autres, qui permettent de définir les emplacements et configurations d'éléments ponctuels ou surfaciques d'intérêt. La base de données du MOS, mobilisée lors du chapitre précédent, est ainsi structurée en éléments vectoriels polygonaux. Les raster se basent sur le découpage du paysage à partir d'une grille prédéfinie. Cette structure permet une optimisation du stockage et de la gestion des bases de données, permettant de stocker des informations et de simplifier les opérations mathématiques ou les fonctions algorithmiques qui s'étalent sur de grandes emprises. Les données générées par des processus automatisés (type imagerie satellite) sont de ce fait majoritairement produites sous cette forme.

Le graphe est alors proposé comme troisième représentation (Figure 6.1) (Urban et Keitt 2001). Elle s'appuie sur un complexe théorique bien développé et utilisé historiquement déjà en géographie des transports (L'Hostis 2003), en écologie pour la mesure des schémas trophiques (Pimm 1982), ou en informatique par exemple (Riaz et Ali 2011). Les composantes du graphe sont appelées nœuds (*nodes*) et sommets en mathématique, connectés ou non entre eux par des liens (*edges*) ou arêtes. Le nombre de nœuds contenus dans le graphe est mesuré par son ordre ; sa taille se réfère au nombre de liens entre les nœuds (Minor et Urban 2008). Des nœuds ou des portions de graphes peuvent être déconnectés d'autres



FIGURE 6.1 – Structure de données permettant de représenter le paysage

parties du réseau.

Le graphe déploie de fait un espace topologique, qui ne se réfère pas forcément à l'espace géographique euclidien. Le terme de graphe spatial désigne les graphes appliqués à l'étude des processus géographiquement situés. Cette transposition n'est pas triviale et nécessite de procéder à des restrictions ou des généralisations de la théorie des graphes (Fall et al. 2007). Les nœuds des graphes mathématiques sont par exemple adimensionnels, tandis que les objets de l'espace euclidien possèdent des surfaces caractérisées par leur aire, leur périmètre, etc. Il est ainsi nécessaire de préciser pour un graphe spatial si le lien est défini entre les centres, les centroïdes ou les bords de l'objet. En outre, tandis que la représentation du graphe mathématique est une formalisation qui est indépendante de ses propriétés réelles, le graphe spatial est lui contenu dans et limité à sa représentation. La longueur des liens est définie par convention à x sur le graphe mathématique, et son élongation graphique ne change rien. Cette transposition engendre des conséquences sur une propriété essentielle des graphes, que l'on nomme planarité. Un graphe est dit planaire lorsque ses liens ne se croisent pas (Figure 6.2). Certains graphes mathématiques non planaires peuvent le devenir après modifications de la place respective de certains nœuds, dans la mesure où celles-ci sont attribuées arbitrairement. Un graphe spatial non planaire ne le sera jamais ; aucun de ses liens ne doit par ailleurs traverser un lien intermédiaire. Dans la pratique, les graphes planaires sont privilégiés, car ils permettent des temps de calcul bien moindres ; ils sont calculés en conservant les liens entre nœuds dont les polygones de Voronoï sont adjacents (Fall et al. 2007).



FIGURE 6.2 – Différences entre graphes complets et planaires

6.1.1 Graphe et processus spatiaux

L'application spatiale des graphes nécessite de préciser préalablement le processus géographique d'intérêt. En effet, les conditions permettant de distinguer la présence ou l'absence de connexion entre deux nœuds doivent être explicitées avant la formation du graphe. Les connexions peuvent ainsi selon les cas être consignées dans des matrices de distance, proportionnelles à l'écartement entre les deux éléments représentés par des nœuds, des matrices de probabilité, ces dernières rendant compte des chances de réalisation du flux en question entre les deux nœuds, ou des matrices d'adjacences aux valeurs binaires selon la présence ou l'absence du flux (Urban et Keitt 2001).

L'espace topologique qui résulte de ce découpage est adapté aux variations extrêmes d'échelles auxquelles se jouent par exemple les flux dans les systèmes paysagers complexes. Les vecteurs et rasters, par leur usage de distance euclidienne, se retrouvent rapidement confrontés à des limites lorsqu'ils tentent de saisir les propriétés émergentes des systèmes, nécessitant des analyses entre des échelles d'ordre de grandeur très différentes (Gustafson 2019). De manière générale, les graphes spatiaux proposent une traduction entre ces échelles géographiques euclidiennes et l'échelle à laquelle se déploie le processus d'in-

térêt. Cela en fait un outil pertinent pour généraliser des approches multi-échelles ; en employant par exemple des métriques topologiques, qui réduisent ainsi les incertitudes liées aux limitations techniques et de représentation (grain, projection, etc.) (Fall et al. 2007).

Les graphes ont été mobilisés pour évaluer et analyser les effets des configurations paysagères et de leurs évolutions sur les processus de dispersion d'individus animaux. Pour ce faire, les habitats écologiques sont considérés comme des nœuds, et les liens représentent les flux d'individus entre ces habitats (Urban et Keitt 2001). On parle alors de graphe paysager. Le modèle peut être précisé en tirant parti des possibilités de qualification des nœuds et des liens. En effet, pour que le graphe paysager puisse passer d'un compte rendu structurel du paysage à une estimation de sa fonctionnalité, de nouvelles dimensions doivent être ajoutées aux unités de base que sont les nœuds et les liens (Frazier et Kedron 2017). Celles-ci doivent être relatives aux propriétés du milieu et aux traits écologiques des espèces, car le processus de dispersion dépend de l'effet conjoint de ces éléments.

Une valeur peut être attribuée aux nœuds selon la capacité écologique de l'habitat. Celle-ci est définie comme la capacité potentielle des paysages à jouer le rôle d'habitat pour des populations d'organismes (Rüter et Opdam 2019). Elle est donc dépendante de la niche écologique d'une espèce animale ou végétale donnée et des caractéristiques biotique et abiotique du milieu. Dans le graphe paysager, le nœud peut donc se voir attribuer une valeur en fonction de la surface de zone d'habitat qu'il représente, de sa température, du taux de pollution qu'on y retrouve, des ressources disponibles, etc.

Les liens symbolisent les déplacements des espèces et doivent refléter au mieux les comportements des espèces. Il est possible de les caractériser en leur attribuant des polarités, des pondérations ou une direction (Sahraoui 2016). Surtout, leur existence doit rendre compte de la faisabilité du trajet entre deux habitats, qui est dépendante des propriétés du milieu et des caractéristiques des individus. Un seuil peut être admis, distance à partir de laquelle le lien sera considéré non viable. L'identification de ces propriétés est au cœur de la démarche et nécessite de poser des postulats relatifs aux déplacements des espèces.

6.1.2 Former le graphe

La construction du graphe paysager peut être décomposée en quatre étapes : création d'une carte d'occupation du sol, identification des taches d'habitat puis des chemins de moindre coût ou *Least Cost Path* (LCP), et représentation topologique de la connectivité (Figure 6.3).

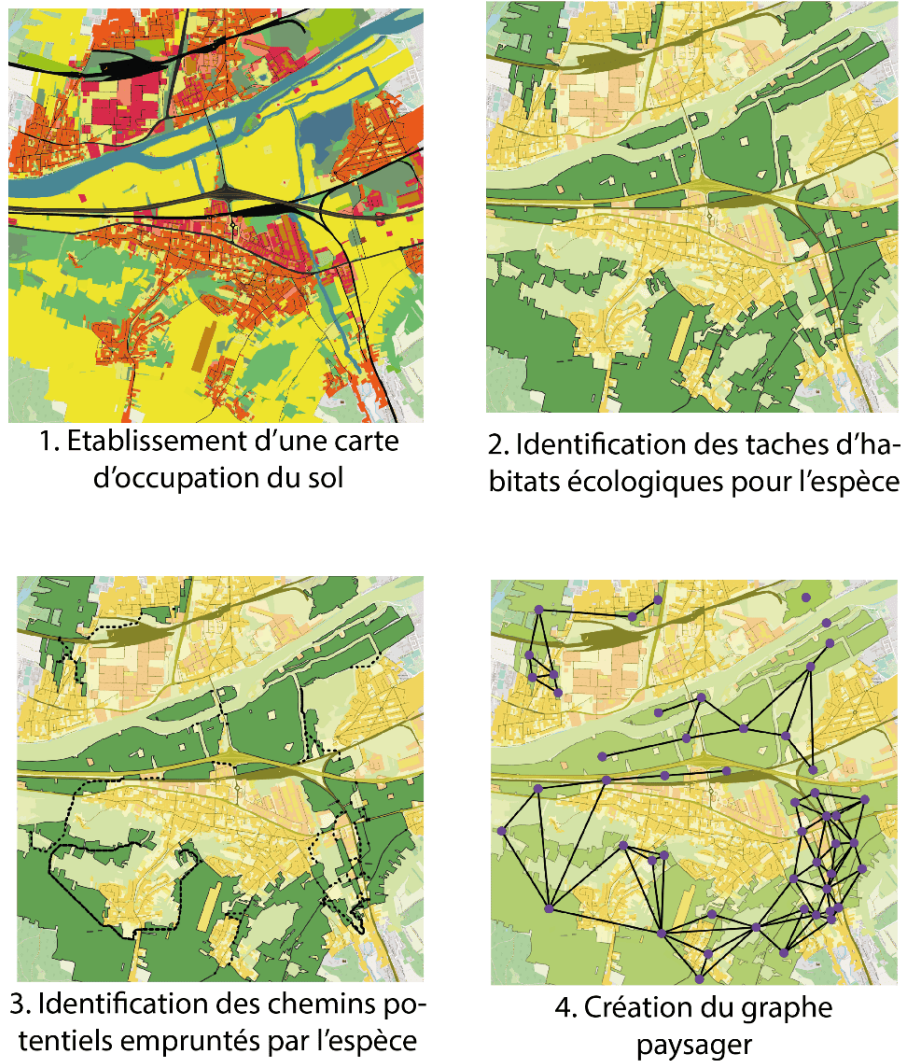


FIGURE 6.3 – Construction schématique d'un graphe paysager (adapté de Girardet, Foltête, et Clauzel [2013])

L'élaboration du graphe paysager exige une considération simultanée des problématiques spatiales (« où la modélisation doit elle se situer ? ») et des aspects spécifiques à l'espèce étudiée (« Qu'est-ce que l'on souhaite modéliser ? »). Ces choix sont également limités par l'accessibilité ou la disponibilité des données. En conséquence, les informations utilisées pour caractériser les nœuds et les liens sont très souvent obtenues à partir des données d'occupation du sol, dont il existe des bases plus ou moins facilement accessibles. Deux propriétés du fond de carte qui sert de base aux modélisations doivent donc être définies. La première est la résolution, qui dépend largement de la qualité des données accessibles et des technologies d'acquisition disponibles. La seconde est l'étendue de la zone d'étude, principalement définie par la question de recherche. Les caractéristiques des espèces considérées jouent également un rôle crucial : l'étendue est généralement définie par un diamètre minimum égal à 1,5 fois la distance de dispersion maximale (Tarabon et al. 2019), c'est-à-dire la distance maximale que peut couvrir un individu pour rejoindre un nouvel habitat, afin d'éviter les effets de bords. La modélisation ne prend en effet du sens que s'il est possible de distinguer plusieurs *patches* reliés ou non ; si les *patches* potentiellement reliés sont majoritairement hors de l'échelle étudiée, une partie importante de l'information est perdue. Dans cette même optique, une marge est généralement prise autour de la zone d'intérêt.

La première étape dans la construction du graphe consiste à identifier les zones qui seront considérées comme des habitats pour l'espèce, et qui seront donc représentées par des nœuds. Chaque espèce manifeste des exigences comportementales plus ou moins strictes lors de la réalisation de son cycle de vie. Ces exigences sont liées à la composition et à la structure de la végétation, à la taille de la zone, mais aussi à son hygrométrie ou à l'intensité des perturbations qui y ont lieu. Une fois identifiées, ces zones sont catégorisées : ce qui est habitat est nœud, le reste est matrice. Cette vision binaire du paysage est un passage obligé de la théorie des graphes et peut être critiquable, dans la mesure où elle ne rend pas compte des relations fines que les espèces entretiennent avec le milieu (Moilanen 2011). Les méthodologies les plus simples pour discriminer les habitats au sein du paysage reposent sur l'identification de zones couvertes par une certaine occupation du sol et de surface minimale. La taille de l'habitat est un facteur discriminant pour certaines espèces (Sahraoui 2016). D'autres espèces requièrent des regroupements ou des alternances spécifiques de plusieurs types de milieux pour composer leurs habitats (Clauzel 2020), ou vivent dans des espaces particuliers à l'échelle du *patch* (Riitters, O'Neill, et Jones 1997) : lisière, cœur de *patch*, etc. Des informations de cette nature doivent être explicites sur la carte d'occupation du sol pour identifier les habitats.

Certaines méthodes sont spécialement dédiées à l'identification de ce type d'exigence, comme les modèles de distribution d'espèces (SDM) (Levin 2023). Ceux-ci permettent d'identifier les habitats à l'échelle du paysage ou à l'échelle locale (Elliott et al. 2024) en corrélant les propriétés environnementales, bioclimatiques ou encore édaphiques aux observations de terrains (Beauregard et Blois 2014). Le croisement de ces approches est fécond (Duflot et al. 2018; Braaker et al. 2014 — ces derniers mobilisent la théorie des circuits) et reste à développer (Tarabon et al. 2019), mais Foltête, Clauzel, et Vuidel (2012) soulignent l'intérêt de privilégier l'intégration des graphes comme donnée d'entrée dans les SDM plutôt que l'inverse.

Une fois formalisé par un nœud, l'habitat peut encore être caractérisé par sa capacité écologique, fonction de la quantité de population qu'il peut accueillir. Les liens peuvent être seuillés en fonction du coût attribué au chemin emprunté. L'évaluation de l'indicateur de potentiel démographique et des coûts associés aux chemins est là encore une fonction du milieu et des espèces. Le choix de l'espèce conditionne donc la majorité des paramètres de la modélisation à partir des graphes, mais dépend avant tout de la question de recherche.

6.1.3 Un enjeu d'attribution des résistances

L'emploi de la théorie des graphes permet d'obtenir un compromis entre l'évaluation de la connectivité structurale et de la connectivité fonctionnelle à partir d'un nombre raisonnable de paramètres d'entrée et de temps de calcul (Fall et al. 2007). Cette approche permet des mesures plus justes et plus précises que les approches basées sur des métriques de configuration des *patches* ou d'autres éléments paysagers, et est de mieux en mieux acceptée en écologie du paysage (Frazier et Kedron 2017). Les données relatives aux traits physiologiques des espèces impliqués dans la dispersion sont nécessaires dans la suite de l'approche, mais sont relativement difficiles à obtenir. Si les besoins écologiques des individus vis-à-vis de leur habitat sont généralement bien compris, leurs interactions avec la matrice environnante restent largement floues, en grande partie en raison de la diversité des caractéristiques de celle-ci.

Le modèle a pour objectif de rendre compte au mieux de l'impact de la matrice sur le déplacement des individus d'une espèce lorsqu'ils quittent un habitat pour en rejoindre un autre. Le processus de dispersion à travers une unité paysagère fait intervenir trois moments au cours desquels l'organisme est mis à l'épreuve. Le premier correspond à la volonté de l'organisme de la traverser et le deuxième se rapporte au coût physiologique du franchissement lui-même (Zeller et al. 2017). Enfin, une fois la traversée réalisée,

l'énergie déployée par l'individu ne peut plus être investie dans la survie ou la reproduction dans le nouvel habitat. Dans la pratique, l'impact de ces trois étapes sur l'organisme est synthétisé en une valeur unique, la résistance, généralement fixée pour chaque classe d'occupation du sol qui compose la matrice. D'autres paramètres, tels que la pente du terrain, peuvent être intégrés pour faire varier la valeur localement et ainsi mieux refléter les effets hétérogènes des différents éléments du paysage sur le mouvement des individus (Zeller, McGarigal, et Whiteley 2012). Dans le cadre de la modélisation, une cartographie est ainsi construite sous forme de raster. Cela permet de discrétiser la matrice en décomposant le trajet parcouru par l'espèce en une succession de pixels traversés. En fonction de la nature du pixel, une valeur de résistance correspondante est attribuée (Figure 6.4).

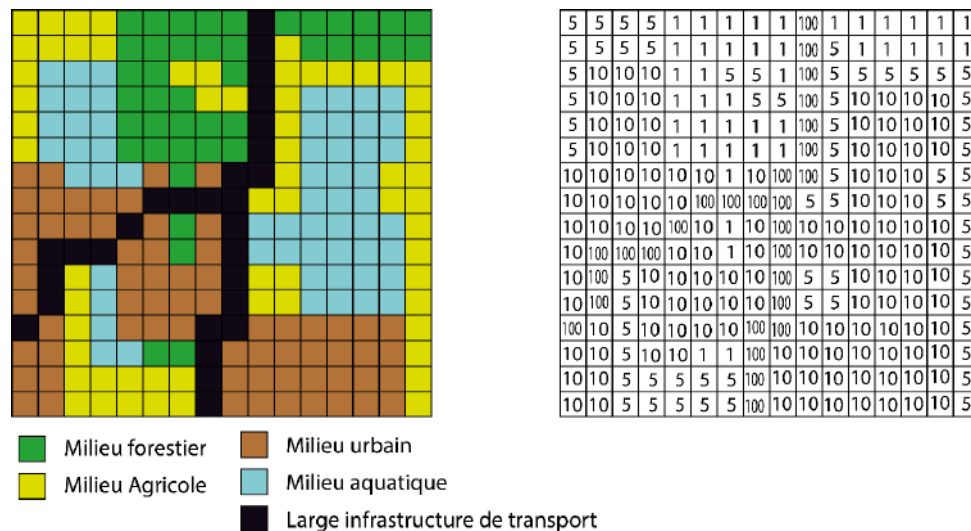


FIGURE 6.4 – Exemple d'attribution des valeurs de résistance pour une espèce de milieu forestier

La valeur attribuée à chaque classe d'occupation du sol est un nombre positif. Celle-ci fait sens à partir de l'échelle de distribution de l'ensemble des résistances attribuées. La valeur la plus faible correspond à l'habitat et est fixée arbitrairement à 1 : les autres coefficients témoignent donc du taux de réduction des capacités de déplacement par rapport à leur aisance dans ce milieu de référence (Moulherat et al. 2017).

Zeller, McGarigal, et Whiteley (2012) distinguent plusieurs types d'approches analytiques employées pour attribuer les résistances. Les chercheurs peuvent mettre en place des ateliers permettant à des naturalistes, spécialistes des espèces considérées par le modèle, d'attribuer collégialement les valeurs de résistance (Bourgeois 2024). Celles-ci sont alors mises au regard des classes d'occupation du sol, car c'est l'unité d'analyse qui fait souvent le plus de sens pour les professionnels, ou bien parce que c'est l'unité qui satisfait aux besoins de traduction dans un logiciel de SIG. On parle alors d'attribution par dire d'experts. Ces méthodes sont les plus simples donc les plus mobilisées, bien qu'elles souffrent d'une grande variabilité entre les acteurs ou selon les espèces (Clevenger 2005 ; Seoane, Bustamante, et Díaz-Delgado 2005), qui peut être limitée à l'aide de moyennes, par la suppression des valeurs extrêmes ou la normalisation (Zeller, McGarigal, et Whiteley 2012). L'approche peut aussi être empirique, dérivée de données biologiques. Le mouvement peut être approché indirectement et les valeurs obtenues à partir de données d'absence/présence, ce qui peut engendrer des problèmes d'autocorrélation spatiale ou des biais d'échantillonnage. La méthode de relocation est aussi usitée. Elle consiste à relâcher d'un individu capturé hors de son habitat pour voir le chemin emprunté lorsqu'il le rejoint de nouveau, mais la partie capture/marquage/recapture nécessite un gros investissement pratique et économique. Ces méthodes peuvent souffrir de problèmes ou être marquées par des difficultés pratiques. Autre méthode, la *Resource Selection Function* (RSF) se base sur le suivi GPS d'individus marqués afin d'établir les modalités de

préférences des milieux selon les chemins empruntés (Zeller et al. 2017). Les résistances peuvent enfin être dérivées de données génétiques, permettant d'inférer l'intensité du flux génétique entre deux populations ou individus séparés géographiquement et *in fine* paramétrer les résistances des milieux qui séparent les populations. Ces méthodes sont les plus robustes (Cushman et Landguth 2010).

L'attribution d'une valeur fixe pour représenter l'effet du paysage reste un sujet central de controverse dans le domaine de la modélisation, car il exclut la relation dynamique des individus aux milieux. La résistance évolue en effet selon des *patterns* spatiaux et temporels, la présence d'autres individus de la même espèce ou non sur le chemin, etc. (Unnithan Kumar et al. 2022). Les perturbations des humains sont par exemple trop souvent sous-évaluées dans les modèles (Benson 2014). En outre, les préférences des espèces pour les différents milieux sont relatives : des éléments paysagers accolés ou proches n'exercent pas la même capacité d'attraction que leurs pendants isolés. Le comportement des individus varie aussi en fonction des conditions horaires, saisonnières, où à l'échelle de leur vie, et le parcours répété du paysage déclenche des mécanismes d'apprentissage chez un grand nombre d'espèces (Unnithan Kumar et al. 2022). Des comportements réguliers comme les migrations sont par contre assez bien modélisables (Webster et al. 2002).

6.1.4 Calcul des distances-coûts

Dans le cadre de la modélisation, les résistances sont ensuite employées pour déterminer le plus court chemin qui sera retenu comme lien effectif entre les nœuds. Le chemin entre deux taches d'habitat qui minimise la distance euclidienne est la ligne droite. Ce n'est pas forcément le cas avec le chemin de moindre coût, calculé à partir des résistances. L'individu peut éviter certains milieux difficilement traversables, ou contourner des objets qui font barrière et malgré tout atteindre la nouvelle tache d'habitat. Le coût total du chemin est alors calculé en sommant les produits de la distance en pixels, de la résolution de chaque pixel, et de la résistance qui lui est associée (Figure 6.5).

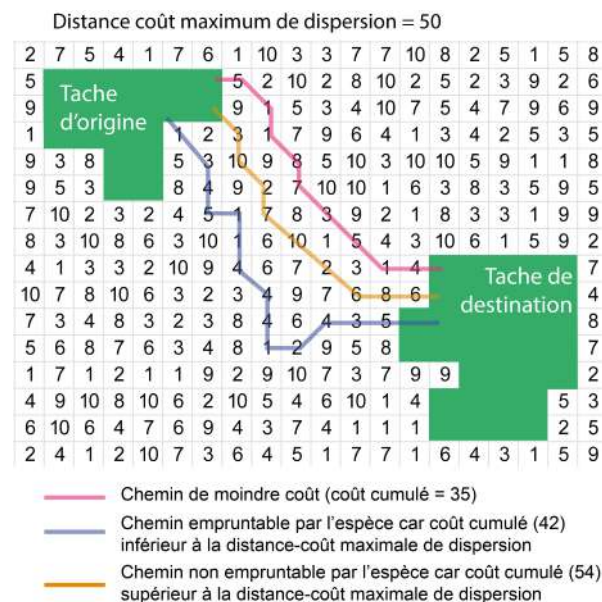


FIGURE 6.5 – Chemins de moindre coût à partir d'une carte de résistance (adapté de (Rudnick et al. 2012))

Il peut exister plusieurs chemins qui minimisent le coût entre deux taches d'habitat ; et ces chemins de moindre coût ne sont par ailleurs pas les seuls trajets empruntables potentiellement par les espèces. Tant que le coût total du chemin reste inférieur au coût maximal que peut dépenser un individu, évalué à partir de sa distance de dispersion moyenne ou maximale, le chemin est considéré comme valide. Au-delà, le chemin est considéré comme non emprunté : il est supprimé du graphe. Un tel graphe est dit élagué ; et l'élagage peut être réalisé à partir de la distance-coût ou de la distance métrique.

Pour passer d'une valeur de distance de dispersion exprimée en mètre, comme c'est souvent le cas dans la littérature, à une distance-coût, une régression linéaire est réalisée :

$$\ln(distance_{cout}) = a * \ln(Dist_{métrique}) + \beta$$

La valeur de la distance-coût maximale, évaluée à partir de la distance métrique maximale, est donc propre à la zone d'étude. D'une part parce qu'elle dépend de la composition du paysage qui conditionne l'ensemble des chemins empruntables ; d'autre part puisqu'elle est calculée à partir des valeurs des résistances qui sont attribuées de manière relative les unes par rapport aux autres.

Les débats sur l'usage de résistance portent enfin sur les chemins de moindre coût, puisque leur utilisation implique deux postulats. Le premier est lié à la connaissance préalable de la matrice paysagère par les espèces ; le second au fait qu'ils choisissent délibérément d'emprunter la route la moins coûteuse à partir de cette information (Baguette et Van Dyck 2007). Les chemins de moindre coût sont en effet calculés à partir de la longueur totale du trajet, indépendamment des capacités de perception de l'organisme considéré. Un cerf (*Cervus elaphus*) a une distance de dispersion maximale évaluée à 30 km (Ryckman et al. 2010) ; sa capacité à distinguer les différents éléments du paysage ne porte évidemment pas jusqu'à cette distance. Le modèle présuppose que l'animal connaîtra donc par avance le trajet le plus court sans en avoir fait l'expérience, tandis que son comportement réel est majoritairement circonstanciel (Kindlmann et Burel 2008 ; Moilanen et Hanski 2001). L'utilisation de la théorie des circuits (McRae et al. 2008) est probablement plus réaliste pour localiser les secteurs de passages préférentiels des individus (Moulherat et al. 2017). Néanmoins, son usage est limité par les temps de calcul élevés, notamment en lien avec l'emprise de la zone d'étude et la résolution de la cartographie (Pierik et al. 2016). Au vu de la taille de la zone d'étude (plus de 3 000 km² à une résolution de 5*5 m) et du nombre de nœuds potentiels que le caractère fragmenté de l'Île-de-France engendre, cette approche n'est pas envisageable. L'emploi des chemins de moindre coût, malgré tout, reste un outil méthodologique au potentiel explicatif et opératoire puissant.

6.1.5 Utilisation du graphe

Les analyses qui emploient les graphes paysagers s'appuient sur les propriétés des nœuds et les liens pour répondre à plusieurs questions de recherche. Il est possible de citer l'identification du rôle de chaque composante paysagère dans le réseau écologique pour une configuration paysagère donnée ou le test des conséquences de l'ajout ou du retrait de *patches* d'habitat ou de connexions fonctionnelles sur la durabilité du réseau écologique (Urban et Keitt 2001). Les analyses permettent aussi d'identifier les relations entre populations selon la distance de dispersion maximale des espèces. Dans des conditions de fragmentation modérées, et pour des taches d'habitat données, les espèces de faible distance de dispersion pourront former une métapopulation (Levins 1969), c'est-à-dire un groupe de populations séparées spatialement et qui interagissent via des échanges génétiques par dispersion, ou bien être totalement isolées. Des espèces à fortes capacités de dispersion peuvent ainsi considérer le réseau comme un habitat unique s'ils peuvent

facilement accéder à toutes les taches.

L'usage des graphes ne peut à lui seul permettre l'analyse des enjeux liés à la taille des populations, la résilience ou la persistance d'espèces particulière (Moilanen 2011), mais ils ne s'en donnent pas l'objectif. Il permet en revanche de caractériser et d'analyser l'importance relative des connexions ou des habitats au sein d'un paysage. Pour cela, les chercheurs peuvent s'appuyer sur des métriques adaptées d'approches topologiques pour mettre en évidence les liens entre la spatialité du réseau, les individus et les populations. Pour passer de l'une à l'autre, les métriques doivent intégrer les incertitudes intrinsèques aux systèmes biologiques, ici notamment la variabilité entre populations ou entre organismes d'une même population en se basant sur le modèle de métapopulations de Hanski (1998), extension de celui de Levins (1969) dans un contexte spatial réel et explicite. La probabilité de colonisation d'une tache d'habitat vide se calcule à partir du nombre d'individus immigrants atteignant la tache en question, et elle est définie comme la relation entre la distance entre les taches d'habitats, la probabilité que le fragment soit occupé et la surface de l'habitat. La probabilité décroît exponentiellement avec le produit de la distance avec une constante. En effet, les observations montrent que la distance joue un rôle non linéaire et que même de petites augmentations de celles-ci peuvent impacter significativement la chance de réussite. La constante est déterminée empiriquement. Cette relation est donc reprise dans le calcul des métriques.

Métriques calculées sur le réseau entier

Ces métriques se déclinent à l'échelle du graphe entier pour mesurer la connectivité globale, à l'échelle des nœuds et des liens pour évaluer l'influence de leurs propriétés, ou à l'échelle intermédiaire du composant, c'est-à-dire de l'îlot de nœuds joints par au minima un lien. Par exemple, la métrique Probabilité de Connectivité (PC) (Saura et Pascual-Hortal 2007) est une métrique calculée à l'échelle du réseau écologique comme la somme des produits de la capacité de tous les couples de taches pondérées par leur probabilité d'interaction, divisée par le carré de la zone d'étude.

$$PC = \frac{1}{A^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j p_{ij}^*,$$

avec n le nombre total de taches, a_i et a_j la superficie des taches i et j , p_{ij}^* la probabilité maximale de liens potentiels entre i et j , et A la superficie totale de la zone d'étude. p_{ij}^* est calculée comme tel : $p_{ij}^* = e^{\{-\alpha d_{ij}\}}$, avec d la distance coût entre les taches.

La valeur de α est calculée en fonction du type de distance de dispersion renseignée. Si celle-ci correspond à la distance de dispersion moyenne, on considérera que l'organisme est capable de la parcourir 50 % du temps. $p=0.5$, donc $\alpha = -\ln(0,5) * d_{\text{moyenne}}$. S'il s'agit d'une distance de dispersion maximale, alors on considère que la probabilité que cette distance soit effectivement couverte est de 5 % ; p vaut alors 0.05 et $\alpha = -\ln(0,05) * d_{\text{max}}$. Pour chaque couple de taches, le chemin du graphe considéré est le chemin de moindre coût entre les taches i et j (ou le chemin de moindre distance métrique si les distances de dispersion ne sont pas converties).

La métrique mesure l'efficience fonctionnelle du réseau en rendant compte à la fois des modifications des surfaces des taches d'habitat, et des chemins de moindres coûts. Elle peut être appréhendée comme la probabilité que deux individus tirés au hasard dans la zone d'étude parviennent à entrer en contact. La normalisation par la surface de la zone d'étude permet notamment d'employer PC dans une approche comparative et dynamique. PC peut être employé pour décrire l'évolution diachronique de l'efficience fonctionnelle du réseau dans un paysage (Sahraoui 2016). La métrique peut aussi être mobilisée pour comparer les réseaux écologiques d'espèces différentes pour une même zone d'étude, l'efficacité du réseau étant ramenée au ratio de la surface des taches par rapport à l'étendue spatiale totale.

Métriques calculées sur les nœuds

Les métriques qui fournissent une information sur les nœuds tentent de rendre compte des différences en termes d'importance que peuvent revêtir les nœuds au sein du réseau (Urban et Keitt 2001). Les variations sont liées à la combinaison de la capacité écologique des habitats, c'est-à-dire leur aptitude à soutenir la reproduction de nouveaux individus capables de se disperser ou, à l'inverse, à augmenter la mortalité. Leur importance dépend aussi du caractère stratégique de la position des nœuds dans le réseau, en fonction notamment de leur niveau de connexion et de leur emplacement sur les routes de dispersion potentielles importantes. Ces métriques peuvent être déterminées en procédant au calcul d'une métrique globale avec puis sans le nœud focal, et en lui imputant la valeur de la différence. dPC est ainsi un exemple de ces delta métriques, et sera utilisée ultérieurement dans les analyses :

$dPC_i = PC - PC'$, PC' correspondant à la métrique PC calculée sur le réseau écologique dont a été retiré le nœud i .

La métrique dPC peut elle-même être décomposée en dPC_Intra, dPC_Flux et dPC_Con, chacune mesurant une propriété expliquant la participation de la tache au réseau (Figure 6.6). dPC_Intra mesure la perte de connectivité du fait de la perte de la surface d'habitat. La métrique dPC_Flux rend compte de la perte de connectivité du fait de la perte d'interactions, c'est-à-dire de liens entre le *patch* focal et les *patches* avec lesquels il était interconnecté. Enfin, dPC_Con traduit la perte de connectivité liée à la disparition de chemins uniques au sein du réseau qui étaient auparavant assurés par le *patch*. Il s'agit de la contribution d'un *patch* par son rôle de point relais ou d'élément permettant le maintien de la connectivité entre taches d'habitat. Le nombre de chemins uniques est une information permettant généralement de statuer sur le caractère stratégique des espaces. En effet, il invite à considérer les taches d'habitat comme des éléments potentiellement importants, même si elles sont rares, faiblement étendues ou peu connectées. Ces métriques seront celles utilisées ultérieurement dans l'analyse en fin de partie.

Avant de détailler la méthodologie permettant de répondre à la question de recherche ainsi que les résultats, je reviendrai sur le processus de sélection des espèces dont le réseau écologique sera modélisé.

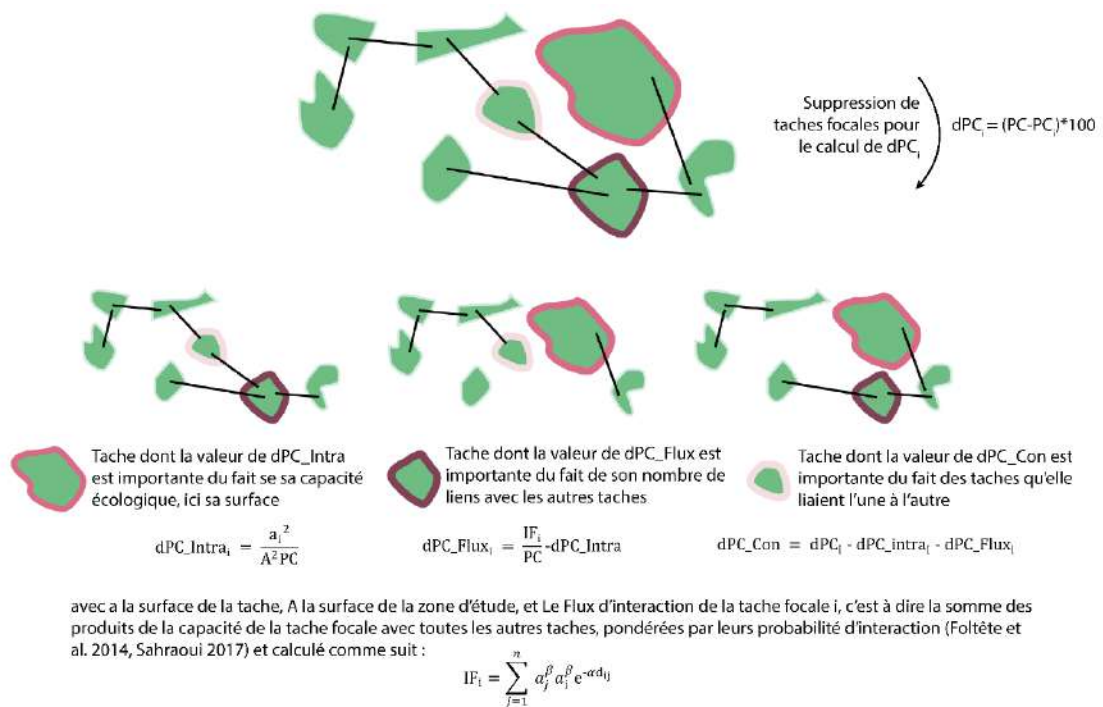


FIGURE 6.6 – Représentation des différentes sous composantes de dPC

6.2 Processus de sélection des espèces et composition des espèces virtuelles

La sélection des espèces se décompose en deux temps. Dans un premier temps, il s'agit de sélectionner des espèces à partir d'une base de données. Dans un second temps, des espèces virtuelles sont recomposées à partir de la similarité de leurs traits écologiques. Un atelier participatif réalisé avec des acteurs de l'aménagement a été organisé à la jonction de ces deux temps.

6.2.1 Panel d'espèces mobilisées

Le choix des espèces est conditionné par les contraintes techniques imposées par le modèle ainsi que leur pertinence au vu de la question de recherche, ici la nécessité de s'ouvrir aux espèces affectées par les quartiers de gare. Il est essentiel dans ce cadre d'identifier les espèces présentes au sein de la zone d'étude. Cette identification a été réalisée à partir de la base de données CETTIA. Créée en 2009 par Thierry Roy dans le cadre d'un projet collaboratif, cette base, spécifiquement dédiée à l'Île-de-France, est alimentée par des relevés soumis par des particuliers via une application web. Elle permet de recenser avec précision les observations d'individus de faune et de flore, en répertoriant leur taxonomie et leur localisation. Cette base a été utilisée dans le cadre de la modélisation de réseaux écologiques ou pour la cartographie de la répartition des espèces (Ferriot, Luquet, et Morizot 2019 ; Clauzel et Godet 2020).

L'emploi de ces données comme entrées dans des modèles spatialement explicites comme des SDM ou pour la corrélation des modèles de connectivité est limité. Les bases constituées à partir de processus participatifs sans protocoles stricts souffrent en effet de biais d'échantillonnage et d'un manque d'exhaus-

tivité. Feldman et al. (2021) soulignent que les observations sont généralement regroupées autour des pôles urbains plus denses démographiquement, qu'elles peuvent être biaisées en faveur de certains taxons plus facilement reconnus ou qui intéressent davantage les participants, et que les variations d'expertises entre participants peuvent engendrer des erreurs d'identification. La base CETTIA emploie le référentiel TAXREF élaboré et diffusé par le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN), ainsi qu'un système de validation ouvert, permettant à chaque contributeur d'intervenir pour signaler une erreur ou confirmer une détermination. À défaut de disposer de données plus précises issues d'inventaires, je me fonderai sur les données de CETTIA pour procéder à l'identification des espèces et je me limiterai à cette approximation dans la thèse pour caractériser les espèces présentes. Ce point constitue une limite majeure à mes ambitions, mais est lié à une contrainte temporelle et budgétaire : aucune donnée de terrain ne sera intégrée dans nos modèles.

Les critères de sélection des espèces au sein de cette base ont ensuite été déterminés. Le choix s'effectuera au sein de plusieurs classes. Les individus au sein d'une classe possèdent des similarités morphologiques puisque ces dernières ont été historiquement basées en partie sur ce critère (Mayr 2015). En choisissant des espèces au sein de différentes classes, je considère ainsi qu'elles seront plutôt représentatives des propriétés morphologiques des autres espèces au sein de celles-ci, et qu'elles permettront de former in fine un panel varié composé d'espèces volantes, terrestres, etc.

Les observations de la base de données ont été filtrées pour ne conserver que les individus identifiés après 2010, puis triées selon deux paramètres : leur classe (*Aves*, *Mammalia*, *Reptilia*, *Amphibia*, *Insecta*) et le nombre d'occurrences dans la base. S'il existe toujours une forte hétérogénéité morphologique au sein de la classe, comme pour les insectes par exemple (Beutel et al. 2013), je sélectionne ensuite des espèces par ordre. Les espèces de coléoptères, d'hyménoptères, de lépidoptères, d'odonates, de diptères et d'hémiptères ont ainsi été présélectionnées. Pour les reptiles, des espèces de Testudines (Tortues) et de Squamata (Lézards et serpents) seront sélectionnées. Je conserve néanmoins l'échelle de l'espèce pour modéliser le réseau écologique, dans la mesure où elle est un meilleur prédicteur que ne le sont les niveaux taxonomiques supérieurs (Schmidt-Kloiber et Nijboer 2004).

6.2.2 Processus de présélection

À partir de ces éléments, les contraintes exactes qui permettent d'intégrer ou d'exclure du panel sont définies. Tout d'abord, je cherche à rendre compte du nombre d'individus identifiés au sein de chaque ordre. Deuxièmement, il est explicitement décidé de privilégier le risque de faux positifs plutôt que celui de faux négatifs, c'est-à-dire d'inclure des espèces même si elles sont peu observées, afin de prévenir leur omission. Cela se traduit par la sélection des espèces les plus représentées au sein de chaque classe, suivie d'une sélection arbitraire d'un nombre équivalent d'espèces parmi celles les moins observées. Ensuite, j'exclus les espèces dont l'habitat n'est pas caractérisable à partir de l'occupation du sol. Cette contrainte est liée à la méthodologie mise en œuvre lors de la construction de la carte d'occupation du sol. Sont ainsi exclus, par exemple, les chiroptères qui nichent exclusivement dans les milieux cavernicoles ou équivalents (bâti abandonné) comme le Minioptère de Schreibers (*Miniopterus schreibersii*), les poissons dont l'habitat réticulaire nécessite des modélisations spécifiques (Sahraoui 2016). La distance de dispersion est aussi un facteur de contrainte, car celle-ci doit être inférieure à la zone d'étude pour que la modélisation ait un sens. Réciproquement, la résolution de la carte doit être adaptée aux espèces à petites distances de dispersion. Ici, la zone d'étude a une largeur minimale de plus de 40 km², ce qui permet de n'exclure aucune espèce. La taille d'habitat minimal nécessaire à l'animal peut néanmoins être contraignante.

Enfin, le dernier critère de sélection concerne la disponibilité des données relatives aux traits physio-

logiques impliqués dans la dispersion. Ce critère est le plus contraignant, car la littérature est la seule source dont je dispose. Cette contrainte me conduit à exclure de l'analyse les coléoptères, les diptères et les hémiptères, et les *Gymnophiona* au sein des *Reptilia*, car aucune information n'a pu être trouvée. Les informations relatives à la taille d'habitat minimale sont relativement bien identifiables, mais elles peuvent parfois désigner le domaine vital (*home range*), qui correspond à la surface parcourue en moyenne par un individu sur une période donnée (Powell et Mitchell 2012) sans véritablement l'expliciter. Les informations relatives à la distance de dispersion explicitent elles aussi rarement s'il s'agit de distance moyenne ou maximale, pour des individus juvéniles ou adultes. Dans le premier cas, il est nécessaire d'identifier le type de distance de dispersion, car il a un impact sur le calcul de certaines métriques. Dans le second cas, lorsque les deux valeurs sont disponibles, je privilégie les distances de dispersion pour les individus adultes afin d'harmoniser les données. Les distances de dispersion varient aussi selon les régions et les types de paysage, entraînant de fait un niveau d'incertitude important pour le modèle (Dufлот et al. 2018). L'attribution de valeurs de résistance nominatives pour les vingt-quatre classes d'occupation du sol, qui composent la carte d'occupation du sol, constitue aussi un filtre important. Trois situations se posent fréquemment. D'une part, les données proviennent souvent d'études d'écologie des métapopulations, qui détaillent le comportement des espèces à une échelle très fine, non compatible avec le découpage du fond de carte en 24 postes. D'autre part, lorsque les classes d'occupation du sol sont utilisées, elles ne correspondent pas toujours à ma propre classification. Enfin, certaines données sont issues de protocoles très spécifiques, ce qui limite leur transférabilité aux conditions de l'étude.

6.2.3 Résultat du processus de sélection

Soixante-douze espèces ont été retenues et sont présentées dans le tableau ci-dessous. Un exemple des observations au sein de la zone d'étude pour le cerf élaphe est fourni en Figure 6.8. Les valeurs de résistance identifiées dans la littérature ne s'expriment pas forcément sur la même échelle. Celle du Schéma régional de cohérence écologique du Poitou Charente (Agence MTDA 2015) s'étend de 1 à 100, avec des incréments par dizaines, tandis que celle de Knaapen, Scheffer, et Harms (1992) est graduée par unité de 2 de 1 à 21. Moulherat et al. (2017) proposent qu'un milieu deux fois plus difficile à traverser qu'un autre pour une espèce ait un coefficient de friction du double de celui-ci. L'usage de valeurs distribuées selon une échelle exponentielle de 1 à 1000 ou à 10 000 est privilégié lorsque les valeurs exactes ne peuvent être évaluées empiriquement (Churko, Kienast, et Bolliger 2020). J'ai donc opté pour ce dernier mode d'attribution. Les valeurs ont été rééchelonnées et distribuées de 1 (habitat et occupation du sol la plus favorable au mouvement) à 10 000 (effet barrière total). Les valeurs de 5, 10, 50, 100, 500 et 1000 témoignent ainsi de difficultés croissantes à traverser l'occupation du sol en question.

La littérature est utilisée pour déterminer l'occupation du sol qui sera considéré comme habitat pour les espèces, parmi les 24 classes utilisées pour former la carte de paysage. Les espèces peuvent être regroupées en trois catégories selon leurs besoins en surface d'habitat minimum. Un peu moins de la moitié ont des besoins autour de 1 ha, 5 espèces ont des besoins inférieurs à 0,5 ha, allant parfois même jusqu'à des micro-espaces comme 25 m² pour le lézard des murailles (*Podarcis muralis*) [Brown, Gist, et Taylor 1995]. Cinq espèces ont des besoins entre 5 et 10 hectares, et 5 ont des besoins supérieurs à 10 hectares, allant jusqu'à 60 ha pour le cerf élaphe (*Cervus elaphus*) [Georgii 1980].

La distance de dispersion des espèces varie de 0,08 pour la salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*) (Clauzel et Godet 2020) jusqu'à 30 km (pour le cerf élaphe) (Ryckman et al. 2010; Tarabon et al. 2022), avec une moyenne de 5,03 et un écart-type de 6,16. Les espèces aux distances de dispersions élevées ont aussi très souvent des besoins en habitats importants, mais cette relation n'est pas systématique.

Les espèces forestières sont généralement bien adaptées à tous les types de forêts, ces dernières ayant des valeurs de résistance qui ne dépassent généralement pas 100. Les milieux ouverts sont plus facilement traversés par les espèces forestières que les milieux forestiers ne le sont par les espèces de milieux ouverts. Les espèces des milieux humides, quant à elles, sont spécifiques à leur habitat, et les autres milieux présentent pour elles des valeurs de résistance généralement assez élevées, allant de 100 à 1 000. Réciproquement, les espèces forestières ou de milieux ouverts traversent difficilement les surfaces en eau (sauf les oiseaux).

Les différentes formes d'artificialisation sont rarement distinguées dans la littérature ; les habitats, équipements ou activités se voient souvent attribuer des valeurs de résistance similaires. En ce qui concerne les bâtiments eux-mêmes, ceux-ci sont considérés comme infranchissables, avec une valeur de résistance fixée à 10 000. Les infrastructures de transport possèdent également des valeurs de résistance élevées, mais celles-ci varient en fonction du trafic, qui est ici approximé à partir du diamètre de l'infrastructure. Les lignes à grande vitesse (LGV) et les autoroutes, en raison de leur nature et des clôtures ou murs adjacents qui empêchent le passage des espèces, ont des valeurs de résistance généralement proches de celles des bâtiments.

Les valeurs de résistances pour chaque classe d'occupation du sol, le type d'habitat écologique attribué à chaque espèce, ainsi que les distances de dispersion sont fournies en Annexe C.

CHAPITRE 6. L'EMPLOI DES GRAPHEs POUR MODÉLISER LE RÉSEAU ÉCOLOGIQUE

Nom scientifique	Nom vernaculaire	Ordre	Nombre d'observations depuis le 01/01/2010	Type d'habitat
Insecta (Insectes)				
<i>Colletes hederæ</i>	Collète du lierre	Hymenoptera	32	Milieu ouvert
<i>Osmia cornuta</i>	Osmie cornue	Hymenoptera	39	Milieu ouvert
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Agrion de Mercure	Odonata	112	Milieu humide
<i>Lycaena phlaeas</i>	Cuivré commun	Lepidoptera	233	Milieu ouvert
<i>Araschnia levana</i>	Carte géographique	Lepidoptera	250	Milieu ouvert
<i>Aricia agestis</i>	Collier-de-coraill	Lepidoptera	385	Milieu ouvert
<i>Anthocharis cardamines</i>	Aurore	Lepidoptera	758	Milieu ouvert
<i>Polygonia c-album</i>	Robert-le-Diable	Lepidoptera	878	Milieu ouvert
<i>Pararge aegeria</i>	Tircis	Lepidoptera	2081	Milieu forestier
<i>Pieris rapae</i>	Piérde de la rave	Lepidoptera	2182	Milieu ouvert
Mammalia (Mammifères)				
<i>Sciurus carolinensis</i>	Écureuil gris	Rodentia	1	Milieu forestier
<i>Barbastella barbastellus</i>	Barbastelle d'Europe	Chiroptera	3	Milieu ouvert
<i>Arvicola sapidus</i>	Campagnol amphibie	Rodentia	7	Milieu forestier
<i>Crocidura russula</i>	Crocidure Musette	Soricomorpha	27	Milieu ouvert
<i>Nyctalus leisleri</i>	Noctule de Leisler	Chiroptera	49	Milieu forestier
<i>Myotis myotis</i>	Grand murin	Chiroptera	63	Milieu ouvert
<i>Martes martes</i>	Marte des pins	Carnivora	68	Milieu forestier
<i>Melospiza meles</i>	Blaireau européen	Carnivora	283	Milieu forestier
<i>Erinaceus europæus</i>	Hérisson commun	Eulipotyphla	341	Milieu forestier
<i>Martes foina</i>	Fouine	Carnivora	534	Milieu forestier
<i>Oryctolagus cuniculus</i>	Lapin de garenne	Lagomorpha	507	Milieu ouvert
<i>Sus scrofa</i>	Sanglier	Artiodactyla	499	Milieu forestier
<i>Cervus elaphus</i>	Cerf élaphe	Artiodactyla	592	Milieu forestier
<i>Lepus europæus</i>	Lièvre d'Europe	Lagomorpha	701	Milieu ouvert
<i>Sciurus vulgaris</i>	Écureuil roux	Rodentia	1145	Milieu forestier
<i>Capreolus capreolus</i>	Chevreuil européen	Artiodactyla	1371	Milieu forestier
Reptilia (Reptiles)				
<i>Vipera aspis</i>	Vipère aspic	Squamata	1	Milieu ouvert
<i>Vipera berus</i>	Vipère péliade	Squamata	9	Milieu ouvert
<i>Zamenis longissimus</i>	Couleuvre d'Esculape	Squamata	6	Milieu ouvert
<i>Lacerta agilis</i>	Lézard agile	Squamata	28	Milieu ouvert
<i>Trachemys scripta</i>	Tortue de Floride	Testudines	32	Milieu humide
<i>Coronella austriaca</i>	Coronelle lisse	Squamata	35	Milieu ouvert
<i>Zootoca vivipara</i>	Lézard vivipare	Squamata	40	Milieu ouvert
<i>Lacerta bilineata</i>	Lézard vert	Squamata	60	Milieu ouvert
<i>Natrix helvetica</i>	Couleuvre helvétique	Squamata	178	Milieu humide
<i>Anguis fragilis</i>	Orvet commun	Squamata	253	Milieu humide
<i>Podarcis muralis</i>	Lézard des murailles	Squamata	693	Milieu ouvert
Avies (Oiseaux)				
<i>Muscicapa striata</i>	Gobemouche gris	Passeriformes	421	Milieu forestier
<i>Periparus ater</i>	Mésange noire	Passeriformes	764	Milieu forestier
<i>Emberiza citrulus</i>	Bruant zizi	Passeriformes	771	Milieu ouvert
<i>Actitis hypoleucos</i>	Chevalier guillette	Charadriiformes	931	Milieu humide
<i>Regulus ignicapilla</i>	Roitelet triple-bandeau	Passeriformes	971	Milieu forestier
<i>Anthus pratensis</i>	Pipit farlouse	Passeriformes	986	Milieu ouvert
<i>Emberiza schoeniclus</i>	Bruant des roseaux	Passeriformes	1024	Milieu humide
<i>Hippolais polyglotta</i>	Hypolaïs polyglotte	Passeriformes	1042	Milieu ouvert
<i>Saxicola rubicola</i>	Tanier pâle	Passeriformes	1050	Milieu ouvert
<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	Gros-bec casse-noyaux	Passeriformes	1354	Milieu forestier
<i>Alauda arvensis</i>	Alouette des champs	Passeriformes	1622	Milieu ouvert
<i>Alcedo atthis</i>	Martin-pêcheur d'Europe	Coraciiformes	1770	Milieu humide
<i>Pyrrhula pyrrhula</i>	Bouvreuil pivoine	Passeriformes	1807	Milieu forestier
<i>Motacilla cinerea</i>	Bergeronnette des ruisseaux	Passeriformes	2082	Milieu humide
<i>Linaria cannabina</i>	Linotte mélodieuse	Passeriformes	2204	Milieu ouvert
<i>Poecile palustris</i>	Mésange nonnette	Passeriformes	2423	Milieu forestier
<i>Carduelis carduelis</i>	Chardonneret élégant	Passeriformes	2899	Milieu ouvert
<i>Sitta europaea</i>	Sittelle torchepot	Passeriformes	3298	Milieu forestier
<i>Prunella modularis</i>	Accenteur mouchet	Passeriformes	4511	Milieu ouvert
<i>Certhia brachydactyla</i>	Crimpère des jardins	Passeriformes	4574	Milieu forestier
<i>Phylloscopus collybita</i>	Pouillot véloce	Passeriformes	6419	Milieu forestier
<i>Sylvia atricapilla</i>	Fauvette à tête noire	Passeriformes	6862	Milieu forestier
<i>Troglodytes troglodytes</i>	Troglodyte mignon	Passeriformes	7007	Milieu forestier
<i>Cyanistes caeruleus</i>	Mésange bleue	Passeriformes	7651	Milieu forestier
Amphibia (Amphibiens)				
<i>Epidalea calamita</i>	Crapaud calamite	Anura	62	Milieu humide
<i>Triturus cristatus</i>	Triton crête	Caudata	68	Milieu humide
<i>Ichthyosaura alpestris</i>	Triton alpestre	Caudata	116	Milieu humide
<i>Alytes obstetricans</i>	Alyte accoucheur	Anura	157	Milieu humide
<i>Salamandra salamandra</i>	Salamandre tachetée	Caudata	171	Milieu humide
<i>Rana temporaria</i>	Grenouille rousse	Anura	261	Milieu humide
<i>Hyla arborea</i>	Rainette arboricole	Anura	185	Milieu humide
<i>Pelophylax ridibundus</i>	Grenouille rieuse	Anura	320	Milieu humide
<i>Rana dalmatina</i>	Grenouille agile	Anura	388	Milieu humide
<i>Lissotriton helveticus</i>	Triton palmé	Caudata	512	Milieu humide
<i>Bufo bufo</i>	Crapaud commun	Anura	590	Milieu humide

FIGURE 6.7 – Espèces sélectionnées à partir de la base de données CETTIA

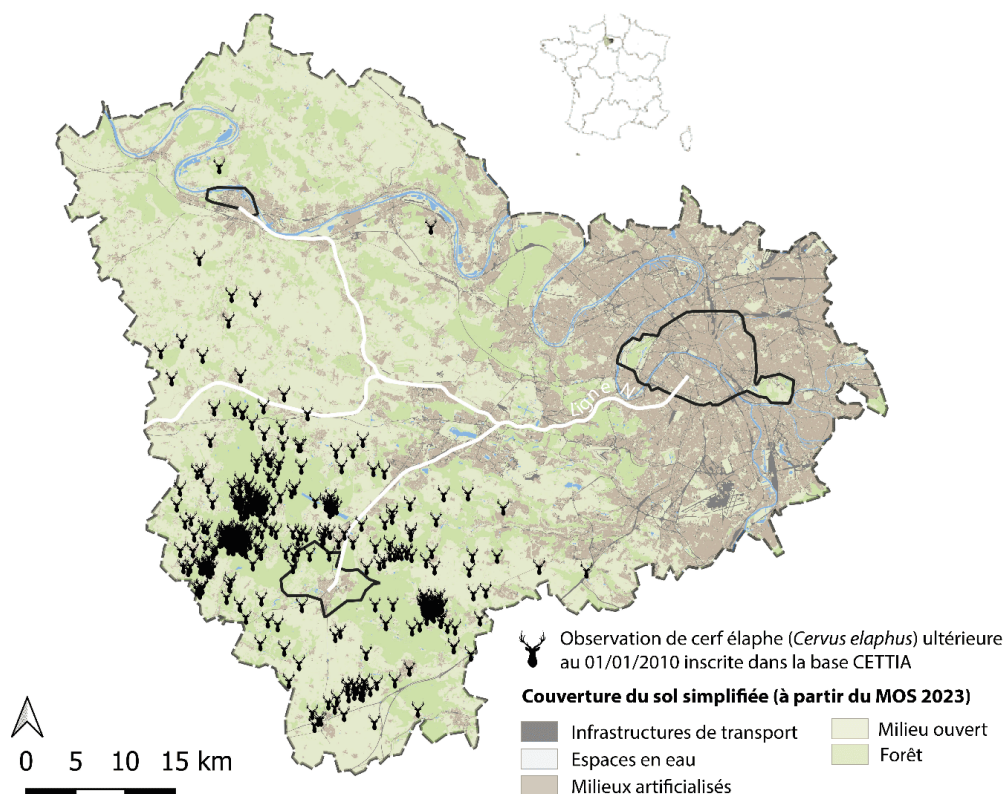


FIGURE 6.8 – Observations au sein de la zone d'étude pour le cerf élaphe

La modélisation et l'analyse du réseau écologique de 72 espèces à partir d'une carte d'occupation du sol d'une résolution de 5 m ne sont pas envisageables du point de vue calculatoire. À défaut de sacrifier la précision spatiale et dans le but de synthétiser les résultats de modélisations aux profils similaires, j'ai procédé à des regroupements entre espèces, puis à la modélisation d'un réseau correspondant à ce regroupement. Cette pratique permet de présenter une vision synthétique des enjeux de biodiversité pour les différents taxons (Sahraoui, Foltête, et Clauzel 2017). Plusieurs approches peuvent être envisagées pour le regroupement ainsi que le choix des valeurs définitives attribuées au regroupement. Sahraoui, Foltête, et Clauzel (2017) proposent ainsi le regroupement à partir de trois critères (classe, habitat, capacité de dispersion) suivi de l'agrégation des valeurs de résistances par espèces virtuelles.

Le processus qui s'étend de la sélection des espèces jusqu'au regroupement est une étape clef de la modélisation. Dans ce cadre j'ai impliqué à nouveau les acteurs opérationnels en sollicitant leurs retours sur la méthodologie proposée. Le séquençage dans cet ordre, à savoir modélisation par le chercheur puis retour critique des acteurs opérationnels, peut apparaître comme un choix arbitraire qui réduit les possibles ou écartant a priori des éléments centraux pour les participants. D'autant que c'est déjà l'ordre qui a été choisi lors du choix des terrains. J'ai donc inversé l'ordre pour ce troisième atelier participatif. Celui-ci s'est tenu en amont, et a été suivi d'un examen des choix effectués.

6.2.4 Troisième atelier participatif

Le troisième atelier, tenu le 23 mai 2022, ne s'est pas limité à l'identification des enjeux de biodiversité au sein du quartier de la gare, mais a élargi son champ d'action à l'échelle de la biodiversité régionale. En plus des acteurs et structures déjà invités lors des précédentes sessions, il a été essentiel d'intégrer des

intervenants capables de représenter les espèces concernées, c'est-à-dire d'être leurs porte-parole. Ainsi, des spécialistes de la faune ont été conviés : deux naturalistes, invités en leur nom propre ou au nom de leur cabinet professionnel, deux membres d'associations de défense de l'environnement, à savoir la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) Île-de-France et l'antenne Yvelines de France Nature Environnement (FNE), ainsi qu'une experte environnement de la commune de Saint-Germain-en-Laye. Une responsable du programme de recherche BAUM a également été conviée.

Après une présentation du projet de recherche destinée principalement aux acteurs nouvellement invités, le contenu et les résultats des ateliers précédents étaient rappelés. La démarche de modélisation des réseaux écologiques, ainsi que l'utilité des espèces virtuelles étaient ensuite présentées (Figure 6.9).

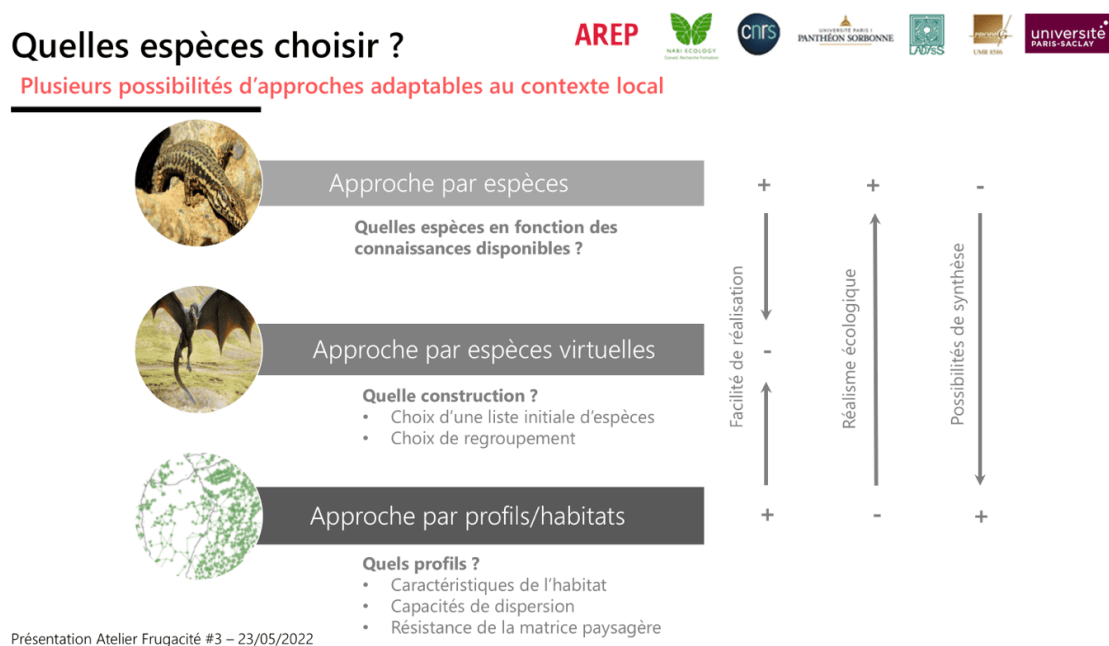


FIGURE 6.9 – Diapositive de positionnement de l'approche par espèces virtuelles au sein des différentes approches multi-espèces lors de l'atelier 3

Les vingt participants ont ensuite été répartis en trois groupes, chacun dédié à un type de milieu spécifique : ouvert ou semi-ouvert (28 espèces), forestier (24 espèces) ou humide (19 espèces). Les espèces correspondant à ces milieux ont été assignées à chaque groupe. L'animation de chaque table était assurée par un membre de l'équipe de recherche. L'atelier était initialement divisé en deux sessions, la première portant sur la biodiversité ordinaire des quartiers de gare, la seconde sur la biodiversité appelée par opposition « extra-ordinaire ». Durant la première session, trois consignes ont été données aux participants. Il leur était demandé de proposer trois espèces communément rencontrées dans les quartiers de gare. Pour chacune d'entre elles, en se basant sur l'expertise de l'acteur naturaliste présent à la table, une grille vierge de résistance par rapport à chaque occupation du sol devait être remplie si possible individuellement, puis collaborativement (Figure 6.10). Par la suite, lors du deuxième temps, les fiches par espèces préremplies (appelées fiche d'identité, exemple donné en Figure 6.11) avec les informations relatives aux traits écologiques étaient fournies.

CHAPITRE 6. L'EMPLOI DES GRAPHES POUR MODÉLISER LE RÉSEAU ÉCOLOGIQUE

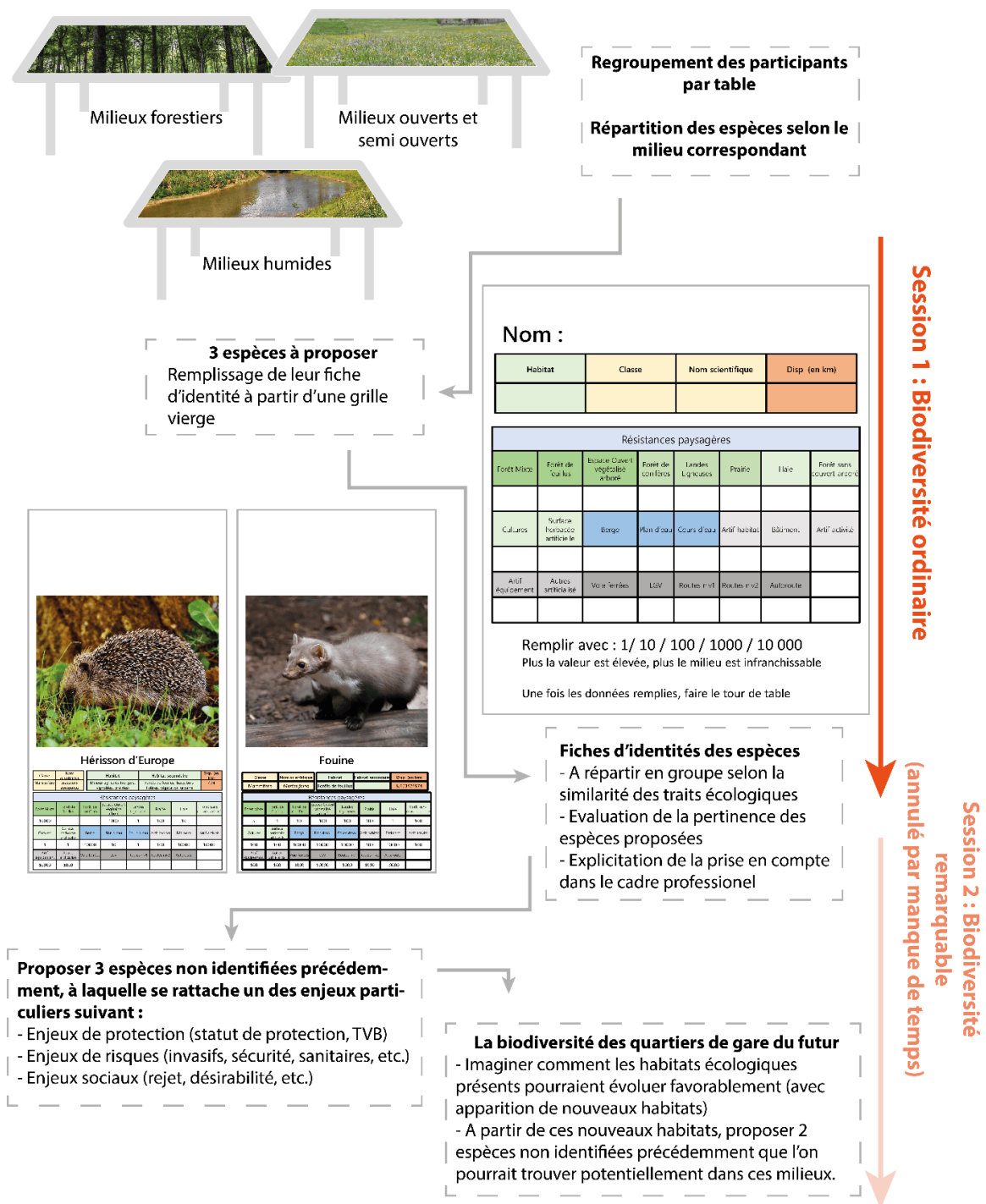


FIGURE 6.10 – Organisation de l'atelier 3

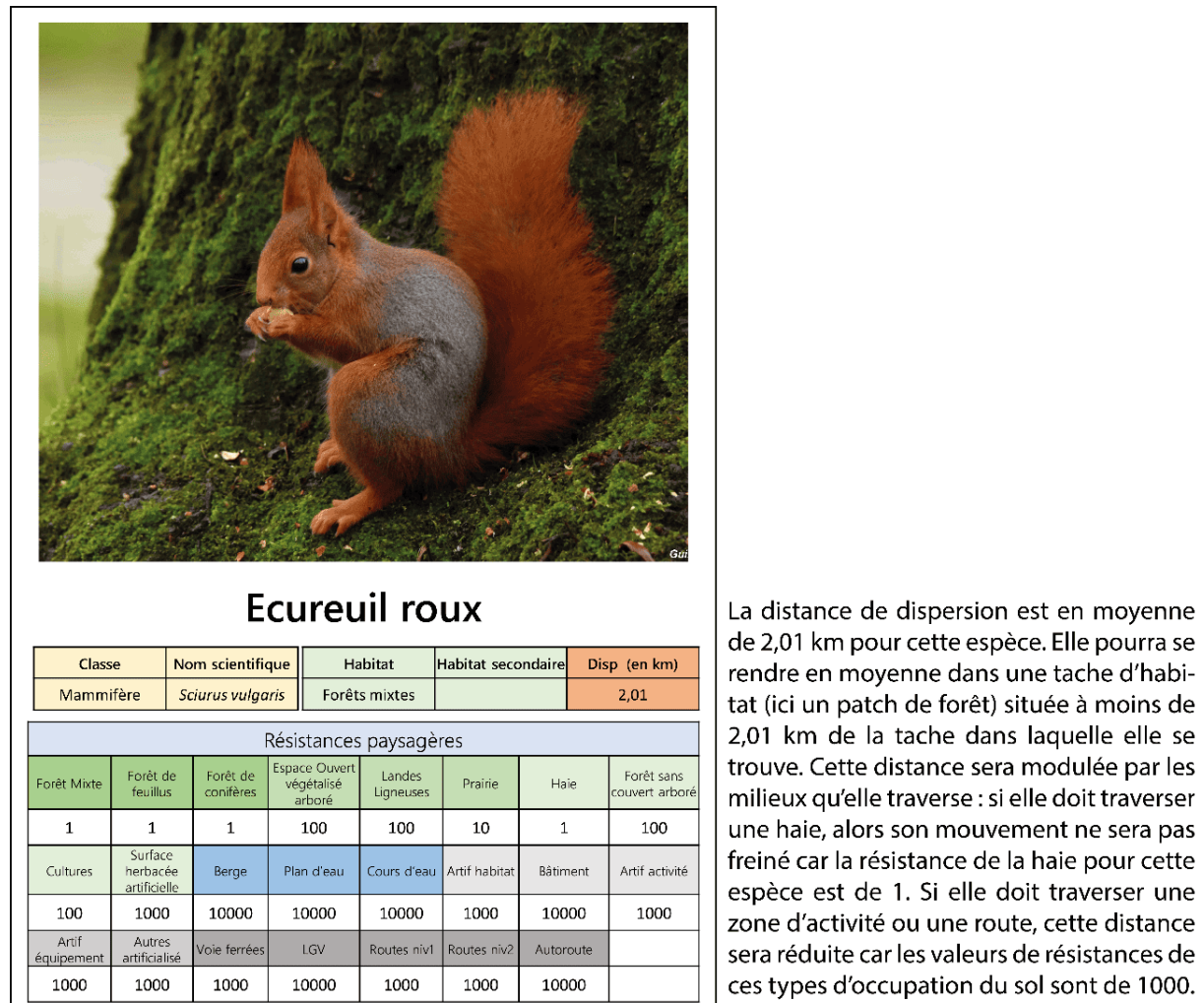


FIGURE 6.11 – Exemple de carte d'identité pour l'écureuil roux (*Sciurus vulgaris*) et explications associées

Les participants devaient alors former des groupes d'espèces homogènes en fonction de leur milieu, de leur capacité de dispersion, et des résistances paysagères propres à chaque milieu. Il leur était aussi demandé de formuler un avis sur la pertinence de l'intégration de chaque espèce dans le panel.

6.2.5 Pertinence des espèces et de l'approche proposée plus généralement

Lors du premier temps, la majorité des espèces proposées par les participants étaient déjà retenues dans mon panel : salamandre tachetée (*Salamandra salamandra*), triton crêté (*Triturus cristatus*), crapaud commun (*Bufo bufo*). Les autres espèces proposées correspondaient à des animaux domestiques (chat, chien, etc.), des espèces aux besoins écologiques spécifiques (par exemple insectes saproxyliques — c'est-à-dire qui réalisent tout ou partie de son cycle de vie dans du bois en décomposition), des espèces communes considérées comme nuisibles par les participants (pigeon biset). Comme mentionné précédemment, le modèle se base sur une carte du paysage à une résolution de 5*5 m qui ne permet pas d'identifier précisément les habitats de ces deux derniers types d'espèces, soit à cause d'une trop grande précision nécessaire pour les insectes saproxyliques, soit à cause de conditions de nichages trop générales pour

le pigeon. De manière générale, les participants ont peiné à remplir la grille vierge de résistances qui demandait en effet une connaissance fine sur les espèces considérées. Ils ont par ailleurs souvent justifié le choix des espèces proposées par le caractère visible pour le public (excluant les espèces diurnes) ou indicatrice des espèces mentionnées. Des espèces spécialistes ont été proposées, c'est-à-dire qui ont des besoins très spécifiques en termes de milieux pour survivre (Royle 2013), tel le chevalier guignette (*Tringa totanus*) inféodés aux milieux humides. Or, lors de l'étape d'évaluation de la pertinence des espèces, ce caractère spécialiste des espèces a été un sujet dans un débat plus large opposant deux visions.

Le premier discours, mis en œuvre par des acteurs qui sont ou ont été familiers au monde de la recherche, s'est interrogé sur la pertinence même de faire intervenir des non-experts lors de cette étape méthodologique. Au vu de sa technicité, cette étape devrait être confiée à des chercheurs ou des spécialistes familiers du processus. Le retour des publics devrait intervenir à partir des résultats des modélisations déjà conçues. Il y aurait un risque que les espèces retenues soient uniquement celles avec lesquelles il existe déjà un lien affectif, au détriment d'autres espèces, du fait d'un manque de connaissances par les participants du fonctionnement des écosystèmes. Néanmoins, d'autres acteurs affiliés au monde académique n'ont pas manifesté de gêne par rapport à cet atelier, et ont entrepris de vulgariser l'approche des graphes paysagers aux autres participants sans que cela soit demandé.

L'autre discours, au contraire, vise à s'assurer que les chercheurs étaient conscients des enjeux de la modélisation pour les espèces retenues. Tenus notamment par des acteurs de la défense de l'environnement, ils soulignaient l'importance de se concentrer sur certaines espèces particulières pour orienter stratégiquement les aménagements futurs. Cela signifie notamment reconnaître l'implication décisionnelle *a priori* de la modélisation (ou du travail de recherche plus général), et orienter de fait ces modélisations selon leurs efficiences sur les décisions d'aménagements ultérieures. Par exemple, les amphibiens ne devraient selon eux pas être retenus, car le quartier de gare leur sera très rarement favorable. Leur intégration aboutirait à une très forte mortalité au vu du trafic associé. Au vu des nombreuses opportunités de restauration écologique déjà existantes, l'évaluation même de l'intérêt de ce cadre urbain *a priori* trop défavorable pour des espèces aux besoins écologiques très spécifiques serait inutile. La connaissance de terrain guiderait les besoins de modélisations vers des espèces à enjeux, comme les hérissons par exemple, présents à proximité des gares dans les contextes urbains de densité moyenne, ou les espèces nécessitant des aménagements anthropiques qui leur sont spécifiques comme la martre ou la fouine.

Un constat peut donc être fait. Lorsque les acteurs s'impliquent dans l'évaluation de la pertinence de modéliser le réseau écologique des espèces, ils s'impliquent donc implicitement sur les questions stratégiques autant que scientifiques. Les modélisations, avant d'être réalisées, engagent donc déjà les espèces et le quartier de gare dans des trajectoires particulières. Les discussions reflètent explicitement ces enjeux :

Participant(e) 1 : Mais justement est-ce que l'idée c'est pas de [...] faire un chemin [au hérisson] pour qu'il aille d'un espace à un autre, qu'il aille d'un espace urbanisé au jardin, et après...

Modérateur : Oui l'idée c'est qu'il ait un déplacement sécurisé aussi.

Participant(e) 1 : On peut même quasiment imaginer un espace un peu clos où on le dirige ce hérisson, et où on évite qu'il se fasse écraser quoi. Un tunnel un peu... C'est un peu extrême, mais vous voyez ce que je veux dire quoi.

Participant(e) 2 : ouais, mais c'est tout le quartier de la gare qu'il faut...

Participant(e) 1 : Puis on peut se dire que ces espaces, finalement, ne seraient pas accessibles

à l'homme, ce qui finalement ne serait pas plus mal quoi.

Participant(e) 3 : mais là un quartier de gare, c'est l'espace par excellence accessible à l'homme quoi...

Participant(e) 1 : ouais, mais si on a un bien un chemin ou l'homme n'a rien à y faire, ou l'homme peut pas rentrer dedans, peut pas y accéder, ça peut être bien pour cette espèce...

6.2.6 Motivations relatives aux regroupements des espèces

Ni nombre de groupes ni nombre minimal d'espèces par groupe n'étaient imposés ; néanmoins il a été demandé aux participants de former un nombre de groupes permettant d'obtenir des résultats suffisamment synthétiques à leurs yeux.

La première table a d'abord spontanément proposé de regrouper les espèces à partir de leur distance de dispersion, selon qu'elle soit supérieure ou inférieure à 5 km, puis a décidé de se baser sur les valeurs de résistance pour affiner les catégories. Néanmoins, après avoir réparti les espèces en groupes, les participants ont tenu à exclure l'écureuil gris (*Sciurus carolinensis*) au prétexte de son caractère exotique. Cette composante est par ailleurs revenue au sein de nombreux groupes (pour la cistude ou le campagnol amphibie par exemple) qui ont insisté sur le fait de créer des groupes spéciaux pour les EEE. Ce choix a été fait tout en reconnaissant que ces espèces puissent partager des traits écologiques relatifs à la dispersion, et les participants ont motivés leur choix par un rejet spécifique pour ces espèces « *L'idée c'est de marginaliser l'envahisseur* » (un participant issu du groupe SNCF). La présentation d'introduction n'a pourtant pas fait mention d'un lien direct entre modélisation et mise en place de pratiques de conservation.

Les deux autres tables ont elles aussi procédé à des regroupements d'espèces à partir de motivations variées et peu liées aux traits écologiques. Les acteurs ont tenu à regrouper les espèces selon leurs sensibilités à l'urbain. Certains ont mentionné l'intérêt de rajouter le milieu urbain aux milieux humides, forestiers et ouverts déjà considérés, malgré l'incapacité du modèle à le prendre correctement en charge « *C'est pour ça que ça m'étonne qu'on n'ait pas le milieu urbain, alors qu'on travaille sur le milieu urbain.* » (un participant expert naturaliste) ». Les critères de fréquence d'observation, le caractère plus ou moins ordinaire des espèces ont aussi été mobilisés pour discriminer les espèces. Le caractère spécialiste des espèces a de nouveau été un mobile de regroupement, puisque pour celles-ci, la nature précise de l'habitat est par définition fondamentale. Le caractère problématique vis-à-vis de l'exploitation ferroviaire et le risque accidentogène ou de dégradation des installations que les espèces posent (chevreuil, sanglier) ont aussi servi de critère de décision mobilisé par les participants : « *C'est la même problématique, c'est la problématique ongulé* ».

Un second constat peut être effectué à la suite de ce résumé. L'exercice de regroupement met en jeu les manières par lesquelles les acteurs appréhendent les espèces. Elles ne sont pas forcément alignées sur les similarités des traits physiologiques impliqués dans la dispersion, bien que ce fût explicitement la consigne.

6.2.7 Évaluation des catégories formées à l'issue de l'atelier

Si la formation des espèces virtuelles a permis de faire émerger les relations professionnelles que les différents acteurs entretenaient avec la faune, l'atelier avait aussi pour but de concrètement procéder à la

formation d'espèces adaptées au modèle. Les espèces virtuelles formées à l'issue de l'atelier sont fidèles à la compréhension et l'appréhension du processus de modélisation par les participants puisqu'ils en sont à l'origine. Cette fidélité n'est néanmoins qu'une contrainte parmi les trois auxquelles ce processus nous confronte. L'enjeu du regroupement repose aussi d'une part sur la formation de classes synthétiques et mobilisables par les chercheurs. En mobilisant des arguments fondés sur l'écologie des espèces en plus d'arguments relatifs aux problèmes opérationnels que posaient les espèces, les participants ont répondu à cette deuxième contrainte. L'analyse des modélisations pourrait en effet se baser sur des groupes qui opposeraient par exemple espèces spécialistes ou généralistes, puisque celles-ci font sens au sein de la discipline. La dernière contrainte réside dans la nécessité de former des catégories sensées vis-à-vis du modèle, c'est-à-dire qui rendent compte un minimum des similitudes de déplacements des organismes.

Pour ce faire, des catégories basées uniquement sur les similarités des traits écologiques ont été élaborées statistiquement, par un partitionnement. De manière similaire à la détermination du gradient d'urbanité propre au quartier de gare (Chapitre 5), une analyse factorielle des données mixtes suivie d'un partitionnement par analyse classificatoire hiérarchique a été réalisée. Les 5 premières composantes de la AFDM, représentant cumulativement plus de 60 % de la variabilité pour tous les milieux, ont été employées. La CAH par *k-means* a été réalisée avec un nombre de classes libre (à partir des 5 premiers axes qui représentaient suffisamment de variabilité, Figure 6.12) pour déterminer les catégories les plus homogènes statistiquement et respectant au mieux la contrainte liée au modèle. Une CAH a été de nouveau réalisée avec un nombre de classes imposé, correspondant à celui qui avait été proposé avec les participants à chaque fois, afin de voir s'il était possible de proposer un compromis entre les différentes contraintes. Dans ce dernier cas, le nombre de classes était fixé au nombre de groupes formés par les participants. Les résultats sont présentés en Annexe D.

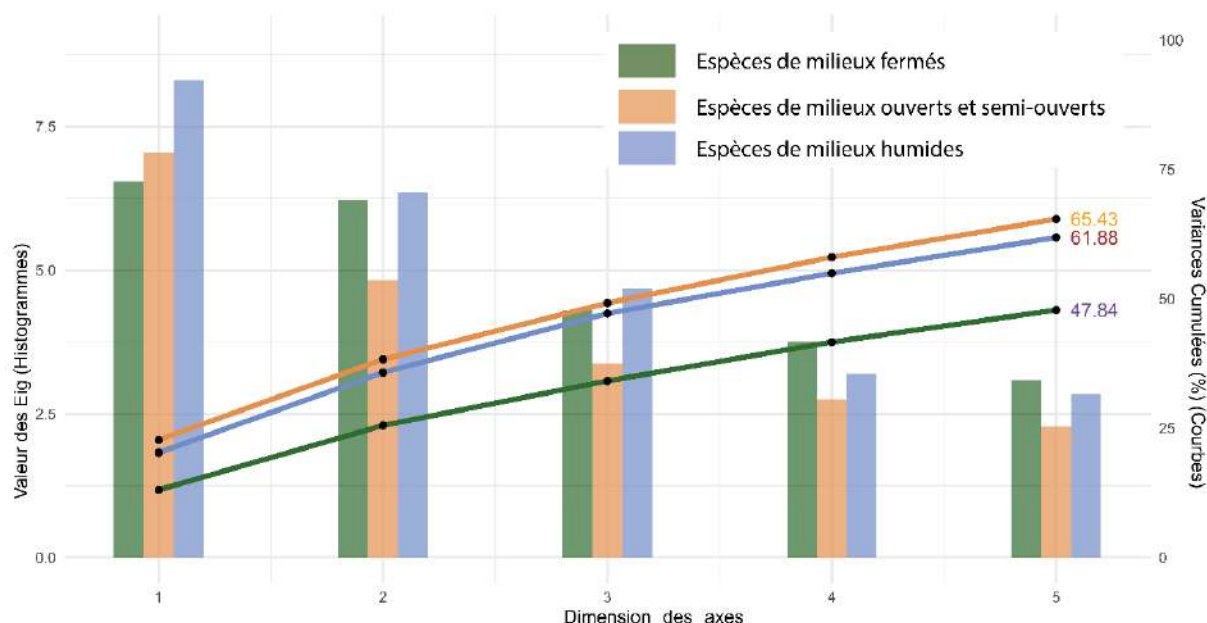


FIGURE 6.12 – Variabilité représentée par les 5 premiers axes de la FAMD pour chacun des milieux

Les axes de la FAMD représentent la variabilité liée principalement aux types de relation que les espèces entretiennent avec les milieux. Le premier axe des espèces forestières est par exemple marqué par

une répartition des espèces selon leur affinité pour les espaces artificialisés, et le second pour les surfaces en eau (plan et cours d'eau). Certaines espèces peinent à traverser l'urbain, mais s'accommodent des cours d'eau peu larges (comme la chauve souris noctule de Leisler [*Nyctalus leisleri*] et le Cerf élaphe ou le papillon Tircis [*Pararge aegeria*]), tandis que d'autres peuvent se déplacer dans l'espace urbain, mais peinent à franchir les cours d'eau de largeur moyenne (comme le blaireau [*Meles Meles*] ou l'écureuil roux [*Sciurus vulgaris*]). La CAH réalisée à partir de ces axes place ainsi les premières dans le même groupe, et les secondes ensemble dans un autre. Les classes sont affinées avec la prise en compte de la variabilité portée par le troisième axe. Pour les espèces forestières, ce dernier représente la variabilité entre espèces liée à la relation aux infrastructures linéaires de transport. Le trafic, même modéré, a un effet barrière fort sur le Tircis, tandis que le cerf élaphe ou la noctule de Leisler seront plus volontaires pour traverser de telles infrastructures s'ils n'ont pas d'autres alternatives (d'après les valeurs de résistance trouvées dans la littérature). Dès lors, le Tircis est dans son propre groupe, tandis que la Noctule de Leisler et le cerf élaphe restent dans la même classe. Dans les faits, la CAH est réalisée une seule fois avec les cinq premiers axes directement. Les quatrième et cinquième axes mettent en évidence des correspondances spécifiques entre les habitats des espèces et les résistances associées à ces milieux : le type d'habitat retenu doit correspondre avec les classes d'occupation du sol utilisées pour le modèle. Si l'espèce a des besoins un peu plus spécifiques, il se peut que la valeur attribuée à l'occupation du sol qui constitue son habitat soit légèrement plus élevée, et que des différences entre espèces existent alors.

Les relations aux mêmes types d'occupations du sol sont déterminantes pour les espèces de milieux ouverts. Pour les espèces des milieux humides, l'interprétation est moins claire. Le premier axe est influencé par la distance de dispersion et l'impact des milieux forestiers et linéaires de transport, le second axe par la variabilité liée aux milieux anthropisés, le troisième par les espaces ouverts et les habitats aquatiques et le quatrième par les milieux linéaires et forestiers. Pour les espèces des milieux humides, l'interprétation est moins claire. Le premier axe est influencé par la distance de dispersion et l'impact des milieux forestiers et linéaires de transport, le second axe par la variabilité liée aux milieux anthropisés, le troisième par les espaces ouverts et les habitats aquatiques, le quatrième par les milieux linéaires et forestiers, et le cinquième par les interactions entre les habitats et les résistances, en particulier pour les espèces des berges.

L'enjeu réside ensuite dans l'évaluation des correspondances entre les trois partitionnements obtenus. Si les groupes formés par les participants sont suffisamment proches des groupes obtenus statistiquement, elles peuvent être conservées. Cette proximité peut être mesurée avec le *Rand Index* ajusté (ARI) (Halkidi, Batistakis, et Vazirgiannis 2002). Il se calcule de la manière suivante (Singh et Choudhury 2023) :

$$ARI_{XY} = \frac{\sum_{ij} \binom{n_{ij}}{2} - \left[\sum_i \binom{n_i}{2} \sum_j \binom{n_j}{2} \right] / \binom{n}{2}}{\frac{1}{2} \left[\sum_i \binom{n_i}{2} + \sum_j \binom{n_j}{2} \right] - \left[\sum_i \binom{n_i}{2} \sum_j \binom{n_j}{2} \right] / \binom{n}{2}}$$

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_i\}$ représente un set de partitions déterminé à partir d'une méthode donnée – ici la classification opérée par les participants –. $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_j\}$ représente le partitionnement réel de référence, que l'on considère ici être le partitionnement obtenu statistiquement. La mesure est symétrique et varie de -1 à 1 : si l'ARI prend une valeur proche de 1, cela signifie que les partitionnements sont relativement cohérents l'un avec l'autre. S'il est proche de 0, cela signifie qu'elles sont indépendantes, et les valeurs négatives rendent compte de deux partitionnements dont la différence ne peut pas être due au hasard (Wagner and Wagner, 2007). Les valeurs de l'ARI pour les différentes partitions proposées sont présentées en Figure 6.13.

Ajusted Rand Index	Milieux ouverts et semi-ouverts	Milieux forestiers	Milieux humides
CAH sans nombre de classes imposées vs Atelier participatif	-0.0026	0.091	0.03589
CAH avec nombre de classes imposées vs Atelier participatif	0.3135	0.29659	0.03589
CAH sans nombre de classes imposées vs CAH avec nombre de classes imposées	0.63	0.49	0.64

FIGURE 6.13 – Résultats de la comparaison des partitionnements par l'ARI

Du fait de valeurs proches de 0, voire négatives, les classes réalisées lors de de l'atelier participatif sont rejetées, car elles ne permettent pas de rendre compte de la similarité entre espèces à partir de leurs traits écologiques impliqués dans la dispersion (incluant les habitats). Le classement réalisé avec le nombre de classes imposé par les participants semble néanmoins assez proche du partitionnement qui minimise le plus les dissimilarités, c'est-à-dire celui où le nombre de classes a lui aussi été déterminé statistiquement (valeurs comprises en 0,49 et 0,64). Il est donc possible de considérer que le partitionnement avec nombre de classes proposé par les participants est opératoire. Ce nombre témoigne de la capacité de synthèse que les acteurs opérationnels jugent acceptable, c'est-à-dire ni trop ni trop peu de résultats qu'il leur serait nécessaire d'analyser s'ils se trouvaient confrontés aux résultats des modélisations.

CHAPITRE 6. L'EMPLOI DES GRAPHEES POUR MODÉLISER LE RÉSEAU ÉCOLOGIQUE

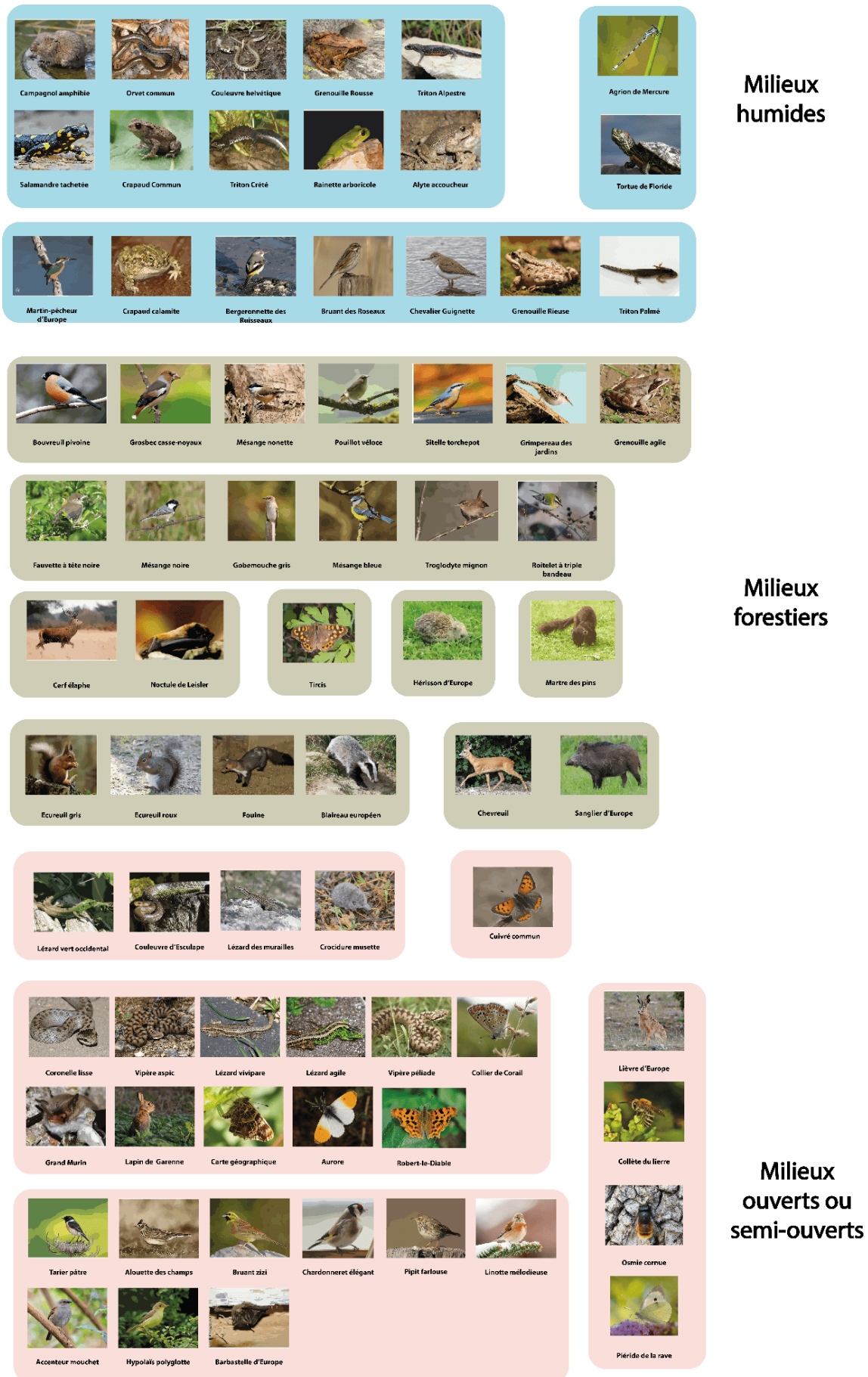


FIGURE 6.14 – Espèces virtuelles retenues

Les 16 espèces virtuelles retenues sont ainsi présentées en Figure 6.14. Certaines espèces sont seules dans leurs classes. On notera ici que les classes formées ne sont plus aussi homogènes d'un point de vue morphologique. Cette composante semblait importante pour les participants, sans être forcément explicite, au vu des classifications qu'ils avaient proposées : les insectes étaient regroupés ensemble, de même pour les oiseaux, etc. (Figure 6.14). La nouvelle espèce virtuelle n° 3 propose ainsi de regrouper la noctule de Leisler avec le cerf élaphe. Bien que ces deux espèces ne partagent pas le même mode de locomotion, leur groupement permet de minimiser les dissimilarités entre les groupes. Les espèces virtuelles proposées sont donc dépendantes de l'ensemble des espèces considérées : l'intégration d'un nombre plus élevé d'espèces ou la mise en œuvre d'un critère taxonomique auraient pu permettre de procéder à des espèces plus homogènes, notamment visuellement.

6.2.8 Conclusion de l'atelier

L'intégration de parties prenantes non expertes dans des travaux traditionnellement réservés aux chercheurs présente des risques méthodologiques. Ce troisième atelier a révélé cette tension, qui a été explicitement perçue par certains participants.

Cependant, cette démarche permet également de diriger l'attention des chercheurs vers des aspects méthodologiquement exclus a priori. Reconnaître ces divergences ne conduit pas nécessairement à une résolution automatique des problèmes soulevés. Par exemple, il est difficile de traduire directement les enjeux liés à la collision ou à l'intégration des espèces exotiques envahissantes (EEE) dans le processus de formation des espèces virtuelles, car ce n'est tout simplement pas l'objectif de cette étape. Intégrer ces dimensions pourrait même compromettre la qualité de la modélisation, car les traits écologiques des groupes seraient insuffisamment comparables pour permettre la formation d'un réseau écologique cohérent.

Si la difficulté majeure réside dans le regroupement d'espèces trop différentes, une solution de rechange aurait été d'exclure les EEE des espèces virtuelles et de modéliser le réseau propre à ces dernières. Toutefois, j'ai fait le choix, discutable, de préserver le nombre de classes plutôt que de créer des modélisations distinctes pour ces espèces. Ce choix est justifié par la nécessité de ne pas surcharger les acteurs opérationnels avec un nombre trop important et complexe d'éléments à considérer, une contrainte qui n'a pas été explicitement formulée lors de l'atelier, mais qui a émergé lors de discussions informelles (pendant les pauses, discussions hors tables, etc.). De plus, ce choix est également motivé par des contraintes computationnelles, chaque nouvelle espèce nécessitant la modélisation et l'analyse d'un réseau écologique complet.

À l'opposé du risque de compromettre la qualité de la modélisation, il est nécessaire d'éviter le *tokénisme*, c'est-à-dire l'intégration de parties prenantes pour valider le caractère inclusif de mon approche sans rien changer des pratiques proposées (Arnstein 1969). Pour s'en assurer, et malgré les choix finaux qui ne coïncident pas avec ceux des participants, l'opinion des participants a été demandée vis-à-vis des nouveaux regroupements. La validation de principe des modifications réalisées dans un objectif d'adaptation au modèle a été demandée lorsque les entretiens personnels ont été réalisés. Aucun refus n'a été mentionné, mais certains participants n'ont pas donné de réponse positive pour la réalisation d'entretien et leur position n'a donc pas été obtenue.

Ce temps d'échange a permis de replacer la pratique de modélisation du réseau de connectivité dans un ensemble plus large de pratiques et de valeurs qui structurent, pour les différents acteurs, la compréhension de ce qu'est ou doit être la biodiversité. Il est ainsi important d'éviter de confier trop de pouvoir explicatif à

la modélisation à l'aide de la théorie des graphes, et de bien accompagner les participants dans l'évaluation de ses apports ainsi que de ses limites. La confusion entre connectivité potentielle et la fonctionnalité des écosystèmes doit être évitée.

Symétriquement, retenir des espèces au motif qu'elles sont spécialistes est pertinent dans l'absolu, mais cela doit être mis au regard de ce que peut prendre en charge correctement le modèle. Les attentes des acteurs offrent aussi des perspectives d'évolutions pour les outils de modélisation.

Enfin, cet atelier a permis d'esquisser les conditions de convergence entre les différents mondes : celui des espèces, des opérationnels de l'aménagement, des chercheurs, des acteurs de l'environnement, etc. Pour détailler les conditions d'appropriation commune des résultats de la modélisation, il est nécessaire de retracer le réseau des acteurs, c'est-à-dire des entités humaines et non humaines qui contribuent à encadrer la biodiversité, au même titre que le réseau écologique. Ce travail sera abordé dans le chapitre suivant.

Mon approche itérative, en raison des contraintes pratiques liées à la réalisation des ateliers, s'est limitée à trois étapes : atelier, suivi d'une analyse statistique, puis comparaison entre les groupes formés. Il est indéniable qu'une étape supplémentaire, permettant de recueillir de manière encadrée une confrontation des nouvelles espèces avec les avis des participants, aurait pu enrichir la démarche. Néanmoins, leurs retours se manifesteront, de manière plus ou moins implicite, lors de l'atelier participatif n° 4, présenté dans le chapitre suivant (ou en fin de chapitre), qui vise à évaluer l'intérêt de différents types de représentations du réseau écologiques pour les acteurs opérationnels.

6.3 Modélisations du réseau écologique et analyse de la contribution des habitats écologiques des quartiers de gare

6.3.1 Attribution des résistances

Une fois les espèces virtuelles formées, l'étape suivante correspond à l'agrégation des valeurs de résistance à l'échelle de l'espèce virtuelle. Cette attribution peut être réalisée par moyenne statistique des valeurs de résistance pour chaque poste (Sahraoui, Foltête, et Clauzel 2017). Je développe ici une méthode alternative, consistant à attribuer à l'espèce virtuelle la valeur la plus défavorable parmi les valeurs des espèces qui la composent, c'est-à-dire la valeur la plus forte pour les résistances et la surface minimale d'habitat, et la plus faible pour la distance de dispersion (Figure 6.15). De ce fait, l'espèce virtuelle devient une espèce parapluie à l'échelle des espèces qu'elle regroupe : le réseau écologique formé rend compte forcément du réseau minimal partagé par celles-ci. Au vu des légères différences entre les espèces virtuelles et la nature qualitative de la donnée, il a été choisi d'attribuer les habitats partagés par le plus grand nombre d'espèces. L'ensemble des valeurs de résistances, d'habitats et de dispersions sont présentées en Annexe C.

Le réseau ainsi modélisé peut donc parfois être influencé par une espèce qui est bien moins performante que les autres d'un point de vue de la dispersion, et n'être pas écologiquement exact. En revanche, il rend compte du réseau minimal partagé par ces espèces. L'information permettant de lier l'espèce aux milieux spécifiques est perdue lors de l'agrégation, mais la cohérence est conservée à l'échelle de l'espèce.

CHAPITRE 6. L'EMPLOI DES GRAPHES POUR MODÉLISER LE RÉSEAU ÉCOLOGIQUE

Nom	Habitat	Distance de Dispersion (km)	Distance de dispersion moyenne ou maximale	Forêt mixte (exemple)	Habitat minimum
Fauvette à tête noire	Forêts sans couverts arborés, Prairies	8,9888784	Moyenne	5	1 ha
Mésange noire	Forêts de conifères	6,1463626	Moyenne	10	1ha
Gobemouche gris	Forêts de feuillus	8,0524764	Moyenne	500	1 ha
Mésange bleue	forêt de feuillus	6,9746559	Moyenne	10	0,5ha
Troglodyte mignon	Forêt mixtes	6,185403	Moyenne	1	1 ha
Roitelet à triple bandeau	Forêts de conifères	4,3886166	Moyenne	1	1 ha
Espèce virtuelle formée à partir de la moyenne des valeurs	Forêt mixte, Forêts de feuillus, Forêt de conifères	6,8	Moyenne	87,8	0,9ha
Espèce virtuelle parapluie retenue	Forêt mixte, Forêts de feuillus, Forêt de conifères	4,4	Moyenne	500,0	1 ha

FIGURE 6.15 – Attribution des valeurs de l'espèce virtuelle par l'approche parapluie

Au vu des espèces virtuelles formées, le fond de carte basé sur l'occupation du sol a légèrement été modifié et décliné en 3 versions pour tenir compte des propriétés de déplacement des espèces. Les bâtiments ont par exemple été répartis sur des couches différentes selon leur hauteur (plus ou moins de 20 mètres) pour l'espèce virtuelle composée uniquement d'organismes volants. La majorité des variétés composant les forêts font en effet approximativement cette taille (Eser 2024; Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt [DRIAAF] 2007) donc les bâtiments plus élevés dépassent de la canopée et peuvent agir comme barrière pour les oiseaux. Pour les espèces de milieux humides, les cours d'eau ont été placés au-dessus de toutes les autres couches, en considérant qu'une voie d'eau recouverte ponctuellement par un pont reste empruntable. Le nouveau poste intègre aussi les marais auparavant classés comme « espaces ouverts arbustifs ». Ces différences mineures sont présentées en Figure 6.16. Elles ne concernent que quatre espèces virtuelles, du fait de l'absence d'homogénéité morphologique pour les autres espèces virtuelles.

Espèce de milieux non humides non volantes	Espèces volantes	Espèces de milieux humides
Emprise : 586509.0000,670318.0000,6820204.0000,6896974.0000 [EP5G:2154]		
Ordre de supersposition des couches (les couches en haut de la liste seront au dessus des couches plus basses)		
Batiment	Batiment sup 20m	Cours d'eau2
Alignement d'arbres urbains	Forêt de feuillus	Plan d'eau
Haie	Forêt de conifères	Batiment
Autoroute	Forêt mixte	Alignement d'arbres urbains
LGV	Batiment inf 20m	Haie
Emprise de transport ferré	Haie	Autoroute
Routes niv 1	Routes niv 1	LGV
Routes niv 2	Autoroute	Emprise de transport ferré
Lande ligneuse	LGV	Routes niv 1
Cours d'eau	Emprise de transport ferré	Routes niv 2
Forêt sans couvert arboré	Routes niv 2	Berges
Prairie	Lande ligneuse	Lande ligneuse
Surface cultivée	Cours d'eau	Forêt sans couvert arboré
Surface herbacée artificielle	Forêt sans couvert arboré	Prairie
Espace ouvert herbacé ou arbustif	Prairie	Surface cultivée
Plan d'eau	Surface cultivée	Surface herbacée artificielle
Berges	Surface herbacée artificielle	Espace ouvert herbacé ou arbustif
Forêt de feuillus	Espace ouvert herbacé ou arbustif	Forêt de feuillus
Forêt de conifères	Plan d'eau	Forêt de conifères
Forêt mixte	Berges	Forêt mixte
Autres artif	Autres artif	Autres artif
Equipement	Equipement	Equipement
Activité	Activité	Activité
Habitat	Habitat	Habitat
Alignement d'arbres urbains		
Les couches en couleurs seront rasterisées après un voisinage dont le rayon dépend de l'élément considéré ; les autres couches contenant des éléments linéaires sont rasterisées en utilisant -at dans la console raster, permettant une autocomplétion des pixels en diagonale		

FIGURE 6.16 – Différences dans les cartographies d'occupation du sol

6.3.2 Modélisations par le logiciel Graphab

Les graphes paysagers et les analyses ont été réalisés en mobilisant le logiciel Graphab 2.8.5 (Foltête et al. 2012; 2021)¹. Le logiciel est conçu comme un outil regroupant toutes les étapes de la modélisation

1. Disponible à <https://sourcesup.renater.fr/www/graphab/fr/home.html>

des réseaux écologiques, depuis la construction des graphes paysagers avec de nombreux paramètres spécifiés, jusqu'à l'implémentation d'analyses spatiales pour des applications opérationnelles spécifiques. Il permet de calculer les métriques dérivées d'approches topologiques et spécifiques à la connectivité présentées précédemment (BC, PC).

La topologie planaire a été sélectionnée, plus adaptée au paysage étudié comprenant plusieurs centaines de taches, et fournissant tout de même une approximation satisfaisante d'un graphe complet (Fall et al. 2007). Les pixels en diagonale sont considérés comme continus, ce qui est important pour les habitats (taille minimale requise) ou les infrastructures linéaires (effet barrière). En cas d'habitat multiple (par exemple forêt de feuillus et forêt mixte), les taches de nature différentes adjacentes sont fusionnées. Le coût de chaque occupation du sol est renseigné à partir des grilles de résistances. La capacité des taches est fixée comme égale à leurs surfaces. Le graphe est ensuite créé en utilisant la distance métrique convertie en distance-coût, en incluant les distances intra-taches. Ces dernières ont une importance, car l'usage d'espèce virtuelle parapluie génère des résistances d'habitats différentes de 1 pour certaines espèces. Le graphe est ensuite seuillé si les liens excèdent la distance maximale de dispersion de l'espèce. Les modélisations ont été réalisées à partir du supercalculateur de l'Université de Franche-Comté. Trois représentations des graphes paysagers pour trois espèces virtuelles sont présentées en Figures 6.17, 6.18 et 6.19. Les visualisations sont différentes, mais sont issues du même processus de modélisation.

Le réseau écologique peut ainsi être présenté sous différentes formes, permettant de communiquer avec différents publics. Elles sont présentées ici afin de comprendre le passage d'une représentation cartographique du paysage à son appréhension de manière topologique. J'étudierai les capacités de chacune de ces représentations à servir de traduction adéquate, à mettre en lumière ou à entrer dans les mondes professionnels des différentes parties prenantes des enjeux de biodiversité dans le quartier de gare au chapitre 9.

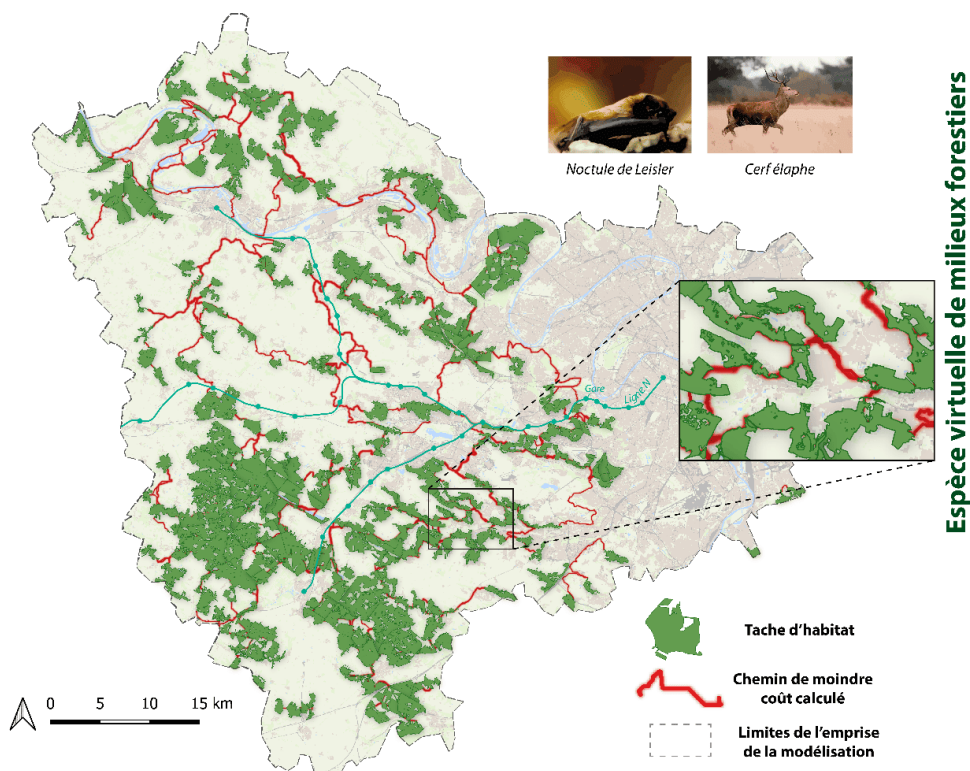


FIGURE 6.17 – Réseau écologique modélisé pour une espèce virtuelle de milieu forestier

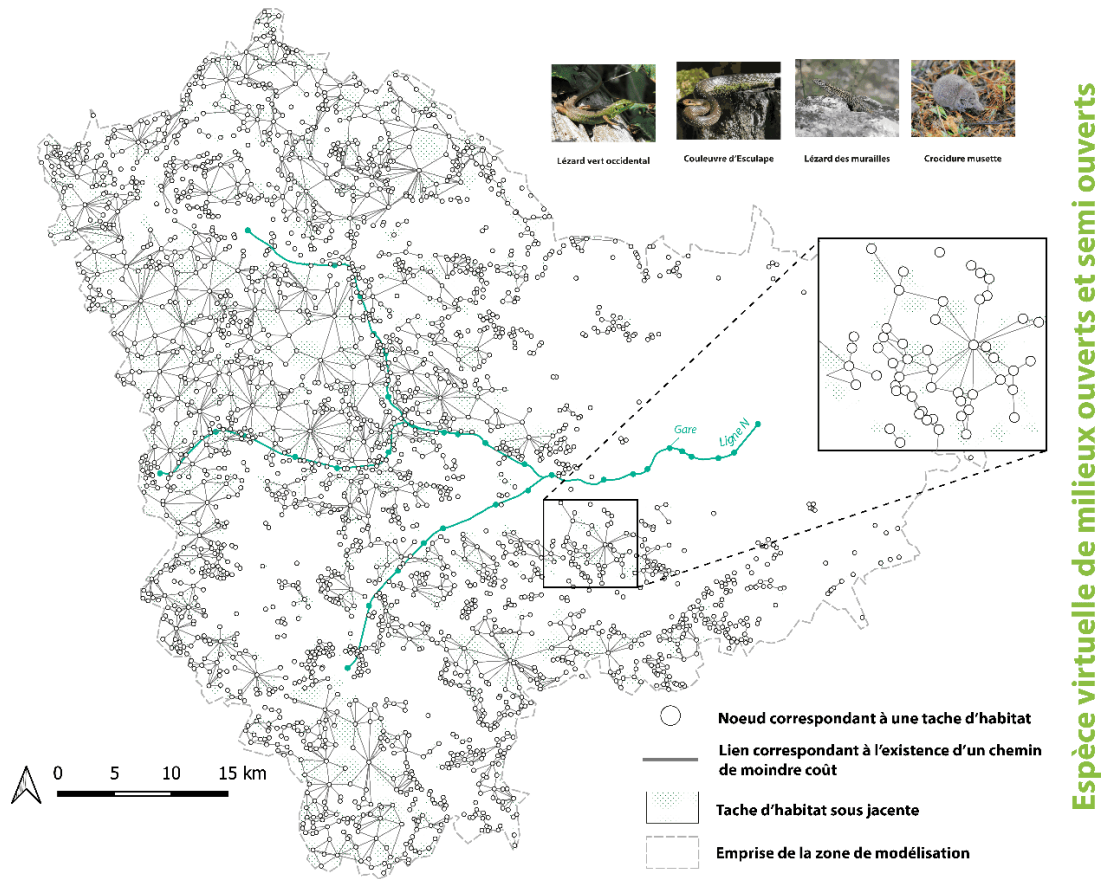


FIGURE 6.18 – Réseau écologique modélisé pour une espèce virtuelle de milieux ouverts et semi-ouverts

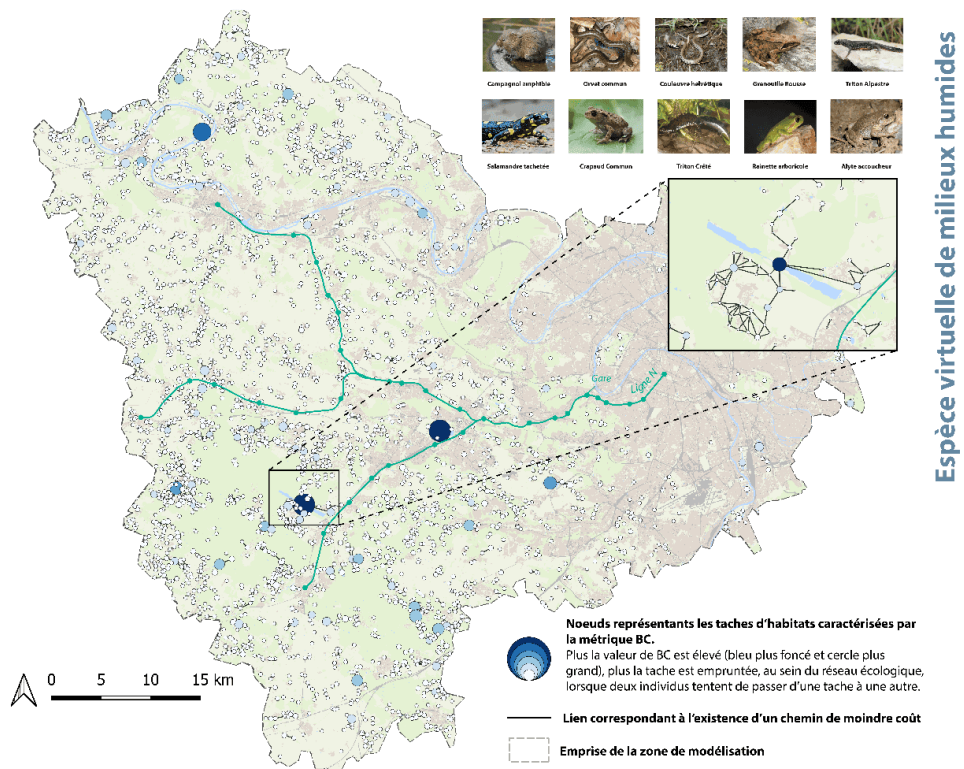


FIGURE 6.19 – Réseau écologique modélisé pour une espèce virtuelle de milieu humide

6.3.3 Traduction de la question de recherche

Ces graphes sont les supports d'analyses par métriques permettant de répondre aux deux sous-questions de recherche relatives à l'importance des habitats écologiques présents dans les quartiers de gare vis-à-vis des habitats hors de ces derniers, ou jouxtant le linéaire ferroviaire. Pour ce faire, l'emprise spatiale du quartier de gare doit être explicitement définie. Au vu de la multiplicité de ses manifestations sociales (Chapitre 3), il semble impossible de prendre une valeur unique qui rendra compte des déclinaisons spatiales de la notion pour tous. Le premier atelier participatif a de plus permis de montrer que l'emprise du quartier évoluait selon le gradient d'urbanité, bien que la relation soit indirecte et davantage liée à l'attractivité. De ce fait, j'ai évalué la contribution des habitats écologiques selon trois voisinages des gares, faisant écho à la méthodologie mobilisée pour identifier le gradient d'urbanité. Trois cercles de rayon 400 m, 750 m et 2000 m prenant pour centre la gare seront ainsi formés. La distance de 400 m remplace les 200 m considérés précédemment, car quasiment aucune tache d'habitat ne se situe aussi près des gares pour les différentes espèces. Les taches d'habitat intersectant ces cercles seront considérées comme faisant partie du quartier de gare proche, moyen ou élargi. Les propriétés de ces taches seront relevées, et comparées aux taches hors du quartier de gare et jouxtant la ligne ferroviaire, afin de décomposer analytiquement la question de recherche « Quel diagnostic peut être établi quant au rôle des habitats écologiques du quartier de gare pour le réseau écologique ? » (Figure 6.20). Leurs contributions aux réseaux écologiques seront tout d'abord comparées selon qu'elles soient ou non dans le quartier de gare. Dans un second temps, l'influence de différents facteurs locaux sur ces contributions sera analysée.

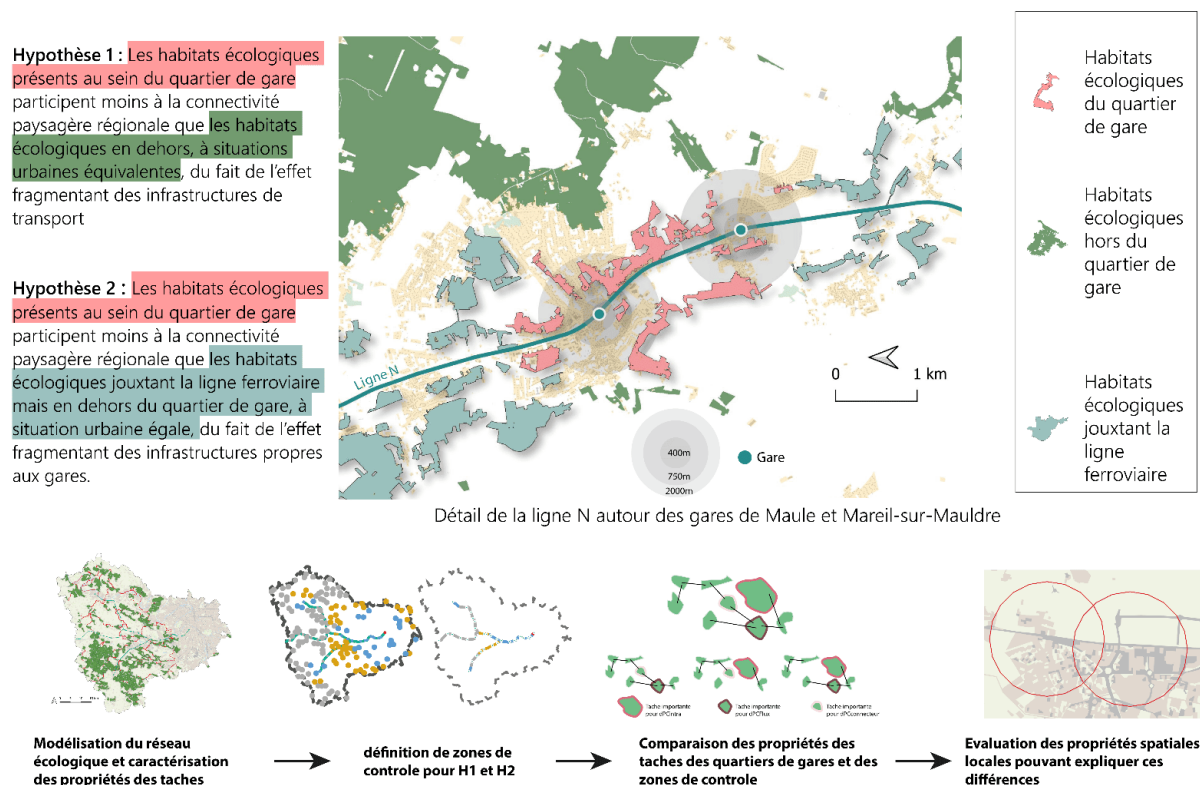


FIGURE 6.20 – Traduction spatiale des deux sous-questions de recherche

Les taches d'habitats présentes au sein des différents voisinages des quartiers de gare sont donc comparées avec des taches d'habitat échantillonnées au sein du paysage situé loin des gares (H1) ou le long de la ligne N (H2).

Dans le cas de H1, des *buffers* de taille similaire aux *buffers* des quartiers de gare sont réalisés aléatoirement sur toute la zone d'étude, avec pour critère de ne contenir aucune gare. Les *buffers* ayant moins de 10 % de couverture du sol artificialisée (somme des catégories Habitat, Équipement, Activité, Bâti) sont ensuite exclus du résultat obtenu, car même les zones autour des gares de la ligne N les plus rurales présentent au minimum 11,83 % d'espaces artificialisés. Pour permettre des comparaisons dans un contexte urbain spécifique, une catégorie d'urbanité est attribuée à chaque voisinage de contrôle. Pour ce faire, un partitionnement a été réalisé en utilisant l'algorithme des k-plus proches voisins (k-nN) via la fonction `KNeighborsClassifier` du *package* Python `sklearn.neighbors` (Pedregosa et al. 2011). Cette fonction permet de classer des individus en se basant sur une table d'entraînement partitionnée. Celle-ci correspond ici aux ratios de couverture du sol pour les quartiers de gare, résumés en 4 classes : « espaces artificialisés », « espaces bâtis », « espaces naturels », et « cultures ». La catégorie regroupant les contextes ultra-urbains ne contenant que la gare de Paris Montparnasse, le quartier de gare de Montparnasse est donc exclu de la table d'entraînement. Les quartiers de gare sont classés comme « ultra-urbains » si le ratio d'« espace bâti » est supérieur au ratio d'« espaces artificialisés », et si ce dernier devance les deux autres classes (Figure 6.21). Un total de 1 050 zones d'échantillonnages ont été collectées aléatoirement : 600 zones de 400 m de rayon, 300 de 750 m et 150 de 2000 m. Les taches intersectant chacune de ces zones, ainsi que les taches intersectant les voisinages du quartier de gare sont ainsi relevées. Je nommerai ultérieurement de ces taches « taches H1 ».

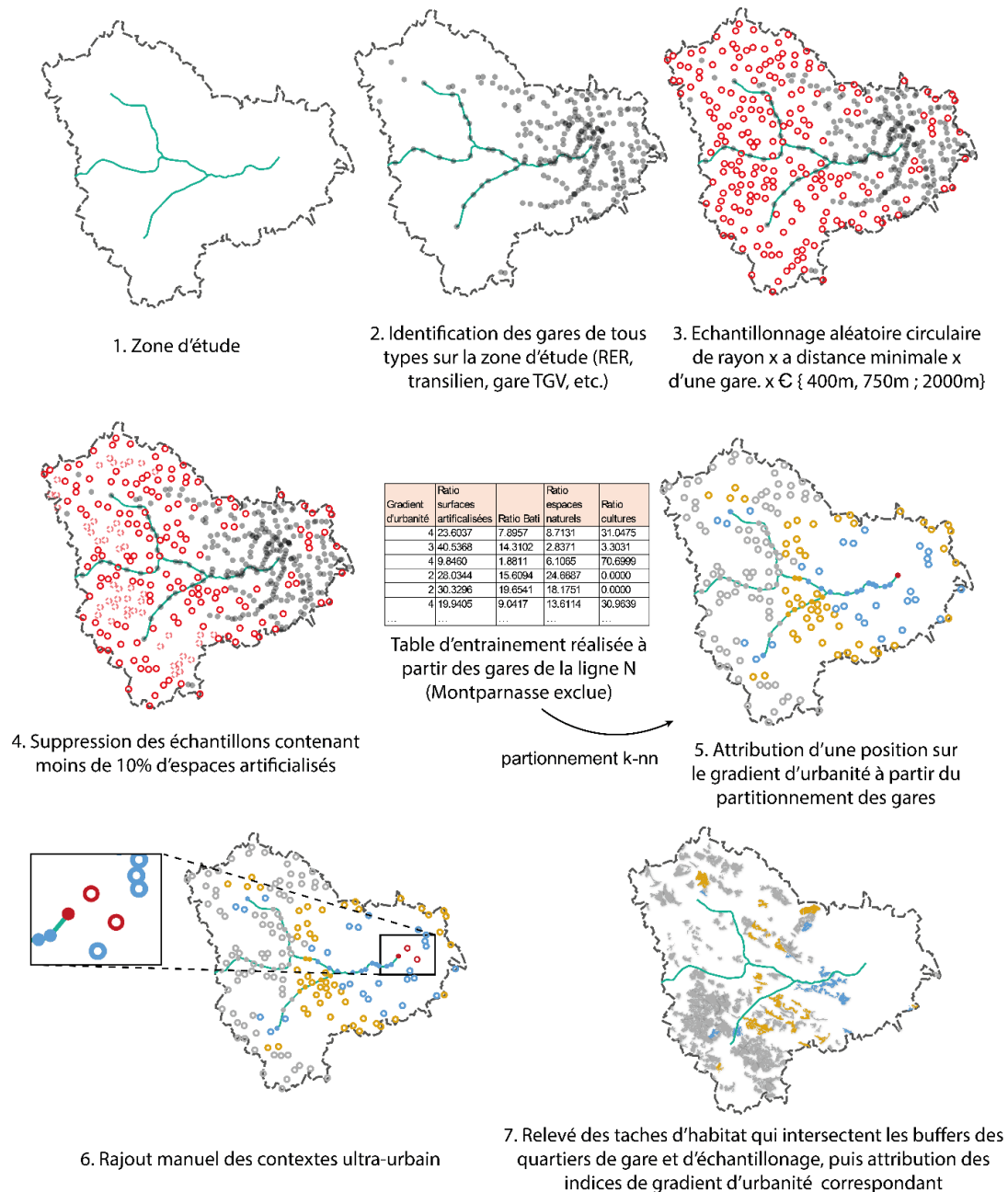


FIGURE 6.21 – Méthode d'échantillonnage pour la réponse à H1

Il est nécessaire de rappeler ici que le premier partitionnement qui a permis d'attribuer un index d'urbanité aux gares a été conçu à partir de métriques qui leur sont spécifiques. Par exemple, les paramètres morphologiques de la gare ont une contribution importante pour le premier axe de la AFDM qui a servi de support à ce partitionnement. Il ne va pas de soi que la première classification puisse de fait servir de référence à la seconde, car les *buffers* H1 ne contiennent justement pas de gare. L'extrait des contributions des différentes variables utilisées dans la première indexation est présenté en Figure 6.22. Les contributions des facteurs liés à l'occupation du sol sont importantes pour les trois premiers axes. Or, le partitionnement de la première indexation s'est basé sur ceux-ci. Il semble donc qu'une table d'entraînement qui recense l'occupation du sol des quartiers de gare arrive suffisamment à rendre compte d'un gradient d'urbanité basé sur l'occupation du sol. Le nouveau partitionnement par k-nN est donc justifié.

	Contributions (Variables actives) :				
	F1	F2	F3	F4	F5
Espace Ouvert (Voisinage 100m)	0,076	0,030	0,013	0,007	0,011
Espace Ouvert (Voisinage 800m)	0,192	0,066	0,026	0,009	0,018
Espace Ouvert (Voisinage 2000m)	0,154	0,031	0,007	0,060	0,000
Surface herbacée ou arbustive (Voisinage 100m)	0,092	0,044	0,009	0,013	0,002
Surface herbacée ou arbustive (Voisinage 800m)	0,000	0,105	0,031	0,046	0,045
Surface herbacée ou arbustive (Voisinage 2000m)	0,320	0,136	0,045	0,004	0,038
Équipement (Voisinage 100m)	0,064	0,001	0,489	0,034	0,001
Équipement (Voisinage 800m)	0,517	0,008	0,156	0,005	0,037
Équipement (Voisinage 2000m)	0,664	0,018	0,057	0,017	0,042
Surfaces cultivées (Voisinage 100m)	0,087	0,056	0,006	0,000	0,006
Surfaces cultivées (Voisinage 800m)	0,386	0,193	0,016	0,001	0,043
Surfaces cultivées (Voisinage 2000m)	0,542	0,205	0,007	0,000	0,039
Habitat (Voisinage 100m)	0,005	0,277	0,390	0,025	0,003
Habitat (Voisinage 800m)	0,230	0,253	0,253	0,000	0,012
Habitat (Voisinage 2000m)	0,653	0,117	0,050	0,002	0,000
Prairie (Voisinage 100m)	0,088	0,046	0,030	0,000	0,003
Prairie (Voisinage 800m)	0,206	0,086	0,051	0,003	0,012
Prairie (Voisinage 2000m)	0,454	0,173	0,048	0,001	0,000
Activité (Voisinage 100m)	0,026	0,082	0,409	0,044	0,098
Activité (Voisinage 800m)	0,011	0,001	0,627	0,004	0,095
Activité (Voisinage 2000m)	0,150	0,126	0,416	0,035	0,047

FIGURE 6.22 – Extrait des contributions des métriques employées pour indexer les gares, réemployées ultérieurement dans la table d'entraînement du k-nN pour indexer les échantillons et les taches de contrôle (le vert foncé indique des valeurs plus élevées)

Les zones tampons de contrôle pour H2 délimitent les habitats qui jouxtent la ligne N (Figure 6.23). La distance à la ligne considérée est égale au rayon pris pour les voisinages (Figure 6.23 : Etape 3). Les habitats présents dans les quartiers de gare (ligne N et autre ligne) sont exclus de l'échantillon H2 (Etape 4). Pour attribuer aux zones tampons obtenues un indice de gradient d'urbanité, les polygones de Voronoï autour des gares de la ligne ont été utilisés (Etapas 5). Les taches obtiennent ainsi l'indice d'urbanité de la gare de la ligne N la plus proche (Etape 6). Cette attribution repose sur l'hypothèse que le gradient urbain évolue de manière linéaire entre deux portions de ligne, ce qui est plausible au niveau des 4 transitions entre catégories urbaines considérées (changement de couleur des polygones de Voronoï). Je nommerai ultérieurement ces taches comme « tache H2 ». Plusieurs propriétés sont ensuite relevées à l'échelle des échantillons de contrôle et des taches.

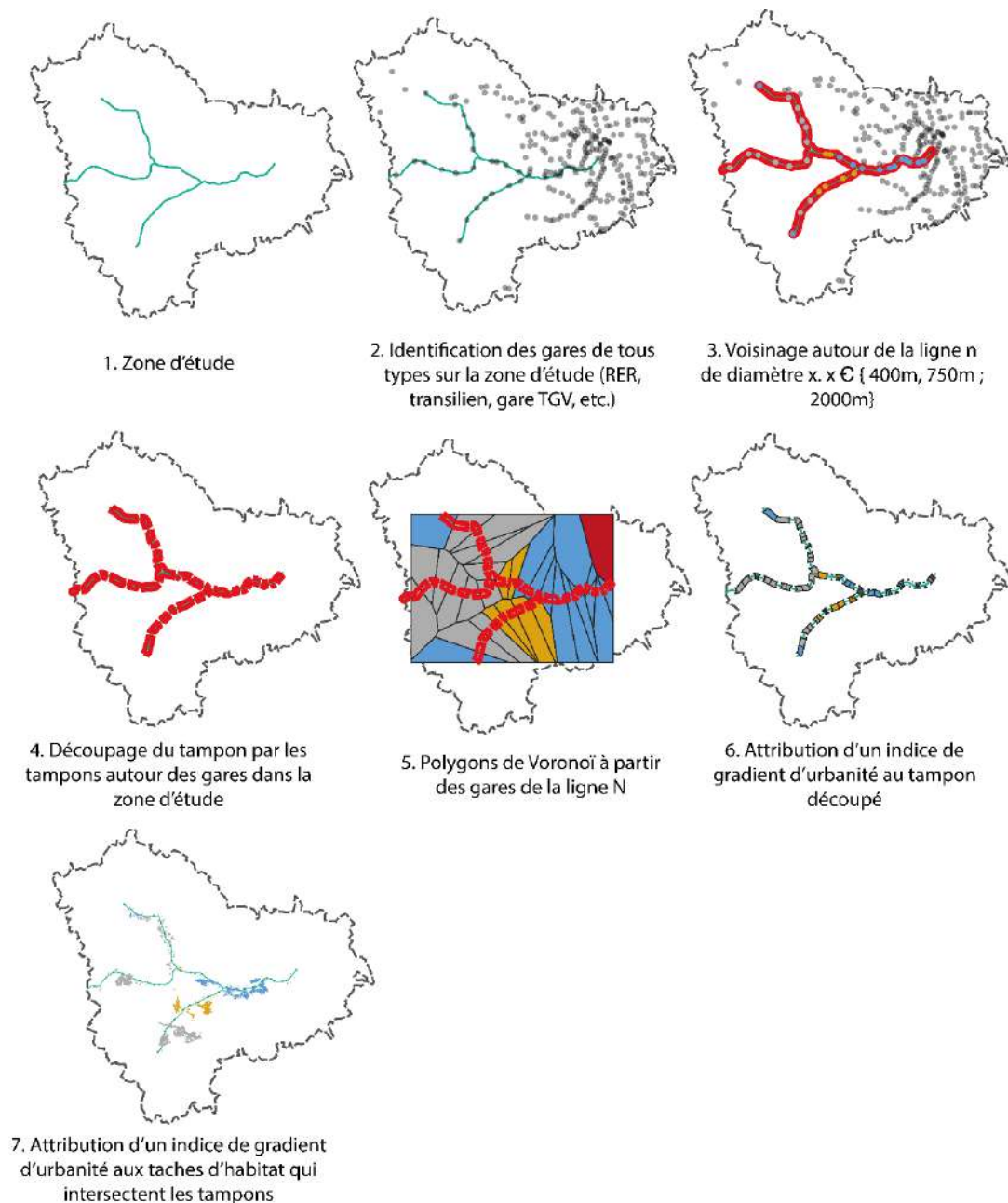


FIGURE 6.23 – Méthode d'échantillonnage pour la réponse à H2

6.3.4 Caractérisation des taches d'habitat et évaluation des différences de contribution à la connectivité du réseau écologique

Les valeurs utilisées pour comparer les taches entre quartiers de gare et zones d'échantillonnage sont les décompositions de la métrique dPC : dPC_Intra, dPC_Flux et dPC_Con (Saura et Rubio 2010). Pour rappel, dPC_Intra mesure la perte de connectivité du fait de la perte de la surface d'habitat. La métrique dPC_Flux rend compte de la perte de connectivité du fait de la perte d'interactions, c'est-à-dire de liens entre le *patch* focal et les *patches* avec lesquels il était interconnecté. Enfin, dPC_Con traduit la perte de connectivité liée à la disparition de chemins uniques au sein du réseau qui étaient auparavant assurés par le *patch*. Cette caractérisation suit la méthodologie mise en œuvre dans Serret et al. (2014), qui évalue l'importance pour le réseau écologique des espaces végétalisés présents dans les sites d'entreprises.

La distribution des valeurs pour aucune des trois sous-composantes ne suit pas une loi normale (Figure 6.24). Les tests ultérieurs devront donc être adaptés pour prendre en compte cette propriété des données.

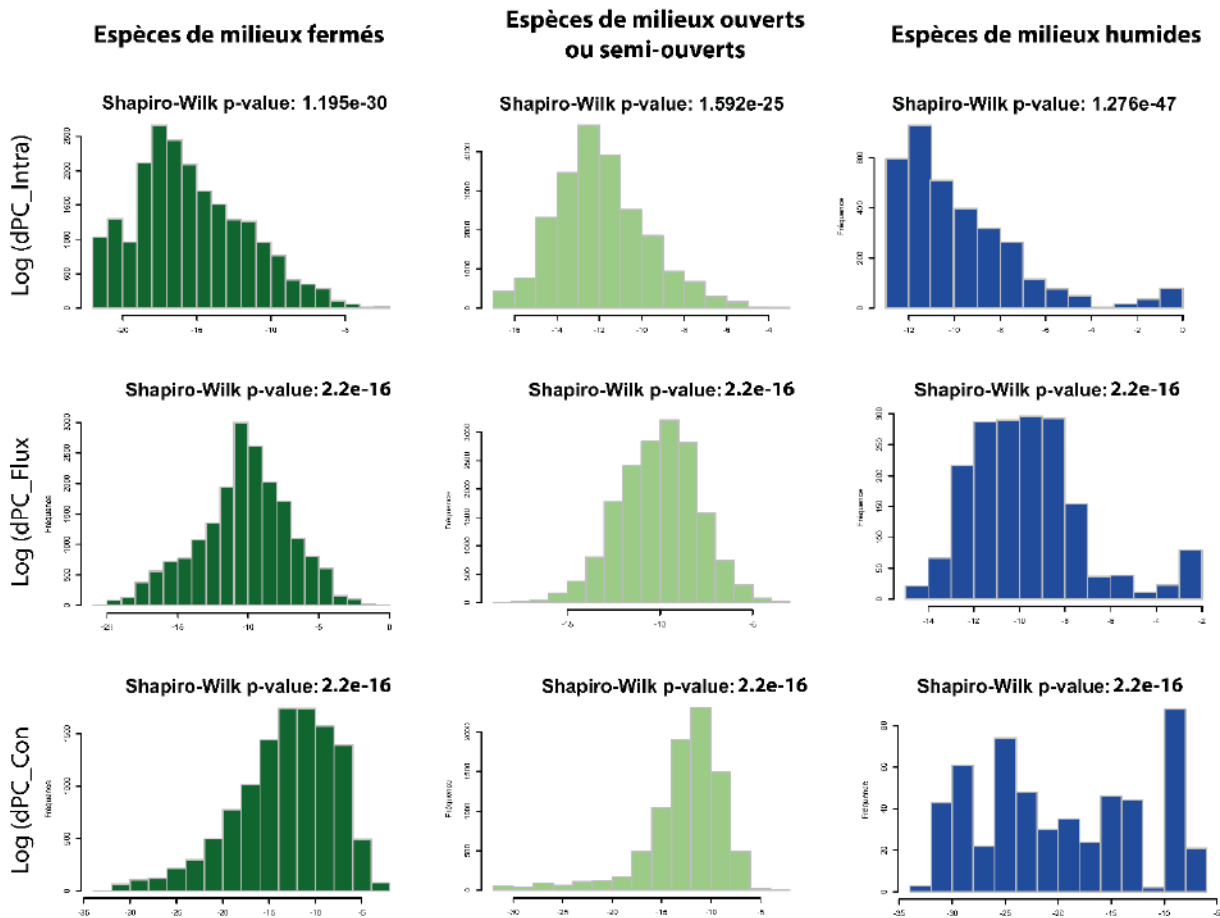


FIGURE 6.24 – Distribution des composantes de dPC en log et p-value du test de Shapiro. Une p-value inférieure à 0.05 conduit à rejeter l'hypothèse de distribution normale des données

À partir de ces trois valeurs relevées pour chaque tache, j'ai procédé à la réalisation d'un test de Mann-Whitney-Wilcoxon sous R 4.3.2 avec la fonction `wilcox_test` du *package* `rstatix`. Ce test permet d'évaluer la significativité des différences de distribution entre deux échantillons aléatoires indépendants, ici les groupes de taches du quartier de gare et des échantillons de contrôle. Le test est basé sur une différence de tendance centrale, et a pour hypothèse nulle qu'il n'existe pas de différences entre les deux groupes. Il est nécessaire d'avoir au minimum 2 échantillons dans chaque groupe pour réaliser le test, et les résultats augmentent en robustesse statistique avec le nombre d'échantillons (Conover 1999). Du fait d'un nombre d'habitats insuffisant pour les *buffers* de 400 et 750 m de rayon, le test a uniquement été mobilisé sur les taches au sein des *buffers* de 2000 m.

Pour avoir une idée plus précise des différences relatives entre les groupes que la simple information sur la différence de tendance, la comparaison des moyennes est possible pour des données distribuées sur une échelle d'intervalle et des médianes pour des données ordinales (Feltovich 2003). La moyenne semble donc la mesure de tendance centrale appropriée. Néanmoins, certaines composantes de dPC sont marquées par des valeurs extrêmes. La métrique `dPC_Intra` est par exemple directement dépendante de la surface de la tache d'habitat, et il existe un certain nombre de *patches* notamment forestiers très étendus qui ont un impact particulièrement important sur la distribution des valeurs. Dans ce cadre, les moyennes et les médianes seront étudiées pour essayer de déceler plus finement la tendance.

6.3.5 Méthodologie des comparaisons

Deux types de comparaisons ont été effectués. La première vise à évaluer la déclinaison du gradient d'urbanité pour les différentes taches d'habitat dans des contextes spécifiques (à l'extérieur du quartier de gare échantillon de contrôle H1, le long de la ligne échantillon de contrôle H2, puis les taches des quartiers de gare). La seconde se concentre sur l'identification des différences entre ces espaces pour un gradient d'urbanité donné. Par ailleurs, j'ai proposé d'analyser les résultats sous l'hypothèse d'une connectivité décroissante avec l'intensité urbaine. La raréfaction des espaces naturels avec l'augmentation du taux d'urbanisation devrait entraîner une participation moindre des taches d'habitat dans ces contextes, ce qui se traduirait par des valeurs de dPC_Intra, dPC_Flux et dPC_Con croissantes vers les contextes ruraux.

Cependant, des différences de distribution significatives inattendues peuvent être observées, indiquant soit une augmentation ou une diminution locale des valeurs, soit une variation tendancielle. Pour distinguer ces deux scénarios, il est nécessaire d'évaluer les différences de distribution entre les contextes adjacents. Prenons l'exemple d'une composante dPC_X dont les valeurs sont particulièrement faibles pour le milieu urbain de faible densité. La présence d'une différence de distribution significative entre les contextes adjacents, c'est-à-dire entre les taches du milieu urbain très dense et celles du contexte rural, permet d'identifier le caractère tendanciel de la faible valeur. Si le contexte rural présente des valeurs plus élevées que l'urbain très dense, il s'agit d'une anomalie. Si au contraire il présente des valeurs plus faibles, il s'agit d'une tendance.

Les résultats sur les Figures 6.25, 6.27 et 6.29 présentent la significativité de la différence de tendance entre les distributions ainsi que les diagrammes violons des échantillons. Ces résultats sont regroupés par typologies d'habitats agrégés (forestiers, ouverts et semi-ouverts, humides), permettant de faire des diagnostics comparés selon les milieux de vie des espèces. Pour dPC_Flux et dPC_Con, le pourcentage de valeurs nulles par échantillon est présenté sous forme d'histogrammes en dessous, car l'échelle logarithmique du diagramme en violon ne permet pas d'intégrer ces valeurs dans la représentation. Les p-values présentées sont les p-values ajustées par la méthode de Holm. L'ensemble des résultats numériques des tests significatifs sont disponibles sous forme en Annexe E.

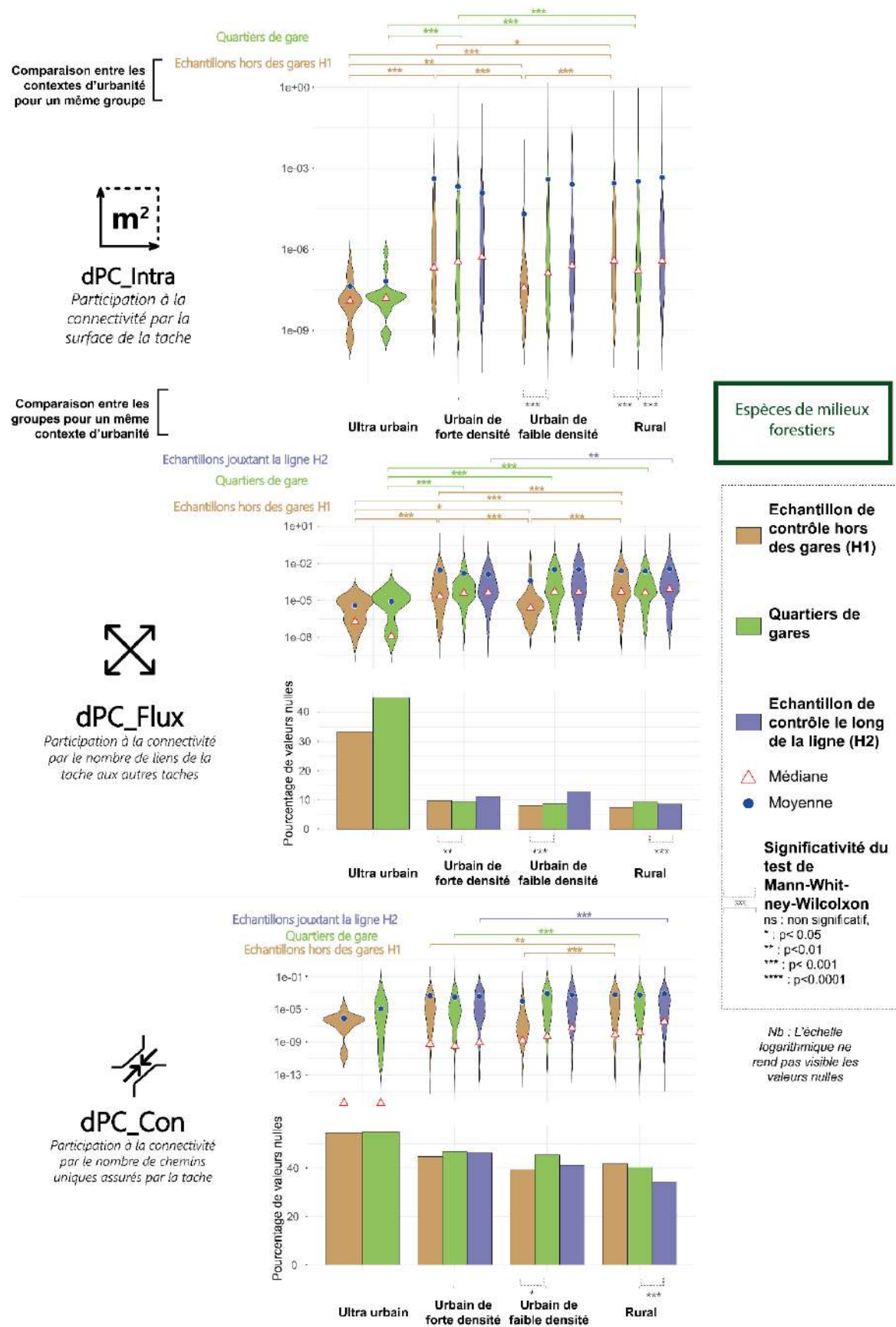


FIGURE 6.25 – Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon pour les espèces de milieux forestiers

Les résultats obtenus concernant les espèces virtuelles des milieux forestiers mettent en évidence des tendances légèrement distinctes, ainsi que la présence « d'anomalies locales », c'est-à-dire des valeurs singulièrement basses ou élevées pour un contexte donné.

Il existe des variations manifestes et significatives identifiables entre les différentes catégories d'urbanité, pour chacun des échantillons. Loin de tout espace ferroviaire (H1) le milieu ultra urbain ne participe quasiment pas à la connectivité contrairement aux taches situées dans un contexte un peu moins dense. Cette conclusion peut aussi être tirée au sein des quartiers de gare. Dans la ville même de Paris, les habitats forestiers sont effectivement très rares, de petite taille et isolés par un tissu urbain extrêmement dense. L'évolution n'est néanmoins pas linéaire pour les taches dans le tissu classique. Les taches du contexte urbain peu dense participent en effet beaucoup moins à la connectivité (dPC_Flux et dPC_Con) que leurs homologues des contextes plus denses et ruraux (comparaison des médianes inter-groupe plutôt que des moyennes afin d'éviter l'influence des nombreuses valeurs extrêmes en termes de superficie des taches). En outre, ces derniers sont significativement différents entre eux, en faveur des taches rurales. Une telle observation contre-intuitive est caractéristique d'une anomalie locale négative pour le contexte peu dense. Le milieu peu dense, dans le tissu urbain classique, serait ainsi marqué par une absence ou une fragmentation particulièrement élevée de ses forêts.

En ce qui concerne les taches d'habitat situées le long de la ligne ferroviaire, seules les différences de dPC_Flux et dPC_Con entre le contexte urbain dense et le contexte rural sont significatives. Cela suggère une transition plus graduelle de la performance écologique des taches, où l'environnement urbain dans son ensemble agit comme un facteur limitant la connectivité le long de la ligne.

Les quartiers de gare sont marqués par une différence particulière entre espaces urbains peu denses et espaces ruraux. Les habitats ruraux ont une surface généralement réduite, mais assurent plus de chemins uniques. Les gares rurales sont souvent situées à la périphérie des bourgs, en contact direct avec les champs. En résulte que les forêts sont des habitats plutôt rares et de faible surface dans les quartiers de gare ruraux, mais qui jouent tout de même un rôle important au sein du réseau de forêts de ces espaces. Ces variations au sein de chaque contexte peuvent ainsi engendrer conjointement des différences au sein d'un même contexte d'urbanité. Leur évaluation permet de discerner des opportunités stratégiques pour remédier aux faiblesses locales ou capitaliser sur la persistance d'un réseau encore présent localement dans certains contextes appauvris.

Dans le contexte ultra-urbain, aucune différence significative n'est relevée entre les quartiers de gare et les deux zones de contrôle, probablement en raison du très faible nombre de taches présentes dans ces zones. Les taches des quartiers de gare d'urbain dense sont connectées à un nombre plus important d'habitats, suggérant une intégration plus efficace de ces quartiers dans les trames forestières. En milieu peu dense, la dégradation rapide de la participation des forêts au réseau écologique hors des gares, tandis qu'elle diminue bien moins drastiquement au sein des quartiers de gare, transforme ces derniers en espaces stratégiques. Les forêts des quartiers de gare peu dense doivent donc être préservées. En milieu rural, les habitats autour des gares sont plus petits, mais pas moins importants que dans le reste des villes rurales. En revanche, c'est le long de la ligne que les habitats seront les plus performants écologiquement.

La création de trames forestières en milieu rural reliant les taches éloignées des infrastructures (H1) aux taches le long de la ligne (H2) pourrait, dans les contextes périurbains dense, rejoindre les habitats écologiques présents dans les quartiers de gare (Figure 6.26). A l'échelle de la ligne, il n'est pas forcément prioritaire de reconnecter les habitats des quartiers de gare ruraux qui sont moins intégrés que leurs homologues du tissu urbain classique ou le long du linéaire ferroviaire. Il serait par contre essentiel d'intégrer dans cette trame les habitats des quartiers de gare dans les contextes périurbains peu dense,

car le reste du tissu urbain hors quartier de gare semble marqué par un déficit en habitats et une pauvreté de connexion de ces derniers. Il conviendrait ensuite, lors de la transition vers le contexte urbain à forte densité, de relier les taches du quartier de gare aux habitats en dehors, qui sont cette fois plus performants. Enfin, en s'approchant du cœur de la métropole et en atteignant le contexte ultra-urbain, il reste encore beaucoup à faire ; il est donc essentiel de saisir les opportunités pour reconnecter ces espaces qui souffrent d'un manque d'habitats fonctionnels pour le réseau.

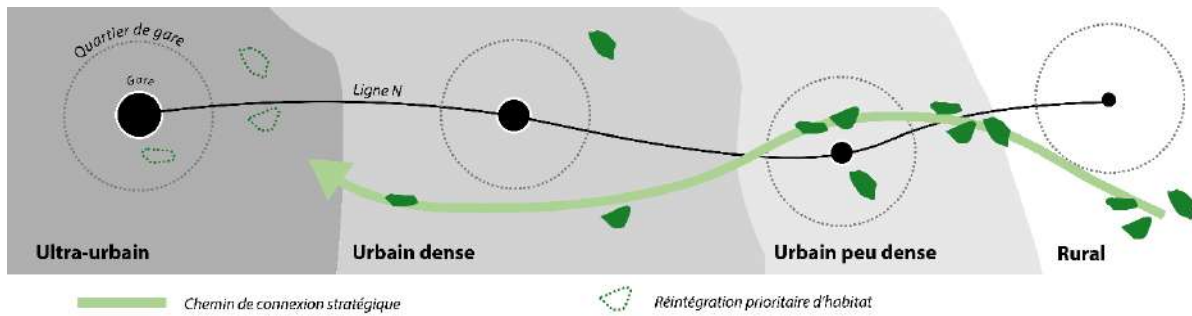


FIGURE 6.26 – Proposition de stratégie pour la trame forestière

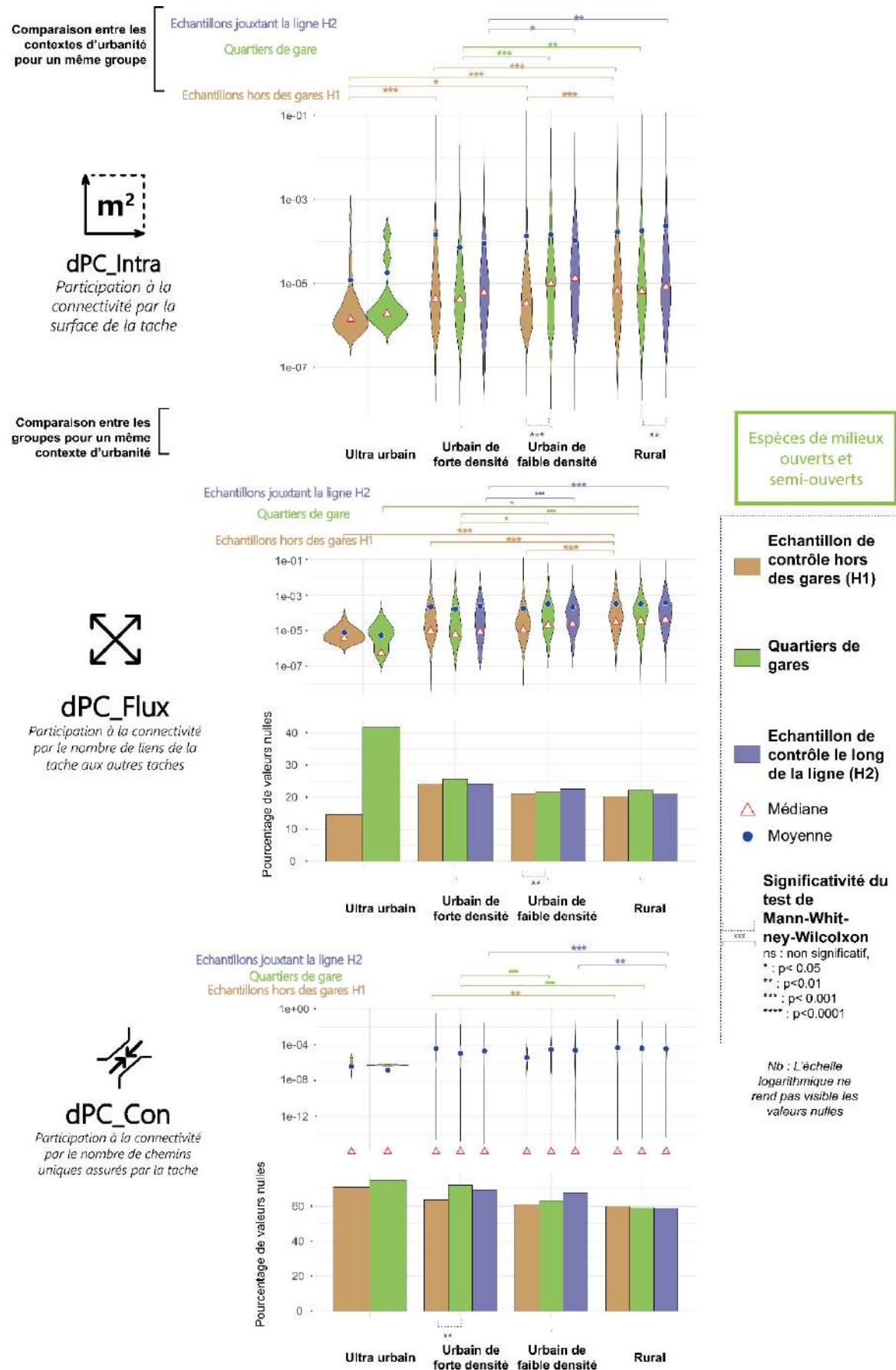


FIGURE 6.27 – Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon pour les espèces de milieux ouverts et semi-ouverts

Les conclusions ne diffèrent pas grandement pour les espèces de milieux semi-ouverts.

Le tissu classique est marqué par une décroissance générale (attendue) de la performance des taches avec l'augmentation de l'intensité urbaine, surtout entre les contextes les plus extrêmes. Le quartier de gare suit la même logique, à l'exception des habitats des contextes peu denses qui sont particulièrement étendus. Le long de la ligne, il est possible d'observer des taches particulièrement étendues et particulièrement connectées en zones urbaines denses, même si elles n'assurent pas forcément plus de chemins uniques.

Autour des infrastructures ferroviaires (linéaire et gare), le réseau rural est ainsi caractérisé par sa réticularité et l'organisation des taches comme des maillons d'une chaîne. Celles-ci jouent donc toutes plus ou moins un rôle stratégique. En milieu urbain de faible densité, où les habitats sont encore présents, généralement de taille supérieure à ceux du milieu rural, le réseau évolue et se présente plutôt sous forme de grappes.

L'analyse comparative par contexte révèle que, dans l'urbain peu dense, les taches situées dans les quartiers de gare sont stratégiquement plus intéressantes que celles en dehors de ces quartiers. Dans le milieu rural, les taches H2 sont simplement plus étendues, tandis que, dans l'urbain de forte densité, les taches H1 assurent un plus grand nombre de chemins uniques.

En conséquence, il est possible de proposer un schéma d'aménagement basé sur la reconnexion en milieu rural des taches éloignées des infrastructures ferroviaires avec celles qui jouxtent la ligne, tout en évitant une nouvelle fois les quartiers de gare (Figure 6.28). Ces espaces seraient néanmoins au cœur des trames de milieux ouverts en contextes d'urbain peu dense. Dans les contextes urbains denses et ultra-urbains, il ne semble pas y avoir de priorité stratégique clairement établie du point de vue de la connectivité. L'ensemble du réseau écologique reste à reconstruire, et il convient de nouveau de tirer parti de chaque opportunité disponible.

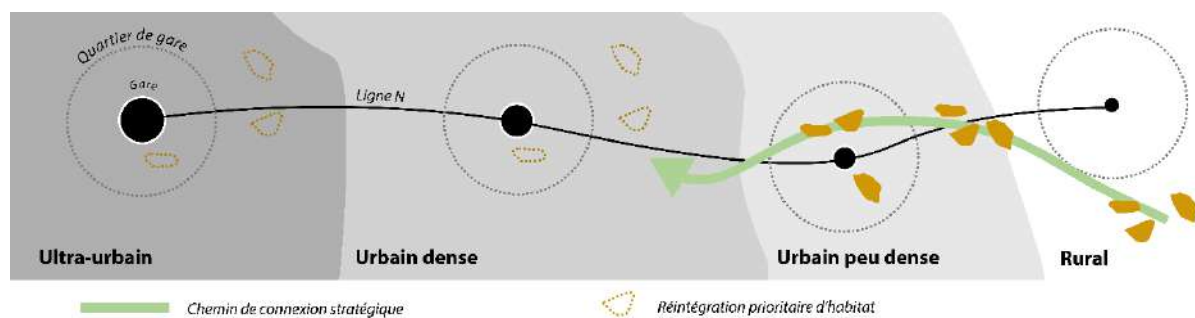


FIGURE 6.28 – Proposition de stratégie pour les milieux ouverts

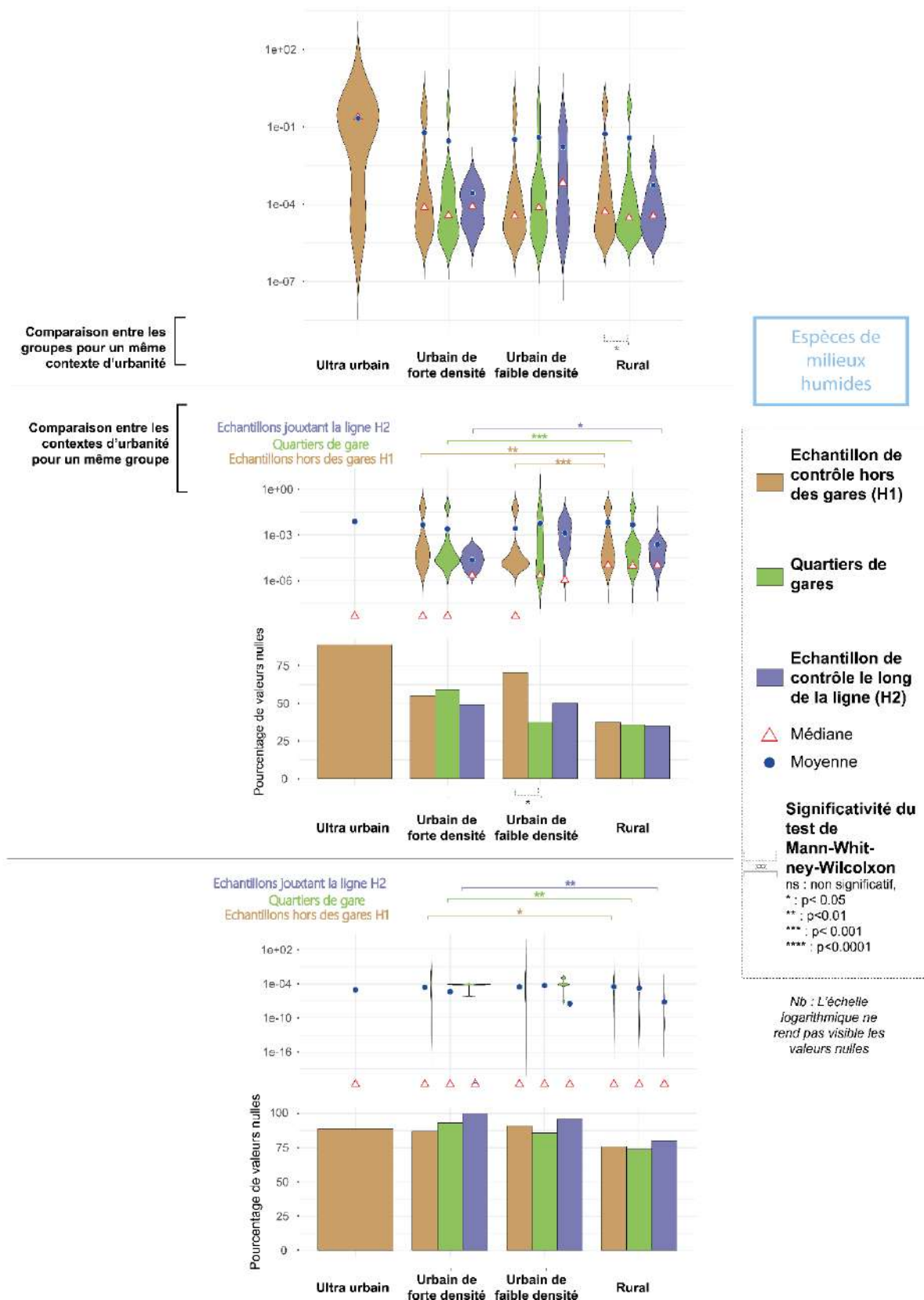


FIGURE 6.29 – Résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon pour les espèces de milieux humides

Enfin, pour les milieux humides, les différences significatives sont peu nombreuses en raison du faible nombre d'habitats disponibles. Le tissu urbain classique se distingue par des taches particulièrement étendues, liées à la Seine et à ses affluents. Celle-ci, comme cours d'eau, est en effet considérée comme habitat pour certaines espèces, telles que la tortue de Floride. Sa grande taille et sa continuité lui confèrent des propriétés uniques vis-à-vis des métriques évaluées.

L'urbain de manière générale semble pauvre en zones humides et espaces en eau connectés, proche du ferroviaire ou non. Les performances évoluent positivement lors de la diminution de la densité, sauf pour le tissu urbain classique, qui reste marquée par des habitats écologiques très peu connectés en urbain peu dense.

Afin de renforcer la fonctionnalité du réseau écologique, il est essentiel de concentrer les efforts sur l'articulation entre les zones urbaines à faible et à forte densité, en particulier autour des infrastructures de transport ferroviaire. La diminution progressive de la performance des taches avec l'intensité urbaine suggère deux stratégies potentielles. La première consiste à établir des trames globales, créant un réseau diffus qui, bien que prometteur, reste largement à construire. La seconde privilégie une approche fondée sur l'organisation de *patches* en chaînes, où les taches, bien que ni particulièrement étendues ni fortement connectées, assurent un chemin unique jusqu'au cœur urbain. Cependant, cette approche rendrait le réseau écologique beaucoup moins résilient, en le rendant dépendant de chaque maillon de la chaîne. Ces chaînes devraient exploiter, une fois encore, la performance supérieure (de manières relative et absolue) des quartiers de gare et des taches jouxtant la ligne d'habitat dans les contextes à faible densité.

6.3.6 Conclusions générales des résultats du test de Mann-Whitney-Wilcoxon

Plusieurs conclusions transversales peuvent être tirées des analyses par milieux proposées. Tout d'abord, il convient de souligner que l'importance des taches pour le réseau écologique, indépendamment du contexte ou de la composante considérée, est significativement réduite dans les contextes ultra-urbains. Une limitation majeure de l'utilisation du test de Mann-Whitney-Wilcoxon réside dans son incapacité à évaluer la différence de distribution lorsque le nombre de taches est insuffisant, ce qui empêche l'évaluation de l'importance dans ces contextes.

Par ailleurs, ces analyses peuvent être mobilisées pour esquisser les bases d'un schéma d'orientation stratégique. Il s'agit ici de croiser l'étude des variations absolue et relative entre échantillons. Les comparaisons absolues permettent d'identifier les zones les plus performantes selon le type de milieux comparés (quartiers de gare, H1 ou H2), et elles doivent ensuite être interprétées à la lumière d'une comparaison relative des taux de croissance ou de décroissance pour chaque contexte urbain. Cette comparaison croisée permet l'identification des effets combinatoires entre intensification de l'urbanité et présence d'infrastructure ferroviaire ; elle permet de plus de dresser des scénarios d'aménagement favorisant la résilience ou la durabilité du réseau écologique.

Cette méthode a permis de souligner que les quartiers de gare ne sont pas des zones sans enjeux pour la biodiversité en comparaison avec d'autres espaces. Dans la majorité des cas, les valeurs des métriques ne diffèrent pas de manière significative. Bien que dans les contextes ruraux, la taille des taches soit en moyenne plus importante en dehors des quartiers de gare, cela ne se traduit que très rarement par un nombre supérieur de liens ou de chemins uniques assurés.

En revanche, une performance plus élevée est observée pour les taches situées dans les quartiers de gare, notamment dans les zones à faible densité. L'intensification de la densité urbaine n'a pas systématiquement

un effet linéaire sur la performance des taches. Les zones d'échantillonnage sans gare (H1) présentent généralement des anomalies négatives en milieu urbain à faible densité, en particulier pour les espèces des milieux forestiers ou humides. Ce phénomène est rarement observé pour les taches des quartiers de gare ou les *patches* le long de la ligne ferroviaire. Y sont constatées au contraire parfois des surfaces d'habitats respectivement plus importantes en termes absolus par rapport aux contextes ruraux. Toutefois, cette augmentation de la surface ne se traduit pas non plus par un nombre supérieur de connexions ou de chemins uniques assurés.

Ainsi, les forêts et les milieux ouverts à proximité des infrastructures ferroviaires doivent être absolument préservés, car il n'existe pas d'équivalents dans le tissu urbain classique. Le développement du réseau écologique par l'intégration de nouvelles taches, à travers des aménagements ou des restaurations écologiques visant à rendre fonctionnels des habitats dégradés, serait particulièrement pertinent dans ce contexte. Il est cependant important de noter que la présence d'anomalies négatives pourrait être exacerbée par la méthode de classification des échantillons utilisée. Dans la mesure où les stratégies identifiées reposent relativement sur le même pattern, il apparaît important de déterminer dans quelle mesure les milieux forestiers et les espaces ouverts sont importants pour la connectivité des autres espèces. Cela permettrait d'affiner les arbitrages en cas de dilemme du fait de foncier limité. Enfin, il apparaît que la surface des taches n'est pas un bon prédicteur du nombre de liens ou de chemins uniques qu'elles assurent, puisque des différences significatives de distribution ne se retrouvent pas systématiquement. Pour identifier les facteurs à l'origine de ces variations, ainsi que l'avantage comparatif des différents milieux pour le réseau global, il est proposé de mettre en place une régression statistique.

6.3.7 Régressions statistiques

L'usage de la régression linéaire va permettre d'évaluer le rôle de différents paramètres urbains et paysagers dans les résultats de connectivité obtenus. L'analyse plus fine permettra ainsi de faire émerger des stratégies qui ne se basent pas uniquement sur des contextes urbains et un gradient d'urbanité et adapter plus finement aux situations de projets. De plus, il est intéressant d'évaluer l'effet de caractéristiques simples, mobilisables par les acteurs opérationnels, sur le nombre de liens qu'une tache peut avoir (dPC_Flux), ainsi que le nombre de chemins uniques qu'elle assure (dPC_Con). Cela permet de déterminer si le réseau obtenu est particulièrement résilient, ou s'il est au contraire extrêmement dépendant de taches placées dans des contextes particuliers.

Une régression statistique est une méthode d'analyse qui permet d'étudier et de modéliser la relation entre une variable dépendante (ou variable expliquée) et une ou plusieurs variables indépendantes (ou variables explicatives) qui lui sont supposées corrélées. Elle est largement utilisée pour faire des prévisions, tester des hypothèses, et comprendre les relations entre les variables dans un ensemble de données.

J'intègre quinze métriques comme variables indépendantes dans la régression statistique (Figure 6.30). Celles-ci correspondent à des propriétés du *patch* ou du paysage mesurées à l'échelle du buffer d'échantillonnage (voisinages des gares, *buffers* de contrôles H1 ou H2). Ces métriques sont pour certaines partiellement redondantes avec les informations implicites contenues dans la carte d'occupation du sol qui sert de donnée d'entrée pour la modélisation. Néanmoins, elles permettent de synthétiser la complexité de la composition et de la configuration locale du paysage. De ce fait, elles peuvent s'avérer utiles pour des acteurs opérationnels, leur permettant de disposer de mesures simples impactant potentiellement la connectivité à l'échelle du réseau. Ces métriques peuvent par ailleurs être remobilisées en tant qu'indicateurs pour guider les stratégies de planification urbaine autour des quartiers de gare.

CHAPITRE 6. L'EMPLOI DES GRAPHEs POUR MODÉLISER LE RÉSEAU ÉCOLOGIQUE

Métrique	Description	Équation	Références
Degré de Fractalité du Patch	Ratio du périmètre du patch sur le périmètre d'un cercle d'aire équivalente. Utilisée pour évaluer la connectivité structurale.	$\frac{\text{Périmètre du patch}}{\text{Périmètre d'un cercle d'aire équivalente}}$	Usage en écologie du paysage pour évaluer la connectivité structurale (Calabrese et Fagan 2004 ; Schumaker 1996), Indice couramment utilisé par les acteurs de l'aménagement (Bierwagen 2005 ; Oliveira 2016).
Distance euclidienne moyenne aux <i>Patches</i> proches divisée par la distance de dispersion de l'espèce	Distance des centroïdes du patch aux centroïdes du <i>patch</i> le plus proche, divisé par la distance de dispersion de l'espèce	$\text{Moyenne de } \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$	Facteur très influent sur la connectivité écologique, mais proxy médiocre en paysage hétérogène (Tournant 2013).
Rayon du <i>buffer</i>	Utilisé comme approximation de la distance d'un patch à la gare ou à la ligne ferroviaire.		Approximation de la distance du patch à la gare (QdG) ou à la ligne ferroviaire (H2)
Degré de Compaction des larges Infrastructures de transport	Rends compte de la concentration en faisceau (parallèles et rapprochées)	$\frac{\text{Distance moy. des pixels à l'infrastructure la plus proche}}{\text{Proportion du buffer couvert par les infrastructures}}$	Routes de plus de 25 mètres d'emprise, autoroutes, emprises ferroviaires et LGV. Peut être impactant (Vandeveldt et al. 2012)
Proportion des Petits Habitats	Proportion de surface couverte par des habitats trop petits pour être intégrés individuellement, mais pouvant jouer un rôle de pas japonais.	$\frac{\text{Surface d'habitat hors patch}}{\text{Surface du buffer}}$	Usage, car impossibilité de modéliser à partir de <i>métapatches</i> (Zetterberg A., Mörtberg U.M., et Balfors B 2010)
Corridors moyens	Valeurs moyennes des pixels de corridors pour une espèce dans un buffer.	$\text{Corridor} = \sum (\text{Gradient} \times \text{Valeur BC})$	Approximation du taux de chemins empruntables par les espèces (Clauzel et al. 2022)
Résistance globale du Paysage (8)	Intègre les résistances de chaque classe d'occupation du sol, calculée par le produit du nombre de pixels, de la résistance associée et de la résolution (25 m²).	$\text{Résistance} = \sum (\text{Nombre de pixels} \times \text{Résistance} \times \text{Résolution})$	Capacité prédictive d'indicateurs simple d'occupation du sol pour la connectivité écologique

FIGURE 6.30 – Métriques proposées comme variables indépendantes dans les modèles de régression

La proportion de surfaces couvertes par des couvertures du sol considérées comme habitat, mais de taille insuffisantes pour être intégrées comme tel dans le modèle, est ajoutée au panel de métriques. Zetterberg A., Mörtberg U.M., et Balfors B (2010) soulignent en effet le rôle que peuvent prendre les petits espaces de nature d'habitat pour la connectivité, en proposant de les intégrer dans des *metapatches* issus de modélisations préalables par les graphes paysagers. Les distances de dispersion employée lors de la modélisation de ce graphe préalable sont les distances de mouvement quotidien, parcourues par les espaces lorsqu'elles vont chercher des ressources nourricières. Ces trop petits habitats peuvent ainsi être groupés à d'autres habitats ou d'autres trop petits habitats connectés pour former une zone unique de taille minimale suffisante qui sera prise en compte dans le graphe paysager. Mon approche par espèce virtuelle exclut ce genre de prémodélisation pour chaque espèce séparément, car c'est justement ce que je cherche à éviter. J'ai donc évalué l'importance de ces zones de points relais potentiels en intégrant cette métrique dans la régression.

Les valeurs moyennes du corridor pour l'espèce au sein du buffer sont intégrées comme variable indépendante. Les corridors ont été calculés avec Graphab, comme l'ensemble des chemins potentiels connectant deux *patches*, dont la distance coût est inférieure à la distance maximale de dispersion de l'espèce convertie en coûts (Clauzel et al. 2022). Pour chacun des corridors, un gradient est calculé transversalement au chemin de moindre coût. Il prend pour valeur 1 au niveau du LCP à l'origine, et décroît selon une loi exponentielle. Chaque pixel du corridor est ensuite multiplié par le gradient et par la valeur de la métrique BC calculée sur les liens (Bodin et Saura 2010 ; Foltête et al. 2012). Ces métriques permettent d'évaluer le taux de chemins empruntables par les espèces, car de coût inférieur à leur distance de dispersion convertie en coût. La métrique rend compte moins précisément de cet effet lorsque la taille du buffer augmente (parce que le nombre de chemins total augmente), et ne doit pas être confondue avec des mesures de flux d'individus qui peuvent être évaluées par d'autres approches (McRae et al. 2008).

Huit mesures relatives à la résistance globale du paysage au sein de l'échantillon sont intégrées comme variables indépendantes. Ces métriques permettent d'évaluer la capacité prédictive d'une simple évaluation structurelle du paysage préalable à la modélisation par la théorie des graphes. Les classes d'occupation du sol retenues après vérification de la colinéarité, c'est-à-dire de la redondance de l'information apportée par la variable, ont été agrégées en huit métriques : Forêts, espaces artificialisées, surfaces en eau, routes de type 1 (plus de 25 m d'emprise), infrastructures linéaires légères (routes de type 2 et emprise ferroviaire), grandes infrastructures linéaires, haies, autres espaces ouverts. La classe forêt rend par exemple compte de l'ensemble des pixels recouverts par de la forêt de feuillus, de la forêt mixte, de la forêt sans couvert arborée et des landes, cette dernière possédant généralement une valeur de résistance proche de celle des forêts ($r = 0,991$). Les 3 métriques liées à la résistance des différents types d'habitats (forêts, plans d'eau ou espaces ouverts) sont intégrées comme facteurs d'interactions avec la nature de l'habitat de l'espèce. Cela permet d'évaluer *in fine* l'avantage comparatif des milieux pour voir si ce sont les forêts ou les espaces ouverts qui profitent majoritairement aux différents types d'espèces.

Les *buffers* d'échantillonnage H2 ne sont pas circulaires. Pour permettre une comparaison des effets, l'ensemble des métriques calculées à l'échelle des *buffers* sont donc normalisées par l'aire de ceux-ci, exprimée en mètres carrés.

Pour chaque contexte, l'effet des quinze facteurs locaux sur dPC_Flux et dPC_Con a été évalué. Au vu de leurs distributions, un *hurdle model* est utilisé (Cragg 1971) : une première régression permet d'identifier les facteurs qui augmentent la probabilité d'un effet barrière total (aucun lien, dPC_Flux=0). Une seconde régression permet d'évaluer plus précisément l'effet lorsqu'il y a au minimum un lien ou un chemin unique assuré (Figure 6.31).

La métrique dPC_intra n'est pas intégrée, car la capacité écologique est uniquement dépendante de la surface de la tache. Je considère que le caractère topologique de ces métriques dispense de vérifier une éventuelle autocorrélation spatiale. L'ordre d'introduction des facteurs dans la régression est déterminé à partir d'un algorithme de Random Forest (Breiman, 2001), dont les résultats sont présentés en Annexe F.

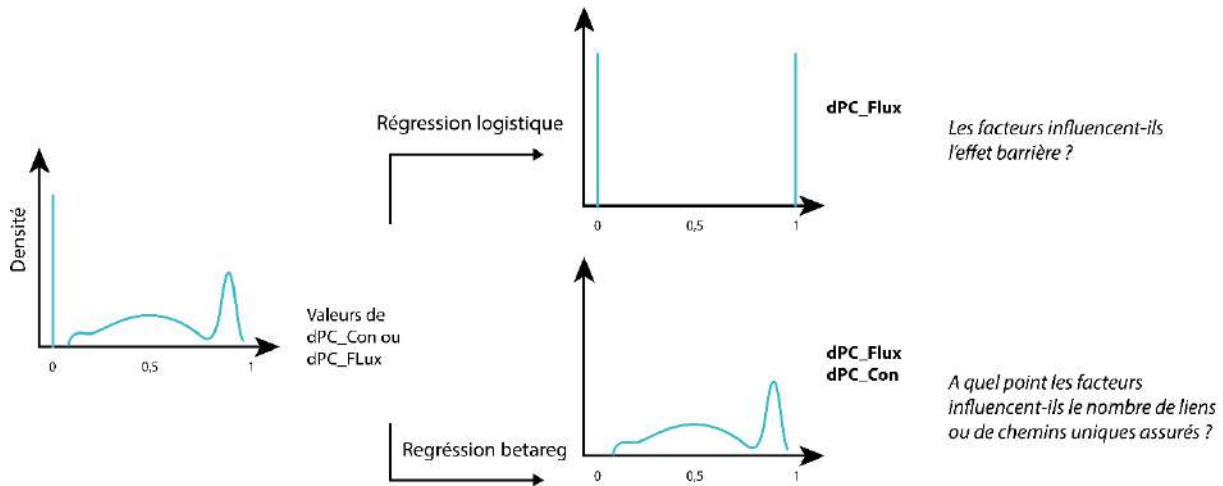


FIGURE 6.31 – *Hurdle* model mis en place

6.3.8 Évaluation de l'impact des facteurs sur l'effet barrière

La régression binomiale est réalisée à partir d'un modèle linéaire généralisé (GLM) avec une fonction logit. Les *splines* sont des fonctions définies par des polynômes utilisées dans les modèles pour garantir que la fonction globale est continue et lisse. En ajustant les relations non linéaires sans avoir à tester manuellement toutes les transformations possibles pour chaque variable localement, elles offrent des potentiels de visualisation et d'interprétation plus simple (Eilers *et al.*, 2015). Ces *splines* sont intégrées lorsqu'elles permettent un meilleur ajustement, déterminé à partir de l'*Akaike information criterion* (AIC). Le nombre de nœuds est fixé pour les variables indépendantes sous splines de manière à éviter la colinéarité. La spécification est réalisée à l'aide de Modèles Additifs Généralisés (GAM) (Wood, 2017). Les résultats sont présentés sur les Figures 6.32, 6.33 et 6.34. Le respect des hypothèses du modèle est présenté en Annexe G.

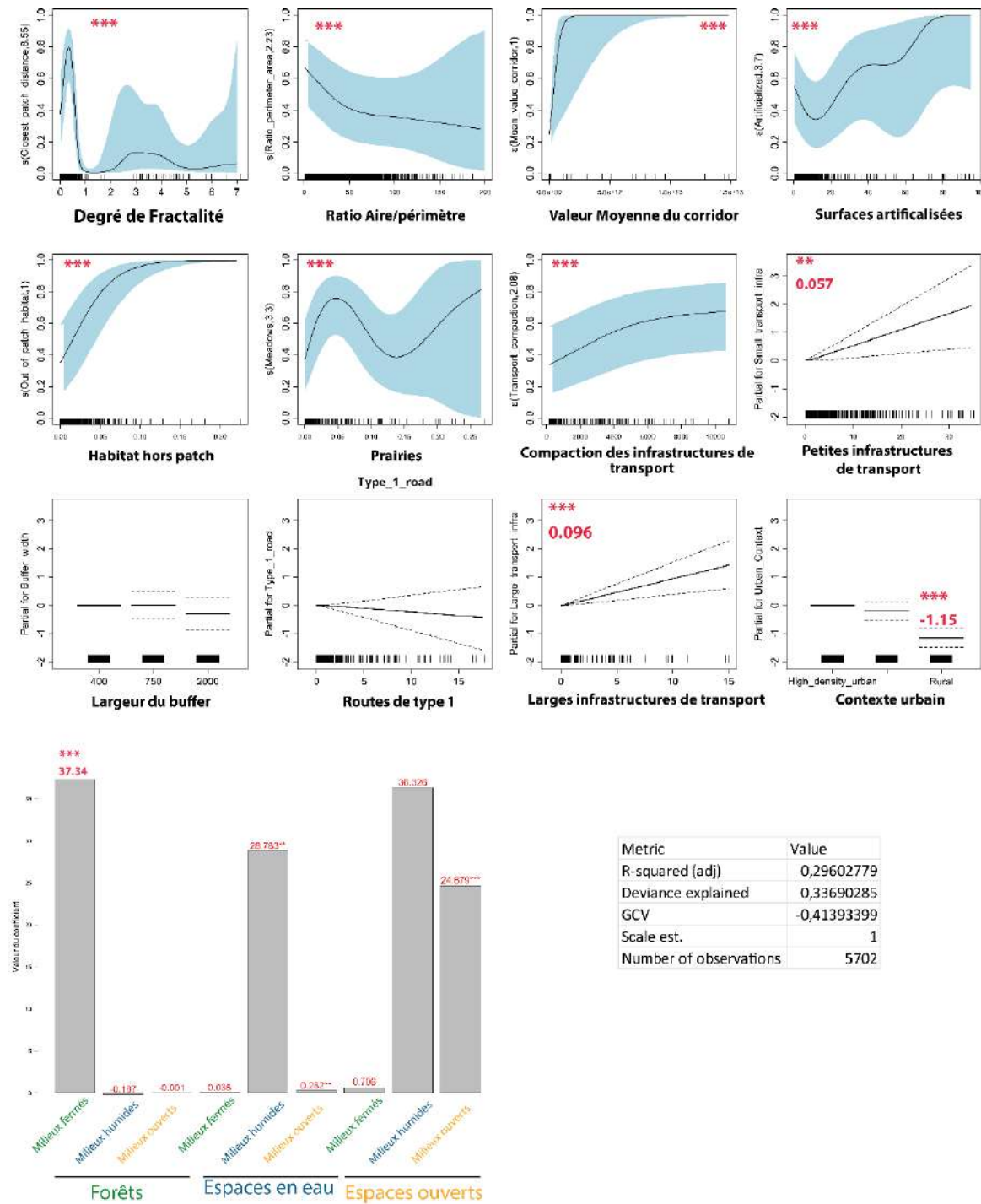


FIGURE 6.32 – Résultat de la régression pour dPC_Flux pour les tâches au sein de la gare

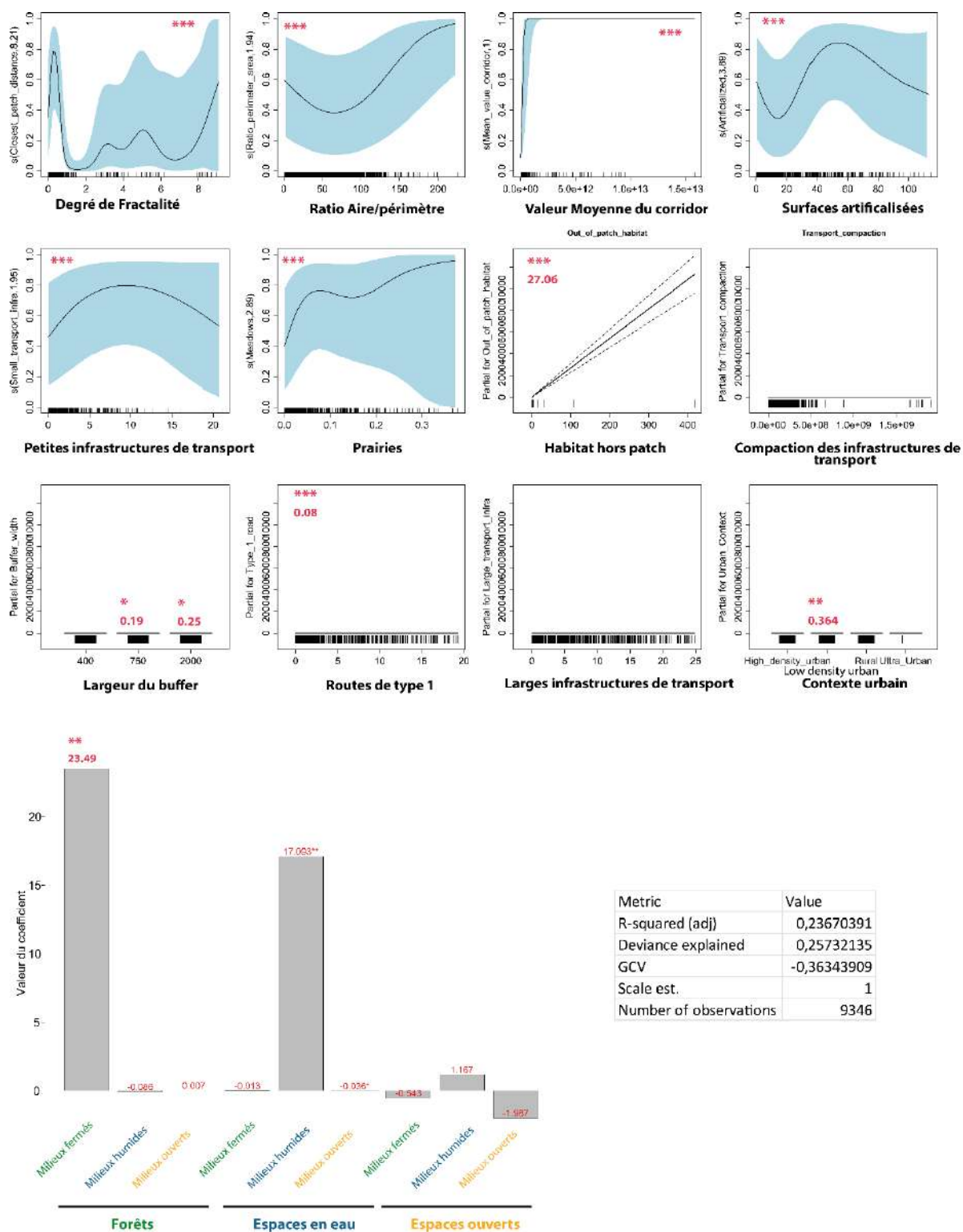


FIGURE 6.33 – Résultat de la régression pour dPC_Flux pour les taches au sein de l'échantillon H1

CHAPITRE 6. L'EMPLOI DES GRAPHES POUR MODÉLISER LE RÉSEAU ÉCOLOGIQUE

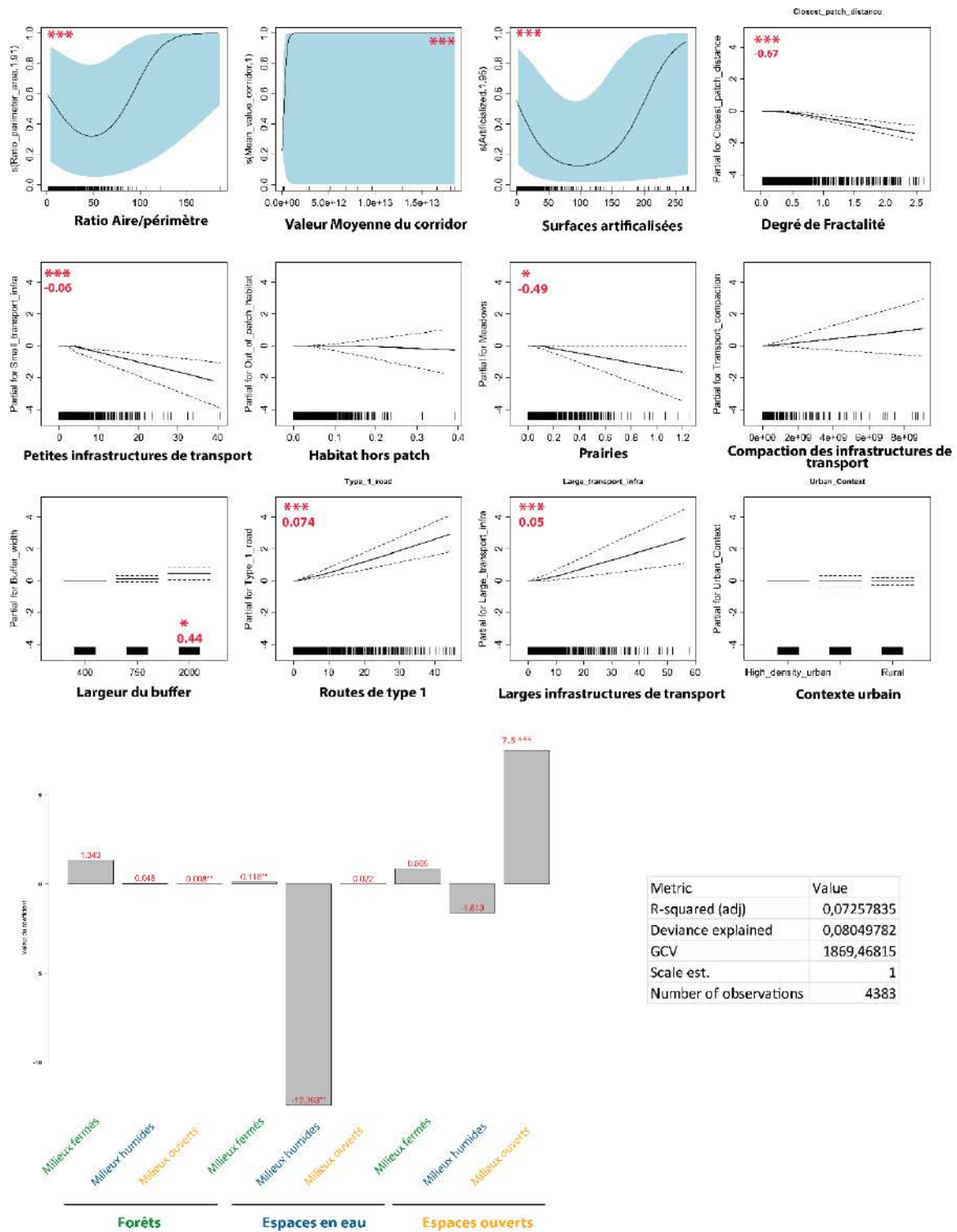


FIGURE 6.34 – Résultat de la régression pour dPC_Flux pour les taches au sein de l'échantillon H2

De nombreux facteurs ont une influence significative sur l'apparition d'un effet barrière. Une distance entre les patches trop élevée est susceptible d'augmenter celui-ci, mais son usage en tant que prédicteur de la connectivité potentielle reste limité. En effet, le coefficient lié à la distance au plus proche voisin présente initialement un pic entre 0 et 1 : tant que la distance entre les patches reste inférieure à la distance de dispersion maximale des espèces, les habitats auront de forte chance d'être connectés. Nuance néanmoins : la présence d'un pic et non d'une courbe décroissante indique que des taches très proches ne sont pas forcément connectées. Cet effet est probablement dû aux infrastructures de transport linéaire. Leur faible emprise relative s'accompagne d'une résistance au mouvement très élevée. Dans les contextes des quartiers de gare marqués par de nombreuses infrastructures de ce type, l'usage de la distance de dispersion fait donc office d'indicateur peu précis. Pour des valeurs supérieures à 1, les autres pics d'intensité moins élevée résultent de la transposition de l'effet précédent pour les espèces dont les valeurs de dispersions moyennes ont été intégrées. L'effet des autres grappes de taches inatteignables depuis la tache focale, mais connectées entre elles impacte aussi comme artefact le modèle.

Dans les gares, l'indicateur de fractalité suggère que les taches très rondes semblent les mieux connectées. Dans les autres contextes, les taches rondes et à haut degré de fractalité, c'est-à-dire très biscornues, sont généralement moins affectées par un effet barrière. Le mitage des espaces naturels par l'urbain confère à ces dernières des formes à fort degré de fractalité. Les espaces qui ont résisté à ce mitage sont sans doute des patches à hautes valeurs patrimoniales, intégrés dans des maillages plus larges comme des forêts domaniales (Figure 6.35)



FIGURE 6.35 – Propriétés des taches ou du contexte local affectant la connectivité écologique

La valeur moyenne des corridors n'apparaît pas particulièrement informative, et est par principe redondant. La présence même de corridors indique l'existence de chemins de moindre coût, signifiant que des connexions existent à l'échelle de l'échantillon, donc que l'effet barrière n'est pas total.

Concernant l'habitat hors patch, une tendance croissante est observée tant dans les gares que dans l'échantillon global, comme attendu : l'ajout de pas japonais permet la réduction de l'effet barrière. Ainsi, même dans les quartiers de gare, de petits espaces peuvent jouer un rôle important et stratégique pour permettre la colonisation, bien que, à terme, il soit nécessaire de créer des habitats de taille suffisante pour permettre la résilience du réseau à cette échelle. L'effet asymptotique observé dans les gares est sans doute une conséquence plutôt qu'une cause de l'effet barrière et de la fragmentation. En effet, la présence de très nombreux petits espaces naturels témoigne sans doute de la fragmentation progressive d'anciens habitats écologiques plus large par l'étalement urbain ou des infrastructures de transport. Dans ces contextes, il ne reste sans doute plus de taches d'habitat assez grand à coloniser pour l'espèce.

La présence d'espaces artificialisés a des effets variés selon le contexte. Un taux faible de couverture témoigne d'un environnement rural. Dans ces ordres de grandeur, une augmentation de l'artificialisation engendre une augmentation de l'effet barrière. C'est particulièrement le cas le long du linéaire, car ce dernier traverse des espaces très ruraux que l'on ne retrouve pas dans le tissu urbain ni dans les quartiers de gare. Dans les environnements urbains denses, l'augmentation de la surface artificialisée ne conduit pas systématiquement à une intensification de l'effet barrière. Il s'avère même possible que cet accroissement soit accompagné d'une réduction de cet effet. La configuration locale des habitats dans ces contextes est un facteur déterminant. Sur la ligne N, de grands patches forestiers pénètrent jusqu'au cœur des quartiers de gare (comme le bois de Saint-Jean) d'une part, et sont connectés aux milieux ruraux d'autre part. Ce phénomène est plus rare en dehors des quartiers de gare, où la corrélation positive s'estompe plus rapidement, mais il s'agit sans doute d'une contingence locale due à ces grands massifs qui s'avèrent généralement être situés davantage à proximité de la ligne N que disséminés dans le reste du territoire. L'organisation de la planification des trames autour de ces espaces est donc cruciale puisqu'ils permettent de maintenir une connectivité locale dans des environnements très denses. En zone rurale, l'évitement de l'artificialisation est, lui, prioritaire.

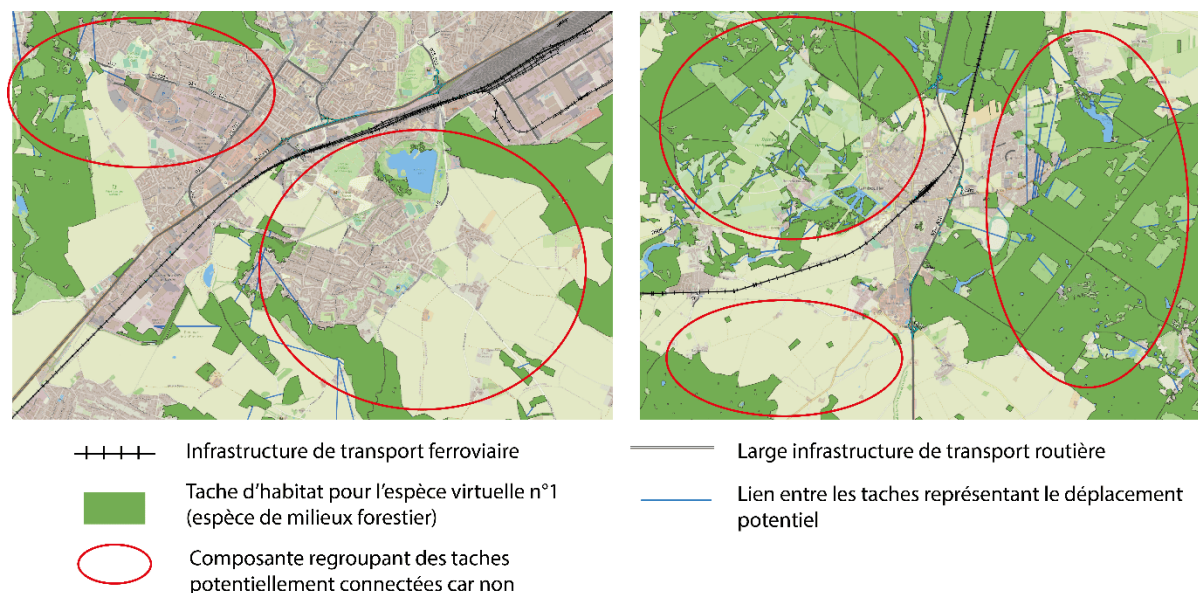
Les prairies ont globalement un effet positif sur la connectivité, notamment en réduisant l'effet barrière dans les tissus urbains et les quartiers de gare. Toutefois, le long des corridors linéaires, l'implantation de prairies semble au contraire accroître l'effet barrière, probablement en raison de la rupture qu'elles créent pour les espèces forestières historiquement présentes dans ces zones. Cet effet est lié à l'avantage comparatif qu'un type d'habitat offre pour les espèces correspondantes, vis-à-vis de l'augmentation de la résistance qu'il entraîne pour les espèces caractéristiques des autres milieux. Dans les quartiers de gare, les situations semblent être caractérisées par la présence de zones d'équilibre liées à la répartition forêts/prairies. Soit la surface couverte par les prairies est d'un ordre de grandeur suffisant pour favoriser largement les espèces des milieux ouverts, soit celle-ci est limitée à des niveaux restreints pour permettre simplement une diversité des milieux dans des espaces dominés par des forêts. Une répartition intermédiaire, dans le ventre mou, semble ne profiter à aucun type d'espèce et augmenter l'effet barrière général.

La diminution de l'effet barrière avec l'augmentation de la taille pour le linéaire (H2) démontre l'effet de fragmentation des infrastructures ferroviaire. Si pour le tissu urbain classique elle témoigne simplement de l'augmentation de la probabilité de trouver une tache connectée lorsque la taille de l'échantillon est élargie, l'absence de relation identifiée pour le quartier de gare est plus étonnante. L'effet barrière combiné de l'infrastructure linéaire est de l'urbanisation n'est pas perceptible à deux kilomètres autour des gares prises sans différenciation de contexte.

L'effet barrière diffère selon les infrastructures de transport considérées. Dans les quartiers de gare, les petites infrastructures de transport témoignent sans doute de formes urbaines résidentielles, au sein desquels il est possible de retrouver des jardins et donc réduisant sans doute l'effet barrière. Dans le reste du tissu urbain, d'autres formes urbaines peuvent être associées à ces infrastructures, et un travail plus fin d'analyse de la correspondance entre rues et formes urbaines mériterait d'être mené. Le long du linéaire, la présence de rues et ruelles témoigne probablement d'un mitage et d'un étalement urbain.

La présence de grandes infrastructures de transport réduit légèrement l'effet barrière dans les contextes ferroviaires (quartier de gare et linéaire). Cet effet est surprenant, et n'est pas lié à une augmentation mécanique de la surface couverte par de telles infrastructures en même temps que la taille du buffer, puisque cette résistance est normalisée par la taille du buffer. Néanmoins, ces infrastructures de transport ont des valeurs de résistances très élevées, ce qui augmente artificiellement l'indice et ne traduit pas forcément une augmentation très forte de la couverture du sol. En outre, ces infrastructures sont souvent plus présentes dans les zones rurales ; leur faible emprise au sol réduit leurs impacts sur la connectivité. L'impact positif des routes avec une emprise supérieure à 25 mètres reste lui aussi surprenant et doit être évalué au prisme de la régression qui suit.

Enfin, la compaction des infrastructures linéaires de transport semble avoir un effet bénéfique dans les quartiers de gare. Plus ces infrastructures sont parallèles et rapprochées, moins elles fragmentent l'espace dans toutes les directions, ce qui réduit l'effet barrière transversal tout en maintenant une meilleure connectivité à l'échelle globale. En d'autres termes, le réseau est coupé en 2 et non plus en 3, 4, etc. (Figure 6.36). Les modèles de pôle d'échange multimodaux qui croisent de manière orthogonale les flux pour permettre une meilleure couverture du territoire et intermodalité ne sont donc peut-être pas les plus adaptés aux exigences liées à la connectivité écologique. Des dispositifs pour remédier à ces multiples fractures doivent en tout cas être priorités.



Une faible compaction des infrastructures de transport (à gauche, autour de la gare de La Verrière) engendre un découpage du réseau en deux portions, qu'une faible compaction génère une segmentation en plus de deux sous composantes (à droite, Rambouillet)

FIGURE 6.36 – Effet de la compaction des infrastructures de transport sur la fragmentation au niveau des quartiers de gare

Ces résultats doivent être nuancés au vu de la faible proportion de variance expliquée par le modèle, particulièrement pour H2. Pour les deux autres contextes, bien que les valeurs de R^2 (ou plutôt pseudo R^2 , compte tenu de l'utilisation d'une régression binomiale) soient modestes, les résultats demeurent informatifs. En effet, de faibles valeurs de pseudo R^2 sont courantes pour les modèles binomiaux (UCLA Statistical Consulting Group, 2021), où, surtout face à la complexité des dynamiques que le modèle tente de capturer.

6.3.9 Évaluation de l'impact des facteurs sur l'effet de fragmentation

La première série de régressions visait à évaluer l'effet barrière induit par différents facteurs. La seconde série présentée ici a pour objectif de déterminer la fragmentation causée par ces mêmes facteurs, c'est-à-dire la réduction du potentiel de connectivité, sans toutefois le rendre totalement inexistant. Au vu des faibles différences de comportement pour un la majorité des paramètres entre H1, les quartiers de gare et H2, les taches ne sont pas distinguées selon leurs contextes. Ces derniers sont tout de même intégrés comme interaction avec les facteurs qui variaient selon les contextes : la résistance liée aux petites infrastructures de transport, aux surfaces artificialisées, et la compaction des infrastructures de transport. Une régression linéaire est ainsi réalisée sur les valeurs de dPC_Flux et dPC_Con non recatégorisée, après exclusion des valeurs nulles, transformation logistique et pondération à partir d'un modèle d'estimation de la variance des résidus. Les résultats sont présentés sur les Figures 6.37 et 6.38.

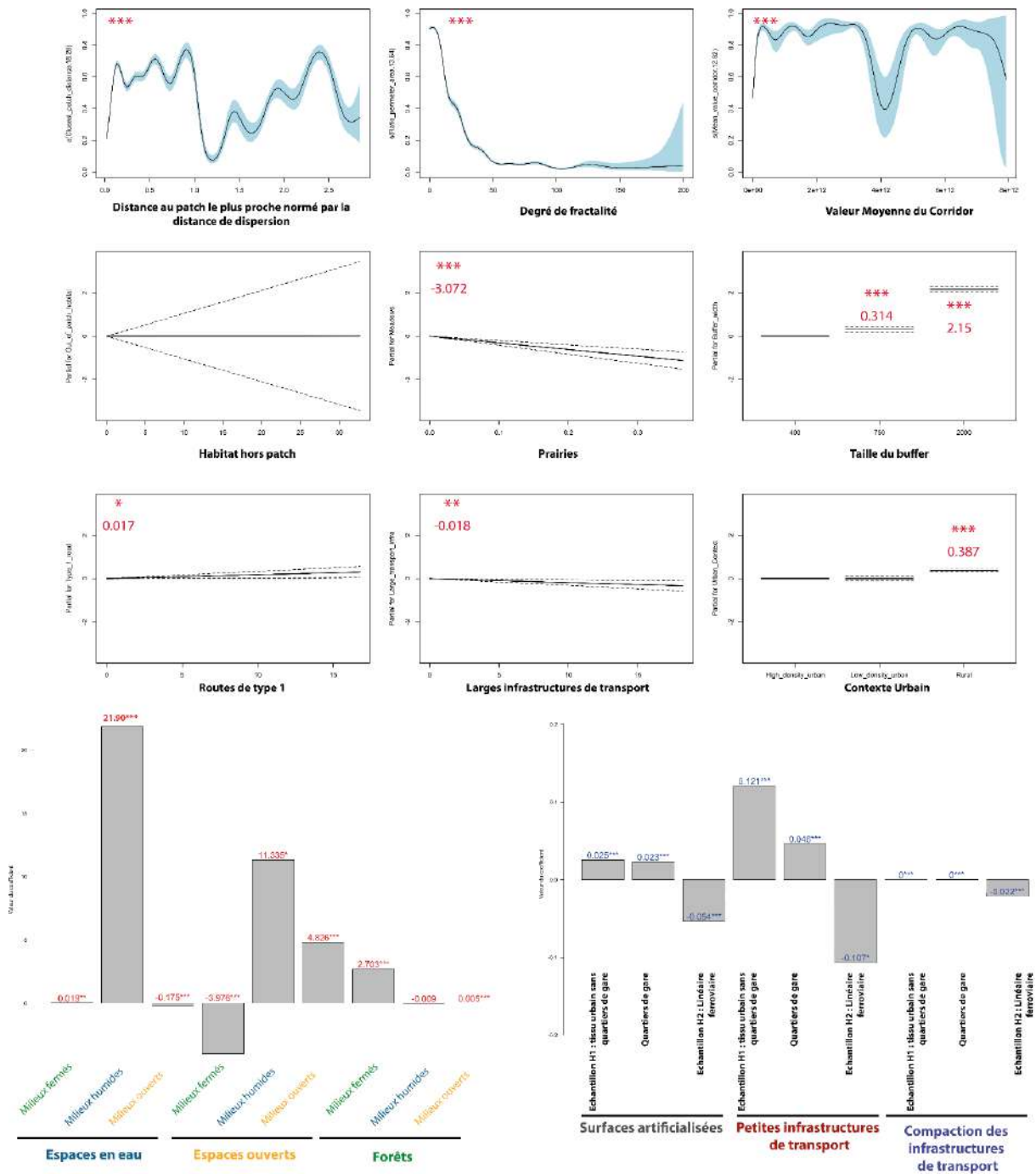


FIGURE 6.37 – Résultat de la régression continue pour dPC_Flux

CHAPITRE 6. L'EMPLOI DES GRAPHES POUR MODÉLISER LE RÉSEAU ÉCOLOGIQUE

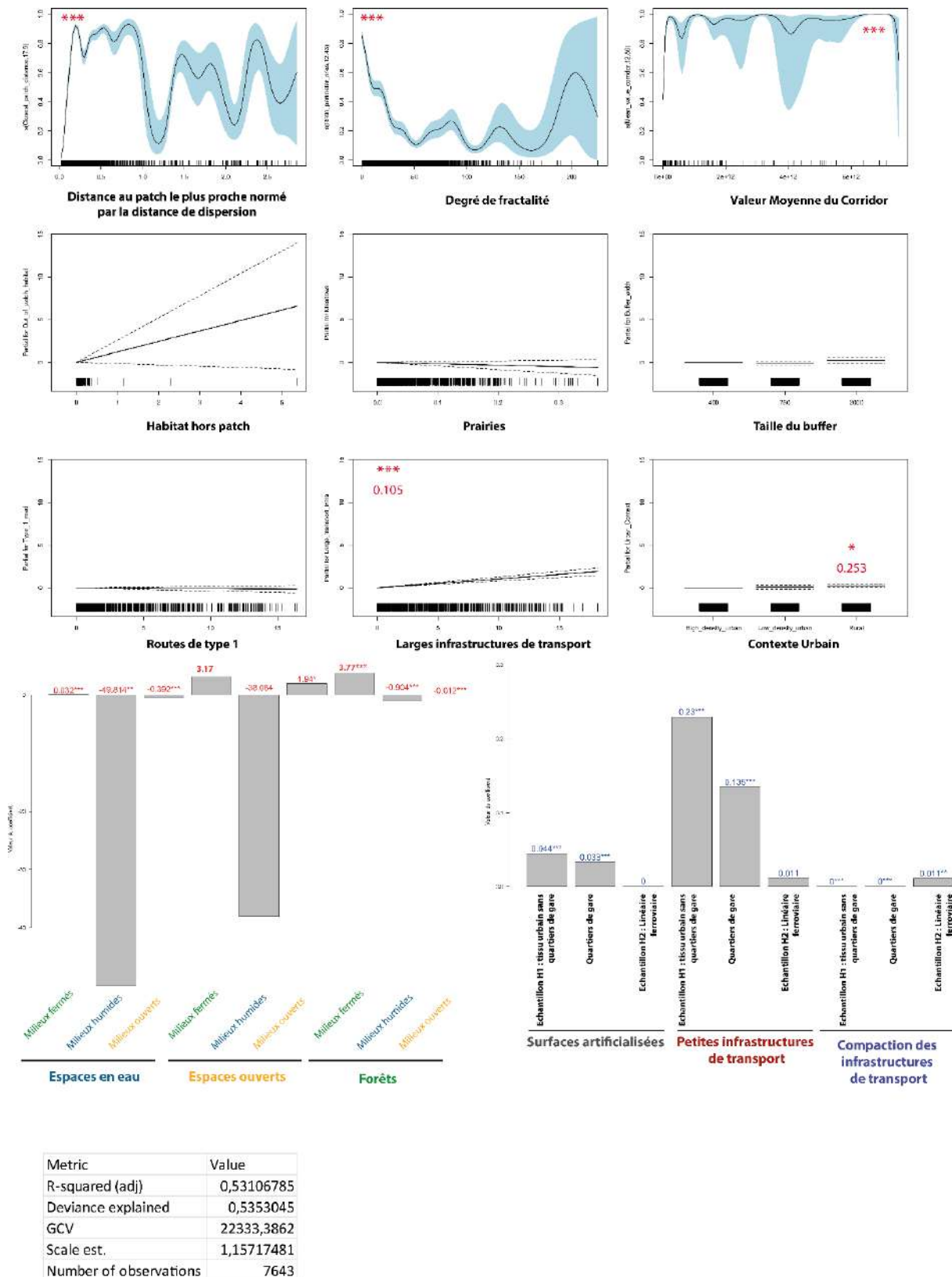


FIGURE 6.38 – Résultat de la régression continue pour dPC_Con

La relation des deux métriques à la distance au patch le plus proche est similaire à celle présentée auparavant. La fragmentation diminue lorsque les taches sont situées à une distance métrique inférieure à la distance de dispersion maximale de l'espèce, et les variations pour des rapports supérieurs à 1 sont des transpositions de cet effet du fait de l'usage de la distance moyenne pour certaines espèces. Une espèce dont la dispersion moyenne a été renseignée lors de la modélisation pourra avoir accès à des distances situées 1,5 à 2,5 fois plus loin (en mètres) que celle-ci après calcul des chemins de moindres coûts. Les fluctuations pour des ratios plus élevés sont liées au reste du réseau non accessible.

Les hauts niveaux de fractalité ne sont cette fois-ci pas corrélés avec le nombre de liens. Les taches rondes sont une nouvelle fois témoins d'une relative protection face au mitage urbain ou agricole, dans le cadre de paysages préservés. Les taches qui ont subi ce grignotage, et dont les formes sont plus irrégulières, sont elle les dernière maillons du réseau reliquaire, comme en témoigne l'influence de la fractalité sur dPC_Con.

Au vu des variations de dPC_Flux face à la valeur moyenne du corridor, le territoire semble marqué par des espaces ou des grappes de taches très connectées et rapprochées isolées au sein du paysage. La présence de corridors a aussi un effet mécanique sur dPC_Con. Si le territoire est exempt de corridor, le nombre de chemins donc de chemins uniques est nul ; s'il en est couvert, aucun chemin n'est unique entre les taches, car toutes sont interconnectées.

Globalement, les prairies réduisent le nombre de connexions pour l'ensemble des espèces. Cela est probablement dû de nouveau dû de nouveau aux différences de potentialités écologiques offertes par les milieux ouverts et fermés, comme le montrent les résultats par habitat. En effet, en plus d'avantages comparatifs (un milieu profite aux autres moins qu'il ne profite à l'espèce correspondante), il est possible d'identifier un effet antagoniste entre espèces pour le milieu ouvert. Ceux-ci sont certes favorables aux espèces des milieux humides, mais surtout défavorables aux espèces de milieux fermés. Il apparaît donc essentiel de composer des paysages dont les équilibres entre milieux ouverts, forestiers et humides ne doivent pas être laissés au hasard.

Les habitats humides sont souvent organisés en grappe ; l'augmentation de la couverture du sol par ces habitats réduit en effet le nombre de chemins uniques. L'ajout de patch permettrait alors la reconnexion à d'autres grappes et l'extension du réseau. La tendance inverse pour les habitats forestiers et les milieux ouverts indique que ces derniers sont organisés plus généralement en chaînages. L'ajout de patches par renaturation devrait plutôt tendre vers l'amélioration de la résilience du réseau, en doublant des chemins qui sont aujourd'hui uniques donc fragiles.

Dans les contextes ruraux, les taches sont plus connectées, mais assurent plus de chemins uniques, ce qui confirme les résultats précédents du test de Wilcoxon. Cette double augmentation, que l'on retrouve aussi dans les milieux artificialisés et marqués par de petites infrastructures de transport, témoigne de la coexistence de taches en grappes ou en chaînages coexistent donc dans ces milieux. Cet effet conjoint peut aussi être le témoin d'une architecture en rayon, avec une tache centrale entourée des taches périphériques non liées entre elles.

Si les grandes infrastructures de transport réduisent étonnamment l'effet barrière, elles ont bien un effet fragmentant en réduisant le nombre de chemins disponibles et amplifient le caractère unique en intensifiant la fragmentation du paysage. L'impact de nouveau positif des routes de 25 mètres incite à remettre en question la pertinence de cette catégorie dans le modèle, la résistance qui lui a été attribuée, ou à étudier plus précisément les abords de ces routes pour voir s'ils sont généralement accompagnés de linéaires végétalisés, ou s'ils sont émaillés régulièrement par des routes empruntables par les espèces terrestres.

Les petites infrastructures de transport ont un effet variable selon le contexte, positif dans les zones urbaines classiques, probablement en raison de la présence de zones résidentielles ou rurales. Cet effet est atténué autour des gares, corroborant l'hypothèse des zones résidentielles. Cependant, le long des lignes de transport, cet effet devient négatif, marquant des espaces plus sensibles à l'urbanisation, notamment dans les zones rurales traversées.

Les surfaces artificialisées et les petites infrastructures de transport ont des effets similaires, bien que d'intensité différente. Leur présence augmente à la fois le nombre de chemins uniques et le nombre de liens. Dans le contexte urbain, enfin, la compaction des infrastructures de transport est particulièrement intéressante. La proximité et le parallélisme des infrastructures de transport réduit l'effet barrière globale : l'effet barrière de chaque infrastructure est déjà maximal pour la faune terrestre. Les regrouper évite au reste du territoire de subir leur effet fragmentant.

Le long du linéaire ferroviaire, la compaction n'impacte pas l'effet barrière, mais joue sur la fragmentation. Il est plus probable que des ponts ou des ponts-rails restent empruntables par la faune dans les espaces éloignés des centres urbains.

6.4 Conclusion

La mise en œuvre des principes de l'écologie du paysage a été dans ce travail couplée avec une attention particulière aux enjeux de représentation. Celle-ci a été manifeste dès la sélection des espèces, afin de parvenir à rendre compte des enjeux qui traversent le territoire, mais de ne pas non plus produire une image figée qui ne présente que le réseau des espèces les plus présentes et donc déjà adaptées. À la suite de la sélection de plus de 70 espèces, la création des 16 espèces virtuelles a été un nouveau moment qui a rendu nécessaire le dialogue entre les différentes parties prenantes susceptibles d'être impliquées dans les enjeux liant biodiversité et quartier de gare. Leur formalisation lors du troisième atelier participatif a cristallisé de nombreuses interrogations. Il a alors été nécessaire de recroiser plusieurs types d'expertises, et d'arbitrer entre les demandes des différents porte-paroles, de la biodiversité, de l'aménagement du territoire ou plus spécifiques ment des infrastructures ferroviaires. La notion d'espèce virtuelle a engagé la capacité des chercheurs à rendre compte fidèlement des traits écologiques des espèces modélisées. La pertinence stratégique de produire des connaissances pour l'aménagement dans des espaces qui semblaient définitivement être des pièges écologiques a de même été mise en question.

Les principaux résultats que nous tirons des analyse de connectivités menées en mobilisant la théorie des graphes sont que, loin d'être des déserts pour la connectivité, **les quartiers de gare peuvent représenter des espaces stratégiques à l'échelle du réseau**. Leur aménagement peut s'appuyer sur des métriques produites en employant la théorie des graphes, car les indicateurs géométriques classiques se révèlent assez peu efficaces pour évaluer la connectivité écologique. La distance entre les patches ou la surface couverte par des infrastructures de transport permettent des prédictions moins efficaces de la connectivité potentielle que les paramètres configuration. Plus globalement, les stratégies d'aménagement doivent établir des liens entre les populations d'espèces présentes, les configurations spécifiques des sites et l'organisation globale des patches.

L'intégration de petites taches d'habitats reste généralement bénéfique pour atténuer l'effet barrière, mais il est **essentiel de trouver un équilibre** selon les espèces prédominantes dans le milieu. Dans l'ouest de l'Île-de-France, **les milieux forestiers apparaissent comme favorables pour la majorité des espèces**, tandis que l'intégration de milieux ouverts diversifie les habitats. Toutefois, une

surabondance de ces derniers pourrait créer un déséquilibre compromettant la viabilité du réseau dans son ensemble. À l'échelle des quartiers de gare, il semble davantage intéressant de **prioriser la reconnexion des grappes d'habitats humides** entre eux. Pour les milieux ouverts et forestiers, la résilience du réseau doit être renforcée à l'aide de l'intégration de patchs centraux parmi ceux déjà existants.

La **compaction des infrastructures de transport permet d'améliorer** le caractère isotrope de la dispersion de part et d'autre du faisceau de transport. Celle-ci doit alors être couplée à l'implémentation des dispositifs de connectivité permettant le franchissement du linéaire. Leur localisation doit être évaluée au regard des corridors écologiques locaux, afin de favoriser la perméabilité de ces infrastructures à des points stratégiques. Les résultats croisés avec le test de Wilcoxon montrent également que **l'intégration de forêts est particulièrement souhaitable dans les environnements urbains denses et peu denses**, et que les patchworks de forêts et d'espaces ouverts doivent être préservés le long des linéaires entre les zones rurales et urbaines peu denses.

Bien que ces conclusions dépendent des espèces choisies pour la modélisation, l'éventuelle surreprésentation d'espèces forestières virtuelles est contrebalancée par les exigences généralement plus modestes en termes de taille d'habitat pour les espèces de milieux ouverts. Un travail supplémentaire, spécifiquement orienté vers les besoins des espèces des milieux humides, permettrait de mieux cerner leurs exigences. La prochaine version de Graphab (version 3) offrira la possibilité d'adapter les modèles aux besoins particuliers de certaines espèces, comme l'alternance de types de milieux pour les amphibiens, par exemple.

Troisième partie

Analyse des enjeux sociaux liées à l'intégration de la biodiversité dans les quartiers de gare

Chapitre 7

Méthodologie de suivi des acteurs sociaux

Le précédent chapitre, consacré à la modélisation du réseau écologique, a permis de produire des connaissances nouvelles ayant le potentiel de faire évoluer les pratiques des acteurs opérationnels. L'identification desdites pratiques, et plus globalement du cadre dans lesquels ces modélisations seraient amenées à être intégrées, est donc une étape essentielle. Une réflexion a déjà été portée à partir de la modélisation en elle-même, notamment lors des ateliers participatifs. Un examen réciproque doit être mené, partant de ce qui constitue le cœur de métier et l'environnement professionnel des acteurs humains. Pour autant, il s'agit de rester fidèle à l'approche perspectiviste présentée plus tôt (Chapitre 4). Ce chapitre propose d'esquisser une conception du social compatible avec celle-ci, née des travaux inscrits dans l'étude des sciences et des techniques et peu à peu structurée en une approche sociologique et anthropologique. L'ANT et les modes d'existence tracent le contour d'un nouveau social et parviennent à capter l'ensemble de ce qui constitue des composantes clefs aux yeux de ces méthodes. Je compléterai ce bagage méthodologique par l'étude des théories de la gestion sociale de l'environnement. Celles-ci proposent des outils pour résoudre les conflits territoriaux ou permettre la gestion durable et raisonnée de ressources environnementales. Elles offrent par ailleurs des perspectives concernant la direction à donner au chemin de changement dans le cadre de l'action collective, nourrissant la réflexion quant à la prise en charge de la biodiversité par les acteurs du quartier de gare. Le guide d'entretien résultant de ce croisement des ancrages sera présenté à la fin de ce chapitre.

7.1 De la sociologie de la traduction à l'ANT

7.2 La sociologie de la traduction

En 1986, Michel Callon publie le compte-rendu de ses recherches sur la domestication des coquilles Saint-Jacques (*Pecten maximus*) dans la baie de Saint-Brieuc (Callon, 1986). Celles-ci sont en effet engagées dans une controverse : les connaissances des marins-pêcheurs français ne sont pas suffisantes et des innovations venues d'Asie doivent être importées pour sauver la filière dont l'exploitation est devenue particulièrement intensive. Callon se sert de ce prétexte pour proposer une posture méthodologique applicable à l'étude de la science en train de se faire. Il rejette les arguments avancés par les épistém-

logues : la vérité n'est selon lui pas le produit d'une méthode scientifique, qui, par sa nature purement intellectuelle, s'arracherait du monde pour en proposer un gabarit. Il refuse aussi l'argumentaire de la traduction marxiste : la science ne se résume pas au résultat de forces sociales immatérielles qui se prononceraient à la place du chercheur, quasiment dans sa bouche.

Pour Michel Callon, la controverse doit être étudiée de manière pratique et quasiment littérale, en se concentrant sur les acteurs en présence. Il se donne trois autres règles. Il s'interdit tout d'abord de censurer *a priori* les acteurs lorsqu'ils parlent d'eux-mêmes ou de leur environnement social. Il adopte ensuite un principe de symétrie généralisée, utilisant le même vocabulaire pour tous les acteurs, le lexique de la traduction. Il emploie enfin le principe de libre association : la division entre faits de Nature et faits de Société est un résultat et non un point de départ. En appliquant ces principes méthodologiques à l'étude de l'élevage des mollusques bivalves, Callon se débarrasse de tout ce qui est usuellement mobilisé pour expliquer la science mais qui n'en fait pas explicitement partie (la Nature, les classes, etc.). Il identifie alors plusieurs étapes qui séquent la production des faits, et qui sont généralement à l'initiative du chercheur. Ce dernier est en effet responsable de la production du programme de recherche ; il doit prouver aux autres acteurs qu'il est pertinent de le suivre. Les autres acteurs en question, ce sont bien tous les humains (les marins-pêcheurs bretons et japonais qui eux disposent des technologies) et non-humains (ici les Saint-Jacques de la Baie).

Le processus débute par une entre-définition. Chaque acteur définit sa problématique propre, qui découle du but qu'il s'est fixé et que la recherche permettra d'atteindre. Le chercheur en prend alors connaissance à la suite d'échanges. Mettant en commun les problématiques de tous les acteurs, le chercheur propose un point de passage obligé (PPO), c'est-à-dire une question névralgique dont la réponse permettra à chacun d'atteindre son objectif. Ce PPO est négocié par les entités, qui peuvent accepter ou refuser de participer à la recherche. Ces tractations autour du PPO se font au prix de l'imposition et de la stabilisation des identités des autres acteurs : c'est l'étape d'intéressement. Toutes les entités s'appuient sur des dispositifs pour intéresser les acteurs à la solution qu'ils suggèrent et du PPO associé. S'ils y parviennent, les acteurs sont enrôlés : ils acceptent le rôle qui leur a été confié par les autres. De nombreuses modalités d'enrôlement sont envisageables : coercition, demande et négociation, séduction, transaction, etc. Le consentement peut être acquis d'avance, ou à l'inverse un acteur peut résister, refuser la solution proposée par les autres.

La fidélité des acteurs n'est néanmoins pas acquise indéfiniment : la recherche est un processus long et incertain. Lors de l'expérimentation, certains acteurs peuvent être récalcitrants et ne pas se comporter comme cela avait été anticipé. De nouveaux acteurs non prévus peuvent aussi apparaître, s'imposer, et occasionner ainsi une renégociation dans l'action du point de passage obligé. De plus, en s'engageant, chaque acteur intervient au nom d'une communauté bien définie : il porte sa parole. Les chercheurs doivent suivre des procédures cadrées, obtenir des résultats reproductibles et convaincants aux yeux de leurs pairs et de l'institution académique par exemple. C'est la question de la trahison des porte-parole : le fait scientifique, pour passer de contingence locale à vérité universelle (ou pseudo-universelle) doit enrôler par extension les communautés auxquelles chaque acteur appartient. La controverse représente alors « toutes manifestations par lesquelles est remise en cause, discutée, négociée ou bafouée, la représentativité des porte-parole . » (Callon, 1986). La production des faits scientifiques résulte donc d'une négociation entre des porte-parole qui tentent de prouver constamment leur légitimité, accompagnée d'une traduction qui prend toujours le risque de se transformer en trahison.

7.2.1 Illustration par le projet de recherche Frugacité

Illustrons ces étapes à partir du projet de recherche Frugacité. À l'initiative de ce projet de recherche se trouvent des acteurs différents. Le PUCA propose en 2020 un appel à projet pour faire avancer les connaissances liant biodiversité et bâti. De leur côté, deux salariées d'AREP identifient dans le cadre d'une veille ledit appel, qui permettrait d'améliorer la prise en charge de l'environnement dans leurs pratiques professionnelles tout en valorisant des compétences développées durant une année de formation continue sur les espaces végétalisés urbains. L'implication d'AREP est une condition requise pour toute forme d'engagement dans l'appel à projet BAUM à l'échelle des salariées. Le comité de direction de l'entreprise manifeste un intérêt relatif pour l'amélioration de ses pratiques, et espère aussi tirer profit du projet en se construisant une légitimité et une visibilité dans le monde académique. Des chercheurs rejoignent le projet. Ceux-ci trouvent aussi leur intérêt : disposer de terrains et de moyens, affiner des techniques d'étude en cours de développement, etc. Les buts des acteurs sont donc établis initialement (Figure 7.1).

Cela ne signifie pas que tous se sont accordés préalablement sur la manière de répondre à l'appel BAUM, c'est-à-dire de poser la question de recherche. Des réunions préalables collectives, bilatérales ou impliquant toutes les parties, sont réalisées afin de trouver un sujet qui satisfasse tous les acteurs. Les chercheurs, garants de la formalisation méthodologique, s'arrangent pour donner une pertinence académique. Le PUCA insiste pour que les formes urbaines soient au cœur du programme, quitte à élargir le projet initialement prévu. AREP veille à l'équilibre budgétaire et à la coordination des acteurs. Tous sont aussi importants en cela qu'ils permettent de former un point de passage obligé qui convienne aux acteurs.

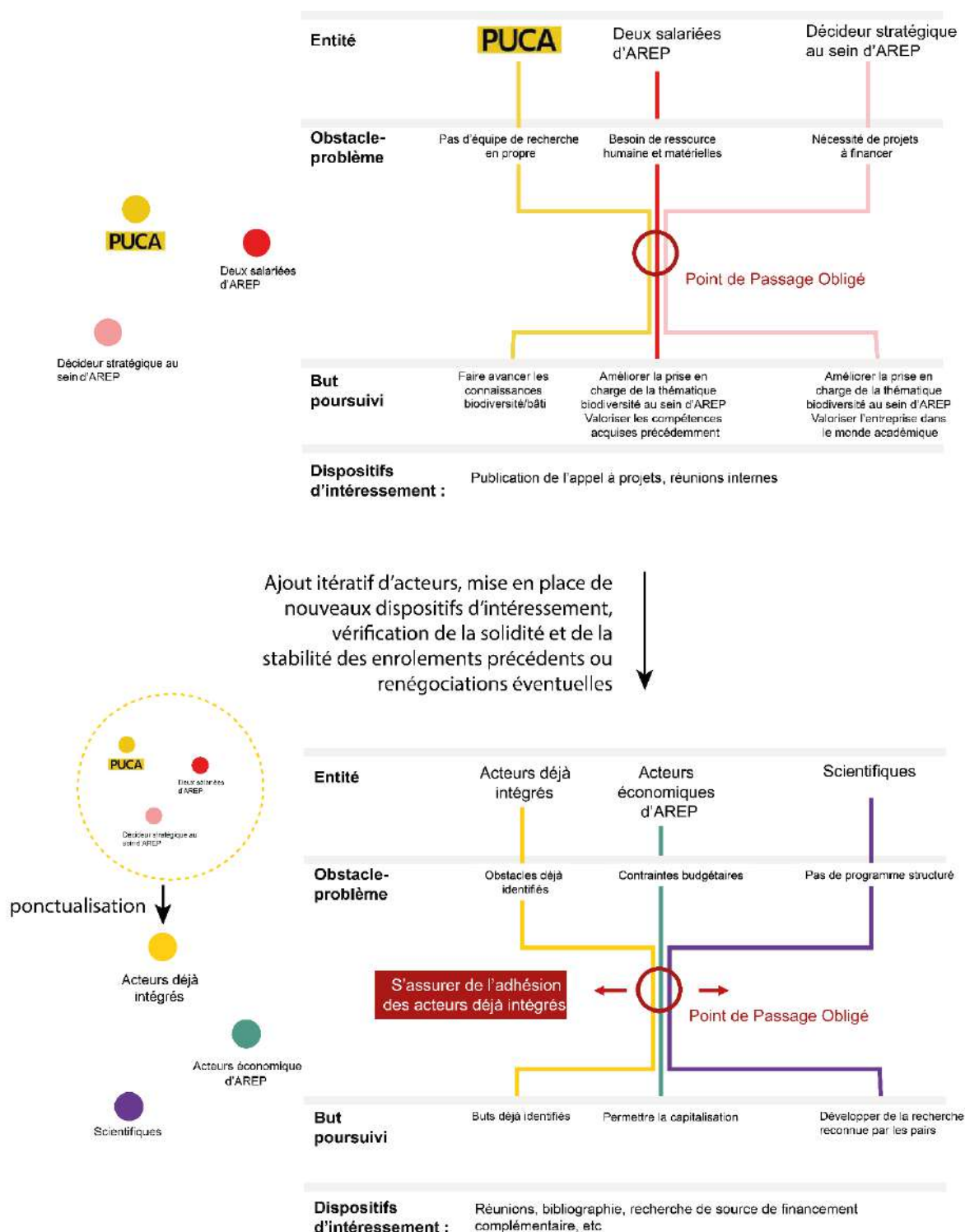


FIGURE 7.1 – Représentation du projet Frugacité à partir de la sociologie de la traduction

La biodiversité et les formes urbaines n'interviennent ici pas directement lors de la négociation de la recherche : elles sont impliquées à travers des porte-parole. La réalisation d'une synthèse bibliographique par les chercheurs permet en effet de les réinsérer dans les échanges, leurs effets réciproques sont conjecturés. Il faut en effet s'assurer en amont que les dispositifs déployés au cours de la recherche seront adaptés pour capter leurs manifestations respectives. Dans le cas contraire, des impondérables risquent d'apparaître : la biodiversité ne serait alors plus représentée de manière adaptée, des processus qui lui

sont pertinents seraient oubliés, les porte-parole auraient failli. Il faut donc lui prêter une identité dès la conception de la recherche, quitte à la renégocier après. Dans le cas du projet Frugacité, l'identité a été imposée par l'introduction de l'acteur Graphab. Comme je le détaillerai tout au long de ce chapitre, l'emploi d'un tel logiciel de modélisation de la connectivité impose de s'adapter aux acteurs qu'il choisit de prendre en compte. Lors du processus de modélisation, il a été choisi de se concentrer sur la faune parce que c'est pour celle-ci que Graphab est le plus performant. Ainsi, il a été choisi de ne pas enrôler les espèces végétales. Le logiciel oblige aussi le chercheur à s'en saisir, à apprendre à s'en servir. L'emploi de la modélisation propose donc, dans mon cas, un enrôlement d'office qui prend le risque de trahir les porte-parole de la biodiversité, qu'ils soient humains (les associations de défense de l'environnement) ou non-humains (la faune dont la connectivité ne serait pas bien représentée par ma recherche, ou les espèces choisies et modélisées qui ne seraient pas représentatives des espèces présentes).

Les ateliers participatifs, dont je mentionnai un exemple au chapitre 5, se présentent comme des dispositifs d'intéressement. Ils doivent permettre de s'assurer que la recherche peut aller à son terme, proposant à de nouvelles communautés de déléguer à un seul représentant, les chercheurs, l'établissement d'un discours de vérité qui sera accepté ultérieurement par l'ensemble des communautés. En introduisant de nouveaux porte-parole, ils permettent de réintroduire des acteurs qui auraient été oubliés lors des négociations précédentes, tout en identifiant les risques de trahison ou de désintérêt liés à la méthodologie proposée. La présentation ouvrant l'atelier 2 a ainsi explicitement proposé de respecter les 3 principes développés par Callon pour cadrer les échanges. La viabilité financière du projet n'est donc qu'un but parmi d'autres, mais doit donc être intégrée dans le PPO au même titre. Ces ateliers ont dans ce cadre à la fois encouragé les partenaires à s'engager financièrement, à s'impliquer concrètement en tant que porte-parole et à être disponibles lors des entretiens ultérieurs. Le concept de ponctualisation introduit ici est l'une des dix étapes utile pour la traduction proposée par Callon, et est une notion souvent mobilisée dans la sociologie des organisation (Amblard, 2005). Celui-ci désigne le gain de stabilité des assemblages d'acteurs, obtenu sous l'action des différents dispositifs employés pour les lier. L'acteur qui en résulte est ponctualisé, c'est à dire qu'il est perçu comme unique, jusqu'à ce que l'un de ses composants cède : la branche d'un parti politique qui explose, le composant d'une voiture qui casse et qui oblige le mécanicien à observer non plus la voiture comme un tout, mais bien les différentes pièces du mécanisme.

Cette sociologie de la traduction s'est donc attachée à la démonstration du caractère construit des faits scientifique. Ses principaux mandataires, en France Madeleine Akrich, Michel Callon et Bruno Latour, ont procédé à l'application de ces mêmes concepts aux objets techniques. La production de ceux-ci suit le même schéma : l'objet technique résulte d'un processus de négociation itérative avec les acteurs non-humains (ou humain dans le cadre de la gare) qu'il transforme, organise, produit, assemble ou désassemble (Akrich 2010 ; Bruno Latour 2006b ; Akrich et al. 2013).

Michel Callon étend par la suite cette étude de la construction aux agencements marchands, qui sont eux aussi des assemblages hétérogènes, fondés sur des dispositifs matériels, qui permettent l'instauration de transactions entre un vendeur, un bien et un acheteur (Callon, 2017). Surtout, le processus de jugement et d'évaluation s'appuie sur de très nombreux dispositifs matériels : la valeur des choses résulte donc de nouveau d'une extension d'un processus itératif négocié localement par des acteurs humains, qui structurent ainsi la réalité qu'ils affrontent. D'où la reprise par Étienne Riot de ce principe que la gare est un objet qui reçoit autant qu'il formate le marché ferroviaire concurrentiel présenté dans le chapitre 3 (Riot, 2015). Enfin, le standard de projet apparaît bel et bien aussi comme un point de passage obligé (Delage, 2018). Il regroupe des acteurs différents, propose un dispositif d'intéressements par défaut et fixe donc certaines identités *a priori*. Il propose même des plateformes pour négocier ces identités si celles-ci menacent de faire échouer la concrétisation du projet.

7.2.2 La théorie de l'acteur-réseau (ANT)

La théorie de l'acteur-réseau proposée par Bruno Latour dans les années 1990 peut être appréhendée rétrospectivement comme une extension de la sociologie de la traduction aux autres composantes de la vie sociale. L'étude de la pratique scientifique lui a servi de laboratoire pour développer une théorie sociale empreinte de perspectivisme, à l'opposé du constructivisme social. Latour en effet réfute l'existence d'un matériau social homogène (Latour 2005), et souhaite souligner la nature construite de la réalité. En même temps, il refuse l'amalgame entre construction et dévaluation (*faitiche*) de ceux qui attendent une réalité donnée (Bloor, 1999) : reconnaître le caractère construit n'enlève pas la valeur à la construction (Hennion, 2013). Simplement, les STS ont montré que réalité, unité et indiscutabilité ne devaient pas être amalgamées. Pour avoir accès à la réalité, il est par exemple nécessaire de la construire, notamment en laboratoire, et d'en discuter avec les pairs pour être sûr d'avoir procédé correctement. Or, c'est précisément l'erreur que Latour reproche aux diverses philosophies ayant servies de support aux théories du social (Latour, 1993).

Latour déploie une approche perspectiviste qu'il nomme relativisme relativiste ou relationnalisme (Latour, 1993) et base celle-ci sur l'anthropologie. Il emprunte pour cela la fécondité des méthodes d'ethnométhodologie (Garfinkel, 1967) et les applique chez les Modernes, en se servant de leurs capacités à construire, « jour après jour, une certaine commensurabilité », et donc à évacuer le relativisme.

Les principes méthodologiques de symétrie, de libre association et d'absence de censure sont donc repris de la sociologie de la traduction pour être étendus à tout le social. Le social peut donc être considéré comme un assemblage, comme une suite d'associations (Latour, 2005). La théorie de l'acteur-réseau, ou ANT (Actor-Network Theory) ou sociologie des associations, va donc prendre pour projet de repeupler les sciences humaines avec les non-humains.

7.2.3 Le social de l'ANT

Une certaine vision du social devient caduque : celle d'un matériau au type de causalité spécifique, existant à côté d'autres sphères autonomes, mais qui peuvent expliquer ou être expliquées par lui (la biologie, la psychologie, la linguistique) [Bruno Latour 2005]. Il n'est pas possible d'employer le terme pour désigner un domaine distinct de la réalité qui ferait agir les humains, qualifiant à la fois le processus de coagulation et la nature de ce qui est amalgamé. De même, un social qui disposerait de lois immanentes, reléguant les non-humains à une infrastructure déterministe, un reflet des distinctions sociales ou un simple arrière-plan, est rejeté (Latour, 2005). Le social de l'ANT n'est pas un liant, c'est au contraire le produit de la rencontre de tous les autres domaines de production qui s'efforcent de s'extraire du social : les sciences, l'esthétique, le droit, etc.

Les acteurs humains deviennent sous cette acception des agents capables d'interpréter et de comprendre leur environnement à l'aide d'acteurs non-humains qui transportent et affirment l'individualité et la subjectivité : l'acte juridique, le cliché, etc. Un acteur est ce qui est poussé à agir (« *made to act* ») par d'autres (Latour, 1990) et n'est plus conditionné par l'émanation d'une conscience. D'où la notion d'acteur-réseau : un acteur-réseau est ce qui est amené à agir par un vaste réseau d'autres éléments qui le traverse, tout en faisant lui-même le tracé. Plus il est lié à ces éléments, plus il est actif, plus il gagne en intériorité, en subjectivité, etc. Les acteurs peuvent être conçus comme des « procès en cours » (Latour, 2005) ; leur stabilité, donc leur individuation, n'est obtenue que lorsqu'ils ne laissent plus le réseau les parcourir. Cette conception rend à l'action sa part d'incertitude, dans la mesure où elle ne propose pas une distribution *a priori* de la capacité d'action, ne se demande pas si l'action est individuelle, collective

(Dumez, 2011). Elle la caractérise plutôt en son cours. Pour avoir accès à ces manifestations, à ces procès, il faut rentrer dans leur métalangage et délaisser le contexte. Enquêter revient donc à retracer les associations entre les acteurs, à suivre les déplacements qu'ils provoquent.

L'étude des controverses a permis à Latour d'observer la science en train de se faire, car les entités y sont en mouvement systématique, là où la science refroidie occasionne moins d'agitation, donc moins d'opportunités pour déceler le mouvement. Dans le social, c'est la même chose : toutes les entités ne sont pas sociales, ou en tout cas elles le sont par intermittence. Lors de l'achat du ticket de train, la valuation monétaire de l'euro introduit dans la machine ne fait pas débat, le social est refroidi, la pièce n'est pas un objet social. Il le devient bien plus loin, quand on remonte son réseau, dans les centres décisionnels de la banque européenne, où la valeur de la pièce est discutée lorsque l'euro est rapporté aux autres monnaies. Dans le distributeur, l'euro est ponctualisé, son assemblage est stable et son réseau est réduit au minimum. La moindre erreur d'impression du billet transforme par contre ce dernier en objet social : son réseau se met à jour. Faut-il imprimer un nouveau billet, ou est-ce la faute de la machine ? Il faut que l'utilisateur dirige alors son attention vers la partie du réseau qui implique l'automate. Vers qui dois-je me diriger ? Il faut qu'il dirige son attention vers l'espace organisé par la gare, les panneaux qui indiquent les stands d'information, les éventuels agents ronds, etc. Me laissera-t-on monter à bord avec le billet ? Il faut qu'il tourne son attention vers le papier et essayer de déchiffrer les lignes tracées par l'encre mal séchée, vérifier si la bande magnétique du billet a été affectée, etc.

Les groupes procèdent de manière similaire aux objets. Certaines catégories détournées par les sociologues classiques ont fini par être tellement stables que les gens s'y reconnaissent, les revendiquent : les classes sociales par exemple. Il est possible de se servir de ces agrégats sociaux comme mobile ou de manière performative, lorsqu'il s'agit de convoier un sens déjà acquis. Il n'est pas possible en revanche dans la sociologie des associations de mobiliser les classes sociales, les superstructures ou autres schèmes explicatifs généraux comme élément explicatif. D'une part parce qu'en expliquant à la place des acteurs concernés, ces approches ne prennent pas le risque d'échouer. Or, c'est bien vers une science empirique qu'il s'agit de tendre avec l'ANT, une science susceptible de rater. D'autre part, parce que loin de dépolitiser la question, la sociologie des associations redonne aux acteurs la capacité à proposer leurs versions politiques du collectif — c'est que qui a permis de développer l'approche normative de mon travail présenté au chapitre 4. Il s'agit de mettre en place une sociologie soucieuse, intéressée et passionnée (Hennion, 2013), impliquée dans le compte-rendu juste de ce qui se joue pour les acteurs. Cela passe par faire une « expérience de leur expérience » (Hennion, 2013) : « Ce n'est pas la distance critique que nous devons rechercher, mais la proximité critique. » (Latour, 2005). Enfin, si tout le vocabulaire préexistant n'est plus mobilisé pour expliquer, c'est bien parce que le projet explicatif est abandonné au profit d'un enjeu de description, le seul qui puisse rendre compte de ce qui se joue vraiment.

7.2.4 Le langage de l'ANT

Cette volonté descriptive doit s'accompagner d'un langage adapté pour arriver à rendre compte des assemblages hétérogènes opérés par les acteurs, tout en les traduisant sous une forme compréhensible par le sens commun. Bruno Latour propose alors d'employer le vocabulaire le plus pauvre possible, un infralangage (et non plus un métalangage) pour parvenir à se déplacer d'un cadre de référence à un autre. Pour différencier entre le social refroidi et le social en mouvement, il propose les termes d'intermédiaires et de médiateur (Latour, 2005). L'intermédiaire transporte du sens sans transformation : c'est la pièce d'un euro mise dans l'automate, qui assure son rôle de pièce sans que quiconque ne s'émeuve. Définir la situation préalable à son introduction dans le social, au temps t , permet d'identifier si elle joue effectivement le rôle d'intermédiaire, la situation sociale à $t+1$. La majorité des objets techniques fonctionnels sont des

intermédiaires : ils font ce qui est attendu d'eux sans bouleverser le réseau d'un côté ou de l'autre.

Les médiateurs, à l'inverse, distordent et modifient le sens, ils font irruption dans le social pour obliger l'acteur à redessiner le réseau qu'il avait initialement prévu de tracer. C'est l'exemple du billet défectueux, ou de tout objet technique qui ne fonctionne pas comme prévu. Le train fonctionne, c'est un intermédiaire. Le train victime d'une panne devient médiateur, il manifeste une agentivité et oblige tout un tas d'acteurs humains et non-humains à s'engager avec lui. Il trace un réseau qui déplace d'autres lieux, d'autres non-humains sur sa scène locale, en relayant des acteurs et des interactions sociales *a priori* éloignées. Par exemple la chute d'un arbre sur les voies à 50 km de la gare ayant abimé la caténaire et obligeant le train à rester à quai, ou le défaut d'inspection deux jours plus tôt à l'origine de la panne. Les objets ne sont donc jamais matériels : ils contiennent et reproduisent le travail congelé de tous les absents qui sont entrés dans les arrangements sociomatériels qui cadrent nos interactions quotidiennes (Murdoch, 1998). Les innovations ou l'apprentissage sont autant d'occasions qui transforment des intermédiaires en médiateur (Latour, 2005).

Avec cet équipement conceptuel, l'ANT ne se donne donc pas forcément les moyens pour étudier en détail les conséquences du social refroidi. Dans ce dernier, composé uniquement d'intermédiaires, il est plus difficile de retracer les réseaux et il est alors plus pratique de s'en tenir aux « structures » fixes plutôt que de chercher à retracer des réseaux qui n'apparaîtront que sous l'insistance de l'enquêteur à les faire émerger, mais pas dans la pratique quotidienne des acteurs.

L'autre conséquence de l'emploi de l'ANT, c'est l'omniprésence du terme réseau et la confusion que cela a pu entraîner quant à la compréhension spatiale des phénomènes sociaux. Le terme a aussi engendré du flou vis-à-vis de la désignation des réseaux techniques (par exemple un réseau d'électricité) ou la théorie des réseaux sociaux (Latour, 1990). Le terme est proposé pour capter ce que manque la sociologie classique avec son vocabulaire. Le réseau de l'ANT est topologique et ne recouvre pas l'échelle euclidienne qui est l'un des axes d'approche de la géographie¹. Deux choses proches géographiquement peuvent être éloignées dans le réseau de ANT si elles ne sont pas activées dans le même moment du social par exemple. Inversement, deux choses éloignées peuvent être proches si elles sont mobilisées ensemble, comme une jurisprudence qui se référerait à un texte plus vieux de plusieurs années. Il exclut de fait l'emploi des échelles comme outil descriptif ou explicatif : le macro n'enchaîne plus le micro. Les contingences locales ne sont pas des particularismes (Latour, 1990). Au contraire, ce sont les règles universelles qui découlent d'anciennes configurations locales qui se sont suffisamment équipées, qui ont suffisamment déployé leur réseau au prix de l'enrôlement d'autres acteurs, qui se sont suffisamment standardisées pour couvrir la majorité du social et obtenir des connexions très fiables et très résistantes.

7.2.5 ANT et espace

De nombreux auteurs ont tenté de clarifier les confusions quant à la dimension spatiale du réseau, mais se sont généralement heurtés à l'ontologie de l'ANT en refusant d'admettre la réductibilité de l'espace à un acteur-réseau comme les autres (Koch 2005 ; Allen 2011). D'autres auteurs ont proposé de nouvelles terminologies pour caractériser ce qui semblait échapper à l'infralangage de l'enquête : *fluid and fire spaces*, espaces de négociation ou de prescription, etc. (Mol 2003 ; Law et Mol 2001 ; Murdoch 1998). Les géographes anglo-saxons ont plus mobilisé la théorie de l'acteur-réseau que les auteurs français (Murdoch, 1998), et la géographie-plus-qu'humaine a elle-même été influencée par le point de vue ontologique proposé (Murdoch, 1998). Obin (2013) la mobilise pour questionner la notion de territoire, historiquement chère

1. Les réseaux topologiques peuvent néanmoins être appliquées à la géographie et devenir graphes paysagers par exemple au prix de certaines traductions (Chapitre 7).

aux géographes, et le définir comme le résultat d'une composition des humains avec les non-humains, spatialisés ou non. L'auteur propose une analyse géographique basée sur l'identification des réseaux et l'analyse de leur construction, du potentiel de leur cohabitation, et identifier les attachements entre acteurs-réseaux de l'ANT et leurs attachements géographiques.

Mounet (2007) propose des solutions pour répondre aux questions qui apparaissent au croisement de l'ontologie latourienne et de la résolution des problèmes territoriaux, en l'occurrence pour elle le problème du loup dans les montagnes françaises. La chercheuse appréhende le territoire en admettant qu'il y ait autant de territorialisations possibles que de moments sociaux impliquant l'espace géographisé. La somme de ces territoires spécifiques participe à la création d'un territoire collectif. Elle souligne que l'intérêt réside bien dans le tracé des réseaux des acteurs lorsque ceux des humains et des loups se recroisent, plutôt que de retracer des spatialités qui la plupart du temps sont distinctes bien que potentiellement proches géographiquement. La sociologie des associations lui est aussi utile pour rendre mouvantes des catégories figées dans les registres « profanes » ou « savants ». Elle permet d'orienter l'analyse vers la compréhension de ce qui participe à définir ces catégories, « c'est-à-dire dans l'appréhension de la manière dont les critères d'exclusion et d'inclusion circulent, se modifient sous l'impulsion de controverses, et de ce fait, créent du social. » (Tournay and Latour, 2014).

Certains auteurs proposent de se débarrasser de la figure du réseau, qui engendre plus de complications conceptuelles que de traduction efficace (Jensen and Sandström, 2020). Il me semble néanmoins que la puissance d'évocation topologique soit utile en ce qu'elle fait sens vis-à-vis du terme de ponctualisation proposé plus tôt. Lors du passage de l'intermédiaire au médiateur, il y a déponctualisation. Le social composé d'associations met en effet à jour l'entièreté de celles-ci lorsqu'il y a un des maillons qui se rompt, qui arrête de se comporter comme il était attendu qu'il agisse. L'objet s'ouvre pour donner à voir son réseau ; réciproquement, le réseau disparaît quand il se stabilise au profit d'un acteur simple quand il passe de médiateur à intermédiaire. Cette capacité d'actualisation fluide a été aussi observée avec le flottement-réengagement (Chapitre 3) : un nouvel être apparaît dans le monde d'un acteur lorsque celui-ci, qui n'existait pas une seconde avant à ses yeux, se matérialise. Il était toujours là mais il vient de s'actualiser avec le monde qui se déponctualise sous nos yeux. Dès qu'on entre dans une gare, on la perd de vue. Dès qu'on s'intéresse aux propriétés d'un animal en particulier, on perd l'espèce (Hinchliffe *et al.*, 2005). Dès que la motrice tombe en panne et qu'on cherche la source du problème, on vient faire apparaître pleins de nouveaux petits points tour à tour, au fur et à mesure : le projecteur, le bogie moteur, le chasse-pierres, etc. Une fois réparée, la motrice de tête redevient un train, elle redevient le point de réseau, elle se reponctualise. Un entomologiste tente d'identifier l'espèce de carabe à laquelle appartient l'individu capturé. Il considère d'abord l'individu, mais il ne peut pas en rester là. Il doit voir sous ses yeux apparaître son plastron, ses antennes, et essayer systématiquement de voir si tous les indices lui permettent de ponctualiser l'individu en espèce. Il y a des freins, des résistances, par exemple si certaines propriétés anatomiques ne collent pas.

7.3 Approche par les modes d'existence

7.3.1 Au-delà de l'ANT

L'une des conséquences liées à l'adoption de l'ontologie du réseau est l'englobement de toutes les autres théories sociales au sein de l'ANT. Celles-ci sont désormais considérées comme des acteurs-réseaux comme les autres, et n'ont pas d'inertie ni de poids au-delà de celui que les acteurs lui accordent. Les explications de tous les acteurs sont mises au même plan, et l'ANT réintègre les discours qui lui sont fermement

opposés par un mouvement d'encerclement. En bref, l'ANT a toujours raison à partir du moment où elle est adoptée. Pour les autres, la résistance est manifeste et vive : chez les scientifiques qui refusent d'abandonner l'épistémologie (Bloor, 1999), chez les sociologues qui considèrent son approche comme un « constructivisme radical » (Kale-Lostuvali, 2016), etc. Or, le fait même qu'il existe une résistance à l'ANT prouve qu'elle ne parvient pas à rendre à tous les acteurs ce qui se joue pour eux, ce à quoi ils tiennent, alors que c'est bien la boussole qu'elle s'est fixée pour identifier ce qui différencie une bonne théorie sociale d'une mauvaise. Si notre enquête se limite à présenter au paysagiste l'idée qu'il combine divers matériaux hétérogènes dans un paysage, à l'image de ce que fait l'écologue pour construire son fait scientifique, nous risquons de nous confronter à des acteurs qui ne se reconnaissent pas dans cette description. Comme mentionné dans le chapitre 2, il existe de réelles différences entre les acteurs qui portent sur la manière de concevoir ces assemblages, visibles lorsque les paysagistes soulignent le manque d'esprit projet des écologues par exemple. Celles-ci méritent d'être détectées et expliquées pour parvenir à compléter la description que je me propose de donner des pratiques respectives des paysagistes et des écologues.

De plus, il est souvent reproché à l'ANT de perdre les enchainements causaux clairs liés à la nuée d'acteurs-réseaux introduits (Federau, 2011) bien que cela soit assumé par son approche descriptiviste. Or, de différents terrains sur lesquels a été appliqué l'ANT ont émergé des motifs variés mais reconnaissables. Des acteurs-réseaux agissant comme intermédiaires procèdent à des tracés de réseaux à partir desquels il est possible de discerner une certaine similarité. L'étude de la production scientifique a fait émerger des assemblages qui transportent les informations par une suite de déformation minimales pour conserver une intégrité au fait, les mobiles immutables (Latour and Biegunski, 2005). L'étude des passions et des intérêts a mis à jour les liens d'attachement qui existent et structurent les pratiques des amateurs tout en définissant leur identité (Hennion, Maisonneuve, et Gomart 2000 ; Hummel et Desaleux 2018 ; Pellow 2009). Le flottement-réengagement (Hennion 2012 ; Isaac 1999) propose aussi une formalisation particulière de la régularité à l'œuvre entre acteurs-réseaux lorsqu'il s'agit de ponctualiser et de déponctualiser l'environnement, d'orienter l'attention. La régularité de ces motifs semble en tout cas être valorisée par les acteurs eux-mêmes. Toutes ces pratiques de tracé du réseau semblent couler selon des plans particuliers qui facilitent le cours de l'action, sans toutefois empêcher d'autres associations, d'autres tracés, à commencer par celui de l'enquêteur ANT. Ce dernier s'attache justement à sortir l'intermédiaire de son confortable trajet tout tracé pour exposer le caractère composite de son assemblage. La suite de l'entreprise de Latour va donc être consacrée à identifier et expliciter ces plans facilitateurs et ces pratiques valorisées qui incitent le réseau à être tracé dans une direction particulière. En listant ces grands régimes de production qu'il appelle « Modes d'existence » en reprenant le terme de Souriau (Souriau *et al.*, 1943), il entend notamment souligner la valeur inhérente aux différents processus de construction. Il reprend aussi la notion d'instauration : « À chaque type d'instauration correspond un type d'efficacité qui décide de la réalisation d'un être. » (Stengers and Latour, 2009).

Dès 2006 naît le projet d'identifier et de réinstituer ces modes d'existence pour redonner aux acteurs ce à quoi ils tiennent, qui se structure par la suite dans le projet AIME (*An Inquiry about the Modes of existence*) [Bruno Latour 2006a]. Ces nouvelles portions rigides du réseau, ces modes d'énonciations ne sont pas des catégories kantienne, des formalismes extérieurs à ce qu'ils articulent et ordonnent. Il s'agit plutôt « des façons multiples mais pas indéfinies dont on peut dire l'être » (Latour, 2006a), des régimes de vérifications particuliers qui ajustent les acteurs-réseaux par une passe particulière, qui rendent nécessaire un sursaut spécifique. Les modes d'existence échappent désormais à l'approche pragmatiste en poussant plus loin le relationnisme : les grammaires appartiennent au monde, qui n'est pas continu et arbitraire (ce qu'a montré l'anthropologie du tournant ontologique) mais qui laisse les êtres s'énoncer (Latour, 2006a). Cette approche constitue un projet de philosophie politique, au centre duquel on retrouve la figure du diplomate qui parle « au nom de », sans trahir ni faire du surplace. Cette approche politique émerge

aussi en réponse à ce qu'il considère comme une impuissance du structuralisme à proposer des alternatives. Il reconnaît la capacité du Naturalisme à assembler des collectifs composés de plusieurs millions d'acteurs-réseaux malgré son incapacité à gérer les hybrides (Bruno Latour 1993 ; 2006a). L'adoption des autres ontologies proposées par Descola (Animisme, Analogisme, Totémisme) ne lui semble pas souhaitable, car celles-ci, qui se sont attachées à prendre en charge les hybrides, ont fortement réduit leur prolifération (Couégnas and Fontanille, 2017). Bruno Latour propose donc un métalangage alternatif : « Il faut combattre le mal par le mal : à machine métaphysique, machine métaphysique et demi. » (Latour, 2012)

7.3.2 Les différents modes d'existence

Pour rendre au paysagiste et à l'écologue ce à quoi ils tiennent chacun, l'approche par les modes d'existence sera mobilisée dans la suite de ce travail. Cette approche sera de plus utile pour mettre en évidence les exigences de la faune, et de l'ensemble des autres acteurs susceptibles de donner à voir la biodiversité dans le quartier de gare. Plusieurs critères composent la grille d'identification des modes d'existence proposée par Latour (Latour, 2012). Le mode est identifiable par la clef d'interprétation qu'il propose : il manifeste une invitation à le suivre à partir d'un acteur-réseau qui tire le réseau dans une direction particulière. De cela découle une manière pratique d'identifier les modes d'existence. Il suffit de déceler les moments où les acteurs se sont justement fourvoyés, durant lesquels ils n'ont pas su saisir correctement cette clef d'interprétation pour lire dans la bonne tonalité. Ce type d'impair est appelé erreur de catégorie. Ensuite, chaque mode définit une pratique de véridiction, qui définit ce qui est vrai ou faux dans sa langue propre. Pour cela, le mode propose des conditions à satisfaire, appelées conditions de félicité ou d'infélicité. Celles-ci servent à caractériser la manière de franchir le hiatus entre les acteurs-réseaux. En effet, il n'y a pas d'éther, de superstructure, il n'y a plus d'immanence des choses ; et pourtant il y a bien une manière par laquelle les choses sont liées dans le réseau, qui permet d'y avoir accès de proche en proche, d'y donner du sens. Les médiations induisent bien une distance obligatoire, mais dans la vie courante elles s'enchaînent si bien qu'elles permettent de lisser les microdiscontinuités qui existent entre l'être et l'autre. La continuité est donc obtenue à l'issue d'un enchaînement de petites discontinuités, des microtranscendances. Comme les électrons et protons espacés les uns des autres peuvent former une matière solide, les hiatus ne sont pas supprimés, l'éloignement a juste été aboli par le mouvement, la discontinuité a été convertie en un effet de sens (Couégnas and Fontanille, 2017). Pour repérer un mode d'existence, il est donc nécessaire d'identifier ces hiatus entre les choses, puis reconnaître le type de saut ou de passe par lequel ce dernier est comblé.

Le mode d'existence forme une trajectoire à l'issue de laquelle est obtenu un type d'être particulier. Ceux-ci sont des êtres-en-tant-qu'autre : ils n'existent pas à eux seuls (être-en-tant-qu'être), mais n'apparaissent que lorsqu'ils sont mis à l'épreuve d'un mode d'existence spécifique. La dichotomie entre sujet et objet n'est plus à l'initiative de l'action mais en est tributaire. L'action opère le débrayage, c'est-à-dire le saut permettant de devenir autre, et le sujet l'embraie, c'est-à-dire résulte de sa présence active pour tracer le réseau (Dondero, 2017). Chaque mode d'existence a un droit de cité ; la science n'est pas plus vraie que l'esthétique ou l'attachement. Ces dernières ne sont plus des « manières de dire ». Chaque mode s'exprime simplement dans sa propre langue, et tous sont incommensurables les uns aux autres : « Chaque mode saisit tous les autres selon son propre genre d'existence — et les mécomprends tous d'une façon à chaque fois particulière » (Latour, 2012). Le monde en devient bien multiple. L'enjeu reste de vérifier si ces modes ont été empruntés correctement par les acteurs, car ils possèdent une certaine fragilité face aux pratiques des Modernes.

Quinze modes d'existence sont distingués (Figure 7.2) — Latour les note entre crochets [XXX], mais

l'auteur annonce explicitement que la liste fournie n'est pas exhaustive. Le résumé que je donne des modes ne couvrira pas toutes leurs particularités, mais proposera d'en saisir l'essentiel. La suite de ce travail donnera à voir différents modes d'existence en jeu dans les associations de la biodiversité et du quartier de gare qui permettront de les préciser un peu plus.

Présentons trois modes d'existence, les autres seront détaillés à partir des exemples tirés du travail de terrain au sein du chapitre 9. Tout d'abord, le mode d'existence mis à jour par l'ANT est le Réseau [RES]. Ensuite, un mode d'existence classiquement emprunté par la biodiversité, la référence [REF] ; puis un autre dans laquelle est engagée la gare, davantage lors de son aménagement que lors de son exploitation cependant, la Technique [TEC].

NOM	HIATUS	TRAJECTOIRE	FÉLICITÉS @ IMPÉLICITÉS	ÊTRES À ENSTAURER	ALTÉRATIONS	NOM
GROUPE 1 - Sans quasi-objet et sans quasi-sujet			GROUPE 1 - Sans quasi-objet et sans quasi-sujet			
[REP]RODUCTION	Risques de la reproduction	Prolongation des existants	Continuer, hériter/ disparaître	Lignes de forces, lignées, sociétés	Explorer les continuités	[REP]
[MET]AMORPHOSE	Crisis et saisissements	Mutations, émotions, transformations	Faire passer, installer, protéger/aliéner, détruire	Influences, divinités, psychismes	Explorer les différences	[MET]
[HAB]ITUDE	Hésitations et ajustements	Cours d'action ininterrompus	Faire attention / perdre l'attention	Vieille sur les prépositions	Obtenir des essences	[HAB]
GROUPE 2 - Quasi-objets			GROUPE 2 - Quasi-objets			
[TEC]NIQUE	Obstacles, détours	Zigzags de l'astuce et de l'invention	Réarranger, monter, ajuster/rater, détruire, imiter	Délégations, dispositifs, inventions	Plisser et redistribuer les résistances	[TEC]
[FEC]TION	Vibrations matériau/forme	Triple débrayage temps, espace, actant	Faire tenir, faire croire/rater, perdre	Envois, figurations, formes, œuvres	Multiplier les mondes	[FEC]
[REF]ÉRENCE	Eloignements et dissemblances des formes	Pavage des inscriptions	Rapporter/perdre l'information	Constantes par transformations	Accéder aux lointains	[REF]
GROUPE 3 - Quasi-sujets			GROUPE 3 - Quasi-sujets			
[POL]ITIQUE	Impossibilité d'être représenté ou obéi	Cercle producteur de continuité	Reprendre et étendre/ suspendre ou rédire le Cercle	Groupe et figures des assemblées	Délimiter et regrouper	[POL]
[ORD]RE	Dispersion des cas et des actions	Liaison des cas et des actions par les moyens	Rattacher/rompre les plans de l'énonciation	Êtres porteurs de sécurité	Assurer la continuité des actions et des acteurs	[ORD]
[REL]IGION	Rupture des temps	Engendrement des personnes	Sauver, mettre en présence/perdre, éloigner	Dieux générateurs de présence	Obtenir l'achèvement des temps	[REL]
GROUPE 4 - Lien des quasi-objets et des quasi-sujets			GROUPE 4 - Lien des quasi-objets et des quasi-sujets			
[ATT]ACHEMENT	Désirs et manques	Multipliation des biens et des maux	Entreprendre, intéresser/ arrêter les transactions	Intérêts passionnés	Multiplier les biens et les maux	[ATT]
[ORG]ANISATION	Confusion des ordres	Production et suivi des scripts	Dominer les scripts/ se perdre dans les scripts	Cadrages, organisations, empires	Changer la taille et l'extension des cadres	[ORG]
[MOR]ALITÉ	Inquiétude sur les fins	Exploration des liens moyen/fin	Reprendre les calculs/ suspendre les scrupules	Le 'royaume des fins'	Calculer l'impossible optimum	[MOR]
GROUPE 5 - Métalanguage de l'enquête			GROUPE 5 - Métalanguage de l'enquête			
[RES]EAU	Surprise de l'association	Suivi des connexions hétérogènes	Traverser les domaines/ perdre la liberté d'enquête	Réseaux d'irréductions	Étendre les associations	[RES]
[PRE]POSITION	Erreurs de catégorie	Détection des croisements	Donner à chaque mode son gabarit/effacer les modes	Clefs d'interprétation	Assurer le pluralisme ontologique	[PRE]
[DC] DOUBLE CLICK	Morteur des hiatus	Translation sans traduction	Parler littéralement/ parler par figure et trope	Règne indiscutable de la Raison	Maintenir le même malgré l'autre	[DC]
NOM	HIATUS	TRAJECTOIRE	FÉLICITÉS	IMPÉLICITÉS	ALTÉRATIONS	NOM

FIGURE 7.2 – Tableau des modes d'existence tiré de (Latour, 2012)

Le réseau [RES], le langage du sociologue des associations, forme bien un mode d'existence puisqu'il procède pour combler les hiatus à la mise à nu de la juxtaposition, des divers acteurs-réseaux qui composent et influencent l'action. Tracer le réseau revient en effet à reconstituer une épreuve. Les paragraphes précédents ont déjà montré les conditions de véridiction de ce mode, ce qui distinguait une bonne ANT d'une mauvaise : suivi des acteurs-réseaux en présence, interdiction de rajouter des éléments exogènes, fidélité au terrain et restitution chérie par les acteurs. [RES] est le seul mode d'existence à pouvoir rendre compte de l'assemblage hétérogène qui se joue dans le cadre des autres modes d'existence. Il propose une délinéation dans sa langue du problème que les autres modes d'existence devront prendre en charge : comment vont-ils parvenir à coudre du même fil la série de discontinuités entre éléments épars rendue désormais évidente (Couégnas and Fontanille, 2017) ? [RES] oblige à un décalage certain vis-à-vis des comptes rendus des autres modes d'existence.

La référence [REF] est le mode de la connaissance équipée et rectifiée, défendu par l'institution scien-

tifique. Elle enjambe le hiatus engendré par les dissemblances de forme en construisant des mobiles immutables. Ceux-ci ramènent par chainage à l'observateur ce qui est observé, sans se substituer à leur contenu. La connaissance référentielle, c'est-à-dire le savoir au sens académique, est construite par exemple lors du passage de l'observation de terrain au modèle, par l'entremise du tableau géoréférencé qui transporte d'un lieu à l'autre la connaissance sans s'y substituer. Un maillon manque et la preuve n'est plus certaine, la connaissance est hésitante. Il faut « monnayer la continuité des constantes par la discontinuité des matériaux successifs » (Latour, 2012). La référence [REF] donne accès à l'objet connu ; pour autant l'objet présente aussi un autre mode d'existence lié à sa persistance même dans l'univers. La biodiversité étant d'abord défini comme concept académique opérationnel dans un contexte de recherche, il s'agit d'un exemple classique de ce qu'est la référence [REF].

La technique [TEC] désigne un mouvement qui amalgame vivants et non-vivants dans un assemblage durable. Le produit de la technique, qui n'est pas forcément matériel, n'est pas assimilable à chacune de ses composantes. Le mouvement technique possède le droit d'échouer et a le droit à la reprise pour tenter de former des objets fonctionnels. Ce processus d'ajustement et de rectification, ce *trial and error*, est justement ce qui lui confère sa condition de véridiction. L'objet construit techniquement se rend-il utile ? Est-il parvenu à remplir les fonctions qui lui étaient attribuées ? Le travail d'ajustement est bien différent de l'objet technique final : s'engager dans le mode d'existence technique, c'est ne pas confondre le moyen et la fin. La [TEC] est donc initiée à partir d'un travail de collecte, d'identification des éléments hétérogènes qui vont devoir se soumettre à sa passe et être pris en compte. C'est notamment ce que désigne le concept de cahier des charges : préalablement à la construction de l'assemblage, il faut passer par le [RES], inclure et exclure des acteurs, fixer des identités, proposer un point de passage obligé.

Les quartiers de gare ont été initialement présentés dans ce travail comme des quartiers à fortes contraintes techniques. Dans quelle mesure cette définition est-elle justifiée avec cette nouvelle définition de la technique [TEC] ? Si les quartiers de gare ne sont caractérisés que par la présence de la gare ou du train, fonctionnant en vase clos et sans heurts majeurs, il semble que la passe de la [TEC] soit manquée. Le terme de passe est employé par (Latour, 2012) pour désigner le type de transformation spécifique à chaque mode d'existence. Si au contraire ces lieux sont sujets à des négociations toujours actives, accueillent des dispositifs d'intéressement en continu et prennent le risque d'échouer à remplir leur tâche, alors on y retrouve bien la question que pose [TEC]. L'enquête s'attachera à identifier les responsables de ces négociations, qui soupèsent notamment chacune des entités en présence et tentent d'identifier la pertinence de leur intégration dans le cahier des charges.

7.3.3 Les croisements des modes d'existence

Un questionnement théorique lié aux modes d'existence reste en suspens dans l'œuvre de Latour. En effet, les croisements entre modes d'existence existent, et l'auteur leur accorde même une notation particulière [XXX°XXX]. Ces croisements dénotent souvent une erreur de catégorie, c'est-à-dire la confusion par les Modernes de deux modes d'existence pourtant distincts. Le croisement le plus couramment dénoncé par Latour, c'est la confusion de la chose qui persiste dans l'existence et de l'être que l'on arrive à capter à partir de la connaissance équipée et rectifiée : [REP° REF]. Leur philosophie a longtemps cherché à déterminer si un « sujet » pouvait connaître un « objet ». Avec les modes d'existence, sujet et objet s'effacent au profit du réseau d'instruments et de formalisme, du chainage de mobiles immutables, puisqu'ils sont des « résultats jumeaux de l'extension de la connaissance avérée » (Latour, 2012).

L'économie est une triple confusion selon Latour : [MOR° ATT° ORG], car elle présuppose l'existence de métarépartiteur, des scripts donnés et non construits qui permettraient de garantir un optimum alors

que celui-ci est incalculable. L’auteur reproche aux économistes d’éluder ce qui se joue réellement chez les acteurs qui mettent en place des dispositifs de calcul, c’est-à-dire de reconnaître que c’est à leur niveau que se joue l’évaluation (Callon, 2017).

Néanmoins, les croisements ne sont pas uniquement négatifs, et peuvent rendre compte de la multiplicité des mondes, c’est-à-dire de la capacité d’une chose à être le support de la naissance de plusieurs types d’être. Ainsi, la gare est un objet technique producteur de scripts organisationnels [TEC° ORG]. La notion de biodiversité recouvre notamment les manières de mesurer la capacité des êtres à persister dans l’existence au moyen de dispositifs expérimentaux [REP° REF]. Le cahier des charges est le moment charnière pour passer d’un assemblage hétérogène à des identités fixées qui finiront par former une boîte noire [RES° TEC]. L’écologie de la conservation encadre les discussions morales sur la nature [MOR] par les connaissances, les faits scientifiques [REF], les utilisant comme base et l’orientant en définissant un paradigme de recherche normatif. Ces croisements semblent donc rendre compte de la multiplicité des mondes, permettent de souligner la capacité de certains objets matériels à être empruntés différemment, mais avec une certaine régularité dans la différence. En dirigeant l’enquête vers ces croisements, il s’agit donc non seulement de déceler les erreurs de catégorie des acteurs mais aussi les objets complexes qui sont plus ou moins bien pris en charge par les collectifs.

7.4 Théories de la gestion sociale de l’environnement

Le geste sociologique présenté plus tôt se fonde sur une ontologie relativiste pour proposer un cadre théorique destiné à l’évaluation des diverses constructions sociales. D’autres approches existent et permettent de donner des perspectives complémentaires à la recherche, bien que limitées par leur adoption et une reproduction plus ou moins explicite de la dichotomie Nature/Culture. Ces approches permettent aussi de développer un cadre stratégique. En complément de l’analyse par l’ANT et les modes d’existence, l’intégration d’éléments issus de ces théories de la gestion sociale de l’environnement permettra d’orienter l’action en commun. Elles permettront de faire émerger le récit normatif constitutif du collectif désirable.

7.4.1 L’approche par les socio-écosystèmes

Le socio-écosystème est une approche conceptuelle développée au sein de l’écologie. Sa structuration a vu le jour lorsque les écologues ont tenté de réintégrer explicitement les dimensions temporelles et spatiales dans l’étude des écosystèmes, y adjoignant aussi les impacts d’origine anthropique liés aux systèmes de management ou aux perturbations (Dufour and Lespez, 2019). Ces nouveaux outils conceptuels ont permis l’émergence d’une formalisation destinée à l’étude de propriété particulière de ces systèmes, notamment leur durabilité et leur résilience (Lagadeuc et Chenorkian 2009 ; Folke 2007 ; 2006 ; Folke et al. 2005). Le terme de socio-écosystème, ou système socio-écologique (SES) désigne dans ce cadre les systèmes imbriqués et multiniveaux composés d’humains et d’institutions qui prennent en charge des éléments environnementaux. Ces approches ont souvent été appliquées aux entités environnementales qui fournissent des biens et services essentiels à la société (Berkes and Folke, 1998). Ces systèmes sont caractérisés par un ensemble de règles soulignant explicitement le caractère complexe des interactions : boucles de rétroactions non linéaires, caractère hiérarchique des processus, dynamiques adaptatives (Redman *et al.*, 2004). En s’attachant au *Common pool resources* (CPR), c’est-à-dire aux communautés qui organisent collectivement l’usage extractif d’une ressource naturelle (ressource halieutique, forêt, etc.), elles permettent de mettre en évidence le caractère durable de ces organisations autour des communs (Ostrom 1990 ; 2009 ; 1998). Elles répondent ainsi aux visions qui faisaient du marché ou de l’État les seuls

acteurs légitimes dans l'organisation de l'usage des ressources (Hardin, 1968). L'étude de ces dynamiques permet la formalisation d'une science des institutions, qui assimile ces dernières à des systèmes dont les données d'entrées et sorties peuvent être quantifiées (McGinnis et Ostrom 2014; Binder et al. 2013).

La gouvernance se rapporte dans ce cadre au système d'institutions — ensemble de droits, de règles et de processus de prise de décisions (Young, 1999) — formelles ou informelles dans lequel les actions de management s'inscrivent, qui fournit la direction essentielle, les ressources et la structure nécessaires pour répondre aux objectifs finaux de gestion des ressources (Crona et al. 2011). Les études insistent sur l'analyse des pratiques de collaboration, mécanisme flexible défini à l'échelle des communautés. La collaboration a de multiples avantages : elle permet de faciliter l'acquisition et la diffusion de connaissance (Crona et Bodin 2006; M. E. Isaac et al. 2007; Schusler, Decker, et Pfeffer 2003), la mobilisation et l'allocation de ressources nécessaires au processus de gouvernance (Lars Carlsson et Sandström 2007; L. Carlsson et Berkes 2005; Newman et Dale 2007) ainsi que la résolution de conflits (Hahn *et al.*, 2006). Elle se base sur l'adhésion à des règles communes impliquant un suivi et des sanctions (Dietz, Ostrom, et Stern 2003; Scholz et Wang 2006).

Parmi ces cadres d'analyses, certains sont développés pour évaluer la manière par laquelle l'hétérogénéité paysagère conditionne l'efficacité des schèmes et systèmes de gestion de l'environnement (Cumming and Epstein, 2020). Les motifs spatiaux des institutions de gouvernance sont alors mis au regard des échelles auxquelles se jouent les processus écologiques : c'est l'étude de l'ajustement spatial, ou *spatial fit* (Moss 2012; Bergsten, Galafassi, et Bodin 2014; Moss 2003). Les études de terrain permettent de montrer que ce type d'ajustement permet de mieux internaliser les externalités écologiques liées au management (Prugh, 1999). Néanmoins, s'il est plutôt certain que le mésalignement des échelles (*scale mismatch*) ne permet pas d'avoir une gestion efficace et durable des ressources, il n'y a pas de consensus sur ce qui constitue un alignement optimal des échelles (Treml et al. 2015; Cumming et Epstein 2020).

Des formalismes à partir de réseaux multiniveaux sont alors proposés (Örjan Bodin 2017; Ö. Bodin et al. 2019), construits sous forme de deux réseaux superposés, l'un représentant les institutions ou les êtres humains sous forme de nœuds sociaux et l'autre les entités écologiques sous forme de nœuds écologiques. Toutes les relations qu'ils entretiennent sont représentées par des liens. L'affectation des nœuds et liens à telle ou telle entité de chaque système dépend fondamentalement de la question de recherche, des hypothèses théoriques et des caractéristiques du SSE étudié (Bodin and Tengö, 2012). Kininmonth, Bergsten, et Bodin (2015) emploient ce cadre d'analyse en formalisant la connectivité écologique (liens) entre différents habitats écologiques (nœuds écologiques) gérés par différentes institutions juridiques (nœuds sociaux) qui partagent ou non des informations (liens sociaux). Ces représentations permettent alors l'identification de motifs 3D appelés blocs élémentaires (Bodin *et al.*, 2014), dont l'analyse fréquentielle rend possible un diagnostic quant à la qualité, la durabilité et la résilience du système de management (Figure 7.3).

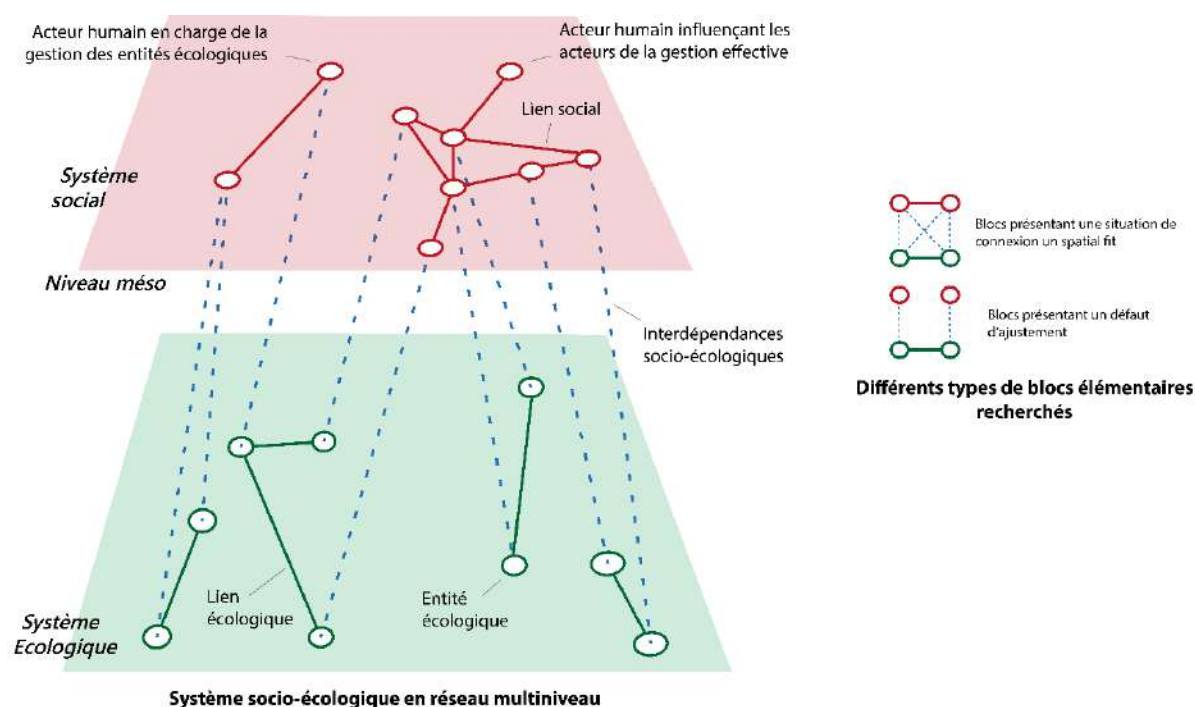


FIGURE 7.3 – Exemple de formalisation des SES sous forme de réseau multinationnel adapté de (Bodin *et al.*, 2019)

Cette représentation en réseaux multinationnels fournit un outil graphique très évocateur, et permet de redonner à la problématique un ancrage spatial. Elle offre des perspectives stratégiques sous la forme d'identification et d'amélioration des composantes humaines qui sous-tiennent la durabilité des SES. Il est présenté ici parce que cette approche avait été considérée et adoptée au début de cette thèse. Le terme de *spatial fit* sera repris ultérieurement pour analyser l'articulation matérielle des systèmes de gouvernance, qui représentent bien une partie du problème global.

Malgré tout, des incompatibilités profondes entre la vision du social proposée par le SES et le social des associations de l'ANT ont nécessité de réorienter le cadre d'analyse choisi. Déjà, le SES sous cette forme se fonde explicitement sur la théorie des réseaux sociaux (Crona et Bodin 2006). Ils s'inscrivent ainsi dans une vision interactionniste et limite le social aux seuls acteurs humains, conditionnant l'agentivité à l'intentionnalité (Dwiartama and Rosin, 2014). De plus, ils font du pouvoir un prérequis de l'étude, un attribut des acteurs mobilisable dans un schème explicatif. Cela entre aussi en contradiction avec le social de l'ANT pour qui le pouvoir est un résultat du tracé de réseau par les acteurs humains et non-humains (Bruno Latour 1990 ; Law 1992), un effet et non une condition (Müller, 2015). Au sein des SES, la nature des médiations entre acteurs et du type de relation qu'ils entretiennent sont rarement explicités ou restreints à leurs dimensions objectivantes. La profusion des types de relations et d'interdépendances qu'humains et non-humains peuvent entretenir, dont essaient de rendre compte les modes d'existence, est rarement prise en compte. Lorsqu'elle l'est, les interdépendances socio-écologiques sont classifiées à partir de catégories kantienne et structuralistes qui se superposent parfois, rendent assez mal compte des modes d'énonciation des êtres ou ne s'assument pas en tant que telles : capital social, activité, identité, emploi, connaissance, etc. (Chan *et al.*, 2012). Les caractéristiques qui permettent de classer ces interrelations sont elles aussi très rarement, voire jamais, explicitées.

Pour Dwiartama et Rosin (2014) la conception de l'agentivité des SES n'est pas tant éloignée de celle de l'ANT, et la notion parvient à capter le caractère complexe des systèmes auxquels elle s'attache.

Néanmoins, son formalisme peine à embrasser tout à fait l'ontologie qui l'accompagne, soit l'abandon de la dichotomie Nature/Culture : les SES en réseaux multiniveaux représentent bel et bien encore deux plans différents, et des types de relations différents selon leurs natures. Enfin, la gouvernance est la négation du mode d'existence [POL] (développé en chapitre 9) [Bruno Latour 2012 ; Bonnet, Landivar, et Monnin 2021] car elle technicise la question : il n'est pas question dans les SES de s'autoriser à inclure de nouveaux acteurs ou en exclure d'autres, mais simplement d'organiser au mieux l'action de membres qui composent le social, qui forment une société donnée et un système non négociable. Cela entre en complète contradiction avec un mode d'existence qui fonde sa passe, c'est-à-dire son fonctionnement, sur la reprise continue du collectif à délimiter, qui engage sans cesse ceux à qui il parle pour renégocier les frontières du cercle politique.

7.4.2 Territoire

Les cadres d'analyses issus de la géographie se sont aussi attachés à étudier les relations et interdépendances entre société humaine et environnement, plaçant en leurs cœurs l'étude des configurations spatiales. La notion de territoire devient un concept opérationnel pour caractériser les composantes de ce médiateur spatial de toute vie sociale — selon les géographes, support de l'émergence des processus sociaux d'identité et d'appartenance (Barreteau *et al.*, 2016). Il rejoint le concept des SES sur de nombreux points, notamment les approches multi-échelles qui détaillent les composantes physiques du territoire et l'appréhendent aussi de manière holistique. L'approche sous-jacente interactionniste est de même très importante pour les deux approches. Les interactions entre groupes humains ou entre humain et environnement étant à la base des analyses conceptuelles des géographes, bien qu'elles soient généralement traitées différemment (Vanier, 2009).

Les croisements des approches mobilisant le territoire avec l'ontologie de l'ANT sont plus nombreux (Park, Park, et Lee 2020 ; Guinchard, Kouassi, et Moine 2023). Guinchard, Kouassi, et Moine (2023) présentent leurs résultats quant à l'étude d'un problème environnemental de dégradation des ressources naturelles autour du lac de Buyo, en Côte d'Ivoire. Ils proposent ainsi d'employer la sociologie de la traduction comme outil d'enquête adapté aux propriétés de l'espace. Pour ce faire, les auteurs partent du concept de territoire pour identifier et collecter les acteurs ultérieurement étudiés à l'aide de la sociologie de la traduction : les transporteurs, les ingénieurs, les filets des pêcheurs, etc. Cette approche est féconde par sa mise en lumière de nombreux dispositifs d'intéressement et l'article dévoile très bien les jeux d'actants et les négociations multiples. Néanmoins, la détermination du collectif impliqué dans le problème environnemental à partir du seul critère spatial engendre un risque d'oubli. Des acteurs importants mais non présents géographiquement ne verraient pas leurs réseaux retracés. La cartographie que les auteurs proposent se voit par exemple obligée de réintégrer des acteurs « extérieurs aux systèmes » qui n'ont pas pu être captés par la notion de territoire liée au contexte militaro-politique de la région. Il y a plus de chance d'atteindre l'exhaustivité en bâtissant la notion de territoire réciproquement, c'est-à-dire à partir de l'état des lieux réalisé en mobilisant la sociologie de la traduction ou l'ANT, plutôt que préalablement (Latour, 2018). C'est ce que propose (Obin 2013, 200) : d'abord, identifier les réseaux, puis les remonter, retracer leur constitution progressive et comprendre comment ceux-ci participent à la constitution des collectifs. Le territoire se présente alors comme « un assemblage d'éléments humains et non-humains [...] qui est en train, toujours, de se faire et de se défaire, dont les contours sont toujours soumis à des séries d'épreuves qui sont en train de le stabiliser et le déstabiliser » (November 2010, 201 cité dans Obin 2006). Ces conceptions ouvrent des perspectives vers l'étude de la durabilité, de la résilience ou de la fonctionnalité des collectifs humains/non-humains ainsi formés, se rapprochant des pratiques des SES.

7.4.3 Modes d'existence et durabilité des collectifs

L'approche par les modes d'existence offre une piste pour traiter des problèmes environnementaux stratégiques à l'échelle des interdépendances. Les modes d'existence jouent en effet un rôle dans la durabilité des collectifs : les êtres qu'ils génèrent sont le support de réseaux qui se comprennent puisque les collectifs tiennent généralement à ces modes. L'enquête de Gabillet, Arpin, et Prévot (2021) auprès des jardiniers qui s'occupent des papillons (voir Chapitre 2) montre bien que l'engagement des choses naturelles dans de nouveaux modes d'existence peut engendrer la renégociation du collectif et surtout l'adoption de pratiques plus durables. Apprendre à connaître et reconnaître les lépidoptères augmente leur plaisir au travail et est la source de création de nouvelles communautés de jardiniers qui partagent leur sensibilité. L'attachement [ATT], qui désigne le processus générateur de l'intérêt passionné, et des passions intéressées et la connaissance [REF] sont deux modes d'existence très liés. La pédagogie peut par exemple s'appuyer sur l'un pour développer l'autre et former des pratiques favorables à la faune et les humains (Narayanan and Bindumadhav, 2019). Ajouter tout le panel des modes d'existence permet de se retrouver face à des situations bien plus riches que les SES qui se limitaient trop souvent aux relations extractives avec l'environnement.

Cela ne signifie pas, comme mentionné précédemment, que la conservation et la protection des modes d'existence en leur nom propre permettent d'aboutir à des collectifs durables. De nombreux problèmes environnementaux actuels, parmi lesquels le changement climatique, sont liés à des objets qui imposent un mode d'existence et empêchent d'emprunter les autres. Cette idée est notamment développée dans *Héritage et Fermeture* de Bonnet, Landivar, et Monnin (2021), qui reprend l'approche ontologique de Latour. Historiquement, la notion de commun a désigné tour à tour la ressource, puis la communauté en charge, puis les liens entretenus par les deux, puis les trois en même temps (Bresnihan 2016 ; Blaser et De la Cadena 2017 ; Tsing 2015). De manière similaire, le commun négatif désigne aussi ce pourquoi il est difficile de se débarrasser des déchets, etc. Ceux-ci ont une sorte d'effet gravitationnel qu'ils entraînent sur les collectifs. Ces objets matériels sont incontournables ; les réseaux des acteurs vont forcément finir par les atteindre et les ramener dans le moment du social. Or, ces communs négatifs imposent leur préposition [PRE], c'est-à-dire qu'ils ont une capacité à orienter le tracé du réseau vers un mode d'existence particulier, à faire des liens qui paraissent évident. Ce faisant, ces communs négatifs entraînent des conséquences environnementales délétères.

Le chapitre 3 a rappelé qu'il était possible de considérer la gare comme un commun urbain sous certaines conditions architecturales, lorsque le collectif était limité aux humains. La gare peut-elle autoriser la reproduction [REP] de la biodiversité en son quartier, c'est-à-dire la persistance des individus, leur non-destruction ? Ou bien ne considère-t-elle la faune que comme des freins à la réalisation technique [TEC] qu'il s'agit de faire disparaître ? Les pratiques de gestion sont-elles capables de questionner leurs routines ou l'habitude [HAB] effacera la possibilité de s'attacher [ATT] et donc de protéger la faune ? Les collectifs ainsi formés sont-ils désirables pour tous, y compris la faune ? C'est ce type de question auxquelles l'enquête doit permettre de répondre, tout en identifiant précisément les non-humains qui imposent ainsi leurs prépositions [PRE]. L'habitude [HAB] peut être liée à la présence de process très normés pour les opérateurs chargés de la gestion des talus. Elle peut aussi résulter de machines qui ne laissent que très peu de place à la négociation du fait de leurs caractéristiques techniques ou de la complexité de leur usage.

Pour Bonnet, Landivar, et Monnin (2021), il ne s'agit plus d'écologiser en recadrant les pratiques des modernes vers la reconnaissance de la pluralité des modes d'existence, mais de recomposer le monde en acceptant de renoncer à certains modes d'existence lorsqu'ils ne permettent pas de maintenir les conditions

de vivabilité du collectif². Cette écologie de la fermeture « veut rediriger les sources d'inconsistance rendant impossible la composition d'un mode pluriel » (Bonnet *et al.*, 2021). Les théories de la gestion sociale de l'environnement, et principalement les approches françaises liées au patrimoine, permettent de compléter cette approche stratégique en proposant des outils et dispositifs d'enquête efficaces.

7.4.4 Théories de la gestion de l'environnement

Au sein du collectif, les acteurs qui tentent d'identifier ce qui mérite d'être conservé et donc s'expriment en leur nom sont le fer de lance de toute action stratégique. Mermet *et al.* (2005) les désigne par le titre d'acteurs environnementaux, ou de titulaire du problème : ils interviennent par leurs discours et par leurs actions en tant qu'acteurs de changement. Ils sont donc prêts à s'engager envers le collectif entier et envers ceux qu'ils défendent. Leur engagement envers le collectif est manifeste puisqu'ils ne cherchent pas à nier les autres problèmes mais à améliorer la situation du point de vue de l'objet environnemental, que celui-ci soit une ressource ou du vivant. Ces acteurs s'engagent aussi envers ceux qu'ils défendent, intervenant comme diplomates (Morizot 2016 ; Bruno Latour 2012) puisqu'il agissent au nom de leur bien-être ou de leur durabilité. Pour cela, ils doivent s'équiper pour veiller au mieux à la représentation (Denayer and Collard, 2014), comme le propose la géographie-plus-qu'humaine, voire institutionnaliser celle-ci dans un « Parlement des choses » (Latour, 1993). Ces approches insistent ainsi sur l'existence d'agents clefs qui endossent la responsabilité, et qui seraient donc prêts à agir en quelque sorte en tant qu'intermédiaire, effaçant leur poids social pour représenter au mieux la Nature. À l'inverse, l'approche patrimoniale refuse de laisser au porte-parole la capacité à parler sans détours et sans médiations. La notion de patrimoine est au cœur de la réflexion et ne doit pas être confondue avec son acception relative à l'économie.

Lorsque Boltanski et Thévenot (1991) proposent 6 régimes de justification sur la base d'une approche pragmatique, ils limitent les modalités d'évaluation à partir du principe de la « commune humanité ». Il ne peut y avoir d'ordre de justification qui valorise l'environnement pour lui-même, car l'évaluation est seulement anthropogénique. Cela est en concordance avec la théorie de l'action qu'ils adoptent : il y a délégation d'action à partir des humains mais pas d'agentivité non-humaine. Il peut exister dans ce cadre une pluralité des natures légitimes, mais pas d'ordre de justification propre à celle-ci. La nature marchande est valorisée comme source de biens et services, la nature civique constitue un lieu d'application du principe civique, la nature inspirée se rapporte à son rôle de réception d'une parole divine ou le fondement de l'institution de la personne matérielle dans un droit naturel (Godard, 2004).³ Latour propose alors simplement d'abolir cette exigence de commune humanité, et de se réintéresser aux médiations qui finalement rendent toute notion d'humanité dépendante du non-humain (B. Latour 1995). D'autres auteurs proposent eux la constitution d'un nouvel ordre conçu à partir de la notion de patrimoine (Godard, 1990), conçu comme une « éthique qui consiste (...) à placer au premier rang de ses préoccupations le souci constant de préserver les libertés de choix de ceux qui viendront après lui : pour cela, il convient de ne pas engager ceux-ci dans des voies qui pourraient les mener à des impasses irréversibles mais, au contraire, de leur transmettre un patrimoine, c'est-à-dire un ensemble de ressources qu'ils seront libres d'utiliser en fonction de leurs propres choix » (Montgolfier and Natali, 1987). En replaçant le collectif futur au sein du collectif actuel, ces auteurs dérogent finalement à la règle de l'économie des grandeurs.

2. Au fond, il me semble que l'écologisation de Latour fonctionne encore, et que ce dernier propose aussi la réduction d'un mode d'existence au motif qu'il empêche le développement d'un autre. Par exemple : si la technique [TEC] tente de faire feu de tout bois pour parvenir à sa fin, au détriment de la viabilité des populations de faune [REP], et que ces populations sont chères à quelques-uns [ATT], alors le maintien de la reconnaissance de [ATT] entraîne bien le maintien de la [REP].

3. On retrouve là les principaux thèmes qui servent de base au formalisme dans les SES, car le Millenium Ecosystem Assesment (Reid *et al.*, 2005) sur lequel se basent ces derniers propose une vision résolument anthropocentrique du bien-être lié à la nature.

Il est désormais possible d'étendre le collectif à ceux qui ne peuvent pas s'exprimer. Certes, il s'agit des générations futures, des humains qui ne sont pas encore intégrés mais qui méritent de l'être. Néanmoins, si le collectif accepte de représenter le porte-parole des générations futures, il peut accepter les porte-parole de ceux qui ne savent s'exprimer sans diplomates : les non-humains.

L'approche patrimoniale naît dans les sphères de l'action publique, parallèlement aux réappropriations du pragmatisme dans la sociologie. Elle vise à restituer aux acteurs locaux le savoir et l'expertise que les approches technocratiques des années 70 leur avaient confisquée (Mermet 2017). Normalisée à la fin des années 1980, il s'agit d'une pratique de gestion des conflits territoriaux, dite de facilitation stratégique, résolument ancrée sur le terrain. Elle se base sur la figure du facilitateur, acteurs tiers à la situation de crise qui n'intervient pas en tant qu'expert de la technique mais de la médiation stratégique (Levinson, 2014). Elle s'attache historiquement aux processus de gestion du vivant, car elles naissent devant l'impossibilité pour les approches verticales d'intégrer le caractère complexe des écosystèmes et des hydrosystèmes (Brédif, 2004). Son action transformative est affichée et surtout éprouvée au fil des crises qu'elle a permis de démêler (Brédif and De Montbel, 2019). Longtemps peu théorisée (Levinson, 2014), l'approche déploie en effet son propre paradigme en rejetant l'existence d'une réalité objective ou uniquement idéaliste. Les paradigmes scientifiques adoptant à l'époque l'une ou l'autre de ces postures, elle est donc forcée de proposer une « épistémologie problématique » (Ollagnon 1986), visant à « identifier et résoudre un problème particulier dans un contexte donné sans prétention à l'universalité » (Levinson, 2014).

Le concept de qualité est central à l'approche patrimoniale. Il recouvre à la fois l'élément, la relation et la totalité (Ollagnon, 1989). La qualité reconnaît la multiplicité de l'objet environnemental en crise, en acceptant qu'il soit à la fois un objet atteignable par la science et la technique, mais aussi par des chemins autres. Ceux-ci sont désignés comme « socio-politiques » ou « relationnels » mais recouvrent en fait toute la variété des modes d'existence. Ces relations ne sont pas exclusives ni hiérarchisées (Levinson, 2014). La qualité se dépouille de l'ambition d'universalisme, ne fait pas de confusion entre [REF° REP], ne relevant ni de l'objectivité pure ni de la subjectivité pure : « Elle participe à la fois de la réalité des choses et de ce qu'une personne ou un groupe en retiennent, eu égard à ce qui leur importe vraiment. Elle ne se situe donc pas dans un pur construit psychologique ou social, plus ou moins détaché, sinon fantasmé de la réalité des choses. Elle ne correspond pas au champ de la perception et de la représentation des sciences sociales. Au demeurant, elle en diffère aussi par le fait qu'elle enseigne quelles dimensions sont importantes pour la personne ou le groupe, et non seulement quelle image ils portent en eux de telle ou telle question ou chose. » (Brédif, 2008). Sans faire le lien d'équivalence entre qualité et mode d'existence, on peut reconnaître au moins que le terme reprend le refus de la confiscation par le chercheur de la réalité à celui qui est étudié.

L'approche n'est pas tout à fait alignée avec l'ANT. Son formalisme se démarque des exigences de l'acteur-réseau, mais donne plus de pistes concrètes à emprunter pour découvrir le terrain⁴. L'approche patrimoniale différencie en effet encore *a priori* les acteurs macro des acteurs micro, selon l'importance qu'ils sont supposément censés jouer et leur appartenance à des institutions (chambre de commerce ; préfecture) ou à un ancrage plus local (habitant, voisin). Elle fournit néanmoins une grille d'identification dite IDPA (Identification de la situation, des acteurs et des problèmes / Diagnostic de l'action engagée / Prospective / Action) qui permet de réaliser l'audit patrimonial en collectant tous les acteurs-réseaux potentiellement impliqués dans la situation (Brédif and De Montbel, 2019) [Figure 7.4].

4. L'ANT se présentait d'ailleurs elle-même comme un guide de voyage (Latour, 2005)

I. Identification de la situation, des acteurs et des problèmes
I1- quelles sont les qualités qui vous semblent caractériser la situation ?
I2- quelles sont les entités concernées ?
I3- quels sont les acteurs concernés ?
I4- quel est le problème des problèmes ?
D. Diagnostic de l'action engagée
D1- quels sont les acteurs actifs, quelles sont leurs actions spécifiques (élémentaires), et quelle est votre évaluation de ces actions ?
D2- comment marche le système des acteurs actifs, et comment évaluez-vous leur action ensemble ?
D3- comment ce système des acteurs actifs influe-t-il sur le complexe multi-acteurs (vu dans le registre I) et comment ce complexe multi-acteurs, du coup, influe-t-il sur le problème ? (Ou tend à résoudre le problème ?)
Il s'agit ici de comprendre quels
P. Prospective
P1- quels sont les horizons spatio-temporels où se joue le cours des choses ?
P2- quels sont les scénarios tendanciel, négatif et positif ?
P3- quels sont les enjeux, les menaces et les atouts ?
A. Actions
A1- quelles sont les exigences-qualité ?
A2- quels sont les objectifs de qualité à atteindre ? (Critères de réalisation et de moyens)
A3- quel mode de gestion ensemble ?
A4- quelle action du commanditaire ?
A5- quelles sont les gammes d'action ?
A6- quel est (sont) le(s) chemin(s) de changement ?
A7- quel est votre critère personnel d'évaluation de la réussite ?

FIGURE 7.4 – Grille IDPA simplifiée (adaptée de [Levinson 2014])

L'approche procède ainsi en deux temps (Levinson, 2014). D'abord, un audit patrimonial est réalisé afin de relever les qualités pour tous les acteurs, c'est-à-dire retracer tous les réseaux et recomposer le territoire. L'audit est donc empreint d'un ancrage spatial dans sa phase préliminaire, qui consiste à identifier les acteurs qui seront interrogés — nombre de ses concepteurs et praticiens étant géographes ou ingénieurs agronomes. Cependant, elle n'est pas limitée par cette dimension spatiale puisque tous les acteurs-réseaux impliqués sont incorporés à l'analyse, qu'ils soient matériels ou non. Ensuite, des groupes de travail sont mis en œuvre avec les participants, qui peuvent tirer parti de la vision multiple du territoire pour choisir ensuite collectivement ce qui fera commun ou non pour eux. Il est donc possible de faire une analogie avec les méthodes de l'enquêteur ANT, de l'anthropologue des modes d'existence ou de l'écologie de la fermeture. La méthode procède d'abord par recomposition de la multiplicité des mondes, puis la fermeture de ceux qui ne permettent pas d'assurer la durabilité du collectif.

La méthode patrimoniale a par ailleurs rapidement identifié que le facilitateur seul peinait à obtenir assez de légitimité pour tenter de jouer au diplomate (là où l'enquêteur scientifique dispose de toute une institution pour justifier de sa démarche). Pour cela, elle a affiché comme objectif la constitution de sa propre institution, qui intervienne comme point de passage obligé dans les situations de conflits environnementaux. Elle propose en outre un cadre paralégal, une charte d'éthique du facilitateur, qui permet de gérer les risques liés au décalage entre le compte-rendu de la méthode et la réalité telle qu'elle a pu être confiée par les acteurs. L'ANT avait toujours un peu ce problème : elle a engendré de débats très houleux, et des accusations de relativisme envers Latour dont il a toujours plus ou moins réussi à se défendre clairement. La charte patrimoniale se base sur plusieurs sécurisations :

- Les entretiens sont strictement personnels, libres et volontaires.
- La garantie de la stricte confidentialité des propos est assurée.
- Les entretiens n'impliquent aucune obligation d'engagement de la part de l'audité, de l'auditeur

ou du commanditaire (celui qui commande l'audit). Cela réduit légèrement l'aspect stratégique de la démarche au profit de sa capacité à obtenir la confiance des interlocuteurs.

- Enfin, des rapports intermédiaires sont produits de manière confidentielle, puis un rapport final est présenté devant tous ceux qui ont été entendus si possible.

L'approche patrimoniale propose donc d'encadrer son action transformative par une position réflexive. Elle laisse émerger les contours du collectif désirable au cours de l'action à l'aide du couplage entre le dispositif d'audit, le compte-rendu, et les modalités de travail en groupe qui les suivent. Si son ancrage théorique ou ontologique est plus modeste, parfois moins explicite que le cadre latourien, l'approche patrimoniale s'appuie sur des expériences de terrains très solides sur lesquels elle a pu éprouver sa grille IDPA. Recroiser ses outils avec les exigences de l'ANT et les objectifs des modes d'existence permet selon moi d'obtenir une grille d'entretien qui captera et retracera les acteurs-réseaux pertinents pour mon questionnement.

7.5 Capter le social à l'aide d'entretiens

L'ensemble des éléments présentés précédemment sont intégrés dans ma démarche. L'approche descriptive de l'acteur-réseau est mobilisée afin de capter les controverses qui agitent la gare et la biodiversité lorsque celles-ci sont mobilisées en même temps par les acteurs. Elle s'appuie sur deux sources théoriques pour structurer l'enquête. D'une part, la méthodologie de l'audit patrimonial donne un axe stratégique à l'enquête. Elle se dote d'outils destinés à l'identification des acteurs clefs sur le chemin de changement vers la biodiversité des quartiers de gare comme commun. Ensuite, afin de retracer le plus efficacement possible les entités qui peuplent le social, l'ANT est adossée à l'approche par les systèmes socio-écologiques multiniveaux. Il ne s'agit pas de reprendre l'ambition explicative de cette dernière, mais plutôt de la mobiliser comme un patron pour réaliser une description pas à pas de la situation. Elle permet en effet de procéder par étape, en détaillant les entités écologiques, les acteurs humains et les institutions, et les relations qui les lient tous ensemble. La notion d'ajustement spatial des entités et des institutions est aussi utilisée en toile de fond, afin de comprendre les ressorts de la gouvernance et caractériser sa complexité. Enfin, les modes d'existence sont mobilisés pour expliquer les incompréhensions, les tensions qui peuplent les pratiques, puis identifier les acteurs clefs dans le rôle d'intégration de biodiversité dans les quartiers de gare. A partir de tous ces éléments, j'ai établi une méthode permettant de répondre aux enjeux suivants :

- Capter tous les acteurs-réseaux impliqués dans la problématique de la biodiversité au sein des quartiers de gare ;
- Retracer tous leurs réseaux et observer les reconfigurations qu'ils opèrent l'un sur l'autre et éprouver la stabilité de ces réseaux reconfigurés, puis identifier les problématiques qu'ils engendrent pour les acteurs. Concernant ces deux points qui s'attachent à la reconfiguration de la biodiversité par le quartier de gare, et réciproquement, le terme de « gare biodiversitaire » sera mobilisé et testé au cours de l'entretien. Il fait directement appel au concept de ville biodiversitaire proposé par Clergeau (Clergeau, 2015), qui désigne « nouveau projet de société conciliant nature et culture jusque dans la conception urbaine » ;
- Proposer une écologie de la fermeture en discriminant parmi les problématiques soulevées par les acteurs celles dont la réponse permet une meilleure durabilité du collectif incluant ici le vivant non-humain, ainsi que de celles qui résultent d'erreurs de catégories.

Pour ce faire, il ne s'agit plus seulement de s'intéresser à la biodiversité par le prisme de la connectivité,

mais bien de tous ces *enactments* sociaux. La faune, la flore, les usage du terme biodiversité que font les paysagistes, les écologues et les usagers doivent être identifiés. Ces multiples *enactments* peuvent ou non être des erreurs de catégories, mais doivent être distingués de ce que Latour appelle des erreurs de type 1, des erreurs qui peuvent être corrigées par la mise en place d’une approche empirique comme la science.

Les erreurs de catégories sont des erreurs de préposition [PRE]. Il serait peu utile de reprocher aux acteurs en charge du projet de ne pas se baser sur la science pour tout arbitrer, puisque le but du projet est d’agréger des éléments hétérogènes pour que le projet aboutisse tandis que la science est très peu concernée par sa concrétisation ou non. Le projet peut être analysé rationnellement au moyen de chaînes de référence ; mais ce n’est pas là sa préposition [PRE] première.

Les erreurs de type 1 font référence aux erreurs qu’il est possible de détromper en équipant et en rectifiant la connaissance. Il s’agit de discours qui admettent implicitement passer par la [REF], mais qui se trompent dans leur finalité. Proposer quelque chose qui se fait passer pour un fait mais est démenti par la science, comme le climato-négationnisme, est une erreur de ce type. Il est possible de généraliser ce type d’erreur de la [REF] à tous les autres modes d’existence. Une erreur de type 1 se produit lorsque la préposition [PRE] a été correctement empruntée mais que les conditions de félicité de la passe ne sont pas remplies. Au cours de mon enquête, je m’attache donc à évaluer la clarté de la préposition [PRE] pour les acteurs-réseaux que sont la biodiversité et le quartier de gare pour les autres acteurs. Il me faut alors noter les erreurs de type 1 pour les corriger, et les erreurs de catégories pour les souligner et identifier leur provenance.

7.5.1 Le problème des comptes-rendus

Mon approche diverge sur deux points vis-à-vis d’une pratique plus classique de l’ANT, du fait des conditions de réalisation de la thèse. Comme mentionné dans le chapitre 4, il n’est pas possible de pratiquer une observation *in situ* des pratiques des acteurs humains dans le quartier de gare. Ma méthodologie mobilise uniquement des entretiens. L’étude de l’action quand elle se fait est pourtant l’approche qui a été privilégiée par les praticiens (Bruno Latour, Woolgar, et Latour 2013 ; Bruno Latour 1992 ; Farias, Roberts, et Blok 2020). L’ANT ou l’approche des modes d’existence fondent l’entièreté de leur approche sur le principe qu’il existe un espace entre les actions des Modernes et le compte-rendu qu’ils font de ces actions (Latour, 2012). Latour reprend de Serre le souci de bien distinguer l’action et l’explication fournie par les acteurs dans les sociétés Modernes : « [On ne peut rien] rien trouver dans les livres qui dise l’expérience primitive au cours de laquelle l’objet tel quel constitua le sujet hominien puisque les livres s’écrivent pour recouvrir d’oubli cette empirie-là ou en condamner la porte et que les discours chassent de leur bruit ce qui se passa dans ce silence-là » (Serres, 1987) cité dans (Latour, 1993). Pour cette raison, l’enquêteur doit toujours se trouver au moment où se joue l’épreuve pour en restituer la juste nature (Akrich *et al.*, 2013). L’étude de la maintenance en train de se faire permet de mettre à jour l’écologie des situations qui se cache dans les gestes, les sons et les attitudes (Denis and Pontille, 2022). L’ethnométhodologie n’est certes pas parfaite et ne fournira pas la description de tout ce qui se joue, de tous les acteurs-réseaux présents dans la situation donnée (Brit Ross Winthereik, 2020), mais elle reste la meilleure pratique pour en oublier le moins possible.

Il y a donc trois langages minimaux qui coexistent au sein de la situation décrite avec l’ANT. Tout d’abord, les comptes-rendus modernes souvent parsemés d’erreurs de catégorie ou de Double-Clic [DC]. Ce dernier est le mode d’existence des modernes, c’est-à-dire de ceux qui refuse d’adhérer à la vision du sociale comme association. Ils défendent l’existence de substance technique ou scientifique, catégorisant les acteurs de force comme rationnels ou irrationnels. Au sein des compte-rendus se trouvent aussi le

ou les autres modes d'existence dont la passe a eu lieu, et enfin le langage de l'enquêteur donc le [RES] (Latour, 2012). En supprimant l'étude *in medias res*, c'est-à-dire la participation aux réunions lors des études préalables, de la conception architecturale ou aux réunions de chantiers, les possibilités d'obtenir le vrai mode d'existence et d'obtenir le [RES] disparaissent. Pourtant, trois éléments me semblent justifier l'approche par entretiens. Tout d'abord, les comptes rendus ne présentent pas systématiquement des erreurs de catégorie ou du [DC]. Les articles scientifiques donnent par exemple bel et bien à voir les chaînes de références dans l'onglet « Material and Method » ; les arrêts de droit et leurs notations jurisprudentielles permettent aussi d'observer sa passe particulière. Ensuite, les comptes-rendus font partie du monde, et ils ont dans ce cadre une agentivité qui mérite d'être étudiée. Latour lui-même le reconnaît : « Je n'ai jamais vu du point de vue de la méthode une différence entre passer un an à lire Aristote et faire du terrain [...] au fond c'est le même travail : arriver à reconstruire des mondes qui nous paraissent complètement opaques, qui deviennent ensuite clairs par l'enquête, durant laquelle on prend beaucoup de notes. » (Latour, 2006a). Les comptes-rendus gommant donc parfois les modes d'existence qui se jouent, mais pour proposer le mode d'existence dont ils sont eux-mêmes le support. Ce sont bel et bien les seuls qui puissent donner à voir les modes d'existence conservés, stabilisés : ceux-ci n'existent sinon que dans le bref moment de la réalité où ils sont mis en œuvre. Enfin, les comptes-rendus explicitent parfois leurs propres prépositions, tel l'ouvrage de l'étude du droit qui, dans son introduction, explique son mode d'existence, etc.

À défaut d'une présence continue dans la fabrication des comptes-rendus (par exemple une observation participative auprès des acteurs qui produisent la gare ou gèrent la biodiversité sur le terrain) , je m'attacherai donc au cours des entretiens à les identifier (si possible à les récupérer à la fin de l'entretien) et soumettre leur examen à l'enquête. Cela me permet de capter les divergences et les décalages entre ce qui s'est joué et ce qui est consigné, mais aussi les moments d'hésitation entre modes d'existence qui peuvent y être explicités. Cela permet également d'ouvrir un nouveau moment du social, de réouvrir la controverse et d'observer le social chaud. Tous les praticiens de l'ANT ne sont par ailleurs pas résolument opposés à la réalisation d'entretiens ex post. Ruming (2009) souligne l'intérêt de pouvoir procéder à un échantillonnage « boule de neige » (l'enquêteur contacte de nouveaux enquêtés potentiels suite à la transmission de noms à la fin d'un entretien), donc à une ANT en marche qui retrace physiquement le réseau. Les entretiens ont de plus un effet post-performatif en conférant une agentivité et un statut particulier au chercheur. La réalisation d'un entretien permet enfin d'enrôler l'enquêteur dans le réseau de recherche, de l'intéresser aux résultats produits ultérieurement.

Le second point de divergence réside dans l'usage pratique de l'ANT et des modes d'existence. Ces derniers ont été majoritairement utilisés comme des méthodes de description, dont l'objectif était de présenter cet écart entre la pratique et le rapport qu'ils en faisaient.

7.5.2 Problématiser la description

L'ANT a largement été utilisée comme technique de description, puisqu'il s'agit pour l'enquêteur de « voir comme », de changer sa perspective, de saisir l'action dans son dénuement (*thin description*) puis de l'explicitier avec l'acteur concerné (*thick description*) [Dumez 2011]. La bonne description implique donc une attitude négative qui écarte les présupposés théoriques (et toute étude du contexte) [José Ossandón 2020]. Elle rend aussi nécessaire une sorte de virtuosité, car les techniques de la description s'usent et doivent être continuellement réinventées pour être efficaces (Dumez, 2011). Elle se concentre sur les controverses puisque les évidences des acteurs sur leurs propres secteurs ne donnent pas de prises à la description du réseau en tant que social froid (Dumez 2011 ; Bruno Latour 2005). Néanmoins, ce type de production n'engage que peu les acteurs. La réflexivité qu'ils acquièrent sur leurs pratiques avec

l'ANT consiste seulement à être capable de parler le langage de l'enquête et de manier le [RES] (Bruno Latour 1990). L'objectif de ce travail de recherche vise au contraire à permettre une transformation des procédures actuelles et non simplement leur éclairage sous un nouveau jour. La description doit donc s'accompagner d'une mise en problématique à partir des modes d'existence.

Il me semble tout d'abord désirable de chercher à identifier et valoriser l'attachement [ATT], qui peut être le levier principal de la constitution de collectifs durables intégrant le vivant non-humain. Celui-ci prend pour prérequis la reconnaissance et la non-destruction, deux éléments qui permettent *a minima* la survie des espèces au contact des humains. Dès lors, l'enquête ne vise plus l'agnosticisme mais le *care* (Daniel López-Gómez, 2020). Cette notion désigne une éthique de la sollicitude (Gilligan *et al.*, 2008) et a été développée par des autrices féministes. Cette perspective permet ainsi de juger des dispositifs d'intéressement mis en œuvre par les acteurs (Liliana Doganova, 2020). Par exemple, est-ce que l'économie parvient à évoquer, sans s'y substituer, les attachements réciproques qu'il existe entre les usagers et la végétation autour de la gare ? Pas de vision asymétrique *a priori* mais plutôt une protection de ce qui existe, si cette existence n'empêche pas le reste de persister et d'être éprouvé. Par exemple, les politiques de sécurité de la gare qui permettent le maintien de la [REP] des humains et de la [TEC] de la gare sont-ils compatibles avec la [REP] des espèces ? Comment sont-ils négociables ? Comment les négocier ?

L'engagement dans un mode d'existence dépend de la présence d'autres êtres qui permettent ou interdisent cet engagement. Reprenons l'exemple du projet. L'entière du spectre des interrelations qu'il est possible de tisser avec la biodiversité, c'est-à-dire des modes d'existence dans lesquels il est possible de l'engager, n'est pas prise en charge institutionnellement. La prise en charge morale [MOR] des objets écologiques n'est ni assurée par un porte-parole humain spécifique ni par un non-humain suffisamment stable qui serait automatiquement mobilisé et requis par la mécanique du projet. Au contraire, il semble que cette dimension soit tenue à l'écart de la discussion. La mécanique de compensation introduit en effet le concept de substituabilité d'un habitat, d'un écosystème ou d'une population sur la base d'un principe d'équivalence. Ce mécanisme tend à substituer à la réflexion morale [MOR] (« Puis-ou ne puis-je pas détruire cette espèce ? ») un dispositif technique [TEC] voire scientifique [REF], qui délègue aux calculs la nécessité de fixer l'équivalence (« Comment puis-je calculer l'équivalence entre ces habitats ? Quelles techniques de renaturation ou de restauration seront-elles efficaces ? »). Néanmoins, ni les humains ni les non-humains ne sont obligés d'être porte-parole d'un unique élément ou d'une unique dimension.

7.5.3 Présentation du guide d'entretien

En ayant répondu à ces deux points de divergence, je considère qu'il est maintenant possible d'assumer l'usage d'entretiens et des documents récupérés à leur issue pour tenter de retracer les acteurs-réseaux. Le guide d'entretien a donc été construit sur la base de la grille IDPA, profitant de son formalisme et de sa capacité à se replonger « dans l'action ». Les items et les questions développées ont ensuite été retravaillés de manière à permettre de suivre le réseau et respecter les principes ontologiques de l'ANT et des modes d'existence. Le guide d'entretien est présenté en Annexe H. Le cadre de l'entretien est repris de l'audit patrimonial : les entretiens sont personnels, libres et volontaires, et il est garanti une stricte confidentialité des propos ainsi qu'une retranscription fidèle des éléments recueillis. Après une brève caractérisation socio-écologique de l'enquêté, le lien professionnel de l'enquêté avec les quartiers de gare et la biodiversité est questionné. Le degré de ponctualisation des deux concepts est alors évalué : leur définition, les enjeux associés, les problématiques liées, et la légitimité de l'intervenant vis-à-vis des notions est interrogée. Cela permet de comprendre en quoi la biodiversité et la gare font sens pour eux, et permet de mettre à jour les non-humains qui soutiennent ces conceptions. Le guide reprend ensuite la structure du SES en réseau multiniveau, pour s'enquérir des éléments qui composent les éléments des systèmes

écologiques et sociaux (entendus ici comme humains et institutionnels) ainsi que les interdépendances socio-écologiques. Enfin, la dernière partie de l'entretien est consacrée aux reconfigurations opérées par l'introduction de la biodiversité dans les pratiques des acteurs opérationnels, ou de la gare pour les porte-parole de l'environnement. Il s'agit d'introduire le concept de « gare biodiversitaire » susceptible de prolonger le croisement de ces acteurs-réseaux, d'évaluer les modes d'existence dans lesquels gare et biodiversité sont impliqués, et de déterminer les conditions qui permettent au quartier de gare d'être un espace où il serait possible d'« habiter avec » la biodiversité.

Le guide a été conçu dans l'optique de faire tenir ensemble l'approche par les SES en réseaux multineaux, les théories de l'audit patrimonial et les exigences de l'ANT quant à la nature du social. Néanmoins, pour éviter d'être un *patchwork* trop hétérogène, chaque élément a été évalué pour répondre aux exigences identifiées dans la littérature de l'ANT (Annexe I). Lorsqu'une entité est mentionnée (organisation, profession, situations, lieux, espèce), il s'agit de porter « d'abord notre attention sur les associations dont il se compose et (...) dans un deuxième temps les diverses manières dont elles peuvent avoir éventuellement renouvelé le répertoire standardisé des liens sociaux » (Latour, 2005). Je souhaite de plus comprendre en quoi celle-ci intervient dans le social, ouvre ou clôtüre une controverse, éprouve les autres éléments qui composaient jusque là l'environnement de l'enquêté. Les discours et considérations larges et théoriques sont pertinentes en ce qu'elle donne une vision du social froid, ponctualisé. Je cherche au cours de l'entretien à déterminer si derrière les jugements de principe, il est possible d'identifier des négociations, des agencements particuliers, qui les remettent en cause. Les relations sociales seront prises non comme isolées, mais en lien avec tous les réseaux humains et non-humains qui l'accompagnent (Nimmo, 2011) : « Par quoi passent les relations que vous entretenez avec la gare, la biodiversité ? »

Par ailleurs, ce guide a pour but de repeupler le social du quartier de gare avec l'ensemble des acteurs-réseaux qui pourront y être décelés. Il n'a pas forcément vocation à être tout à fait respecté au fil de l'entretien : pour retracer les réseaux, il faut accepter d'aller là où l'enquêté m'emmène, y compris si cela n'a pas été prévu par le guide. De manière réciproque, la caractérisation sociologique est très légère, dans la mesure où l'auto caractérisation est plus pertinente que le réancrage contextuel de l'enquêté et l'explication à sa place.

7.5.4 Réalisation des entretiens

Les entretiens ont donc été réalisés auprès :

- d'acteurs de l'aménagement des quartiers de gare impliqué de facto dans la question de biodiversité (14 personnes) ;
- des salariés de la SNCF qui intervenaient sur des questions liées à la biodiversité sans que celle-ci soit limitée aux gares (20 personnes) ;
- à des corps intermédiaires de la société civile qui sont intervenus comme porte-parole de la biodiversité et ont été confrontés au ferroviaire (10 personnes) ;
- et des membres des collectivités publiques qui sont impliquées dans le croisement des questions environnementales et ferroviaires (8 personnes).

Tenus entre le 25/04/2023 et le 08/04/2024, ils ont permis de recueillir la parole de 31 femmes et 21 hommes, 35 enquêtés appartenant au groupe SNCF et 17 travaillant dans une autre structure. Certains entretiens n'ont pas pu être réalisés de manière individuelle, mais les entretiens collectifs ont été réalisés à l'initiative des enquêtés et ont réuni au maximum 3 personnes.

Je regroupe par ailleurs les enquêtés dans des catégories qui rendent compte des entités ou des processus dont ils sont porte-parole dans le cadre professionnel. Ces catégories ne constituent pas une essentialisation du domaine d'activité des enquêtés. Il cherche plutôt à proposer un positionnement vis-à-vis des grands enjeux qui traversent le sujet d'étude : le quartier de gare et son inscription urbaine, la biodiversité, les différentes entités SNCF ainsi que les autres institutions qui ont un impact explicite ou non sur ce qui forme ce système socio-écologique. La pertinence de ces catégorisations pourra être questionnée au vu des résultats des entretiens puisqu'il s'agit de ne pas considérer les structures comme immuables mais émergeant des configurations locales.

Les acteurs investis dans le processus d'aménagement du territoire, impliquant notamment des acteurs territoriaux des collectivités locales, ainsi que les élus, seront placés dans une catégorie labellisée « Aménagement général ». Les acteurs en charge du processus d'aménagement spécifiques aux objets ferroviaires dont la gare, seront regroupés dans la catégorie « Aménagement ferroviaire ». Les acteurs impliqués dans l'entretien ou la maintenance des infrastructures ferroviaires formeront une catégorie à part nommée « Entretien, Travaux et Maintenance ». Les acteurs qui interviennent au nom des enjeux environnementaux, notamment de la biodiversité formeront le groupe nommé « Porte-parole environnement ». Les acteurs qui interviennent spécifiquement dans la prise en charge croisée des enjeux environnementaux au sein de l'aménagement (liée ou non au ferroviaire) seront distingués et placés sous la catégorie « Environnement au sein de l'aménagement ». Enfin, les acteurs qui portent la parole des institutions seront regroupées dans la catégorie « Relations institutionnelles ». La répartition des acteurs anonymisés au sein des catégories, ainsi que leurs activités, est présentée en Figure 7.5. Y sont aussi précisés les liens éventuels entretenus avec les quartiers de gare qui constituent nos cas d'étude : la gare de Montparnasse, de La Verrière, de Rambouillet et d'Epône-Mézières. Les interlocuteurs seront désignés par leur code auquel il sera éventuellement rattaché l'institution d'appartenance lorsque cela est jugé pertinent.

Groupe SNCF	Catégorie professionnelle de l'interviewé	Fonction/activité		Lien avec Rambouillet	Lien avec Montparnasse	Lien avec Epone-Mezieres	Lien avec La Verriere
Oui	Aménagement ferroviaire	Conductrice d'opération	Aménagement ferroviaire-Conductrice d'opération	Non	Non	Non	Oui
Oui	Aménagement ferroviaire	Directrice des projets de gare	Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare	Oui	Non	Oui	Oui
Oui	Aménagement ferroviaire	Gestionnaire de contrats	Aménagement ferroviaire-Gestionnaire de contrats	Non	Non	Oui	Non
Oui	Aménagement ferroviaire	Gestionnaire du risque	Aménagement ferroviaire-Gestionnaire du risque	Non	Non	Non	Non
Oui	Aménagement ferroviaire	Architecture	Aménagement ferroviaire-Architecture	Non	Oui	Non	Non
Oui	Aménagement ferroviaire	Chargé d'Etudes urbaines	Aménagement ferroviaire-Chargé d'Etudes urbaines	Non	Non	Non	Oui
Oui	Aménagement ferroviaire	Membre de la direction AREP	Aménagement ferroviaire-Membre de la direction AREP	Non	Oui	Non	Non
Oui	Aménagement ferroviaire	Chargée de Valorisation projets immobiliers	Aménagement ferroviaire-Chargée de Valorisation projets immobiliers	Non	Non	Non	Non
Oui	Aménagement ferroviaire	Voirie-Réseaux-Divers	Aménagement ferroviaire-Voirie-Réseaux-Divers	Non	Oui	Non	Non
Oui	Aménagement ferroviaire	AMO environnement	Aménagement ferroviaire-AMO environnement	Oui	Non	Non	Non
Oui	Aménagement ferroviaire	Prospective et programmation	Aménagement ferroviaire-Prospective et programmation	Non	Oui	Non	Non
Oui	Aménagement ferroviaire	Technicien d'Ouvrage Bâtiment	Aménagement ferroviaire-Technicien d'Ouvrage Bâtiment	Oui	Non	Non	Non
Non	Aménagement général	Chargée de projet biodiversité	Aménagement général-Chargée de projet biodiversité	Non	Non	Oui	Non
Non	Aménagement général	Conseiller en urbanisme	Aménagement général-Conseiller en urbanisme	Non	Oui	Non	Non
Non	Aménagement général	Directrice de projet urbain	Aménagement général-Directrice de projet urbain	Non	Non	Oui	Non
Non	Aménagement général	Directeur d'agence	Aménagement général-Directeur d'agence	Non	Non	Non	Non
Non	Aménagement général	Elu à la municipalité	Aménagement général-Elu à la municipalité	Oui	Non	Non	Non
Non	Aménagement général	Ingénieure territoriale	Aménagement général-Ingénieure territoriale	Non	Non	Non	Non
Non	Aménagement général	Elu à la municipalité	Aménagement général-Elu à la municipalité	Oui	Non	Non	Non
Non	Porte-parole environnement	Expert écologue	Porte-parole environnement-Expert écologue	Non	Oui	Non	Non
Non	Porte-parole environnement	Directeur d'association	Porte-parole environnement-Directeur d'association	Non	Oui	Non	Non
Non	Porte-parole environnement	Expert écologue	Porte-parole environnement-Expert écologue	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	Paysagiste	Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	Paysagiste	Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	AMO environnement	Environnement au sein de l'aménagement-AMO environnement	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	AMO environnement	Environnement au sein de l'aménagement-AMO environnement	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	Expertise thématique environnementales	Environnement au sein de l'aménagement-Expertise thématique environnementales	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	AMO environnement	Environnement au sein de l'aménagement-AMO environnement	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	Paysagiste	Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	Correspondant locale environnement	Environnement au sein de l'aménagement-Correspondant locale environnement	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	Paysagiste	Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	Correspondante locale environnement	Environnement au sein de l'aménagement-Correspondante locale environnement	Non	Oui	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	AMO environnement	Environnement au sein de l'aménagement-AMO environnement	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	Ingénieur d'étude environnement	Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement	Oui	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	AMO conseil	Environnement au sein de l'aménagement-AMO conseil	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	Ingénieur d'étude environnement	Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement	Non	Non	Non	Non
Oui	Environnement au sein de l'aménagement	Correspondant locale environnement	Environnement au sein de l'aménagement-Correspondant locale environnement	Non	Non	Non	Non
Non	Environnement au sein de l'aménagement	Directrice d'agence	Environnement au sein de l'aménagement-Directrice d'agence	Non	Non	Non	Non
Non	Environnement au sein de l'aménagement	Expert écologue	Environnement au sein de l'aménagement-Expert écologue	Non	Non	Non	Non
Non	Environnement au sein de l'aménagement	Chargée de mission territoriale	Environnement au sein de l'aménagement-Chargée de mission territoriale	Non	Non	Oui	Non
Non	Environnement au sein de l'aménagement	Déléguée territoriale	Environnement au sein de l'aménagement-Déléguée territoriale	Non	Non	Oui	Non
Oui	Relations institutionnelles	RSE	Relations institutionnelles-RSE	Non	Non	Non	Non
Oui	Relations institutionnelles	Membre de la direction Transilien	Relations institutionnelles-Membre de la direction Transilien	Non	Non	Non	Non
Oui	Relations institutionnelles	RSE	Relations institutionnelles-RSE	Non	Non	Non	Non
Oui	Relations institutionnelles	Chargée du traitement des réclamations	Relations institutionnelles-Chargée du traitement des réclamations	Non	Non	Non	Non
Oui	Relations institutionnelles	RSE	Relations institutionnelles-RSE	Non	Non	Non	Non
Oui	Relations institutionnelles	Chargé de communication et du traitement des réclamations	Relations institutionnelles-Chargé de communication et du traitement des réclamations	Oui	Non	Non	Non
Non	Relations institutionnelles	Charge de projet	Relations institutionnelles-Charge de projet	Non	Non	Non	Non
Oui	Entretien, Travaux et Maintenance	Chargée d'études biodiversité	Entretien, Travaux et Maintenance-Chargée d'études biodiversité	Non	Non	Non	Non
Oui	Entretien, Travaux et Maintenance	Expert travaux, voies et abords	Entretien, Travaux et Maintenance-Expert travaux, voies et abords	Non	Non	Non	Non
Non	Entretien, Travaux et Maintenance	Conducteur de travaux	Entretien, Travaux et Maintenance-Conducteur de travaux	Non	Non	Non	Non
Non	Entretien, Travaux et Maintenance	Coordinateur de chantier	Entretien, Travaux et Maintenance-Coordinateur de chantier	Non	Non	Non	Non
	AMO = Assistance à Maîtrise d'Ouvrage	RSE = Responsabilité Sociale et environnementale des Entreprises					

FIGURE 7.5 – Catégories proposées pour regrouper les enquêtes

7.6 Conclusion du chapitre

Je proposais lors de la problématique de recherche d'examiner les modalités d'intégration de la biodiversité dans le quartier de gare. Quel diagnostic peut être établi quant au rôle de ces espaces dans le

réseau écologique ? Quelles sont les meilleures pratiques pour les analyser, puis les formaliser de manière à assurer leur mobilisation cohérente et stable lors de l'aménagement des gares, y compris lors de la phase projet ?

Je reformule ici celle-ci dans le langage de l'ANT et des modes d'existence. La nouvelle formulation n'écarte pas la double interrogation précédente, mais elle la replace dans un cadre plus large en localisant les deux plans sur lesquels elle se déploie. La première partie de la problématique consiste à identifier les moyens dont il faut se doter pour arriver à rendre compte le mieux possible de la connectivité écologique au sein du quartier de gare. Il s'agit ici de vérifier si un être est bien instauré au sein d'un mode d'existence donné, ici le mode d'existence scientifique. J'ai précédemment rendu compte scientifiquement de la connectivité, et présenter les contraintes que se donne l'écologie du paysage comme discipline afin d'essayer de donner à voir fidèlement ce qui se joue sur le territoire. La seconde partie de l'interrogation consistait à identifier les formalisations à donner à ces objets pour qu'ils puissent être investis au contact d'autres acteurs, humains, et non-humains. J'évaluerai donc la capacité de traduction des humains et des non-humains qui assurent le passage d'un mode d'existence à un autre, en évaluant chaque fois ce que la double traduction produit sur ce qui est traduit. Je propose donc une nouvelle formulation de la problématique présentée en chapitre 4.

Comment faire intervenir la biodiversité et la gare en respectant chacun de leurs modes d'existence ? Pour répondre à cette question, il est nécessaire de déterminer les acteurs responsables de chacun des modes d'existence, ainsi que les modalités à respecter que chacune d'entre-elles font naître. Qui parle, au nom de qui, et comment ? Ces logiques ne sont pas autoportantes ; ni la gare ni la biodiversité ne s'y soumettent en raison d'une quelconque inertie. Elles sont au contraire maintenues à l'aide de choses, d'objets, plus durables que les seules interactions lors des réunions entre opérationnels et écologues ou acteurs administratifs. Ces logiques sont en quelque sorte incarnées par des non-humains, qui invitent ceux qui les emploient à faire passer gare et biodiversité par elles. Ainsi, et par extension, quels sont les éléments, généralement non-humains, qui permettent de maintenir la présence de ces logiques et de forcer la gare à se conformer à ces logiques ? De forcer la biodiversité ? Réciproquement, quels sont les éléments qui permettent une interopérabilité entre les logiques pour un même objet ? Enfin, comment construire des éléments nouveaux pour faire passer la gare et la biodiversité par les logiques pertinentes ?

La sociologie de la traduction, l'ANT et l'approche par les modes d'existence dessinent les contours d'un social particulier duquel le chercheur ne peut s'extirper. La recherche étant un compte-rendu parmi d'autres, il lui faut donc rendre compte des mouvements qu'elle emprunte : « désormais, tout fait partie des données » (Latour, 2005). Le travail proposé ici ne consiste pas en un travail d'anthropologie des modernes. Il ne cherche pas à parler en [RES] pour réenchanter les modernes, ni à lister les modes d'existence pour recomposer des mondes multiples que les modernes avaient choisi d'ignorer. Il vise à donner un nouveau porte-parole à la biodiversité sous forme de modélisation et à identifier parmi ces mondes lesquels sont désirables. Les conditions de réussite de cette action stratégique sont donc bien différentes de celles que se fixe l'anthropologie des Modernes. Il ne suffit pas de donner à voir la passe de la [REF], mais de parvenir à l'emprunter et à en tirer un fait suffisamment solide. Si mon modèle n'est pas assez pertinent (Chapitre 6), montrer ses défauts ne lui redonnera pas sa pertinence. Il faut jouer selon les règles et réussir, puis donner à voir les règles et leur domaine réduit d'autonomie sur le monde. Qu'a montré le modèle ? Le caractère construit du modèle a-t-il permis aux acteurs de valoriser plus encore son utilisation ? Le modèle a-t-il permis aux acteurs d'améliorer la situation pour la biodiversité dont il se faisait porte-parole ? L'approche stratégique dans ce travail doit ainsi être conçue comme une moralité [MOR] dont le scrupule porterait systématiquement sur l'adaptation des fins aux moyens et réciproquement (Brédif and Simon, 2021).

Les chapitres 8 et 9 retraceront les résultats de mon enquête auprès des différents acteurs enquêtés. Le chapitre 8 sera consacré à l'évaluation de la prise en charge de la gare et de la biodiversité, à partir d'une première description dérivée de l'ANT, suivie d'une présentation du système socio-écologique et de la présentation de cas d'étude. Le chapitre 9 sera lui consacré à l'approche des pratiques à partir des modes d'existence, l'analyse stratégique des enjeux d'intégrations de la biodiversité dans le quartier de gare, et les résultats concernant l'usage de graphes paysagers dans ce cadre.

Chapitre 8

Retracer les réseaux de la gare et de la biodiversité

Le but de l'enquête consiste à déterminer les manières par lesquelles quartier de gare et biodiversité se reconfigurent l'un et l'autre ainsi que les éventuelles problématiques qui émergent du contact entre ces deux entités. Pour mener cette étude, il semble pertinent de tracer le réseau propre à chacun de ces objets avant d'examiner leurs points de convergence. Pour être sûr de n'omettre aucun acteur intervenant potentiellement dans la définition de la gare et de la biodiversité, je procèderai en deux grandes étapes.

Dans un premier temps, il s'agira de proposer un panorama des descriptions, des enjeux, des problématiques et de la stabilité associées à chacun des deux concepts. Les concepts peuvent paraître flous aux yeux de certains acteurs ou au contraire être particulièrement spécifiques et exclure d'autres perspectives qui sont pourtant celles d'autres acteurs. Les différences d'interprétation seront d'autant plus probables en raison de la diversité des profils représentés dans le panel d'enquêtés. L'identification de ces divergences permettra de mieux appréhender les dissensions susceptibles d'émerger entre les acteurs lorsqu'ils mobilisent la notion de gare ou de biodiversité dans leurs pratiques respectives. En effet, ils sont amenés à négocier ces concepts et à les traduire dans le langage professionnel de leurs interlocuteurs. Si les acteurs eux-mêmes ne sont pas pleinement certains du sens qu'ils attribuent aux différentes notions, des malentendus ou des blocages pourraient alors apparaître. La description permet de lever peu à peu le voile sur les supports qui participent à la stabilité des concepts de gare et biodiversité parce qu'ils sont influents et partagés, ou au contraire de pointer leur absence et donc des acceptions et des compréhensions bien plus multiples.

La seconde partie du chapitre sera consacrée à une description détaillée de la prise en charge de la biodiversité dans le quartier de gare. Celle-ci sera inspirée des systèmes socio-écologiques en réseaux multinationaux du point de vue de sa formalisation ; il ne s'agit pas de reprendre les ambitions explicatives de ces théories comme souligné dans le chapitre 7. Seront ainsi abordés les institutions, leurs domaines de compétence, ainsi que les espaces qu'elles administrent, en identifiant les écosystèmes présents au sein de ces espaces. Cela permettra de retracer le réseau en suivant cette fois le patron formé par la territorialisation des institutions, de la faune ou de la flore. La localisation et la nature des éléments constitutifs de la biodiversité au sein des gares et de leurs quartiers seront examinées. Le niveau intermédiaire sera ensuite exploré à travers les pratiques de gestion de la biodiversité mises en œuvre par les acteurs et les institutions concernés. Enfin, l'attention se portera sur les schémas de collaboration relatifs à la flore et à la faune entre ces différents acteurs. Les quatre quartiers de gare sélectionnés comme terrains d'étude

serviront d'illustrations concrètes de ces systèmes socio-écologiques.

8.1 Comment la biodiversité et le quartier de gare tiennent-ils ?

Les définitions des deux concepts seront analysées consécutivement au prisme des catégories que j'ai proposées précédemment (aménagement général, entretien, etc.) afin de pouvoir évaluer la cohérence des appréciations au sein des groupes, et réciproquement la pertinence de cette approche par catégorie pour traiter la question. L'approche successive par la définition, les enjeux, la stabilité et la légitimité relève avant tout d'un usage pratique pour servir d'aide mémoire et faciliter la discussion. D'un point de vue de l'approche par les modes d'existence ou de l'ANT, la distinction entre la définition du concept et les enjeux associés possède peu d'intérêt, puisque c'est justement par les épreuves auxquelles elles sont soumises que les choses parviennent à prendre leur sens. Les définitions statiques renseignent ainsi davantage sur les non humains qui sont présents dans les contextes professionnels et permet de faire tenir les choses hors de leur engagement dans un moment du social. Par ailleurs, les supports non humains décrits plus bas ne sont pas forcément exclusifs à certains types d'acteurs : les réseaux ont été recomposés à partir des éléments cités, avec les acteurs, plutôt que préalablement et à leur dépens.

8.1.1 Acteurs de l'Aménagement général

La **biodiversité** se rapporte avant tout pour ces acteurs à la faune et la flore. Le terme qui génère parfois des tensions, peut ainsi être sciemment évité lors de discussions avec des non-spécialistes. Cela permet de ne pas avoir à gérer la complexité inhérente lorsque les enjeux sont considérés comme restreints, comme un projet d'espace vert urbain par exemple. Le terme peut même devenir tabou dans les contextes politiques compliqués, ce qui ne facilite pas du tout sa stabilité puisqu'il ne peut même plus être mis à l'épreuve du social.

D'ailleurs, quand on a fait, nous, nos ateliers, on ne parle pas de biodiversité, on parle bien de nature en ville. (Ingénieure territoriale)

Quand je parle de biodiversité auprès du grand public je ne rentre pas dans des définitions. C'est la diversité du vivant et des écosystèmes. Je reste très vague (Élu à la municipalité).

Donc, vous pensez bien que là où on veut urbaniser, on ne va surtout pas se poser la question de la biodiversité. Je pense que même la biodiversité, là où on en est, est peut-être même un gros mot, vous voyez ce que je veux dire ? En dehors de ne pas être comprise, elle peut être limite insultante » (Élu à la municipalité)

La formation et la sensibilité personnelle sont deux éléments qui cadrent la compréhension du terme. Il apparaît aux acteurs majoritairement à partir de l'arsenal réglementaire ou dans des documents de planification tels que le Plan Climat. Ce plan d'action présenté en 2017 par l'Etat formule des objectifs de développement de solutions de protections par la nature. Il mentionne explicitement l'emploi de biodiversité en ville pour atténuer les îlots de chaleur urbains au sein de l'axe 18 intitulé « Contribuer à la protection des écosystèmes terrestres et marins en France et à l'international » (Hulot, 2017). Les documents techniques et stratégiques produits par des institutions d'expertise et de recherche (ADEME, IDDRI) sont aussi mobilisés pour permettre les traductions avec les acteurs externes.

L'IDDRI a sorti un papier sur ça, sur vivant et maladaptation¹. En gros, si tu veux faire un aménagement pour récupérer des eaux pluviales, l'aménagement que tu vas faire avec une digue ou autre, il sera plus néfaste dans le temps parce qu'il ne va pas s'adapter aux contraintes d'évolution de l'écosystème. Et en fait, il va poser plus de dégâts en termes écologiques et financiers que ce qu'il aurait dû (Ingénierie territoriale).

Le **quartier de gare** se manifeste quant à lui comme l'espace adjacent à la gare, qui intègre les services associés et peut représenter des fonciers importants dans le cadre du développement urbain. Le terme est néanmoins peu usité et laisse plutôt la place à un autre *enactment* de l'espace caractérisé et organisé par les flux : le pôle d'échange multimodal ou pôle d'intermodalité, parfois appelé pôle gare. Les dynamiques économiques positives qui découlent des flux sont mises en perspectives des nuisances liées à la place des véhicules motorisés (individuels ou collectifs). Le quartier de gare est par ailleurs un espace qui s'apprend par la pratique ; certains acteurs mentionnent une absence de focus théorique sur les enjeux associés à ces espaces lors de leur formation urbanistique². Les documents d'orientation stratégiques produits par les établissements publics territoriaux permettent de donner une matérialité spatiale au concept.

Disons que là, ça s'impose, on a une gare, on a un RER qui va arriver. Le GPS&O [la communauté urbaine de Grand Paris Seine & Oise, ndr] a identifié toutes les gares où le RER allait arriver, a défini des zones de 500 mètres autour de la gare, et a créé des périmètres d'intérêt communautaire sur toutes ces zones de 500 mètres autour des 9 gares du territoire. Et sur chacune des zones, on s'est dit, on va mettre en place un pôle d'échange multimodal, donc avec développement des fonctionnalités de multimodalité, et une réflexion sur une densification avec projet urbain. (Responsable au sein de Grand Paris Seine et Oise)

L'urbaniste a ici été mentionné comme acteur par essence légitime pour s'attacher à la question des usages puisqu'il agit comme porte-parole de l'espace urbain :

Les urbanistes, ils ont ce rôle-là, de penser justement à ces usages, etc. Et du coup, pour moi, c'est au rôle de l'urbaniste d'aller voir les usagers et de leur poser ces questions » (AMO environnement)

Ah, mais moi je comprends tout le monde en fait parce que c'est le métier d'urbaniste qui veut ça et en fait il faut composer avec tout le monde (Responsable Valorisation Immobilier)

Les fiches de l'APUR participent à la structuration du concept. Produits en 2015 par l'observatoire des quartiers de gare du Grand Paris, ces documents étudient les contextes urbains dans un rayon de 800 mètres autour des gares afin de produire des monographies ou des comparaisons croisées (APUR, 2015). Le quartier de gare y est appréhendé comme un objet d'étude géographique.

Les trois documents qui constituent le Schéma Directeur de la Région Île-de-France (SDRIF) font du quartier de gare un espace stratégique sans en proposer réellement de traduction cartographique (Conseil Régional d'Île-de-France 2023a ; 2023c ; 2023b). L'intégration de logements, d'équipements, le développement d'emplois et la modernisation des zones d'activités y sont prioritaires. La présence d'une

1. <https://www.iddri.org/fr/publications-et-evenements/propositions/eviter-la-maladaptation-au-changement-climatique>

2. Dans les faits, il existe des focus thématiques au sein de certains établissements universitaires. La Semaine Gare, tenue plusieurs années de suite à l'école des Ponts et Chaussées, propose d'aborder différentes thématiques liées à la gare et son inscription urbaine. J'ai pu participer à l'organisation et l'encadrement d'un de ses modules nommé « Morphologie des quartiers de gare et connectivité écologique » tenu en février 2022.

gare dans la commune fait passer l'objectif de développement de logements à l'horizon 2040 de 13% à 15% (Orientation Règlementaire [OR] 57). L'OR 108 favorise la préservation et le renforcement des centralités commerciales dans ces quartiers tandis que l'OR 105 relègue le développement de bureaux au sein des quartiers de gare afin de procéder à un rééquilibrage territorial en faveur du logement. Une emphase est aussi portée sur le besoin d'organisation multi-usage de l'espace face à la pression foncière, avec une conception à destination non seulement des résidents, mais aussi des citoyens du territoire qui participent à leur financement. Les quartiers de gare s'inscrivent dans un plan de décarbonation reposant sur la densification urbaine autour des transports bas carbone. Reconnaisant ces espaces comme des lieux publics structurants et des marqueurs territoriaux avec une identité architecturale souvent forte, les problématiques d'insécurité et les effets de coupure qu'ils peuvent engendrer sont à nouveau mis en lumière. La transformation de la gare en pôle d'échange est reconnue comme une étape dans un processus souhaitable qui fera de la gare plus qu'une simple d'interface entre la ville et le monde des transports.

Les documents abordent les notions de gare et de biodiversité en les juxtaposant plutôt qu'en les croisant réellement, bien que le SDRIF-E intègre les objectifs du ZAN (Figure 8.1). Le document souligne simplement que les trajectoires d'urbanisation doivent tenir compte du volet renaturation du SDRIF-E et de ses obligations réglementaires, par exemple OR 4 : Créer ou renforcer les liaisons vertes assurant la fonctionnalité des continuités écologiques ou paysagères, ou encore l'amélioration des espaces de transition entre les espaces boisés et les espaces (OR 21). « Le SDRIF-E y conforte un développement articulé autour des gares de transports collectifs, développe la nature pour restaurer les continuités écologiques jusqu'à l'hypercentre » (Conseil Régional d'Île-de-France 2023a). Les ambitions de réduction de l'artificialisation sont par ailleurs tempérées au niveau des gares par l'Orientation Règlementaire 91 qui vise à une extension de l'urbanisation de l'ordre de 1 % de la superficie de l'espace urbanisé communal dans un rayon de l'ordre de 2 km autour des gares (Figure 8.1). Plus de 500 communes sont concernées par ces secteurs de développement, couvrant environ 974 ha. Le quartier de gare n'est pas désigné par cet espace de 2 km, mais cet espace est *a minima* conçu comme l'aire d'influence de la gare. À noter qu'en présence de deux gares dont le rayonnement de 2 kilomètres se chevauche, les capacités d'urbanisation au titre des gares ne se cumulent pas.

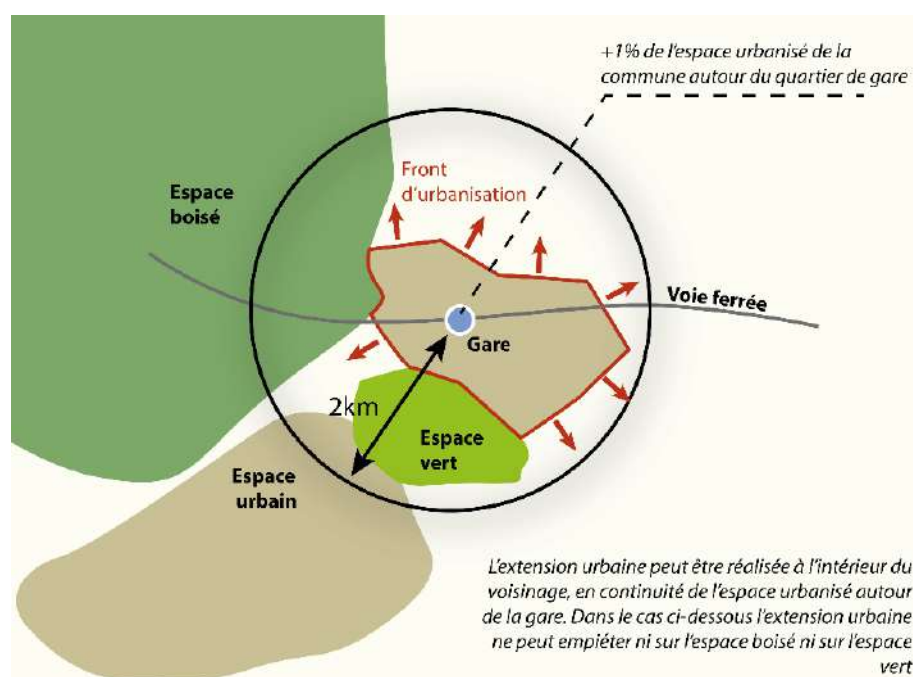


FIGURE 8.1 – Illustration de la règle proposée par le SDRIF (Reproduit et adapté d'après Institut Paris Région 2023)

Néanmoins, le SDRIF-E de 2023 revoit à la baisse les extensions d'urbanisation octroyées au titre des gares par rapport aux chiffres de 2013. Cela procède d'une volonté de préservation des espaces ouverts de la couronne d'agglomération formant la Ceinture Verte, c'est-à-dire l'espace singulier entre les zones urbaines de la métropole parisienne et les bordures plus rurales d'Île-de-France (Legenne *et al.*, 2005). Cet espace est crucial car il est très concerné par les objectifs d'urbanisation et rend nécessaire un contrôle très fin de l'emplacement géographique des extensions urbaines. La priorisation de ces espaces peut par ailleurs faire écho au déficit de participation à la connectivité écologique régionale des espaces forestiers, qui a été mis en évidence dans le chapitre 6 pour l'espace urbain peu dense.

	Négatif	Favorable
Synthèse de la lecture des orientations réglementaires : Enjeux environnementaux des secteurs de développement à proximité des gares	Espaces ouverts, économie circulaire, matériaux, Agriculture et alimentation, Ressources forestières, Risques	Sols urbains et sous-sols, Paysage et Patrimoine Bâti, Biodiversité, Adaptation et atténuation au Changement Climatique, Énergie, Déchets, Eau, Aménités vertes, Nuisances, Incidences cumulées

	Faible	Moyen	Fort	Très fort
Niveau de développement porté par la SDRIF-E pour les gares	Communes rurales	Moyen	Hypercentre, Couronne d'agglomération, Villes moyennes	Cœur d'agglomération

FIGURE 8.2 – Résumé des informations concernant les gares contenues dans le SDRIF-E

8.1.2 Acteurs de l'aménagement ferroviaire

Les définitions de la **biodiversité** varient selon les acteurs, qui mentionnent souvent les différences la diversité des espèces ou des êtres vivants. ou même qui restreignent le concept à la flore. Rares sont ceux qui intègrent aussi la diversité des écosystèmes. Pour certains, le terme se rapporte aux éléments ruraux et ne peut s'appliquer en ville, tandis que d'autres soulignent justement l'existence d'une biodiversité urbaine irréductible aux seuls espaces verts urbains. Certains acteurs ne proposent pas une définition du concept dans l'absolu, mais le conçoivent directement à travers leurs pratiques.

Ma définition de la biodiversité, c'est déjà faire un constat des espèces qui sont déjà présentes sur le site avant notre intervention. (...) Ça va être de proposer des aménagements en faveur de leur développement, d'aller au-delà de ce qu'ils ont déjà aujourd'hui, essayer de trouver des solutions pour développer un habitat, ne pas faire que protéger les espèces actuelles, mais permettre leur déploiement, qu'ils s'installent finalement dans l'espace qu'on dessine. Ça, c'est pour la faune. Et puis après, la notion de flore, ça va être de toute façon de végétaliser, c'est sûr, au maximum. On sait le bienfait de la nature en ville (...) on sait que c'est très intéressant de végétaliser pour une notion de confort. (Responsable Voirie-Réseaux-Divers).

Au-delà des seuls enjeux de confort urbains pointés ici, la dépendance de la survie de l'espèce humaine vis-à-vis de la biodiversité est relevée, et mise au regard d'un manque de portage politique dont le sujet souffrirait. Le terme fait par ailleurs souvent appel à une supposée place trop importante qu'aurait prise récemment l'humain vis-à-vis de la nature. Dans ce cadre, le comportement pertinent revient à s'effacer à son contact pour lui redonner sa « juste place ».

« Et de toute façon, la nature, on le rappelle (...) il faut revenir en arrière. Un petit peu, pas non plus autant préhistorique, mais revenir en arrière et travailler avec la nature telle

qu'elle est. » (Responsable des contrats).

« C'était important pour moi d'arriver à démontrer que la nature reprend ses droits. Et qu'elle est plus forte que nous. Et c'est tant mieux. Alors, je ne dis pas qu'elle nous écrase, loin de là, malheureusement. Elle ne nous bat pas à plate couture. Mais en tout cas, elle prend sa place. » (Responsable des risques)

L'expérience personnelle est souvent mentionnée comme source de légitimité pour parler de cette nature, que celle-ci soit relative à une éducation rurale ou au contexte culturel dans lequel l'acteur a grandi

J'ai habité un petit village en Normandie où on avait des lapins, on avait des poules, on avait un jardin, et tout était bio, façon de parler. (Responsable des contrats)

Quand j'étais enfant, déjà, je n'ai jamais jeté un papier par terre, par exemple, parce que je ne pouvais pas. (Conducteur d'opération).

Pour la majeure partie des acteurs, le terme s'est imposé lors de la pratique de leur activité professionnelle, comme un élément annexe dont les mécanismes ont été appris sur le tard.

Et ensuite, quand j'ai commencé à bosser, c'étaient les études d'impact. Le premier lien avec la biodiversité, c'étaient les études d'impact, les dossiers de loi sur l'eau, les autorisations environnementales. (...) Mais voilà, ma connaissance de la biodiversité, je pense qu'elle a commencé comme ça. Et puis, elle s'est développée avec le temps par la pratique du projet. (Membre de la direction AREP)

Le terme est assez peu stable ; les acteurs reconnaissent une définition qui évolue en fonction de leurs interlocuteurs ou au vu des avancées scientifiques permanentes.

À mon avis, c'est suffisamment flou pour qu'on ne parle absolument pas tous de la même chose. (Chargée de prospective et programmation)

Après, je n'ai pas les dates exactes de quand le terme est apparu, mais j'ai quand même l'impression que plus on étudie la biodiversité, plus on étudie des écosystèmes, et plus forcément la notion s'enrichit. Et du coup, on arrive quand même à étoffer un petit peu cette notion et à y apporter de nouveaux éléments. (Architecture).

De ce fait, ces acteurs qui partagent une même culture professionnelle semblent donc s'entendre sur la signification du terme, notamment parce qu'il est rarement réexplicité, tout en reconnaissant les différences vis-à-vis des approches scientifiques,

« C'est marrant parce que je n'utilise jamais de définition, parce que je pense que tout le monde est un peu... Ou alors chacun a sa propre vision, je n'en sais rien (...) en tout cas quand on en parle ça me semble être partagé. » (Membre de la direction AREP).

La comparaison avec l'enjeu climatique revient ainsi régulièrement, puisque ce dernier semble lui faire l'objet d'une compréhension bien plus partagée, mais surtout activée par de nombreux supports qui permettent l'objectivation des émissions, ce qui lui confère une meilleure stabilité.

Autant les gens maintenant, ils comprennent ce que ça veut dire décarboner. (...) J'ai l'impression que c'est plus factuel, ça leur parle, c'est mécanique, le nombre de CO2 est évité, et quel est l'impact sur l'environnement. (Responsable des contrats).

Les indicateurs à disposition des acteurs ne semblent en effet pas tout à fait permettre la traduction exacte du contenu qu'ils identifient : « *Biodiversité, si c'est compter les arbres, on reste encore un peu loin.* » (Conductrice d'opération). Et l'intégration de nouveaux dispositifs de traduction, à l'instar du ZAN, ne semble pas forcément permettre une meilleure coïncidence entre la réalité de la biodiversité et les manières d'en rendre compte. Le concept du ZAN affiche en effet clairement comme objectif la réduction de la perte de la biodiversité tout en approchant cet enjeu par une approximation entre artificialisation et imperméabilisation, termes qui ne sont pas beaucoup plus clairs pour les acteurs.

« La confusion [entre artificialisation et imperméabilisation], elle est très apparente, surtout depuis l'apparition de la notion de zéro artificialisation nette. Et je pense que ce processus a généré une confusion totale chez les gens. Ils ont compris qu'il suffit qu'il n'y ait pas d'infrastructure, une simple voie par exemple qu'il n'y ait pas de construction. C'est le terrain "naturel", ce n'est pas artificialisé. [II] y a un amalgame autour de toutes ces notions là » (Responsable Chargée de Valorisation projets immobiliers).

La fresque de la biodiversité³ participe à la tentative de stabilisation de cet acteur-réseau. Ces dispositifs conçus pour proposer une explication pédagogique se présentent sous la forme d'ateliers ludiques et pédagogiques. Au cours de ceux-ci, des cartons thématiques (de la taille de carte à jouer environ) permettent aux participants de donner un panorama global de la thématique, en produisant eux-mêmes les connexions entre les services rendus par la biodiversité, les 5 grandes pressions ou les conséquences de son érosion sur les sociétés humaines. Il s'agit ainsi quasiment littéralement de remonter le réseau de la biodiversité. Ces ateliers sont très souvent suivis d'un moment d'échange et de partage qui permettent aux participants de recroiser ce réseau avec leurs pratiques professionnelles. Ces derniers proposent alors des traductions des enjeux planétaires et des conséquences sur leurs métiers, ou des pistes d'adaptions qui peuvent être mises en œuvre concrètement dans leurs quotidiens

. « Je pense que c'est aussi à ça que va servir par exemple la fresque, c'est de montrer que la biodiversité, c'est multicritère et qu'on ne peut pas juste la traiter dans son petit silo biodiversité et qu'il y a des passerelles à faire. » (Architecte).

La fresque de la Biodiversité a été testée puis mise en place au sein d'AREP au cours de l'année 2022. Sans préjuger ici du pouvoir transformateur de tels dispositifs à l'échelle des organisations ni revenir sur les critiques liées à une dépolitisation de la question environnementale (Foucart, 2023), la fresque intervient comme processus standardisé permettant de donner une consistance stable, car partagée à de nombreux acteurs et proche de leurs soucis.

« C'est une marque déposée, donc on suit le discours qu'on nous demande de suivre. Après, on arrive à orienter le sujet parce qu'on raccroche la fresque à ce qu'on fait au sein d'AREP » (Architecte).

Le **quartier de gare** n'est étonnamment pas un terme qui s'impose immédiatement pour les acteurs de l'aménagement des objets ferroviaires. Là encore, le pôle d'échange multimodal est un concept opérationnel bien plus mobilisé, et regroupe des éléments précis et identifiables : la gare routière, les parkings,

3. <https://www.fresquedelabiodiversite.org/>

les abris de vélos. Son espace est aussi immatériel, et se déploie en aires de chalandise, c'est à dire à ses différentes aires d'attractivité :

La chalandise, c'est quelque part, on va le traduire par l'attractivité d'une gare, c'est-à-dire la façon, l'envie ou la nécessité que les gens ont à se diriger vers cette gare-là pour aller prendre le train, donc aller profiter d'une offre commerciale ferroviaire à cet endroit-là. Et suivant l'offre commerciale ferroviaire qui est faite dans la gare, la zone de chalandise change. (Chargée de prospective et programmation).

Le quartier de gare a néanmoins un effet : il est dimensionnant à l'égard de la ville (espace de service, résidences à proximité de la gare, activité commerciale) puisqu'il agit bien souvent comme une centralité multifonctionnelle voire est considéré comme palimpseste « *une notion de développement urbain, de reprogrammation de bâtiments.* » (*Responsable Voirie-Réseaux-Divers*). Son ancrage spatial passe par le parvis et les espaces internes de la gare, notamment les commerces, qui lui confèrent son caractère urbain. Il est aussi alternativement délimité par une distance qui varie de 400-500 mètres à 800-900 mètres selon la présence de certains équipements, selon le gradient d'urbanité et l'évolution temporelle des espaces urbains

« Suivant que l'on parle d'une gare qui est intramuros comme à Paris, la plupart de gares qui sont en bordure de ville comme à Strasbourg. En fait, on ne parle pas de la même chose. Non, c'est flou. [C]'est redéfinissable justement à chaque fois, à chaque gare, voire même dans le temps. » (*Chargée de prospective et programmation*).

Certains n'hésitent pas à troquer le terme contre un autre qui fait plus sens selon eux, comme « *entour de gare* » (*Chargée de prospective et programmation*). Le quartier de gare désigne finalement l'espace habité qui doit supporter les flux dont le pôle d'intermodalité tire profit. C'est alors pour certains un espace de socialité, mais surtout un lieu des nuisances, de délinquance, de toxicomanie, marqué par le bruit, ce qui lui confère un « *côté faubourien* » (*Chargée de prospective et programmation*).

Les documents de programmation (PLU), les plans guides stratégiques et appels d'offres (Zones d'aménagement concerté, Orientation d'aménagement et de programmation) sont là encore des supports permettant de figer le quartier de gare en lui donnant une consistance plus ou moins arbitraire. Les toponymes qui font référence à la gare permettent aussi de le circonscrire, tout comme sa mention récurrente au sein des petites annonces immobilières.

8.1.3 Porte-parole de l'environnement

La définition de la **diversité biologique** issue de la Convention de Rio de 1992 est souvent mobilisée par les porte-parole de l'environnement⁴. Ceux-ci tiennent à ajouter les "interactions" entre les complexes écologiques, tandis que le terme n'est pas explicite dans la définition de la Convention. Cette caractéristique est pourtant particulièrement importante pour les acteurs, au point que l'un d'entre eux regrette son omission dans le dernier rapport de la Banque Mondiale (Johnson *et al.*, 2021) qui reprend pourtant la définition établie par la Convention de Rio.

4. Pour rappel : "Biological diversity" means the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part ; this includes diversity within species, between species and of ecosystems (Soule and Wilcox, 1980)

Ces acteurs regrettent pour la plupart le manque de portage politique face à l'érosion de la biodiversité, ainsi que l'impossibilité pour les non-experts de s'approprier ce sujet trop technique et scientifique. Si la notion est stable au sein de la profession, celle-ci peine à trouver des relais en dehors qui traduisent correctement toutes ces subtilités. Cette situation est relativement paradoxale dans la mesure où la biodiversité est parfois considérée comme un terme de communication, grand concept éloigné de la complexité des mécanismes biologiques.

Bon, biodiversité, c'est un peu un terme de com' quelque part, qui a été mis pour communiquer. C'est un peu comme quand tu parles des trames. C'est plus simple de dire ça avec quelqu'un qui ne connaît pas le sujet que de parler de flux de gènes et de corridors. (Expertise Ecologique).

Si l'histoire personnelle reste en partie une source de légitimité, la majorité des acteurs font valoir leur cursus de formation scientifique. La capacité à mobiliser des concepts théoriques est essentielle pour eux afin de justifier le discours ; d'où l'importance que ces acteurs accordent généralement à vulgariser leur savoir dans le cadre de leurs missions.

En fait, il faut d'abord avoir la connaissance théorique du biologiste de l'évolution. Biologie évolutive, savoir comment les systèmes fonctionnent, se mettent en place, etc. (...) Et après, avec tout ça, t'essaies d'informer tout le monde, de partager la connaissance pour que tout le monde ait à peu près un bon niveau de connaissance pour pouvoir ensuite dire qu'est-ce qu'on fait. (Expert écologue)

Concernant le quartier de gare, ces acteurs se restreignent généralement à la posture d'usager pour définir le quartier de gares, traduit alors par un périmètre autour de la gare intégrant les alentours immédiats lorsque ceux-ci sont bâtis, ainsi que les dispositifs et infrastructures nécessaires à l'intermodalité.

8.1.4 Acteurs de l'environnement au sein de l'aménagement

La définition de la biodiversité proposée par ces acteurs est généralement plus précise que celle fournie par les acteurs de l'aménagement général ou aménagement du ferroviaire, mais moins régulière et stable que celle des porte-parole de l'environnement. Ont été mentionnées les diversités animale et végétale, "les espèces" en général ; ainsi que la définition issue de la Convention de Rio avec substitution du terme d'écosystème par celui d'habitat. Nombreux sont les acteurs à souligner encore l'importance des interactions. Ils notent par ailleurs que le terme induit généralement chez leurs interlocuteurs non spécialistes une focalisation sur des composantes précises des écosystèmes, le plus souvent de la flore. Le caractère systémique est généralement éludé, et la notion de faune est exclue des réflexions et des pratiques. Des différences générationnelles sont aussi soulignées.

Je pense [que le concept de biodiversité] doit plutôt être bien expliqué aux jeunes générations à l'école. Parce que maintenant, voilà, c'est plus structuré. Mais je crois que des personnes qui n'ont pas été sensibilisées, disons de mon âge, la biodiversité, ils n'en ont rien à foutre. (AMO environnement).

Les enjeux soulevés sont relatifs à la disparition et à l'effondrement de la biodiversité et son absence en milieu urbain. Si certains acteurs considèrent qu'il s'agit d'une problématique en soi, d'autres rapportent

ces enjeux aux dépendances des populations humaines “Moi, je suis persuadé qu’on va tous crever s’il n’y a plus de biodiversité, que c’est l’enjeu majeur.” (AMO Environnement).

Les acteurs familiers avec les domaines de l’urbanisme et de la biodiversité reconnaissent la culture partagée qui émerge à l’interface de ces deux champs “*Mes partenaires de travail, je travaille dans le milieu de l’environnement. En général, ils sont quand même assez conscients de ce sujet.*” (AMO environnement). Il y a de fait un double mouvement : cette communauté n’a plus besoin d’éprouver la compréhension du terme, ce qui rend ce dernier plus stable encore, mais les échanges avec des spécialistes ou des acteurs très peu sensibilisés les forcent à se replonger dans l’évaluation de la signification du terme de biodiversité.

Le truc, quand tu fais des études dans un sujet assez précis qu’on appelle biodiversité, c’est que tu te trouves avec des gens qui ont quand même la même vision que toi, et du coup, c’est vrai que je n’ai pas forcément échangé avec des gens qui avaient un peu des visions différentes (...). Je pense que c’est le master d’urbanisme qui m’a vraiment fait découvrir les choses. (..) Je ne sais pas comment dire ça, mais tout ce qui est les faux amis de l’environnement, les ruches, tous les trucs comme ça. Ces trucs en master d’urbanisme, on te vend ça, mais comme des trucs vraiment géniaux, qui fonctionnent bien, etc. » (AMO environnement).

Les paysagistes ont un statut assez particulier parmi ces acteurs. La définition de la biodiversité qu’ils proposent est généralement composée à partir de leurs pratiques « *Pour moi, c’est de la matière ou de la ressource de projet.* » (Paysagiste). Nombreux sont ceux qui détaillent aussi l’importance des trois niveaux de diversité et des interactions, tandis que d’autres se limitent plus directement aux espaces verts. Ces acteurs se considèrent eux-mêmes porte-parole du vivant ou de la biodiversité « *le paysage, c’est de la biodiversité* » (Paysagiste), mais sont pas forcément perçus comme tels par les autres professionnels de la catégorie. Les divergences pointées portent à la fois sur des questions de posture, de priorisation des enjeux, ou d’attention aux caractères fonctionnel et contextuel des milieux considérés. Réciproquement, les paysagistes reconnaissent eux aussi qu’au-delà de différences de pratiques ou de sensibilité, la nature même du rôle de porte-parole diffère fondamentalement avec les autres types d’acteurs, comme les écologues, etc.

[Le paysagiste] est dans une approche assez esthétique du paysage. Et dans un second temps, biodiversité, nature. Nous, c’est l’inverse. On va plutôt être nature, biodiversité et ensuite esthétique. (Coordinateur de chantier).

Malheureusement, tu sais, souvent les paysagistes, ils ont leur pool de plantes qu’ils refoutent partout, les mêmes (...) sans forcément se préoccuper de ce qu’il y a autour. Et il y a très peu, je pense, de paysagistes, en tout cas d’aménageurs, qui vont utiliser des essences végétales locales ou des trucs comme ça, tu vois, pour planter leurs plates-bandes. (Ingénierie d’étude environnement).

Alors, en fait, j’ai une formation de travaux paysagers de BEP. J’en suis parti parce que je voyais que les travaux paysagers, justement, ça peut rejoindre un peu les questions d’aujourd’hui, ne participaient pas à préserver la biodiversité, qu’on ne faisait malheureusement pas ce qu’il fallait et qu’on avait tendance à faire l’inverse. (Expert écologue).

Et c’est en ça où ce métier de paysagiste se distingue de celui des écologues. C’est que les écologues, eux, ne sont pas dans la conception. Ils sont plutôt dans l’analyse, le diagnostic, le statut, les préconisations. C’est vraiment deux univers à part. (Paysagiste).

Bien que la question de la biodiversité se soit d’abord imposée à la SNCF par le prisme de la réglementation, il existe un sentiment que la thématique s’impose de plus en plus transversalement à différents sujets sociétaux. Celui-ci s’appuie notamment sur la saisie par la presse généraliste de ces questions, souvent en lien avec les enjeux climatiques.

Connaissance et légitimité sont souvent liées ; d’autant que pour nombre d’acteurs, la thématique biodiversité a nécessité une acculturation et un processus d’apprentissage qui n’est pas le cœur de leur formation initiale. Ceux-ci participent dès lors souvent activement à des formations et manifestent un intérêt dans le cadre d’une démarche plus personnelle.

Non, mais globalement, la connaissance, c’est en forgeant qu’on devient forgeron. C’est en travaillant sur les sujets, en suivant des colloques, en allant lire des trucs sur Internet, en regardant aussi des vidéos sur YouTube, en faisant des MOOC, des machins. (Ingénieur d’étude environnement)

Dans la mesure où de nombreux acteurs se considèrent spécialistes des enjeux environnementaux de manière large plutôt que de la biodiversité spécifiquement, leurs discours insistent souvent sur la nécessité de laisser tout le monde s’exprimer au nom d’un partage global de connaissance pour améliorer la prise en charge en commun.

Toute personne qui aurait volonté à partager un message, une vision, ne se sentirait pas légitime, parce qu’effectivement, elle a l’impression de ne pas connaître toutes ces choses, alors qu’en vrai, à son échelle, elle peut déjà sensibiliser plein de personnes. (AMO environnement)

Moi, je pense que tout le monde est légitime à parler de la biodiversité, même Mme Michu est légitime, après avec un niveau d’expertise plus ou moins grand. (Paysagiste).

Par ailleurs, la production de recherche au sein de la SNCF focalisée sur la biodiversité a fourni un ancrage pour les acteurs qui s’assurent ainsi que la notion a déjà été éprouvée à l’échelle de l’organisation. Depuis la réalisation de la thèse de Catherina Pénone (2012) portant sur l’usage potentiel des dépendances ferroviaires comme corridors pour les espèces, d’autres projets de recherches ont permis de vulgariser et de faire pénétrer le concept. Le projet Recherche sur les Espèces Exotiques Végétales Envahissantes (REEVES) porte sur l’usage de la concurrence végétale pour limiter le développement d’espèces invasives sur les emprises ferroviaires et devrait se conclure en 2026 (Cossu *et al.*, 2024). Le projet Sesame vise à lutter contre les collisions avec la faune via effarouchement sonore et a commencé les expérimentations en 2024 (Terrade, 2021). Le projet Minerve, lancé en 2022 pour développer un jumeau numérique innovant pour les infrastructures ferroviaires, intègre les enjeux de modélisations du réseau écologique (Jéhel, 2022). Une thèse CIFRE est en cours de réalisation au sein de SNCF Réseau sur la transparence écologique du réseau ferroviaire (Heydorff-Decaux 2022).

Outre les programmes de recherche, les stratégies environnementales à l’échelle des différentes SA offrent des traductions opérationnelles au concept. La biodiversité est inscrite dans la stratégie du groupe 2020-2030, sous l’axe « Renforcer notre rôle de catalyseur dans la transition écologique, au bénéfice de la décarbonation des transports et de la santé environnementale ». La SA de tête a publié 2022 le rappel de sa politique environnementale, dont le deuxième pilier nommé « Efficacité » mentionne notamment le respect des engagements en faveur de la biodiversité pris dans le cadre de Act4Nature International. Act4nature est une initiative française interentreprises lancée en 2018, visant à pousser les entreprises à suivre et mesurer leurs dépendances et leurs impacts sur la biodiversité et la nature en général. Elle considère que la sensibilisation du dirigeant permet la mise en place de mesures favorables à la biodiversité

tout en supposant que l'émergence d'initiatives ascendantes en sera ainsi favorisée (Act4Nature, 2018). Il s'agit ainsi d'un dispositif résolument ancré dans un objectif de ponctualisation des entreprises sur la question de la biodiversité.

SNCF Réseau ancre son approche dans le fil de la Stratégie nationale pour la biodiversité 2030 et affiche son ambition d'« Agir pour l'environnement dans les territoires » à travers trois engagements. Le premier s'attache à maîtriser la végétation dans le respect de la biodiversité, le second à restaurer les continuités écologiques des cours d'eau et le troisième à restaurer les continuités écologiques terrestres. La filiale s'est dotée en 2016 d'un centre de Compétences en Développement Durable (CCDD) regroupant les expertises internes en matière d'ingénierie environnementale et notamment de restauration de la biodiversité, ce qui a à la fois marqué et entériné l'implication de SNCF Réseau sur ces sujets.

SNCF Gares & Connexions affiche plusieurs aspirations, dont l'exemplarité en matière de maîtrise d'ouvrage, en s'engageant activement pour la biodiversité et en établissant des partenariats avec des acteurs investis dans cette cause. La stratégie environnementale de SNCF Gares & Connexions nommée « Envie de gare » se structure autour de plusieurs objectifs : construction de la première gare bioclimatique d'ici 2028, zéro déchet recyclable non valorisé, développement du photovoltaïque, écoconception et réemploi, développement de l'intermodalité et des mobilités douces⁵. Dérivée de la stratégie du groupe « Tous SNCF », elle est définie pour Horizon 2030 et omet l'explicitation des enjeux liés à la biodiversité.

Ça va changer parce que cette stratégie en vie de gare, même si elle est définie pour horizon 2030, il faut qu'elle s'adapte aussi dans l'actualité, etc. Donc, ça va changer. Mais c'est vrai que pour l'instant... La biodiversité, c'est un truc un peu en sous-marin. Tout le monde connaît ce mot-là. Tout le monde dit « oui, ça serait bien quand même », en tout cas ceux qui sont sensibles au sujet, mais on n'arrive pas à le porter comme une ambition en tant que telle. (RSE — SNCF Gares & Connexions)

AREP dispose du référentiel EMC2B comme stratégie d'écoconception au sein de laquelle la biodiversité forme un pilier plus explicite. Elle reprend aussi dans l'esprit un certain nombre d'orientations réglementaires liées à la réduction de l'impact ou de l'évitement des effets dommageables. Cet outil est relativement mis en avant à l'échelle du groupe, car EMC2B a été une stratégie proposée par AREP avant la formalisation de la stratégie « Envie de gare ». SNCF Gares & Connexions a donc pendant un temps formulé les ambitions environnementales de ses projets à partir de ce qui pouvait être proposé par AREP, avant de s'en émanciper. D'où une confusion pour certains enquêtés au sein SNCF Gares & Connexions. Malgré cette popularité, ils considèrent EMC2B comme manquant encore de maturité et de robustesse pour pouvoir être opérationnalisée, particulièrement ses volets biodiversité et climat⁶.

C'est une piste de réponse, mais qui n'est pas encore aujourd'hui suffisamment robuste, notamment sur le B, alors qu'il n'est pas suffisamment robuste d'une façon générale, dans la déclinaison auprès des maîtrises d'ouvrage, voire des maîtrises d'œuvre, et qu'il est encore moins sur le B. Je pense que sur le EMC2B, il y a le C de climat et le B de biodiversité sont quand même en retrait par rapport aux autres. (RSE).

IDFM a aussi établi par ailleurs un cadre stratégique relatif à la biodiversité dans le cadre des débats d'orientation budgétaire (IDFM, 2021). Le rapport sur la situation en matière de développement durable présente ainsi l'objectif de « préserver la biodiversité, les milieux et les ressources » à travers trois

5. <https://www.garesetconnexions.sncf/fr/developpement-durable>

6. Deux stages au sein du projet Frugacité se sont attachés à l'évaluation des traductions de la notion de biodiversité proposées par EMC2B au sein des différents métiers qui composent AREP.

scopes très centrés sur les bus et la réduction des émissions de polluants. L'un des objectifs fait néanmoins mention de la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale), mise en place sur les dépôts de bus, avec des cibles en termes d'intégration paysagère où les éléments de biodiversité apparaissent réellement. Un exemple de mise en œuvre de compensation environnementale assurée par CDC (Caisse des Dépôts et Consignations) biodiversité, établissement public de compensation écologique, est enfin présenté. L'entité n'est au vu de sa politique globale pas considérée comme très motrice sur la question de la biodiversité par les acteurs interrogés.

En tout cas, dans le contrat IDFM, il n'y a pas de thématique biodiversité, ça c'est clair. Et l'un des sujets, c'est aussi que c'est... IDFM, donc... pas très moteur sur le sujet, ce qui n'est pas le cas de la région Île-de-France. Donc entre l'autorité organisatrice avec qui on a le contrat et qui vraiment nous paye pour le transport, qui sur la RSE n'est pas très... (Relations Institutionnelles-Membre de la direction Transilien)

Chacun de ces supports stratégiques offre des points d'entrée distincts selon les organisations, les types d'acteurs ou les phases de projets. Les acteurs y adhèrent de manière plus ou moins prononcée en fonction de leur rôle ou du cadrage de leur action. Par exemple, le terme « développement durable » est mis en avant sur les sites du Groupe SNCF tandis que d'autres acteurs tentent délibérément d'éviter son usage.

« Toutes les notions liées au développement durable, sachant qu'on n'est pas hyper à l'aise avec ce terme puisqu'il y a la notion de développement, elle va être un peu plus stratégique et liée à l'écoconception. » (Assistance à Maîtrise d'Ouvrage conseil)

Le **quartier de gare** est une nouvelle fois moins investi par les acteurs que le concept de biodiversité. Il est désigné successivement par le périmètre autour de la gare, l'espace qui intègre habitations et l'espace public, par des distances à vol d'oiseaux (moins d'un kilomètre) ou des isochrones (moins de 10 minutes à pied) et est présenté comme l'aire d'influence de la gare dans le tissu environnant. Des enjeux d'artificialisation, de fermeture de l'espace voire de pression de nettoyage pour la collectivité (c'est-à-dire des espaces publics susceptibles d'être dégradés plus rapidement et de nécessiter plus d'entretien) sont cette fois cités à côté de la mention de l'accessibilité, des flux et bouchons automobiles ou des problèmes d'insécurité. De plus, certains pointent l'importance de refaire de ces espaces des quartiers désirables en mobilisant la nature.

Je ne pense pas que tout le monde ait la même vision. Il y en a qui vont penser en termes de liens avec le travail, de pouvoir se rendre au travail rapidement, justement créer des logements, créer des commerces autour pour avoir un quartier dynamique, profiter de la proximité des transports en commun pour développer tout ça. Après, en termes d'autres visions, nous, on a la vision de connecter. Justement, c'est plutôt les gens qui arrivent qu'on va vouloir connecter à nos espaces naturels à proximité. (Charge de mission territoriale — Île de France-Nature).

Le quartier de gare est une catégorie peu mobilisée par les opérationnels, et sert davantage à désigner le contexte que le sujet d'étude. Les paysagistes lui préfèrent parfois le terme « entrée de gare », plus adapté à la perception de cet espace ; ou reprennent les désignations issues de la programmation (Pôle d'échange multimodal ou pôle gare, etc.). La culture professionnelle et la culture d'entreprise jouent un rôle fort dans l'appréciation de cet espace, mais l'échelle semble néanmoins agir comme un vocabulaire commun.

Il y a un an, la gare, pour moi, c'était le bâtiment voyageur, c'est justement l'objet architectural. Donc la gare, c'est l'endroit où tu bâtis ton ticket, où tu t'assoies, où tu t'attends. Et en fait, tu te rends compte que côté SNCF Gares & Connexions, la gare, c'est beaucoup plus large que ça. (Assistance à Maîtrise d'Ouvrage conseil)

Je pense que la notion d'échelle, du quartier de gare, elle est stable. Après, les flux, ils mettront d'autres choses. Toi, tu y mettras sans doute d'autres choses. Les urbains, ils mettront d'autres choses. Je dirais que le quartier de gare, c'est stable en termes d'échelle. (Paysagiste).

8.1.5 Entretien, Travaux et Maintenance

Les acteurs impliqués dans l'entretien proposent généralement des définitions qui rendent comptent des trois niveaux écosystémiques, populationnels et individuels de la **biodiversité**, ainsi que de leurs interactions, tout en étant aussi très ancrées dans la pratique.

Ça va être le recensement des individus sur un site donné pendant une période donnée, y compris pour la flore, ça va être la même chose, en y ajoutant aussi la diversité des espèces et la sélection des espèces patrimoniales, notamment, et le retrait des espèces invasives. (Coordinateur de chantier).

Les acteurs de la maintenance ferroviaire insistent sur la composante faunistique de la biodiversité, car la flore y est majoritairement perçue sous le prisme de végétation à gérer du fait de l'enjeu de sécurité ou d'habitat pour de la faune potentielle en lien avec les enjeux d'espèces protégées. Pour autant, certaines espèces animales non protégées en sont ainsi exclues. Le caractère systémique est généralement éludé.

Tu vois, je parle espèce, habitat. Déjà, on parle d'habitat quand c'est de la flore. On ne parle pas d'espèce. Pourtant, c'est des espèces. Donc, on parle beaucoup animal. On fait beaucoup attention à l'animal, peu à la flore en elle-même. Elle est traitée comme habitat, en fait. (...) Par exemple, le sanglier, ça ne vient pas en tête. Il y a beaucoup de chasseurs au niveau local, dans les agences de maintenance, il y a beaucoup de chasseurs. Donc pour eux, c'est du gibier. C'est pas de la biodiversité, c'est du gibier. Après, petit à petit, ils commencent à identifier, mais il y a plein de gens qui n'ont pas toutes les imbrications. » (Chargé d'études et d'affaires biodiversité)

La végétation est au contraire au cœur des enjeux des acteurs externes au groupe ou qui gèrent des espaces pour lesquels l'enjeu de sécurité est bien moindre

On va avoir des personnes comme le département, la région, certaines communautés d'agglomération. Quand on va parler de biodiversité, on est d'accord. On parle d'espèces patrimoniales, on parle d'espèces locales, naturelles, même d'essences sauvages. Par contre, pour d'autres partenaires, ils vont parler de biodiversité, ils vont parler de Forsythia, de Choisy, des espèces ornementales. (Coordinateur de chantier).

La réglementation permet d'être le support d'une réelle stabilité entre ces deux types d'acteurs.

Oui, [la définition de la biodiversité] c'est à la fois la chose la mieux partagée et la moins partagée du monde. Après, il y a une définition réglementaire, en tout cas pour des zonages

particuliers. Là, on sait ce qu'il faut éviter de dégrader et ça désigne la biodiversité. Du coup, local, on a un point. Après, c'est un concept général, évidemment, il est galvaudé (Expert travaux, voies et abords)

Le **quartier de gare** est quant à lui de nouveau défini à partir de la distance à l'objet ferroviaire « *Quand même, 5 km, 10 km, c'est pas mal.* » (*Conducteur de travaux*). Cependant, cette règle n'est pas clairement formalisée dans des documents officiels : un acteur en charge de la gestion des espaces verts mentionne une distance de 200 mètres dans laquelle il est interdit de remplir un bidon d'essence, associant cet espace au quartier de gare. Il semble que cette interprétation soit issue d'un acteur local du groupe SNCF ou de l'acteur lui-même, puisque le Plan de Prévention des Risques fourni stipule simplement que « la présence de bidons d'essence dans les emprises SNCF est interdite en dehors du rechargement », sans fournir de détails supplémentaires sur cette distance.

8.1.6 Relations Institutionnelles

Les acteurs qui interviennent en tant que porte-parole des institutions entendent par **biodiversité** les notions de faune et de la flore. Pour autant, plusieurs acteurs regrettent la réduction du sujet à des espèces qui agissent comme des marqueurs caricaturaux en les ramenant à des groupes d'espèces ou des habitats, comme les papillons ou les prairies. Certains regrettent qu'on exclue les humains de la biodiversité, sans préciser s'il s'agit de considérer les interdépendances entre les humains et la biodiversité ou plus strictement la diversité génétique des populations humaines. L'érosion de la biodiversité est mentionnée comme problème en raison du caractère non reproductible de celle-ci, de sa valeur intrinsèque et des services apportés à l'homme. La légitimité découle d'une éthique personnelle ou d'une familiarité, éventuellement d'une montée en compétence sur la thématique après le suivi d'autoformations ou de formations professionnelles. En interne au groupe SNCF, s'il n'existe pas de dispositifs de formations spécifiques à la biodiversité pour chaque SA, une plateforme d'échange thématique a été mise en place sur les bonnes pratiques et les problématiques d'intérêt entre les filiales. Ce Groupe de Travail (GT) Biodiversité est composé d'experts et de représentants d'activité qui se réunissent plusieurs fois par ans pour partager des connaissances et produire des notes de positionnement commun, etc. Un document « Démarches de biodiversité SNCF » a par exemple été produit, constitué d'une partie axée sur la vulgarisation et les connaissances au sein du groupe, une autre portant sur la valorisation des impacts positifs et une dernière sur les actions potentielles à mener au sein des filières. Le Club infrastructures linéaires et biodiversité (CIL&B) est une autre instance collaborative à laquelle participe SNCF Réseau — voire SNCF Immobilier, aux côtés de dix autres gestionnaires d'infrastructures. Le Club permet aux membres de mettre en commun les bonnes pratiques, le lancement d'appels à projets de recherche conjoints et les engage à sensibiliser leurs salariés. Ces dispositifs de collaboration sont finalement des non-humains particuliers puisqu'ils dépendent majoritairement des humains. Ils agissent néanmoins de nouveau comme des stabilisateurs de la biodiversité, et permettent au contraire de questionner celle-ci au gré des thématiques précises qui sont évoquées.

La notion de pôle multimodal s'impose une fois de plus devant celle du **quartier de gare**, et ce dernier est une nouvelle fois défini par des distances-temps : 300 m pour la zone proche desservie à pied, 500 m pour « les bons marcheurs et l'intermodalité » (Charge de projet). Si rappelle un espace marquant architecturalement son époque, le terme reste peu usité et les descriptions géographiques plus précises, comme « le parvis », lui sont préféré. Cependant les acteurs ne semblent pas particulièrement gênés par cette variabilité, sans doute devant le caractère inusité du terme « *Je pense que dans l'entreprise, on voit à peu près tous ce que c'est.* » (*Membre de la direction Transilien*). Des enjeux sont pourtant

identifiés comme propres à cet espace : la présence d'une « *ambiance transport* » (*Membre de la direction Transilien*) qui disparaît peu à peu, les nuisances liées à l'insécurité, le squat, la mendicité ou l'errance en gare ainsi que le bruit.

Le concept est mentionné par différents documents de planification et de réaménagement autour des gares. Parmi eux, le Contrat de Développement Territorial (CDT) lui donne une spatialité. Ce dispositif inédit de négociation multi-échelles a été instauré par la loi du 3 juin 2010 relative au Grand Paris afin d'orienter stratégiquement l'aménagement autour des futurs métros (Gallez and Thébert, 2013). En leur absence, la SGP pourrait conduire seule des opérations d'aménagement dans un rayon autour des gares dont l'amplitude a été le sujet de nombreuses tractations (Chemla, 2018). Le projet de loi initial conférait à la SGP un droit de préemption sur une aire de rayon 1 500 m, a été réduite par le Sénat à 250, puis la commission paritaire a fixé la distance de 400 m (« Compte Rendu de la Commission Mixte Paritaire du 17 mai 2010 » 2010). Ces négociations sont bel et bien l'indicateur de l'absence de version stabilisée du quartier de gare ou de méthode partagées pour arriver à en tracer le contour.

8.1.7 Conclusions sur le degré de ponctualisation

Dans l'ensemble, les conceptions de la biodiversité et du quartier de gare semblent assez peu stables et peu ponctualisées. Concernant la biodiversité, l'ancrage du concept technique et scientifique dans les pratiques est délégué aux acteurs individuels, car il y a peu de dispositifs de traduction qui font le lien, à l'instar de la fresque. Les approches, lorsqu'elles ne sont pas scientifiques, sont alors souvent motivées par des sensibilités ou des expériences personnelles. La définition de 1992 est souvent évoquée, mais elle reste assez théorique pour les acteurs, même pour les spécialistes, d'autant plus lorsqu'il s'agit de créer des passerelles avec les non-experts. Paradoxalement, la notion est parfois trop généraliste et reléguée à un mot-clef utile à la communication.

Chez les praticiens opérationnels qui doivent opérer les traductions dans les projets, le manque de stabilité incite à se focaliser sur des enjeux spécifiques de flore ou de faune sans aborder le caractère systémique, pourtant souligné par l'insistance de ceux-ci sur les interactions. Il existe une grande variabilité entre ces acteurs, porte-parole de l'aménagement et de la biodiversité. Cela est notamment perçu à travers la figure du paysagiste, qui propose une vision particulière conciliant vivant et paysage. Enfin, les documents et processus règlementaires (ERC notamment) offrent cependant un fil rouge bien pratique pour cadrer et imposer la notion aux différentes parties prenantes.

En fin de compte, la biodiversité semble être un sujet neuf, dont il faut toujours rouvrir le contenu afin de lui donner une réelle capacité à être prise en compte. Le sujet reste prégnant pour les acteurs à titre personnel, mais peine à être décliné d'un point de vue professionnel. Dans ce cadre, l'érosion devient un problème en soi dont il est difficile de discerner les tenants et les aboutissants. Elle n'est en effet pas toujours mise en relation avec ses conséquences pour l'être humain ou avec sa valeur intrinsèque. Le problème se pose parce que suffisamment de choses rappellent que le problème se pose.

Le problème c'est que la biodiversité passe toujours en bas de la pile en termes de priorité
(Aménagement ferroviaire — Gestion des risques)

La nécessité de passer du concept à la déclinaison opérationnelle est rendue particulièrement ardue face au manque de non-humains solides et partagés et concrets. À l'échelle des organisations, les politiques environnementales sont nombreuses, mais divergent sur le niveau de détail et d'ambitions portés à la biodiversité. Certaines SA comme SNCF Réseau et AREP semblent disposer d'un cadre stratégique

efficace pour traduire voire imposer le sujet biodiversité à leurs salariés, tandis que d'autres comme SNCF Gares & Connexions n'ont pas opéré de réelle formalisation des enjeux.

La situation pour le quartier de gare est bien différente. Notion peu usitée, elle se rapproche davantage pour les professionnels d'une simple formalisation qui ne possède en soi pas d'agentivité. La notion est peu stable, de nombreuses définitions parfois contradictoires en sont données, mais cela n'est pas surprenant car la controverse n'est jamais ouverte. Le pôle d'échange multimodal est une désignation bien plus mobilisée. Elle désigne un espace particulier pensé à travers les enjeux de flux, et sa définition est solide car appuyée sur une littérature fournie qui cherche à optimiser son organisation. La notion d'espace de vie est perdue dans cette optique, et le quartier de gare est alors mobilisé pour pointer ces impensés, surtout du point de vue des nuisances. Le terme fait en effet bien plus de sens chez les riverains et les habitants comme le montre le chapitre 3. Les acteurs qui sont responsables de la production de cet espace ne peuvent alors s'appuyer que sur des références éparées pour pouvoir réellement donner du caractère à cet espace, réparties dans des documents techniques qui se basent généralement sur une distance euclidienne pour les définir. En résultent des espaces flous dont la charge revient aux spécialistes du projet urbain, qui doivent eux-mêmes procéder à la mise en place des dispositifs d'intéressement (voir Chapitre 9).

La définition de la gare et de la biodiversité dans les mêmes documents est rare. Certains documents stratégiques, politiques et de planification concourent à leur définition, éventuellement à leur traduction territoriale. Les deux entités font pour autant rarement l'objet de déclinaisons spatiales, morphologiques ou fonctionnelles conjointes. Le SDRIF est peut être le plus spécifique et celui qui offre le plus de prises pour penser en même temps quartiers de gare et biodiversité, mais celui-ci se décline à une échelle large et n'identifie pas d'enjeux spécifiques à la biodiversité dans les quartiers de gare.

Certains acteurs ont pointé dans leurs discours des différences marquées entre biodiversité et biodiversité urbaine qui méritent d'être présentées. Clergeau (2019) soutient lui aussi que biodiversité et biodiversité urbaine sont deux choses différentes, car la ville reconfigure les rôles des espèces dans les écosystèmes. De plus, l'usage alternatifs des termes de Pôle d'échange multimodal et quartier de gare incite à étudier le degré de stabilisation de l'objet commun aux deux, à savoir le la gare.

8.1.8 Ponctualisation de la biodiversité urbaine

Les différentes composantes de la biodiversité ont du mal à se traduire dans la ville. Les composantes physiques des écosystèmes urbains et la fonctionnalité du système global sont plus difficiles à identifier même pour les professionnels, malgré la présence de cadres de référence scientifique spécifiquement conçus pour s'y adapter (chapitre 2). Le paradigme de l'équilibre reste encore présent chez de nombreux experts qui interviennent, et les perturbations propres au milieu urbain s'y intègrent mal.

Va définir un écosystème en milieu urbain. (...) C'est quoi la limite? Qu'est-ce qui est autonome? Qu'est-ce qui marche? Qu'est-ce qui fonctionne? Qu'est-ce qui est là? Parce qu'il y a d'autres choses à côté? (...) En plus, hyper perturbé au milieu urbain, etc. Finalement, tu ne sais plus trop dans quoi tu es. Et là, le truc équilibré, c'est un peu un fantasme (...) On est sur des patterns de temps plus restreints, et donc on ne peut pas appliquer des modèles qui sont sur des écosystèmes bien établis, bien évolutivement, qui ont leur histoire, etc., (...) Enfin, on est dans d'autres concepts, en fait. (Porte-parole environnement — Expert écologue)

Les différences d'intérêt peuvent aussi s'expliquer par rapport aux priorités de conservation face au

changement climatique. Les espèces installées en milieu urbain ne sont pas les plus vulnérables. Les experts des associations de défense de l'environnement mobilisent ces différences pour expliquer le délai de prise en charge de ces enjeux urbains dans leurs champs d'activité, comblé petit à petit par un travail de terrain.

On avait toujours tendance à penser qu'il n'y avait pas de biodiversité en ville. Et même parfois, par extension, par exemple, que l'Île-de-France et Paris sont sans biodiversité, parce qu'on ne voit que le centre de Paris. Mais quand on se met à étudier la biodiversité, on voit que même autour de Paris, ou dans Paris, on a la moitié de la flore d'Île-de-France qui se retrouve dans Paris, et que la flore d'Île-de-France est autant à 200 plantes près que la flore de Grande-Bretagne. Donc il y a ce côté, effectivement, je pense, méconnaissance. La LPO se disait « on se rend compte qu'il y a quelque chose à faire avec les villes. (Porte-parole environnement - Expert écologue)

La mise en œuvre du projet BAUM par le PUCA, dans lequel s'inscrit le projet de recherche Frugacité, s'inscrit dans cette continuité. En lançant un appel à projet sur la question conjointe des formes urbaines et de la biodiversité, il vise à combler moins une déficience en termes de cadres de travail et d'outils adaptés qu'en termes d'intérêt de la communauté scientifique par rapport aux autres écosystèmes.

Ensuite, certaines espèces particulières restent encore exclues et non prises en considération. Les pigeons et les rats, hybrides car à la fois naturels et sauvages, sont à la frontière du collectif du fait de la perte de leur caractère naturel supposé. Leur statut n'est pas équivalent. Une seule association, Paris Animaux Zoopolis, a bénéficié d'une exposition médiatique conséquente lorsqu'elle a soulevé la question du traitement non léthal (Sugy, 2023). Au contraire, plusieurs associations promeuvent le traitement non létal des pigeons et collaborent déjà avec des parties prenantes de l'aménagement (Lapostre *et al.*, 2019). Ces espèces sont davantage considérées par les acteurs de l'urbain que par les défenseurs de l'environnement, moins comme des éléments de biodiversité, mais plutôt en fonction des problèmes qu'elles posent.

Et la personne en question, le scientifique en question, dit que le problème c'est que c'est un animal hybride. Il est plus domestique, il est plus sauvage. Donc il n'intéresse pas. À Sèvres vous avez la LPO elle-même qui sont des amis. Lors de l'inventaire de la ville de Sèvres, tous les oiseaux de la ville sont identifiés, sauf l'oiseau qui est en plus grand nombre, le pigeon. Il n'existe pas. (Porte-parole environnement — Directeur d'association)

Les rats sont quand même une espèce à part, si vous voulez. Ils appartiennent à la biodiversité, bien sûr. Mais en ville, ils sont le reflet de la densité des activités humaines, quand même. Donc les rats des villes, ce n'est pas les rats des champs. [Si] c'est la seule biodiversité en milieu urbain dense, elle est plutôt le signe de mésusages de cet espace, parce que c'est parce qu'il y a des déchets en nombre qu'il y a des rats. (Relations Institutionnelles-Charge de projet)

En milieu urbain, les acteurs ont souvent tendance à engager la biodiversité dans une relation transactionnelle, la définissant principalement en fonction des services qu'elle rend aux humains. Ce besoin de quantification s'impose face à d'autres critères d'évaluation déjà présents dans leur quotidien. Ainsi, le terme "biodiversité" est souvent employé pour justifier la protection de la nature ou la création de nouveaux espaces végétalisés, dont les bénéfices sont plus facilement identifiables que ceux de la faune. Cette approche néglige cependant souvent l'évaluation de la diversité génétique, populationnelle ou écosystémique. La "nature en ville" est distinguée de la biodiversité urbaine.

Je pense que ce n'est pas que la biodiversité, c'est plus large que ça. Ça va être plutôt la question de l'adaptation au changement climatique, avec effectivement renforcement de la biodiversité, favoriser l'émergence d'îlots de fraîcheur, penser le tamponnement de risques d'eau pluviale, où le végétal, le paysage en ville, il va avoir une importance très particulière » (Aménagement ferroviaire-Membre de la direction AREP)

« Juste parler de la biodiversité pour ses qualités intrinsèques, (...) le fait que chaque être vivant a une valeur qui lui est propre et il n'est pas forcément une valeur monétaire ou de service à rendre, ça, c'est tellement peu compris par la masse, entre guillemets, qu'il faut pouvoir être parlant. » (Aménagement général — Ingénieure territoriale)

Le concept de services écosystémiques — voire leur évaluation monétaire — est ainsi rendu opérationnel et attractif, mais il a tendance à exclure les composantes de la biodiversité dont les acteurs ont du mal à tirer parti.

« Les services écosystémiques que la biodiversité rend à l'homme, ils sont nombreux, ils sont quantifiés en euros, en dollars. On s'en rendra compte, par exemple, pour l'ombre que ça va apporter dans une rue. Mais après, à quoi va servir le lézard, à quoi va servir l'insecte, etc. En général, dans une ville, les gens ne s'y intéressent pas trop. » (Relations Institutionnelles-RSE)

Enquêteur : Est-ce que la faune en ville participe à la qualité de vie de l'espace urbain ?

Enquêté (Aménagement général — Directrice de projet urbain) : Je dirais que non, pas précisément. Par contre, elle participe à un équilibre global à l'échelle de la planète qui fait qu'on peut survivre nous. Donc, ce n'est pas un effet direct, c'est un effet indirect, on va dire.

Cette focalisation sur la végétation se traduit dans des politiques de nature en ville qui se structurent principalement autour de l'implantation d'arbres, puis indirectement d'une faune non forcément désirée ou qui n'a pas été prise en charge dans la planification

Et donc, Metz, 3000 arbres plantés par an. Lyon, je crois que c'est 20 000 arbres plantés par an. C'est énorme. Sauf que quand on dit ça... il y a des occupants sur les arbres. Il n'y a pas que des jolis papillons, des belles petites abeilles, etc. Non, il y a des frelons, s'il y a des insectes, il y a des oiseaux, etc. (Porte-parole environnement — Directeur d'association).

Enfin, les controverses scientifiques participent à faire avancer les conceptions. L'exemple le plus parlant est peut-être celui des ruches urbaines. Ces dernières ont été mises en place de manière généralisée avec ferveur dans le cadre de politiques d'aménagement, avant de rétro pédaler suite à l'émergence d'un consensus sur l'effet des populations domestiques sur les pollinisateurs sauvages (Ropars *et al.*, 2019). Passer de la description des écosystèmes aux questions pratiques de prise en charge fait rapidement émerger une question d'efficacité, voir des scrupules. Les hôtels à insectes sont au cœur de questionnements similaires ; certains les conseillent tandis que d'autres doutent encore de leur efficacité (Bagaturov, 2022). « Les abris de substitution, qui servent aux animaux à se protéger ponctuellement des intempéries et à se protéger des périodes de froid, peuvent être une alternative intéressante. On peut citer, par exemple, les hôtels à insectes qui peuvent être posés au sol ou sur une toiture. Des architectes réfléchissent aussi à un mobilier urbain qui favorise la biodiversité et qui pourrait être appliqué au mobilier SNCF. » (Rapport d'étude 2012 : Espaces verts des gares transiliennes. État des lieux et stratégie pour une prise

en compte de la biodiversité Convention SNCF-MNHN). Il s'agit d'un premier exemple de différences entre l'énonciation technique et l'énonciation scientifique de la biodiversité.

8.1.9 Ponctualisation de la gare

La définition de la gare est, comme celle du quartier de gare, variable selon les interlocuteurs et les filiales. Son emprise, qui s'étend d'un bout de quai à l'autre chez SNCF Voyageurs, est visible lors de la négociation des contrats qui spécifient et délimitent le périmètre de responsabilité de la SNCF. « *C'est de gare à gare, c'est de bout de quai à bout de quai. Ce qu'on appelle un périmètre gare, c'est que le quai se finit ici.* » (*Aménagement ferroviaire-Gestionnaire de contrats*). Au sein de SNCF Gares & Connexions, la notion de gare ne se limite pas à la présence d'un bâtiment voyageur. Elle est définie dans les documents de gestion d'actifs comme l'association du bâtiment avec le foncier disponible ainsi que l'ensemble des zones non aménagées. Cette conception peut prêter à confusion pour les acteurs des autres filiales, en particulier pour ceux habitués à se concentrer sur le bâtiment, tels que les architectes, ou ceux qui ne sont pas familiers avec cette extension terminologique.

Je ne me suis même pas posé la question jusqu'à ce qu'on dise « (...) une gare, ce n'est pas que le bâtiment ». Parce qu'en gros, sur Saint-Denis, il n'y a pas de bâtiment-voyageur. Et on parlait quand même d'un projet de gare. Et du coup, je ne comprenais pas de quoi on parlait. (Porte-parole environnement. — Assistance à Maîtrise d'Ouvrage conseil)

La gare est aussi envisagée en tandem avec le pôle gare et finalement réintégrée dans des enjeux territoriaux et de fonctionnalité urbaine (rôle qu'on aurait pu croire conférer au quartier de gare). La gare historiquement implantée sur le territoire est porteuse d'histoire « *tu as le bâtiment qui est ancré, tu vois, qui est ancré dans sa ville et qui est un bijou d'Architecture* » (*Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare*). Elle agit aussi aux yeux des communes comme vecteur de dynamique et est un véritable Graal de ce point de vue « *c'est un peu la pépîte quand même de toute collectivité qui a la chance d'en bénéficier* » (*Aménagement ferroviaire-Chargé d'Etudes urbaines*). La gare actuelle est un objet stable, mais tiraillé entre son dévouement total à un fonctionnement technique ou au contraire approprié par plein d'usages différents. D'une part, l'introduction de services innovants sur les emprises SNCF se heurte à un faible enthousiasme de la part d'acteurs qui voient ainsi leurs prérogatives réduites. D'autre part, la focalisation sur les services marchands avec l'implémentation de commerces de plus dans la gare, couplé à la suppression des guichets ainsi que des postes d'agents suite au développement des services d'automatisation (ouverture, fermeture de la gare) ont tendance à être regrettés au sein même du groupe SNCF.

Il y a parfois des élus qui ne croient pas forcément à nos projets de développement, surtout quand c'est un peu innovant, notamment les crèches. Parce qu'en fait, les crèches, c'est un peu marcher sur les plates bandes de la ville, parce que c'est elle qui met en place les crèches communales, notamment. Donc, quand vous arrivez avec des projets un peu innovants, on nous dit, vous êtes SNCF, ils n'arrivent pas très bien à comprendre pourquoi on développe d'autres choses, (...) la gare, c'est des voies ferrées, des quais, il faut vite que la personne parte parce que ce n'est pas là où il faut rester. (*Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare*).

Pour moi, la gare, elle doit rester très fonctionnelle. C'est là où, par exemple, des commerces ça m'emmerde » (Porte-parole environnement. — Expertise thématique environnementale).

L'espace autrefois sous la responsabilité du « chef de gare » n'a plus aujourd'hui de mandataire identifiable par les usagers lors de son exploitation ; et cet espace qui faisait autrefois commun a tendance à être investi par un collectif qui se responsabilise peu « *C'est un bien tellement public que tout le monde a l'impression d'être chez soi, en fait. Et il y a l'impression qu'il peut faire ce qu'il veut, en fait.* » (Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare).

Pour autant, la conception de la gare fait l'objet de partage des tâches entre acteurs dont la légitimité est construite au cours du projet. « *Oui, les architectes. Eux, ils ont l'impression d'avoir aussi le bon regard légitime sur ce que doit être la gare.* » (AMO Environnement). Ce que la gare est, ce qu'elle doit devenir et ce qu'elle doit éviter d'être : toutes ces questions restent des enjeux dynamiques, mobilisant des acteurs qui produisent des discours selon des logiques non nécessairement équivalentes. Toutefois, ces prises de position engagent leur responsabilité et leur crédibilité dans le débat.

La question de l'expertise est donc essentielle pour la biodiversité urbaine, la gare et son quartier. L'expertise naît de la capacité d'un acteur à jouer le rôle de porte-parole approprié, c'est-à-dire à comprendre ce qui est le mieux pour l'entité interprétée et représentée. Toutefois, les concepts de biodiversité et de quartier de gare s'énoncent différemment. La biodiversité désigne tour à tour des objets différents selon les acteurs, qui ne sont pas parcourus par les mêmes enjeux donc défendus et investis dans des logiques différentes. La vision scientifique n'est aujourd'hui pas (ou plus) hégémonique. Les acteurs qui se chargent de veiller à sa juste prise en charge semblent majoritairement avoir intégré que le prix à payer était trop lourd pour restreindre la biodiversité au cadre scientifique. Ils veillent ainsi plutôt à la qualité de la traduction dans les autres modes d'existence. La notion de quartier de gare semble à l'inverse n'être qu'un des multiples concepts catégoriels qui vient découper un objet qui s'énonce de lui-même. La gare semble elle au cœur de soucis de traduction et d'énonciation bien plus profuses. Je m'attache donc à identifier dans le chapitre suivant les modes d'existence par lesquelles passent les *enactment* de la biodiversité et de la gare ainsi que de son quartier. Avant cela, la suite de ce chapitre se focalisera sur une manière spatiale de remonter le réseau, puisque la première présentation s'en est affranchie. En recoupant ces deux entrées, le système socio-écologique ainsi esquissé devrait être le plus complet possible.

8.2 Spatialités et gouvernance de la biodiversité dans le quartier de gare

La description spatialisée de la gouvernance de la biodiversité au sein des quartiers de gare reprend conceptuellement la représentation des systèmes socio-écologiques en réseau multi-niveau. D'abord seront présentées les différentes entités écologiques, puis les mécanismes de prise en charge par les acteurs institutionnels et enfin les collaborations entre ces derniers. Globalement, la biodiversité des plus de 380 gares d'Île-de-France reste aujourd'hui mal connue ; la surface totale de la SNCF est importante, mais segmentée en plus petits espaces au sein de chaque gare, ce qui décuple les efforts d'inventaires nécessaires pour mieux caractériser ces milieux (MNHN *et al.*, 2012).

8.2.1 Système écologique

À l'échelle de la gare et de son quartier

La gare est marquée par la présence de deux espaces morphologiquement très différents. Le parvis et le bâtiment voyageur s'inscrivent au mieux dans la continuité des espaces publics urbains, et n'en sont pas fondamentalement différents du point de vue écologique.

Le Bâtiment-Voyageur (BV) partage avec le reste du bâti urbain les possibilités d'accueil pour l'avifaune au sein des combles ou microcavités. La présence de nombreux déchets et restes de nourritures en font néanmoins un espace particulièrement attractif pour certaines espèces, renforcé par l'éloignement des prédateurs du fait des perturbations liées au passage humain. Des mentions de chiroptère et de moineaux, de martinets sous les verrières, d'hirondelles ont été relevées. Ces dernières sont retrouvées dans le sud ou même à la Gare de Marne-La-Vallée-Chessy, dont la population est passée de 19 couples nicheurs en 2013 à 87 en 2017 (Bordes and Maurin, 2018). La faune se retrouve à la fois dans les gares patrimoniales parisiennes et les gares plus rurales, puisque s'y retrouvent généralement des éléments architecturaux favorables à l'accueil, notamment des éléments saillants en retrait et des débords de toiture. Des dispositifs d'accueils pour l'avifaune peuvent aussi être installés, comme les nichoirs à mésanges mis en place sur la ligne J. La proximité de cours d'eau favorise la présence d'avifaune sur le BV. Ce dernier peut éventuellement accueillir des plantations hors sol ou en pleine terre, mais de nombreux témoignages pointent l'inadaptation du végétal aux conditions locales de température et au faible entretien mis en œuvre.

Les parvis sont historiquement marqués par une forte minéralité, même s'ils bénéficient actuellement de politiques de végétalisation, notamment dans une optique de lutte contre les îlots de chaleur (gare de Bercy). La végétation pèse comme une charge pour le gestionnaire, qui tente généralement de déléguer sa gestion aux acteurs communaux. Les parvis ou les autres hubs de transport sont généralement aussi attracteurs d'individus qui se consacrent au nourrissage de l'avifaune et particulièrement des pigeons lors de leurs trajets quotidiens.

La dame tous les matins elle a sa tournée, elle donne à trois endroits, en allant prendre son tram et elle donne donc juste avant l'ouverture du centre commercial. Les pigeons la connaissent. Dès qu'elle arrive le pigeon il vole comme des fous et là elle donne (Porte-parole environnement — Directeur d'association)

De l'autre côté se trouve la voie ferrée, dont l'emprise est définie à l'article R. 2231-2 du code des transports (République Française, 2022). Celle-ci est délimitée par le talus (arête supérieure ou inférieure selon déblai ou remblai), le mur de soutènement, les fossés ou les ouvrages d'art aérien, le quai ou à défaut par un périmètre variable selon la vitesse de circulation des trains. La présence de ces voies entraîne l'apparition de milieux écologiques particuliers, à savoir les friches ou délaissés ferroviaires et les talus ferroviaires (Serret, 2021). La typomorphologie de la gare conditionne aussi les possibilités de présence du vivant. Les gares souterraines excluent toute vie végétale. Les talus apparaissent principalement lorsque la gare est décaissée ou encaissée : des clôtures délimitent les emprises proches des voies (1,50 m ou 1,60 m) sur les gares de plain-pied, réduisant les surfaces végétalisables. Les gares très décaissées en milieu dense voient la présence de flore largement réduite à une bande restreinte de végétation en haut du mur de soutènement comme sur la gare de Meudon, puisque le foncier a majoritairement été conquis par la ville (Porte-parole environnement. — Ingénieur d'étude environnement). Les dispositifs de franchissement peuvent bénéficier d'installations particulières, comme la gare de Lisieux qui a vu sa passerelle en partie végétalisée en 2021 ou la gare de Besançon TGV dont les rampes d'accès aux quais sont végétalisées.

Sur la voie ferrée se trouvent le ballast et les voies qui accueillent généralement des rats et peuvent servir d'habitat à certaines espèces thermophiles comme les lézards des murailles (*Podarcis muralis*) ou certains insectes (Porte-parole environnement. — Ingénieur d'étude environnement). Ces espèces sont à la recherche de chaleur, et leurs zones de répartitions sont marquées par les conditions climatiques. Les goulottes de rangements de câbles accueillent d'autres espèces de reptiles (UIC Sustainability *et al.*, 2023).

Les quais peuvent accueillir de la végétation hors sol (pots, jardinières) attirant les rats. Certains sont partiellement végétalisés à leur extrémité ou sur des surfaces mutualisées avec une emprise végétalisée jouxtant le quai (Jardin potager en gare de Livry-sur-Seine). La partie centrale des quais intervoies peut aussi être végétalisée (pinède plantée en gare de Lisieux, gare de Versailles Rive-Droite). En bout de quais ou sur les espaces attenants, il est possible de retrouver dans les gares rurales des dispositifs anthropiques destinés à servir d'habitat pour la faune⁷.

L'association ESPACES, ils font des hôtels à insectes, ils font des spirales. À Bougival, voilà, ils ont mis un hôtel à insectes, ils ont mis une spirale à insectes, ils ont mis un nichoir à oiseaux, ils ont mis un composteur, ils allaient mettre une ruche à insectes pollinisateurs, ils ont mis un gîte à chiroptères. » (Aménagement ferroviaire-Gestionnaire de contrats).

Les luminaires sur les quais sont à l'origine d'une pollution lumineuse qui peut potentiellement éloigner la faune, et des essais sont en cours pour remplacer les halogènes par des LED ou des luminaires non candélabres, dirigés vers le sol, à intensité variable en fonction de la fréquentation. Des éléments verticaux aériens sont aussi fixés sur les quais, engendrant des risques de collision avec les fils électriques ou les poteaux (Sordello *et al.*, 2022), mais offrant aussi des opportunités de nichage pour des corneilles ou cigognes sur les éléments fixes. Les clôtures végétalisées peuvent aussi servir d'habitat à certaines espèces d'insectes.

Les friches ferroviaires, c'est-à-dire les zones délaissées et peu gérées sur les voies ferrées ou sur les bordures des quais, sont majoritairement marquées par des strates herbacées, arbustives et arborées et une proportion très significative d'espèces invasives (Rapport Nabi Ecology — projet Frugacité). Néanmoins, ces milieux sont aussi généralement les reliques des écosystèmes existants : l'intervention humaine y a été très faible par rapport au reste du contexte urbain alentour. Les larges plateaux de voies, ou les technicentres à échelle plus modeste sont marqués par la présence de ces espaces où réapparaissent certaines espèces (comme le coquelicot) depuis l'arrêt de l'usage des produits phytosanitaires en gare (Porte-parole environnement. — Ingénieur d'étude environnement). Des expérimentations visant à développer des prairies fleuries favorables à la biodiversité sont parfois mises en œuvre sur les délaissés, lorsque ceux-ci présentent une surface suffisante et une accessibilité relative, comme dans le triangle au nord de la gare de Villeneuve-Saint-Georges (94) ou dans la gare du Coudray-Monceaux (91). Ces dernières sont réalisées à partir de graines sauvages récoltées sur site puis ressemées.

Les talus ferroviaires accueillent des habitats où la végétation est plus haute, la diminution de l'intensité de gestion permettant aux plantes d'atteindre leur stade de floraison. Moins fréquemment tondus que les pelouses, les talus abritent une grande diversité floristique (Serret, 2021).

« Pour le naturaliste cheminot, c'est une évidence de terrain, et il est très facile de trouver des espèces dites patrimoniales dans la plupart des prairies ferroviaires. » (Entretien, Travaux et Maintenance-Expert travaux, voies et abords).

7. En Savoie, des loups auraient été aperçus sur les quais.

Cependant, en raison de l'enrichissement important en azote des sols dû à l'absence d'enlèvement des résidus de fauche, ainsi que de leur mise à nu occasionnelle, les espèces pionnières à croissance rapide ont tendance à envahir l'espace, atteignant parfois jusqu'à deux mètres en une saison. De plus, ces talus en zone urbaine sont souvent exposés aux dépôts sauvages ou aux déchets, dégradant leurs conditions écologiques. L'objectif reste dans ce cadre de réduire au maximum la nécessité d'entretien de ces espaces et de proposer des espaces qui s'intègrent dans les restes du tissu urbain. Pour ce faire, les paysagistes emploient parfois des palettes végétales destinées à éviter la fermeture du milieu : « *La friche, ça peut faire un peu tâche vis-à-vis des riverains, vis-à-vis de la mairie (...) en termes d'harmonie et de liaisons avec les autres espaces qu'il y a autour* » (*Porte-parole environnement. — Paysagiste*).



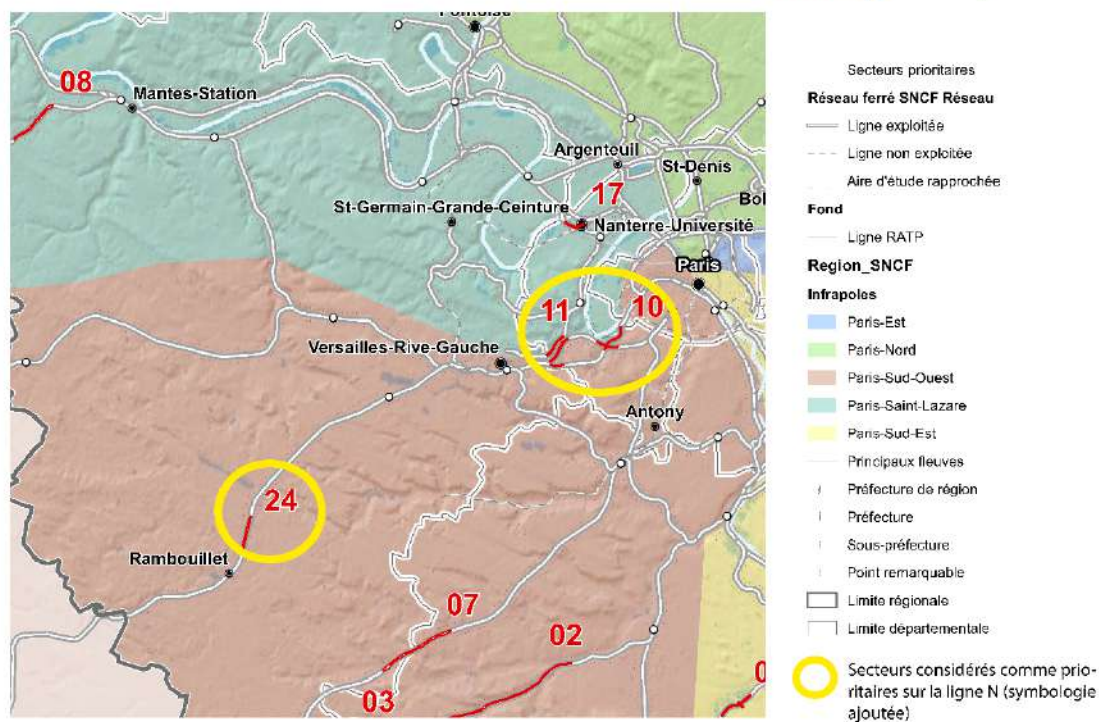
FIGURE 8.3 – Gare de Livry sur Seine

Sur les autres infrastructures du pôle d'échange intermodal, la végétalisation est rare, présente sur les ronds-points éventuellement. Certaines infrastructures de parkings ont fait l'objet de travaux d'intégration, de bordures d'arbres, de noues paysagères ou de pavés engazonnés dans une optique de gestion de l'eau à la parcelle.

Connectivité des espaces ferroviaires au reste du tissu urbain

La connexion des espaces végétalisés ferroviaires au sein du réseau écologique urbain a fait l'objet d'études de terrain par le bureau d'étude Biotope, commanditées par SNCF Réseau en 2017. Celles-ci ont été mises en œuvre le long de plusieurs tronçons considérés comme prioritaires par les acteurs ferroviaires, du fait notamment de risques de collisions. Je reprends ici les résultats concernant les tronçons situés sur la ligne N (Figure 8.4). Le rapport qui en découle détaille la présence d'écosystèmes, leur qualité ainsi que la fréquentation animale éventuelle observée jusqu'à 50 m autour de la ligne ferroviaire. Une approche par sous-trames vise à identifier la capacité de connectivité transversale et longitudinale ainsi que les facteurs limitant celles-ci, par exemple la présence d'ouvrages ou le type de clôtures. Le rapport identifie les continuités écologiques le long du linéaire pour les trois tronçons (Figure 8.5).

Secteurs prioritaires



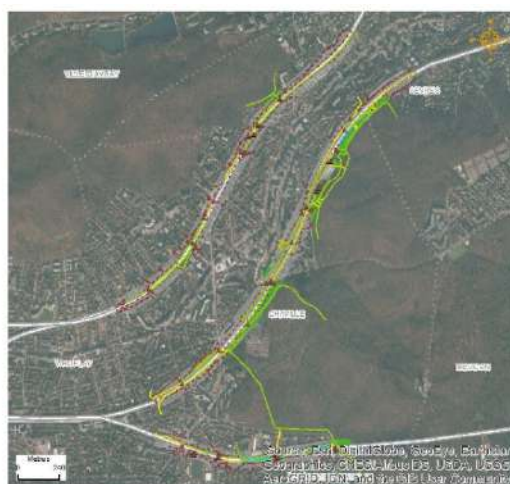
Analyse des continuités écologiques (Trames vertes et bleues) et des fonctionnalités avec le réseau ferré francilien

© SNCF Réseau - Tous droits réservés - Sources : SNCF Réseau-RGI 15.05.30, Corine Land Cover 2012, © IGN Geofrance 2014 et BD Carthage® version 3.0, © Biotopie - Cartographie : Biotopie, 2018

FIGURE 8.4 – Extrait modifié de la carte des secteurs prioritaires identifiés par les experts de biotope, centrés sur la ligne N (Biotopie and SNCF Réseau, 2018c, 2018a, 2018b)



Secteur 10: Issy les moulineaux, Meudon, Clamart



Secteur 11: Chaville, Sèvres



Secteur 24 : Rambouillet, Vieille Eglise en Yvelines, Le Perray en Yvelines

- Ouvrages aquatiques linéaires
- ▲ Ouvrages terrestres ponctuels
- - - Ouvrages terrestres linéaires
- Ouvrages terrestres surfaciques

Fonctionnalité des continuités écologiques

- Fonctionnelle
- Peu fonctionnelle

Etat de conservation

- Bon
- Dégradé
- Non observé

Réseau Ferré National

- Ligne exploitée

© SNCF Réseau - Tous droits réservés - Sources : SNCF Réseau-RG 15.05.30, ©IGN Geofz 2014 et BD Carthage® version 3.0, ©Biotopie - Cartographie : Biotopie, 2017

FIGURE 8.5 – Extraits des rapports réalisés par le bureau d'étude Biotopie pour SNCF réseau présentant les enjeux de continuités écologiques le long des différentes portions de la ligne N considérées

Plusieurs conclusions peuvent être tirées de ces rapports. En milieu urbain, l'emprise ferroviaire pourrait jouer un rôle de « dernier grand corridor fonctionnel », mais dans les faits la connectivité longitudinale est globalement très limitée, et les habitats adjacents souvent dégradés. La capacité à atteindre des espaces naturels connexes depuis la ligne est restreinte par des clôtures infranchissables. En dehors de l'enjeu d'accès au réseau pour la faune terrestre, le ferroviaire engendre un effet barrière, les rares zones traversables (pont et viaducs) étant soumises à de fortes perturbations anthropiques. Dans ce cadre, les croisements de lignes apparaissent comme des points privilégiés pour la dispersion des espèces. La gestion du croisillon ferroviaire reste un enjeu majeur, d'autant que c'est parfois à ce niveau que se trouvent les gares.

Dans des contextes moins densément urbanisés, avec des clôtures adaptées, la proximité d'espaces

forestiers permet d'optimiser la connectivité, offrant ainsi des corridors préférentiels entre les lignes ferroviaires. L'intérêt du maintien de ces passages est fort notamment lorsque la continuité longitudinale sur le réseau est obstruée par des infrastructures telles que les gares, ou n'est en tout cas pas généralisée à l'ensemble de la portion.

Ces deux types d'espaces sont également marqués par une forte diversité et alternance des types de clôtures, qu'il s'agisse des emprises de la SNCF ou des clôtures installées par des propriétaires privés pour délimiter leurs parcelles. Dans une optique d'aménagement, la gestion de la perméabilité semble plus aisée lorsqu'une action unilatérale et cohérente de la SNCF peut suffire à avoir des effets bénéfiques sur la transparence du réseau.

Dans le tronçon forestier situé en zone rurale, la continuité longitudinale est assurée et les habitats offerts sur les emprises SNCF sont particulièrement intéressants. La traversabilité des voies pour la grande faune demeure un enjeu majeur au vu du faible nombre de passages empruntables, notamment en raison des risques de collisions et des conséquences potentiellement graves que celles-ci pourraient engendrer.

Un potentiel à développer

Si ces différences s'expriment surtout à l'échelle du gradient d'urbanité, elles sont moins manifestes à l'échelle de la gare ou du bâti alentour, qui reste pour certains une portion invariablement urbanisée dans un contexte plus large qui va être variable. Ces hypothèses sont remises en question par l'identification d'espèces rares au sein même de la gare par des experts écologiques

c'est que dès lors que le milieu se rapproche le plus d'un milieu naturel, on pourrait avoir en gare des espèces rares. Donc, par exemple, je sais que sur la gare de Brunoy, il y a de la mante religieuse qu'on peut voir sur les fils électriques. Et il y a même le gestionnaire de gare qui nous avait montré un tas de bois au fond d'un quai en disant « sous ce tas de bois, j'ai déjà vu un serpent ». (Porte-parole environnement — Expert écologue).

Par ailleurs, si le potentiel de perturbation des infrastructures a longtemps été ignoré, le potentiel d'adaptation des espèces reste lui sous-évalué.

Les espèces ont quand même une plasticité assez importante. Et on a beau être proche des autoroutes, avec un certain bruit de fond, on se rend compte que les oiseaux, finalement, ils chantent quand même, ils sont là. Alors que dans la littérature, on nous dit qu'un kilomètre autour des autoroutes, il n'y a rien parce qu'il y a une pollution sonore qui est trop forte. Sauf que dans la réalité, les espaces vitaux pour les espèces sont tellement rares qu'ils sont obligés d'aller dans ces espaces-là et de s'adapter aux conditions. » (Porte-parole environnement. — Directeur d'agence).

À l'autre bout du spectre, les modèles de « gare betteraves », imposées en plein champ dans une optique d'optimisation de flux, posent plutôt des enjeux particuliers de remédiation locale des effets de l'artificialisation, même s'il est difficile de parler de « quartier de gare » dans ce cadre.

8.2.2 Prise en charge des entités écologiques

J'étudie à présent l'organisation des acteurs en charge de chacune de ces entités spatiales. La Figure 8.6 présente la structure des organisations dont l'implication dans la gestion de la biodiversité a pu être totalement ou partiellement retracée au cours des entretiens. La prise en charge peut être structurée autour de deux axes principaux : d'abord, la caractérisation de l'action des différents acteurs dans le processus d'aménagement, leurs contraintes ainsi que leurs responsabilités. Ensuite, leurs interventions lors des phases d'entretien, qui propose un découpage spatial différent et implique des processus de délégation de responsabilité.

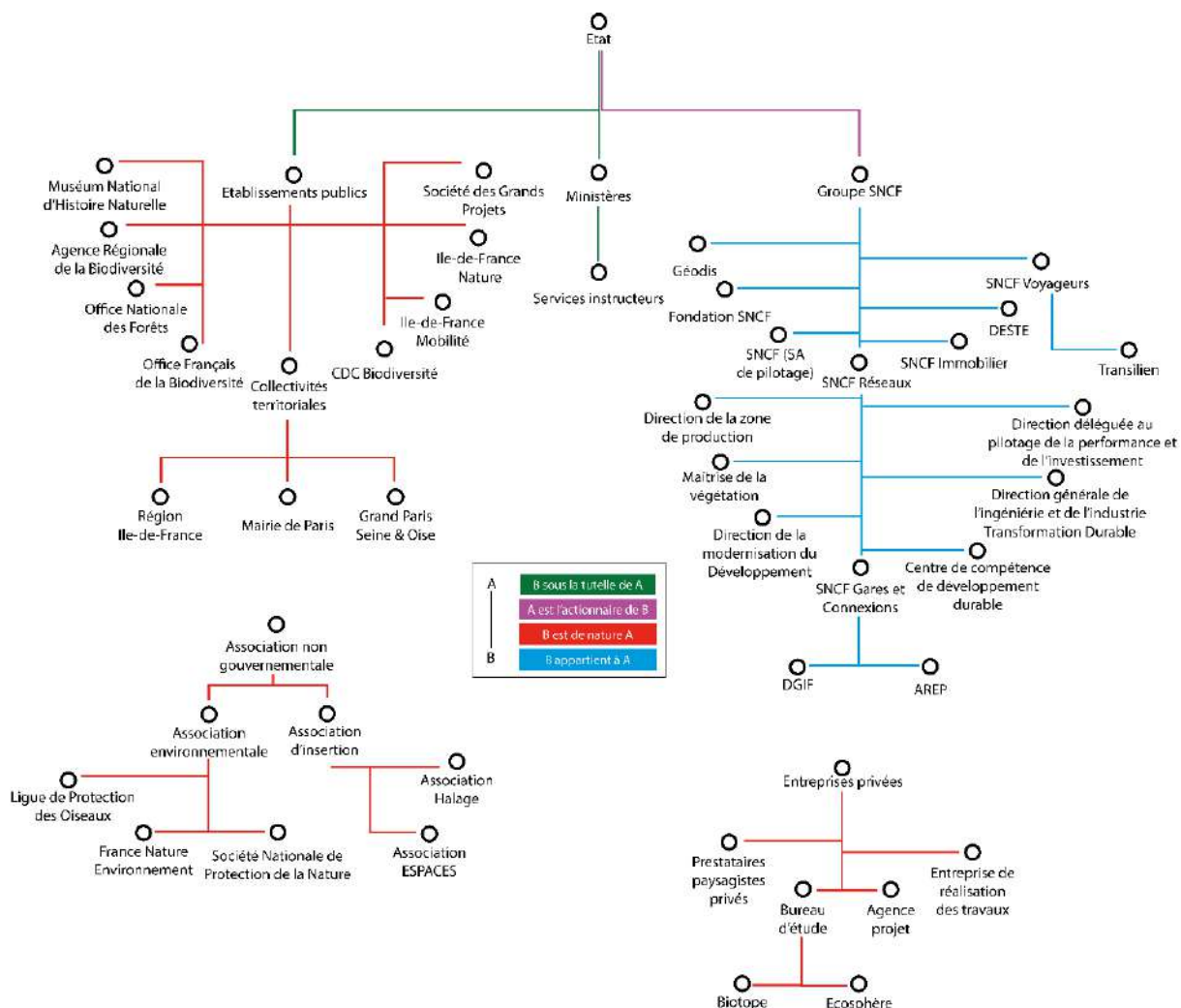


FIGURE 8.6 – Structure des organisations impliquées dans la question de la biodiversité identifiée lors des entretiens

Aménagement pour la biodiversité

Les actions liées à la gestion et à l'aménagement seront détaillées ci-dessous par type d'acteurs, en particulier par société anonyme au sein du groupe SNCF. Deux focus sur des pratiques de gestion, l'abandon des phytosanitaires et la mise en place de l'écopâturage, seront réalisés brièvement en fin de sous partie.

SNCF Gares & Connexions

L'action de SNCF Gares & Connexions se limite au foncier dont il est propriétaire, c'est-à-dire ce qui constitue le « parcours voyageur » depuis le découpage de 2020 : depuis le parking jusqu'au quai. La biodiversité intervient principalement dans les procédures réglementaires d'aménagement. Si elle n'est pas prise en compte dès les premières étapes, son identification tardive peut considérablement rallonger les études nécessaires et entraîner des retards dans le projet. Or, très souvent, les maîtrises d'ouvrage publiques ou privées initient les évaluations environnementales et les études faune-flore une fois le projet finalisé du point de vue financement ou programmation. Cela a été le cas, par exemple, pour un projet de parking relais dans l'une des gares rurales de la ligne N, reporté d'un an suite à la découverte d'espèces protégées. Dans de telles situations, les relations avec la maîtrise d'ouvrage peuvent devenir tendues.

On devait faire un pôle d'échange multimodal à XXX⁸, qui est une gare qui est au bout de la ligne, qui est très rurale. Il doit y avoir 200-300 personnes qui montent par jour. (...) On avait tout prévu, on avait avancé dans les études et on s'est rendu compte que là où on voulait construire le parc relai. [Il y avait] des habitats d'espèces protégées. Donc, on a fait appel à l'écologue. L'écologue lui a dit, oui, mais moi, j'ai besoin des quatre saisons. Donc les études ont pris encore un an. Et de là, le projet a repris un an. Donc le maire a commencé à faire un petit peu la tête, il s'est dit « je ne peux pas, vous auriez dû quand même intervenir, etc. » Sauf que nous, en tant que maître d'ouvrage, on s'est rendu compte qu'il y avait un risque, parce que si tu intervies et que tu détruis un habitat, il me semble que c'est le pénal, une amende et le pénal, donc on s'est dit « on va quand même se calmer ». (Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare)

De manière générale sur la thématique biodiversité, SNCF Gares & Connexions se prononce rarement à l'échelle du quartier de gare. Le maintien de rapports cordiaux avec les acteurs locaux reste essentiel et des procédures d'informations sont mises en place. Les communes peuvent en effet trouver un relais important auprès d>IDFM, qui régit une grande partie des financements perçu par la SNCF. Néanmoins, les partenariats sont rares et le partage de la gouvernance avec des parties prenantes communales n'est pas un objectif affiché.

Nous, on n'abat pas ce genre d'arbres sans l'avis de la ville, au moins une information. En fait, les élus ne sont jamais des élus isolés. C'est-à-dire qu'il y a la mairie, mais il y a l'agglomération, il y a le département, il y a la région. Et à un moment donné... On touche aux financeurs. Donc la chaîne de décision est faite de telle manière qu'au final, il y a rarement des engueulades sans conséquences s'il n'y a pas une résolution concertée du problème. Ça peut remonter chez IDFM. IDFM, le conseil régional, c'est quand même toutes les majorités. Même s'il y a une majorité bien définie, qui correspond à une vraie réalité de majorité des élus locaux en Île-de-France. » (Relations Institutionnelles-Chargé de communication et du traitement des réclamations).

C'est quand même très siloté. Je ne suis pas sûre qu'il y ait beaucoup d'interfaces. Donc, chacun a sa gouvernance, chacun a ses enjeux. En tout cas, à nouveau, comme nous, ce n'est pas un enjeu que l'on porte au niveau de gare. (Relations Institutionnelles-RSE).

À l'inverse, certains acteurs publics requièrent l'avis de SNCF Gares & Connexions concernant la végétalisation à proximité de la gare à travers leurs bureaux d'étude. Les collectivités peuvent même

8. Gare anonymisée

tenter d'intervenir sur les pratiques d'aménagement de la SNCF. Lors des négociations, le végétal est l'un des éléments sur lequel il est peut-être tentant de faire des concessions dans l'espoir d'obtenir des avantages sur d'autres aspects plus stratégiques.

On avait laissé un arbre et l'agglomération et la ville n'étaient pas contents parce que ça cachait la gare. On avait une interlocutrice sur les espaces verts qui nous surveillait sur ce qu'on faisait. (...) On a dû couper l'arbre. Elle était interlocutrice parce que nous, on est venus sur le cadastre [de la communauté de communes] elle n'avait pas son mot à dire sur le cadastre SNCF, mais ils nous ont demandé de le faire parce que sinon ils ne nous autorisaient pas à occuper un espace qui est chez eux. Donc on a fait ça un peu exceptionnellement parce qu'on voulait décrier tout le monde, on va dire. (Aménagement ferroviaire-Conductrice d'opération).

Les architectes des Bâtiments de France, fonctionnaires d'Etat, interviennent aussi souvent du fait du statut de bâtiment historique de nombreuses gares. Ils adoptent généralement une position très conservatrice sur l'implémentation de végétation.

Nous, on a des discussions sur parvis minéral ou pas, dans des gares comme celle de Saint-Denis, où nous, on souhaite végétaliser, mais on discute avec la commune et les ABF pour végétaliser sans cacher le bâti. (Relations Institutionnelles-Chargé de communication et du traitement des réclamations).

À l'échelle des gros projets, la répartition des compétences peut être sujette à discussion pour optimiser stratégiquement la gestion et le pilotage du quartier de gare sur des temporalités élevées.

Ces derniers temps, j'ai passé des réunions où c'était toujours « ah oui, mais qui va faire le diagnostic ? Ah, mais qui va piloter le diagnostic écologique ? » (...) Par exemple, sur la gestion des terres, comme, la quantité de terre qui allait être excavée et/ou traitée, parce que polluée, c'était sur le périmètre Gare & Connexions, c'était plutôt à eux de faire ce diagnostic. En revanche, sur la question du diagnostic écologique et la caractérisation de l'existant, ils se sont dit que c'était plutôt la métropole parce qu'ils avaient vraiment cette vision un peu d'ensemble qu'ils doivent porter et qui n'est pas juste sur des périmètres de projet, mais même sur l'existant, avec une vision un peu long terme d'aujourd'hui, on n'a pas prévu de refaire cette voirie, par exemple, mais si dans 10 ou 15 ans, on doit la faire, c'est intéressant qu'on ait la connaissance de ce qui se passe autour. (Porte-parole environnement. — Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement).

Le manque de concertation peut être un enjeu au sein même du groupe. SNCF Gares & Connexions a par exemple artificialisé la zone végétalisée devant le parking de la gare de la Verrière. Un peu moins d'un an auparavant, en amorce du projet Frugacité, les étudiants du master Bioterre (Paris 1 Panthéon-Sorbonne) présentaient les résultats de leur étude quant à l'amélioration de la biodiversité sur cette même zone, en collaboration avec SNCF Réseau. Transilien a de plus mentionné des difficultés quant à la maintenabilité d'arbres en pots sur les parvis de certaines gares, pour lesquels ils n'ont pas été consultés.

Cependant, la gestion des réclamations des riverains ou des usagers est gérée de manière collaborative entre SNCF Gares & Connexions et SNCF Réseaux. Bien que chacune ait un service dédié, ceux-ci sont bien identifiés réciproquement et échangent couramment pour rediriger les réponses et les demandes. Celles-ci sont couramment envoyées aux mauvais interlocuteurs car la majorité de la population ne différencie pas les périmètres de responsabilité.

SNCF Réseau

SNCF Réseau axe son activité sur les linéaires ferroviaire et n'intervient quasiment pas sur le périmètre de la gare en lui-même. Au sein de la direction de la modernisation et du développement, le centre de compétences développement durable (CCDD) gère les missions liées aux thématiques environnementales : biodiversité, recyclage des déchets, émissions sonores, émissions polluantes et insertion paysagère. L'entité a par exemple travaillé avec le bureau d'étude Écosphère sur l'identification des hotspots de collision et la mise en place de dispositifs de connectivité transversale visant à réduire ces dernières. À travers le CCDD, l'entreprise a déjà été partie prenante à des actions de restauration et d'aménagement d'habitats écologiques sur un foncier en friche non utilisé et éloigné des voies, accolé à une zone Natura 2000 (Communauté de Communes du Pays de l'Ourcq, 2022).

Les paysagistes de SNCF Réseau sont aussi des acteurs impliqués dans l'aménagement écologique des espaces lorsque ceux-ci ne sont pas directement sur l'emprise de la gare, mais qu'ils restent à l'interface entre les espaces publics et l'emprise ferroviaire. La gestion des aménagements sur le foncier de SNCF réseau est parfois rétrocédée après trois ans durant lesquels l'entreprise s'assure du bon développement du projet de paysage implanté. Les espaces hors du domaine ferroviaire qui ne présentent pas de risque peuvent ainsi voir leur gestion transférée aux partenaires communaux, qui procèdent alors généralement à la réouverture des milieux ou peut les rendre accessibles aux citoyens. Cette opération est plus facilement réalisable en zone urbaine, où la demande d'espaces végétalisés est plus forte. Dans cette optique, les paysages sont conçus pour nécessiter le minimum d'entretien possible. Les clôtures de bas de talus coté public peuvent par exemple être retirées afin de réintégrer ces espaces, parfois les seules zones végétalisées au sein de communes très minérales, dans le paysage urbain.

« Alors en zone urbaine, par exemple (...) on peut confier en gestion certaines parties de nos dépendances vertes, donc de nos talus, à la commune qui souhaite, elle, par exemple, réaliser sa politique agropastorale ou politique d'agriculture urbaine. Et donc, l'idée, c'est de pouvoir leur confier en gestion nos talus, une fois qu'ils sont sécurisés, etc., pour, eux, développer des strates pour favoriser l'identification des passereaux, pour faire de l'écopâturage, pour faire des petits jardins partagés, des choses comme ça. Donc, en milieu extra-urbanisé, comme c'est le cas à Meudon, par exemple, on peut faire ce genre de choses là. (...) C'est plus demandé en zone urbaine. C'est-à-dire qu'en gros, étant donné que par exemple à Meudon, nos talus étaient quasiment les seuls espaces verts, ils sont fortement regardés ces espaces verts parce que c'est un petit peu le seul endroit où ils peuvent développer une biodiversité, une agriculture urbaine, etc. » (Porte-parole environnement. — Ingénieur d'étude environnement)

« Tu vois, on a la clôture qui est en pied de talus, un trottoir relativement petit, et derrière une végétation un peu difficile à entretenir. Et ça, c'est une perspective du projet de gagner un petit peu d'emprise en pied de talus pour élargir la piste, les circulations piétonnes, les circulations douces, etc. » (Porte-parole environnement. — Paysagiste)

Transilien

L'exploitant des gares, Transilien sur la Ligne N, peut aussi être à l'initiative d'aménagements intégrant de la végétation. Dans la mesure où ces acteurs sont les locataires de SNCF Gares & Connexions, ils limitent leurs initiatives aux projets d'échelles ou de coûts restreints, notamment sur les gares rurales sujettes à moins de flux pour lesquelles le propriétaire laisse plus de marge de manœuvre. Les surfaces végétalisées dont ils ont la charge sont réduites et très fragmentées, et la prise en charge elle-même se fait localement et gare par gare, voire espace par espace.

Nous, les surfaces d'espaces verts qu'on exploite, elles sont très faibles. Quand je dis très faibles, elles ne sont pas non plus... Il y a des gares où c'est quand même pas ridicule. Tout l'espace vert, le long du quai, etc., ça peut faire des bandes de terre qui finissent par faire pas mal bout à bout. Mais notamment dans un cadre urbain, ça reste une petite bande de terre. Et on n'a pas du tout, contrairement à Réseau (...) on n'a pas la vision globale. (Relations Institutionnelles-Membre de la direction Transilien)

Les leviers d'actions sont plus grands sur les technicentres, c'est-à-dire les hangars de maintenance des trains localisés à distance variable des gares, mais rarement accolés. Les dépendances ferroviaires sont plus larges et plus nombreuses car les plateaux de voies présentent des embranchements généralement plus larges et plus complexes. Bien que Transilien soit là encore locataire de ces fonciers au profit de SNCF Immobilier, ce sont les seuls acteurs susceptibles d'être à l'initiative de travaux d'aménagement sur cet espace. Des possibilités de végétalisation des toitures de technicentres sont envisagées, au vu des enjeux de confort thermique et des financements potentiels issus d'IDFM.

Enquêté (Relations Institutionnelles-Membre de la direction Transilien) : Donc, ce n'est pas simple, mais il y a quand même une volonté là-dessus de se dire, on a quand même une surface utilisable qui est plus ou moins variable, qui peut être intéressante, et non de se dire, il faut voir ce qu'on pourrait faire là-dessus. Ça, on est plutôt sur la gestion locale, par contre. C'est plutôt des initiatives de technicentres en propre, de lignes, puisque nous on anime les lignes.

Enquêteur : Et du coup, c'est vraiment Transilien qui a majoritairement le plus gros effet potentiel à l'échelle des technicentres sur ces questions-là potentiellement ?

Enquêté : Sur les technicentres en Île-de-France, oui. (...) Végétaliser les toits, etc., on est en train de le regarder pour pas mal de sites, notamment les technicentres. Non, là, c'est pas forcément Gares & Connexions. Ça peut être porté par nous, ça peut être financé par Île-de-France Mobilité, parce que derrière, on en fait aussi un sujet. (...) Dans les technicentres, quand vous travaillez sur les toits de train, vous travaillez en hauteur, souvent sous des toits en acier, structure industrielle du 19e, 20e siècle, il fait 45 degrés. Donc là, la végétalisation est une solution

AREP est un cabinet pluridisciplinaire qui intervient sur les espaces pour lequel il est engagé, mais qui ne possède pas de foncier en propre. Il s'agit d'un des partenaires principaux de SNCF Gares & Connexions. Son action sur la biodiversité passe avant tout par trois éléments. D'une part, l'identification des enjeux règlementaires liés à la biodiversité dans le cadre de l'activité d'assistance à maîtrise d'ouvrage. Les échanges avec les services instructeurs sont ainsi considérés comme un moteur d'intégration de la biodiversité au vu des exigences des autorités environnementales. AREP peut dans ce cadre éventuellement collaborer avec des écologues, l'entreprise n'en employant pas.

« c'est en partie grâce à eux [les services instructeurs, ndr] qu'aujourd'hui on arrive à impulser ces actions de conservation de la biodiversité. Donc pour moi, le service instructeur joue un rôle important et c'est pour moi la meilleure arme qu'on ait aujourd'hui. » (Porte-parole environnement. — Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

Ensuite, elle participe à l'intégration de la biodiversité dans les infrastructures des gares en mobilisant sa stratégie d'écoconception. Enfin, ses paysagistes travaillent souvent à l'échelle du parvis. Les collabo-

rations avec SNCF Réseau sont rares et relativement récente, ce dernier travaillant souvent avec d'autres bureaux d'études sur les projets d'ouverture de ligne par exemple.

Les acteurs publics

À l'échelle du quartier de gare, les acteurs publics sont les principaux porteurs des projets de végétalisation. L'opérateur Île-de-France Nature intervient par exemple afin de financer l'aménagement et la conservation des espaces verts de taille moyenne. Ces derniers axent leurs actions sur la petite ceinture, afin de permettre l'accès à des « *espaces de respiration* » (Porte-parole environnement. — Charge de mission territoriale) pour les habitants du cœur de la métropole.

La structuration en mille-feuille des espaces de la gare et des financeurs peut rendre les projets confus ou complexes pour les acteurs externes. En zone rurale, des propriétaires particuliers comme les agriculteurs peuvent posséder de grandes emprises à proximité des voies voire de la gare. En zone urbaine dense, la RATP peut aussi intervenir en plus de la SNCF puisque celle-ci possède certains sous-sols qui possède certains sous-sols. Chaque projet implique donc une gouvernance complexe. Dans ce cadre certaines collectivités tentent de réduire au maximal les études réglementaires pour alléger le processus, en mutualisant par exemple les études réglementaires pour des projets de développement de pôle urbain et de pôle d'échange multimodal puisque les sites géographiques se superposent.

« On avait conclu qu'il fallait qu'on prépare une évaluation environnementale à la fois pour la partie quartier de gare et pour la partie pôle d'échange multimodal, sachant qu'en fait, c'était un seul et même projet. Chez nous, par exemple (...) c'est des projets qui sont liés, mais qui sont identifiés bien spécifiquement parce qu'ils n'ont pas les mêmes financeurs. Et donc, les décisions sur le pôle d'échange multimodal avaient été prises bien avant les décisions de validation du projet urbain. Mais quand on s'est aperçu qu'en termes d'évaluation environnementale, on n'était pas capable de séparer les deux, on a un peu forcé la main pour valider le projet urbain et le raccrocher au timing du pôle d'échange multimodal. » (Aménagement général — Directrice de projet urbain – Mairie de Paris)

Par ailleurs, les collectivités sont des forces motrices pour planifier des stratégies de végétation intégrant les emprises foncières de la SNCF à l'aide des outils réglementaires. Le PLU-Bioclimatique a ainsi donné à voir des négociations sur le statut à donner aux talus ferroviaires, mais aussi au foncier possédé par la SNCF dans la planification du végétal à Paris. Du point de vue de la municipalité, il s'agit de proposer un document qui désormais « *marche sur les deux jambes de l'écologie et du social* » (Aménagement général — Conseiller en urbanisme).

« Il va falloir, et c'est une nécessité, plus de pleine terre, plus de biodiversité. (...) Donc, il y a le circuit normal, c'est-à-dire qu'on arrête un PLU. Déjà, on est poli et on s'entend bien avec les gens de la SNCF, comme je le redis, qui sont des gens brillants. On prend beaucoup de plaisir à travailler, même s'ils ont des objectifs qui ne sont pas les nôtres. Et donc, pendant toute la révision du PLU, on a discuté avec eux, pour leur expliquer les choses et les écouter, on a arrêté un projet du PLU qui ne prenait pas en compte tous leurs retours, parce que c'est le politique qui décide, c'est le vote au Conseil de Paris. ». (Aménagement général — Directrice de projet urbain – Mairie de Paris)

Les négociations ont notamment porté sur le statut à donner aux espaces mutables car actuellement inutilisés pour l'activité ferroviaire. SNCF Immobilier applique la stratégie du compte à rebours sur ces espaces, c'est-à-dire fixe le prix de vente de son foncier à partir du prix de vente final par mètre carré du

bien construit par l'aménageur. L'usage final est donc l'élément déterminant.

Vous voulez du logement libre, voilà combien ça coûte. Toutes dépenses, les charges confondues. Le marché est de tant, c'est-à-dire vous achetez le mètre carré 10 000 euros le mètre carré, donc je fais le compte à rebours pour vendre à 10 000 euros, ça veut dire que le foncier doit être acheté à 2 000, voilà. Et donc on dit, si vous voulez acheter, vous achetez 2 000 sur la base de ces bilans-là. (Aménagement ferroviaire-Chargée de Valorisation projets immobiliers-SNCF Immobilier)

En orientant la construction autour des gares vers des logements (éventuellement logements sociaux) ou en imposant des formes moins denses privilégiant la présence d'espaces verts, le PLU occasionne un manque à gagner pour la SNCF qui privilégie des formes plus rentables comme les bureaux (Gre de Paris Austerlitz). La négociation porte donc pleinement sur les responsabilités qui incombent à la SNCF, et à l'affirmation de son identité non seulement comme un acteur de l'écologisation des mobilités, mais aussi de l'écologisation des territoires dans lequel il est ancré. Cette opposition intervient souvent, d'autant que l'acteur ferroviaire opère déjà sous la pression de contraintes budgétaires très fortes qui le forcent à prioriser certaines actions et à capitaliser sur les sources de rémunération dont il dispose.

Je comprends que la SNCF n'ait pas envie de se séparer d'une emprise de terrain contre rien du tout. Enfin, on est dans une ville extrêmement minérale qui est la capitale de la France, qui a un vrai sujet d'accès aux espaces verts. Et on a un acteur public, parce que même si c'est une SA, ça reste l'État l'actionnaire, le seul actionnaire, qui possède un terrain entier et qui souhaite en faire des tours de bureau. Donc il y a un truc qui ne marche pas. C'est un truc qui, à mon avis, n'est plus possible aujourd'hui, comme ça l'a été hier. Et puis il y a d'autres sujets un peu plus précis sur les gares sur notamment les règles de mixité fonctionnelle qu'on a intégrées, donc, pour une question métropolitaine, on a décidé, le Conseil de Paris a décidé d'acter le fait qu'on ne rajoutait pas de mètres carrés de bureaux à Paris. Parce qu'en fait, le bureau à Paris se porte très bien. Or, le bureau est beaucoup plus rémunérateur que le logement. (Aménagement général — Directrice de projet urbain – Mairie de Paris).

Le PLU est un outil pour confier ce rôle à la SNCF, c'est un dispositif d'intéressement dans le cadre d'une organisation stratégique vers des villes durables. Il est donc un outil contraignant qui ne sera efficace que s'il est accepté par tous les acteurs, et s'il reste un outil fluide qui ne mène pas au conflit et aux situations bloquantes.

Déjà, le PLU, qui est quand même un outil règlementaire, c'est-à-dire qu'on ne donnera pas de permis, on n'attribuera pas de permis de construire à quelqu'un qui ne respectera pas les règles du PLU. (...) Et puis, ce n'est pas parce que le PLU dit quelque chose qu'on est obtus dessus. On pourrait, à la marge, essayer de le modifier pour y arriver. Mais il va falloir une majorité au Conseil de Paris, etc. Donc, c'est un processus au temps long et les discussions sont en cours. Et donc, c'est une discussion, c'est une négociation » (Aménagement général-Conseiller en urbanisme).

Dans ce cadre, les avis exprimés par les différentes entités de la SNCF dans le cadre de la formulation d'un avis par la MRAe (Mission Régionale d'Autorité Environnementale) sont audibles lorsqu'ils concernent des conséquences du PLU-B sur le cœur même de l'activité ferroviaire (Linet et al. 2024a; 2024 c; 2024 b). La SNCF a insisté dans son argumentaire sur l'importance de la compatibilité du PLU

à la mission de service public, le fonctionnement, la maintenance et l'entretien des infrastructures ferroviaires ainsi que l'équilibre financier des projets de la SNCF. Cela s'est traduit par des demandes de dérogations ou d'exclusion de certaines emprises ferroviaires du zonage « secteurs de renforcement végétal » ou « secteur en déficit d'arbres et espaces végétalisés » proposé par le projet initial de PLU-B pour plusieurs zones, notamment les talus ferroviaires et la Petite Ceinture. Ces zones désignées comme des secteurs de renforcement végétal sont en effet soumises à des pratiques de gestion peu compatibles avec la place disponible ou les exigences de sécurité ferroviaire, telles que le remplacement systématique des arbres abattus. La SNCF a de plus demandé la réduction d'un espace vert dans le triangle de l'Orientation d'Aménagement et de Programmation (OAP) Bercy-Charenton, la suppression d'un jardin partagé pour cause de fissures sur un talus ferroviaire, et l'ajustement de la règle de végétalisation du bâti pour les constructions neuves. En effet, les infrastructures ferroviaires techniques posent souvent des contraintes de sécurité ou d'usage qui rendent la végétalisation difficile, voire impossible. Face à cela, la ville a répondu que ces bâtiments ne sont pas concernés du fait de la dérogation prévue pour « les locaux techniques et industriels des administrations publiques et assimilés ». Cela exclut donc ces constructions des obligations liées à la végétalisation.

Si la majorité des demandes de la SNCF ont été considérées audibles par la ville et qu'elles ont fait l'objet de discussions préalables entre la ville et l'entreprise, la question de la petite Ceinture n'a pas fait l'objet de consensus. Les exigences de la SNCF sont motivées par le principe de réversibilité, c'est-à-dire de maintien des infrastructures ferroviaires dans un état qui permettent leur réemploi futur. C'est d'ailleurs aussi le positionnement de l'association des promeneurs de la petite ceinture, qui a incité ses membres à participer à l'enquête publique en demandant à ce que la Petite ceinture soit considérée comme une ligne ferroviaire non désaffectée et qu'elle ne passe pas en Zone Urbaine Verte⁹. En réponse aux observations de la SNCF, la ville a rejeté la proposition de dézonage au motif que la petite ceinture fait partie du SRCE, et qu'un ajustement de leur protection serait contraire au Projet d'Aménagement et de Développement Durable (PADD). La commission d'enquête a finalement enregistré le fait que les services de la ville travaillaient en forte collaboration avec la SNCF, et que les demandes de l'organisme ferroviaire seraient intégrées autant que possible.

Gestion

Un rapport produit en 2012 dans le cadre de la collaboration MNHN-SNCF (MNHN *et al.*, 2012) fait état des objectifs de gestion de la végétation par la SNCF. Il identifie que l'essentiel des pratiques de gestion répond à des impératifs autres que le respect de la biodiversité : sécurité, régularité, conservation du patrimoine ferroviaire et rentabilité. Dans le cadre de l'exploitation et de la gestion du personnel, il note qu'il est en effet essentiel de garantir l'accessibilité et la visibilité des dispositifs de sécurité tels que la signalisation et les accès de secours, tout en prenant des mesures pour prévenir les incendies de talus. La végétation doit être contenue hors des quais pour éviter d'entraver les déplacements ou d'inciter les voyageurs à s'approcher des voies. La gestion priorise aussi la prévention des perturbations de trafic comme les chutes d'arbres, ou le masquage des signalétiques. Plus de 10 ans après, s'il n'existe pas de réelle politique de gestion harmonisée à l'échelle du groupe, les pratiques ont évolué pour améliorer la prise en charge de la biodiversité.

Transilien

La gestion des espaces présents sur le domaine public ou jouxtant celui-ci est souvent déléguée aux acteurs publics, à l'aide de contractualisation. Cela peut être le cas pour le parvis des gares ou pour les

9. <https://www.promeneurs-petiteceinture.paris/>

talus ferroviaires hors de la clôture lorsque ceux-ci sont en remblais et clôturés à leur sommet, évacuant les risques d'intrusion. La gestion des espaces végétalisés au sein de la gare, de bout de quai à bout de quai, à l'exclusion des voies elle-même, est déléguée à l'exploitant. Ces espaces peuvent être situés sur des emprises appartenant à SNCF Gares & Connexions ou à SNCF Réseau ; un contrat de délégation de gestion est signé avec chacune des entités.

Certains acteurs au sein de Transilien ont adopté une position volontariste et autonome en matière de gestion, croisant à la fois un micro-management des espaces pour favoriser la gestion différenciée, et la collaboration avec des entreprises d'insertion compétentes sur la gestion écologique. Pour cela, il leur a fallu commencer par assouplir les directives d'IDFM concernant la qualité de service offerte dans les gares. L'autorité organisatrice du transport considérait en effet contractuellement la biodiversité comme un déchet, au même titre « *que des paquets de clopes jetés par terre* » (*Porte-parole environnement. — Expertise thématique environnementales*). Le rapport de 2012 identifiait cette problématique et proposait d'intégrer la biodiversité dans le système de bonus-malus d'IDFM à côté des critères d'offre et de ponctualité. L'évolution dans la perception de la biodiversité d'IDFM a été permise par un travail d'échange et de discussions, ainsi qu'une approche pratique permettant de fixer la hauteur désirable de la végétation. En prenant pour référence la hauteur d'une carte bleue et d'une demi-feuille A4, le responsable de la RSE Transilien de l'époque a proposé une valeur certes arbitraire, mais très concrète qui satisfaisait tous les acteurs.

Il était très pragmatique, c'était une super idée. Il s'est pris deux références, la hauteur d'une carte bleue et la hauteur d'une demi-page A4. Et c'était... Alors, bon, je te le dis comme ça, mais je me souviens plus en détail. Par exemple, près des bancs, le long des murs, enfin, des trucs comme ça, je tolère... Je te dis n'importe quoi, parce que je me souviens plus des détails. Je tolère des pousses jusqu'à un demi-A4, admettons. (...) Par contre, la bordure, tu vois, enfin, la bordure de quai, là, c'est que les gens vont monter, tout ça. Là, je tolère peut-être, justement, juste la largeur de la carte bleue, parce qu'il ne faut pas que les gens se prennent dedans. Je, évidemment, zéro-ligne tout ça. Et grosso modo, comme ça, il a défini ce qu'on acceptait, avec des photos et tout, ce qui était acceptable, ce qui n'était pas acceptable. Ça a été validé avec l'IDFM. Donc, du coup, ce qui est acceptable, du coup, n'est plus évalué comme un déchet. (*Porte-parole environnement. — Expertise thématique environnementales*)

De nombreuses expérimentations ont en effet été mises en œuvre localement afin de favoriser la biodiversité sur les bandes végétales jouxtant les quais ou en retrait de ceux-ci, et le changement de pratique s'opère aux rythmes des réussites éventuelles ou des échecs essuyés. Ces expérimentations sont souvent mises en œuvre de manière unilatérale, et elles peuvent être source de confrontation avec les communes qui entretiennent les espaces de manières plus traditionnelles. Beaucoup de pédagogie est nécessaire au sein même des équipes, qui ne s'y retrouvent pas forcément parce qu'ils peuvent avoir l'impression de ne pas effectuer correctement leur travail.

Alors en fait l'idée c'est de dire mes espaces où j'ai de la verdure en fonction de l'usage que j'en ai je les entretiens pas de la même manière. (...) Par exemple des zones engazonnées qui sont vraiment à proximité des quais et où les clients peuvent être amenés à déborder un petit peu dessus, on va continuer à les tondre. Mais par contre on va demander une tonte qui ne soit pas inférieure à 10 cm par exemple. Mais par contre au-delà de cette bande d'un mètre, on va laisser pousser. Et puis on va faire une ou deux fauches par an. Et donc là c'est un peu l'interrogation, on a laissé pousser à certains endroits. On s'est rendu compte qu'il

y a des endroits où ça pousse super bien, et puis ça pousse beau. Il y a des endroits où ça pousse hyper moche, genre... Genre crâne chauve, quoi. Voilà. Et il y a des endroits, c'est des espèces invasives. (...) Alors, en fait, là où ça pousse beau, on va laisser comme ça. » (Relations Institutionnelles-RSE)

Je pense notamment à un endroit à Jouy-en-Josas où on a démarré notre gestion différenciée. Et à côté de ça, il y a un parc qui est adossé, qui n'est pas un grand parc, mais qui longe la gare. Et qui, pour le coup, est vraiment entretenu, hyper au carré, machin, etc. Et là, je suis assez curieuse de voir comment sera l'interface avec la mairie quand on va leur expliquer que nous, on laisse un peu le truc en friche. (..) Même dans nos équipes, on a des gens qui disent, mais attendez, vous avez tondu sur une bande d'un mètre, et puis après, la tondeuse, elle est tombée en panne. Il s'est passé quoi, là ? (Relations Institutionnelles-RSE)

Sous l'impulsion de salariés en alternance, des politiques de compensation ex-situ des arbres abattus ont aussi été mises en place

« Ce qu'on fait aussi pour L,A et G, au niveau de biodiversité, on est obligé d'abattre des arbres. (...) On les replante en France. (..) On passe par Mindtree, qui est une association, et on paye par exemple pour planter un arbre, c'est 3 euros. Là, et on donne, personnellement je calcule le nombre d'arbres, et chaque arbre abattu est replanté. » (Aménagement ferroviaire-Gestionnaire de contrats —)

La contractualisation avec les associations de réinsertion et d'accompagnement de publics éloignés de l'emploi (ESPACE, Halage, APAGE) est une composante importante de la stratégie RSE de Transilien. Si la composante sociale a semblé être la première cause de ces partenariats, ces associations portent aussi des valeurs écologiques fortes et se limitent généralement volontairement à la mise en place de pratiques de gestion différenciée. L'association Halage est active sur 17 chantiers SNCF sur la ligne J, et leurs actions se limitent aux emprises de la gare, voire certains postes de contrôle lorsque ceux-ci sont particulièrement sécurisés. Elle propose aussi un compte rendu des actions menées, qui permet à la fois de sensibiliser la SNCF à la biodiversité et de faire un retour sur les trajectoires de réinsertion des bénéficiaires. Plusieurs autres associations qui mêlent réinsertion et valeurs écologiques sont présentes en Île-de-France. Le réseau Ecole et Chantier coordonne leur action et est l'interlocuteur principal de la SNCF. Les associations découpent le territoire en secteurs dont ils ont la charge, et fonctionnent de manière harmonieuse ensemble. Le partenariat entre les associations et la SNCF est ainsi fructueux pour les deux parties, particulièrement Transilien dont les contrats sont plus durables et renouvelés. Il semble résilient, même si certains délais liés à la mise en place des contrats au vu des enjeux sécuritaires peuvent pénaliser financièrement les associations.

C'est super simple de bosser avec eux, on s'entend très bien, on a des raccords sur beaucoup de choses. (...) Le seul truc qui peut être un peu pénible, c'est les délais inhérents à la mise en place de chantier avec tous les protocoles, tous les process qui sont mis en place dans la SNCF. Ça doit passer par tel ou tel service, la mise en place de la convention, de la signature, du Plan particulier de sécurité et de protection de la santé. (..) Là, ça fait un an qu'on attend l'ouverture d'un chantier. C'est 17 000 euros de manque à gagner sur l'année 2023. (...) On s'arrête sur la partie haut de talus, plateau. On ne descend jamais à plus ou moins 1m80 des rails (..) On fait la bande jusqu'au chemin ferroviaire et encore, ça va dépendre des chantiers, il y a des chantiers où le talus en soi on n'y va pas parce que c'est beaucoup trop raide par exemple. On va faire le plateau supérieur et basta. (...) En gare

urbaine, on aura beaucoup d'invasives, très peu de diversité végétale. Et après, les espaces ruraux, ils sont géniaux parce qu'il y a déjà tout un patrimoine qui est présent. Et nous, on va surtout tendre à le préserver, le protéger et l'orienter dans la bonne direction. (Entretien, Travaux et Maintenance-Coordinateur de chantier — Association Halage)

Faire appel à des associations revient beaucoup plus cher que l'emploi de prestataires classiques, car les coûts d'accompagnement sont non négligeables et les tarifs ne sont alors pas négociés par la SNCF. « Pour 11 gares, on payait pratiquement autant que pour les 70 autres. » (*Aménagement ferroviaire-Gestionnaire de contrats*). De ce fait, associations et prestataires privés se positionnent sur des niches différentes et les responsables insistent sur leur volonté de ne pas les mettre en concurrence. Les premières, conventionnées, sont dirigées sur un nombre réduit de gares, et n'ont de toute façon pas forcément la main-d'œuvre nécessaire pour gérer des tronçons entiers. Les prestataires externes sont eux soumis à des appels d'offres. Ces derniers sont souvent peu sensibilisés aux enjeux de biodiversité et les contrats sont souvent établis sur la base de forfaits surfaciques. Cela peut conduire ces acteurs à appliquer une gestion plus généraliste, voire à « faire du mètre carré ». Ces pratiques sont plus susceptibles d'être mises en place dans les gares rurales, où le périmètre d'action des mainteneurs est plus étendu et leur passage moins fréquent.

Enquête 1 (Porte-parole environnement. — Paysagiste) : Il y a quelques entreprises où ils commencent à développer un peu des compétences là-dessus pour orienter un peu les différents partenaires. Mais en règle générale, c'est vrai que sur le chantier. . .

Enquête 2 (Porte-parole environnement. — Paysagiste) : Si on ne dit pas à telle date qu'il faut faucher ou pas à telle date, eux ils vont y aller un peu quotidiennement.

Enquête 1 : Même sur les milieux, s'il y a des espaces protégés comme ça, ils n'iront pas vérifier s'ils peuvent s'installer ici, s'ils ne vont pas s'installer là, quelles mesures de protection ils mettent en place. C'est vrai que souvent c'est dicté par nous ce qu'on leur donne. Ils n'iront pas chercher à aller plus loin. Aujourd'hui, dans les entreprises de paysage, ils ont du mal à embaucher. Oui. C'est très compliqué. Que ce soit en conducteur de travaux ou encore pire, les ouvriers, ce qu'ils vont réaliser sur le chantier. Il y a un gros souci là-dessus, ça passe de plus en plus par des intérimaires, même pour les plantations. C'est des métiers assez difficiles, dehors, on a de plus en plus des exigences. Donc oui, ils ont beaucoup de mal à rembaucher, ça c'est sûr. Et donc je pense que. . . C'est pas leur priorité, quoi. Ce sont des savoir-faire qui doivent se perdre, qui existent plus loin.

Les acteurs locaux motivés ont engagé l'entreprise vers une renégociation locale des cahiers des charges pour faire évoluer les pratiques de ces prestataires. Le fait que les contrats couvrent une ligne ou une portion de ligne donnée permet une évolution itérative, mais peut freiner la mise en place d'une stratégie globale, d'autant qu'en dehors du terme (5 ans) ou de la rupture de contrat avec les prestataires engagés, il est difficile de faire changer les pratiques des entreprises professionnelles de paysages. Il est en revanche possible de modifier sans avenant le cahier des charges pour un simple ajustement de charge et une évolution des coûts inférieure à 10 %. Or, l'introduction de pratiques de gestion différenciées permet une économie de cet ordre. En effet, le gain issu de la diminution de la fréquence et des surfaces à entretenir est contrebalancé par le coût de la fauche non motorisée (plus chère car moins rapide et exigeant un savoir-faire technique rare), ainsi que par la nécessité de réaliser des interventions ponctuelles et locales. Les changements de pratiques font donc l'objet d'ajustement fin entre les possibilités offertes contractuellement, les compétences des prestataires, et le temps disponible et la motivation des acteurs locaux pour les négocier.

Si la gestion n'est pas déléguée à Transilien, SNCF Gares & Connexions peut aussi être à l'origine de l'évolution des pratiques, en s'appuyant sur des collaborations associatives et encore une fois sur des acteurs locaux motivés.

Enquêté (Relations Institutionnelles-Chargé de communication et du traitement des réclamations — SNCF Gares & Connexions) : alors, par exemple, là, on est en Seine-et-Marne. Là, il y a le Bâtiment Voyageurs. Et en fait, ici... On a cette emprise-là qui continue au droit de l'avancée du bâtiment. Et dans cette emprise de verdure-là, on a fait un test de potager, par exemple.

Enquêteur : Et du coup, la maintenance et l'entretien, ça a été délégué à une association ?

Enquêté : Exactement. C'est exactement ça. Pour tout vous dire, c'est qu'il y a un cheminot qui habite dans le coin. Et qui a dit, c'est bête de ne pas utiliser ça. Et donc, avec une association, ils entretiennent ça sous le chapeautage d'un agent SNCF, du coup, de chez SNCF Gares & Connexions

Il n'existe pas de politiques globales assurant la cohérence des pratiques de gestion différenciées « *Non, parce que Transilien n'utilise pas le mot biodiversité. Donc on ne sait pas, moi je ne sais pas ce que pense Transilien, que ce soit sa gouvernance, je ne sais pas vraiment ce que pense Transilien de la biodiversité.* » (Relations Institutionnelles-RSE — Transilien). Dans ce cadre, des pratiques vertueuses peuvent cohabiter avec des pratiques agressives pour la biodiversité réalisées dans un souci d'esthétisme.

« Enquêté (Aménagement ferroviaire-Gestionnaire de contrats) : Les mises à blanc, c'est nous qui les demandons. Ce que moi, j'appelle une mise à blanc, c'est quand on rase tout parce que ce n'est pas tondu depuis un bon moment. C'est nous qui les demandons. Il y a des endroits où on n'a pas entretenu pendant des années et au bout d'un moment, il faut faire une mise à blanc.

Enquêteur : Et ils posaient des soucis en termes techniques, ces terrains-là ?

Enquêté : Non. Non, c'est plus visuel.

Enquêteur : (...) Ils n'avaient pas vocation à être valorisés de manière immobilière ni rien du tout ?

Enquêté : C'était juste visuellement que ça a posé problème. Il a fallu faire un coup de propre de ce que j'appelais une mise à blanc.

Enquêteur : Est-ce que dans ces espaces-là, il y avait des diagnostics écologiques ou des inventaires naturalistes qui étaient faits ou pas ?

Enquêté : Non.

Enquêteur : Il aurait pu y avoir de la biodiversité intéressante dans ces espaces ?

Enquêté : C'est possible. Je dis pas le contraire. C'est possible. Mais il y avait tellement de ronces, si on avait voulu faire faire un inventaire, à mon avis, ça aurait été dur. (...)

Enquêteur : Et avoir ces espaces-là pas du tout entretenus, il y avait des gens qui vous faisaient remarquer qu'esthétiquement, c'était moche dans les gares, etc. ?

Enquêté : Non, je pense que nos clients ne regardent pas forcément ça. On a une ou deux fois eu une alerte parce que ça dépasse sur les quais, mais non, on n'a jamais eu de plaintes. Je pense que c'est plus nous qui n'aimons pas ça.

Enquêteur : Quand vous dites vous, c'est ?

Enquêté : Nous, la SNCF, nous, les... Moi, un espace pas entretenu, personnellement, je n'aime pas. Non, je n'aime pas. Parce que ça fait moche, ça fait un espace pas entretenu alors qu'on pourrait l'entretenir correctement. »

Aujourd'hui, SNCF Gares & Connexions essaie de reprendre un peu le leadership sur ces questions, tout en profitant des initiatives de Transilien, pour réintégrer toutes ces pratiques dans une approche globalisée et structurée.

Alors, le truc de Transilien, c'est vrai qu'on a une relation assez particulière, et qui a beaucoup changé depuis 2020, depuis la réforme ferroviaire, et qui aujourd'hui est en train de se resserrer, où c'est quand même nous, Gare et Connexion, qui donnons délégation. Donc, on leur dit ce qu'il faut qu'ils fassent, alors que jusqu'ici, ils faisaient un peu ce qu'ils voulaient. Si je reprends sur la biodiversité, c'est vrai que leur principale action en la matière, c'était l'entretien des espaces verts dans certaines gares par des chantiers d'insertion. Donc là, ils faisaient jouer effectivement tout le côté RSE, du sociétal et du développement de la biodiversité, parce que ce n'est pas uniquement l'entretien des espaces verts, c'était le développement d'installations favorables à la biodiversité. Ils communiquaient beaucoup là-dessus, mais mine de rien, c'était sur un nombre limité de gares. Et c'était sur leur propre, c'est eux qui définissaient le qui, le quoi, le comment, avec leur propre financement. Donc aujourd'hui, on va essayer de retourner la situation en disant, c'est nous, Gare et Connexion, qui sommes prescriptifs et voilà comment il faut que vous avanciez. (..) Pour l'instant, c'est encore très, très, très light en disant, en gros, c'est libellé dans le sens, merci d'appliquer les prescriptions en matière de biodiversité lorsque Gare et Connexion les aura définies. (Relations Institutionnelles-RSE-SNCF Gares & Connexions)

La faune est aussi un enjeu gestionnaire, surtout lorsque cette dernière est composée d'espèces non désirées. Les rats sont considérés comme des indésirables par essence, et peuvent créer des problèmes au niveau des emplacements de stockage de déchets, voir des centres d'avitaillement ou la nourriture des wagons-bars est stockée. Aucun plan de gestion particulier n'a été mentionné par les acteurs. Les pigeons sont aussi présents dans les gares, nichant sur les corniches, profitant des gestes architecturaux ou des trappes de désenfumage. Ils sont bien plus présents à l'échelle du quartier, car les places publiques sont des espaces favorables à l'activité des nourrisseurs, qui peuvent disposer plusieurs kilogrammes de nourriture par terre. À Montparnasse (gérée par SNCF Gares & Connexions), les professionnels de fauconneries qui interviennent jusqu'à une fois par mois au sein même de la gare ne parviennent pas à régler tout à fait ce qui est perçu comme un problème de salubrité et de confort du fait de déjections, voire des risques de chutes pour la sécurité des voyageurs qui cheminent. L'association AERHO occupe un rôle de conseil et d'assistance à maîtrise d'ouvrage sur les questions liées à la gestion des pigeons, avec pour objectif d'éviter le recours à des méthodes destructives pour les animaux. Elle met en lumière le caractère structurel — littéralement — de cette problématique, soulignant que les méthodes de gestion palliative (pics en fer ou plastique, jardinières sur les sites de dépôt de fientes) ne parviennent pas à répondre adéquatement à l'attrait des formes architecturales de la gare pour les pigeons. En outre, AERHO insiste sur le fait que l'aménagement architectural est l'étape au cours de laquelle la question doit être prise en charge puisque qu'elle bénéficie de marges budgétaires plus importantes que l'entretien, financées en partie par IDFM,

mais surtout en fonds propres par SNCF Gares & Connexions

« Parce que le pire, c'est quand, à Fontenay par exemple, 8 jours après l'inauguration, le bâtiment est beau et vous avez des fientes partout et tout, parce que le geste architectural, le truc, et là on nous fait venir a posteriori. Et nous, qu'est-ce qu'on dit ? Mais c'est trop tard, c'est trop tard. (...) Les 10 millions d'euros, je crois que c'était 10 millions de rénovation de la gare. C'était de l'investissement. Vous trouvez toujours de l'argent en France pour l'investissement. Mais les 200 000 euros qu'AREP (SNCF Gares & Connexions dans la réalité, ndr) a dû trouver après pour faire les travaux d'entretien, de réparation, si on peut dire, c'était du budget de fonctionnement. Et là, vous ne trouvez pas l'argent comme ça. » (Porte-parole environnement — Directeur d'association)

SNCF Réseau

SNCF Réseau procède à la gestion des espaces situés sur le linéaire : talus ferroviaire, piste, voies. La gestion de la végétation est une composante essentielle du groupe, et se structure autour de la minimisation du risque pour la circulation des trains. L'article L. 2231-3 et R. 2231-3 du code des transports mentionne « Il est interdit d'avoir des arbres, branches, haies ou racines qui empiètent sur le domaine public ferroviaire, compromettent la sécurité des circulations ou gênant la visibilité de la signalisation ferroviaire. Les propriétaires sont tenus de les élaguer, de les tailler ou de les abattre afin de respecter cette interdiction. Pour des raisons impérieuses tenant à la sécurité des circulations ferroviaires, les opérations d'élagage, de taille ou d'abattage des arbres, branches, haies ou racines peuvent être effectuées d'office, aux frais du propriétaire, par le gestionnaire ».

SNCF Réseau peut elle aussi conventionner avec des associations d'insertion, notamment en zones rurales où sont présentes de nombreuses friches éloignées des voies. Les conventions sont plus courtes (un à deux ans) car la demande est ponctuelle et le territoire à couvrir très large. Transilien peut être parfois sollicité pour reprendre le contrat, malgré une demande bien moindre liée à des surfaces plus réduites par rapport à SNCF Réseau.

La majeure partie de la charge d'entretien est néanmoins gérée par SNCF Réseau. Son organisation est adaptée à la complexité de ces opérations. Une cellule de pilotage définit la politique d'entretien. Le territoire national est découpé en 4 zones de productions à l'échelle desquelles la stratégie territoriale est pilotée. Ces derniers sont ensuite découpés en 28 établissements régionaux qui coordonnent les travaux de maîtrise de la végétation, puis en 100 unités de productions qui regroupent des entreprises externes qui réalisent les travaux d'abords des voies, les prestataires internes qui désherbent les voies et la pistes, et les unités de productions en charge des urgences ou des travaux spécifiques. Le processus de gestion y est considéré comme industriel, c'est-à-dire standardisé et privilégiant l'efficacité. Cette caractérisation est très forte, et dissocie tout à fait la composante biodiversité de la végétation.

Il y [a des agents de maintenance] qui savent ce que c'est que la biodiversité et qui sont sensibilisés déjà, personnellement. C'est juste qu'ils ne l'appliquent pas du tout dans leur métier parce qu'ils n'ont pas vu le lien. Ils n'ont pas du tout fait le lien entre les deux. Il y en a qui sont très sensibles à l'écologie et à la biodiversité personnellement. Qui arrivent au taf et limite qui laissent leur pensée personnelle de côté, qui ne vont pas du tout faire le lien avec l'entretien de la végétation. Et quand on leur dit, juste qu'on leur pointe du doigt, ils font « Oui, je suis d'accord. Mais en fait, moi, je n'ai pas le temps d'y penser. Je suis tout à fait d'accord. J'aimerais bien, moi, pouvoir... » Il y en a qui veulent le faire, mais qui n'ont pas les moyens, on ne leur donne pas les moyens de le faire. Ni le temps, ni l'argent. C'est ce qui

manque aujourd’hui. » (Entretien, Travaux et Maintenance-Charge d’études biodiversité)

les gens, ils ont une logique de production. (...) On demande de faire tant de kilomètres, de traiter tant de kilomètres de lignes telle année, etc. Donc, quand on te demande de faire de la prod, tu ne peux pas non plus être là à regarder les papillons, les insectes, etc. (Porte-parole environnement. — Ingénieur d’étude environnement)

Autre point important, le paradigme industriel doit faire face au besoin paradoxal d’une gestion très attentive au détail et capable de réagir dans l’urgence, devant les enjeux réglementaires et environnementaux.

« Sur la maintenance, on a peu d’impact, mais on a besoin d’une grande réactivité des écologues. C’est-à-dire qu’on a besoin de résultats tout de suite. Il n’y a pas forcément grand-chose, mais on a quand même besoin de vérifier. Il y a toujours un petit truc à faire. C’est assez léger. » (Entretien, Travaux et Maintenance-Charge d’études biodiversité)

La charge financière, organisationnelle et temporelle que représente cette maintenance est très importante. L’entretien doit éviter les périodes de reproduction, au risque de subir des actions en justice.

« Typiquement, si tu écoutes et si tu regardes les risques de destruction d’espèces protégées, tu fais tous tes travaux entre septembre et novembre, septembre-octobre. Tu ne peux pas gérer 3500 kilomètres de réseau fois deux côtés des voies en deux mois. De la maîtrise de la végétation, tu es obligé d’en faire toute l’année. Après, ça dépend des types, mais quand il y a des trucs qui repoussent tout le temps, notamment quand il fait pluie-soleil, pluie-soleil, tu ne peux pas attendre six mois pour repasser. S’il y a un truc qui se met devant un feu de circulation, de signalisation, si ça cache la signalétique, ou s’il y a un arbre qui risque de tomber. » (Porte-parole environnement. — Ingénierie d’étude environnement)

L’établissement régionale des Pays de la Loire de SNCF Réseau a été jugée en 2022 complice du délit d’atteinte à la conservation d’espèces animales protégées, commis par la société prestataire de travaux de végétation (Dupre *et al.*, 2023). Le Ministère Public a jugé que l’urgence de réalisation des travaux n’était pas recevable en l’espèce ; puisque celle-ci résultait « de sa propre carence à entretenir régulièrement et en tout cas en temps utile les abords des voies, de circulation ; qu’ainsi elle a sciemment réalisé des travaux jugés urgents, qui n’avaient en réalité pas été sérieusement anticipés, à une période particulièrement inopportune s’agissant des enjeux environnementaux ».

Ce qu’il se passe aussi, c’est qu’on n’est pas sur un réseau qui est tout herbacé. Le réseau a beaucoup investi les dix dernières années sur les nouvelles lignes, donc les LGV, tout ça. Donc, on a mis beaucoup de sous là-dedans et beaucoup moins dans la maintenance. Quand je dis maintenance, je parle surtout de maîtrise de la végétation. Et de fait, on a laissé la végétation se développer. Ce qui fait qu’aujourd’hui, on a beaucoup d’abords qui sont arbustifs, voire arborés. Et sur lesquels on fait de la remise à niveau. C’est en 3-4 ans. On vient abattre les arbres. Ensuite, on fait une confirmation de débroussaillage, puis une confirmation herbacée, puis une deuxième confirmation. C’est en gros éviter que la végétation redécoule. Donc on vient recouper petit à petit. Donc on redescend à une strate herbacée, voire arbustive légère. Mais du coup il faut abattre il faut faire du débroussaillage et on peut pas le faire en période de nidification. (Entretien, Travaux et Maintenance-Chargée d’études biodiversité)

Par ailleurs, les associations environnementales, dont la LPO, avaient fait un état des lieux à la demande de la SNCF et avaient identifié et noté les enjeux de biodiversité selon les emprises. La présence d'espèces protégées avait été identifiée et les enjeux avaient été considérés comme « faibles » sur les espaces concernés. Cette classification questionne la capacité des acteurs associatifs à pouvoir orienter stratégiquement l'action et à identifier les priorités spécifiques à l'institution ferroviaire, en se mettant concrètement à leur place. Deux réactions opposées ont pu être enregistrées face à cette condamnation. Un acteur au sein du groupe a remis en question l'intérêt des partenariats avec l'antenne nationale de la LPO, qui selon lui aurait dû privilégier le dialogue à l'action en justice. Il reproche une action motivée par l'argent, mais dans la mesure où les sommes versées aux associations représentent environ 1,3 % de leurs résultats d'exploitation annuels, il semble difficile de privilégier cette théorie. D'autres enquêtés ont eu une relation positive vis-à-vis de cette condamnation. Celle-ci trace le chemin selon eux vers un meilleur respect de la réglementation environnementale qui jusqu'ici n'était pas prise au sérieux par les équipes.

Si cette condamnation a porté sur des espaces ruraux, la ville est un endroit où les pratiques des gestionnaires sont très observées et peuvent faire l'objet de nombreux retours, souvent critiques, de la part des habitants.

Beaucoup d'inquiétudes aussi des riverains qui se posent des questions sur la biodiversité, parce qu'ils sont de plus en plus sensibles. Donc, il nous faut faire beaucoup de communication et de dialogue pour expliquer un peu l'enjeu de notre Entretien, Travaux et Maintenance. Après, c'est vrai que pour nous préserver ou améliorer la biodiversité, que ce soit en milieu urbain ou en milieu rural, on a les mêmes objectifs, sauf qu'en milieu urbain, c'est encore plus regardé. (Porte-parole environnement. — Ingénierie d'étude environnement)

La prise en charge de la faune par SNCF Réseau est elle aussi structurée autour de la Gestionnaire du risque. La petite et moyenne faune qui fait son terrier dans les talus peut fragiliser les talus et causer éventuellement des glissements de terrain. Le blaireau est souvent cité comme un terrassier qui peut déstabiliser les talus, surtout pour les populations récemment arrivées qui ne peuvent pas entretenir d'anciennes galeries existantes et doivent en creuser de nouvelles. Les procédés préventifs sont peu nombreux à l'exception de la pose de clôtures, et la destruction d'animaux est une pratique encadrée. Elle peut aussi engendrer des réclamations de la part des riverains.

« Pour ce qui est du curatif, la destruction d'animaux est possible, avec l'arrêté préfectoral ad hoc, mais l'action de l'éventuel régulateur faune doit être très prudente : les associations locales de chasse ou d'autres formes de protection de la nature, les riverains et les promeneurs peuvent s'émouvoir des tirs de piégeages y compris hors période de chasse, pour différentes raisons. C'est beaucoup moins le cas sur LGV, où la clôture permet une action plus discrète, sûre et strictement bornée. » (Document non officiel transmis à l'issue d'un entretien avec un acteur impliqué dans la maintenance du réseau).

Les moyenne et grande faunes engendrent des risques de heurts. La stratégie portée par le CCDD est alors structurée autour de l'identification des espaces à fortes collisions, pour faciliter la perméabilité du réseau et éviter le piégeage au sein de l'emprise d'animaux qui parviennent généralement toujours à franchir les clôtures. D'autres stratégies d'effarouchement ou d'éloignement des emprises sont mises en œuvre en zones rurales.

Si on veut limiter les collisions, tu n'as pas 36 solutions de toute manière. Soit tu clôtures tout, chaque côté de façon étanche. Le jour où il y a un bestiau qui arrive à rentrer dedans, tu

es sûr que ça tape. Et après, tu essaies de trouver des dispositifs, alors, existant. En général, on n'invente rien. (...) Ça concourt à la fois à l'énumération de la transparence et en même temps à la réduction du risque de collision. (Porte-parole environnement. — Ingénieur d'étude environnement)

Techniques de gestion de la flore

Deux techniques d'entretien aux conséquences opposées sur la biodiversité ont été au cœur des transformations ou des réflexions pour les gestionnaires.

L'interdiction de tout produit phytosanitaire en 2014 a de fait exclu leur usage dans les gares. Certains prestataires continuaient malgré l'interdiction de les utiliser en gare, ce qui a nécessité un encadrement plus fin et de la pédagogie de la part de la SNCF, en collaboration avec Natureparif (aujourd'hui Agence Régionale de la Biodiversité). « *Moi, je suis intervenue auprès des prestataires pour leur expliquer, pour leur présenter nos obligations, leurs obligations et faire beaucoup de pédagogie.* » (*Aménagement ferroviaire-Gestionnaire du risque*). Si les produits phytosanitaires sont encore employés sur le reste du réseau, le glyphosate est une substance désormais bannie des pratiques. Les changements sociétaux, les risques juridiques et la doctrine de gestion industrielle qui rend moins pertinente l'adaptation locale nécessaire quand des produits de biocontrôle chimiques sont utilisés ont de fait permis de changer les pratiques. Cette évolution a aussi réinterrogé la responsabilité sociale de la SNCF, qui était alors le premier consommateur français de glyphosate.

Ouais, après, mais tu sais, dans les années 80-90, les mecs, ils pulvérisaient même les talus, quoi. Ils s'en foutaient. Enfin, qui sont à nous, mais voilà. Alors qu'aujourd'hui, on n'utilise quasi plus de phyto, de moins en moins, en tout cas. Et puis la réglementation évolue aussi, tu vois. Et ce qui fait qu'on s'adapte et que les mentalités évoluent. Et puis, vu que le sujet pénètre de plus en plus aussi percole dans la société, ça se ressent sur les agents de SNCF qui sont des humains comme les autres. (Porte-parole environnement. — Ingénieur d'étude environnement)

L'écopâturage, une pratique mise en œuvre en partenariat avec des entreprises spécialisées, est déployé dans plusieurs gares, aussi bien rurales qu'urbaines, comme à la gare d'Achères-Ville (78). Transilien, agissant de sa propre initiative, a été rappelé à l'ordre par SNCF Réseau dans certaines situations, notamment lorsque les quais étaient en contrebas des talus, en raison des risques de chutes. Toutefois, SNCF Réseau a également adopté cette méthode sur certaines de ses emprises. En général, cette approche de gestion suscite de hauts niveaux de satisfaction parmi les exploitants. Cependant, sa généralisation est freinée par l'inertie interne du groupe et par les plaintes de certains riverains. Par exemple, la présence de mouches accompagnant les ovidés a conduit au retrait de la pratique en gare de Pont-Cardinet. D'autres plaintes ou préoccupations, notamment concernant l'état sanitaire des animaux, parfois victimes d'agressions, de captures ou d'un suivi insuffisant de la part des bergers (Louison, 2023), sont également fréquentes. Dans ce cadre, Transilien et les associations d'insertions — si elles sont en charge — réalisent des sessions pédagogiques avec les collectivités pour désamorcer les tensions potentielles.

Enfin, la gestion des espèces végétales invasives est sujette à controverse, et les pratiques de gestion ont été peu détaillées par les acteurs. Certains acteurs n'en font pas une priorité, dans la mesure où leur présence ne se traduit pas en problème. Pour certains, cette végétation n'a pas à être farouchement combattue puisqu'il s'agit supposément de la seule végétation capable de coloniser et de perdurer dans les espaces très contraints en zone urbaine. Dans ce cadre, elles participeraient à la biodiversité.

Qu'est-ce que moi, je vais m'amuser à me dire, à aller dépenser d'une énergie folle pour abattre les seuls arbres qui poussent, alors que moi, si je vais mettre une espèce locale, genre un joli chêne, par exemple, il va crever, quoi. (Porte-parole environnement. — Paysagiste)

L'autre argument avancé est l'inutilité de la notion vis-à-vis des enjeux de l'opérateur ferroviaire. La végétation représente dans cette optique la seule réelle contrainte, et il n'y a pas besoin de distinguer selon le rôle écologique des espèces puisque la gestion des EEE n'est pas à la charge de SNCF Réseau, déjà débordée :

Il n'y a pas de caractère invasif, je ne crois pas du tout à ça. Ça me paraît des notions qui sont extrêmement éloignées de la réalité. (...) En fait, c'est la végétation qui est une problématique pour le ferroviaire. Distinguer dans cette végétation invasive ou pas invasive, pour le ferroviaire, ça n'a pas de sens. La caténaire, elle s'en fiche que ce soit un frêne ou un ailante qui tombe dessus. Et le caractère invasif est un faux-nez que mettent certains clowns cheminots, on va dire, pour masquer leur incompétence. C'est dur, mais je ne peux dire que ce que je constate. (...) Et moi, je constate que, en tout cas pour le gestionnaire, pour la maintenance des abords, là où il n'y a pas d'invasive, on est quand même débordé. Donc, moi, ce qui me gêne, c'est que les invasives servent un peu de prétexte en disant, vous voyez, on n'y arrive pas à cause des invasives. Et ça, c'est factuellement faux. Là où il n'y a pas d'invasives, on est tout aussi débordé. » (Entretien, Travaux et Maintenance-Expert travaux, voies et abords)

Les aménagements paysagers sont enfin peu touchés, puisque les espèces sont majoritairement choisies et les risques de contamination de la terre végétale sont assez bien maîtrisés

« Moi, dans les chantiers que j'ai eu avec eux, j'ai jamais eu de problème. Parce que toutes les fois où je suis intervenu, on n'avait pas à proximité des foyers de plantes invasives. Je sais qu'ils en ont à la SNCF. Et certainement beaucoup. Moi, jamais j'ai eu de problème là. La terre moi que je rapporte, moi, je l'utilise sur mes chantiers., elle n'est pas polluée par des racines ou quoi que ce soit. » (Entretien, Travaux et Maintenance-Conducteur de travaux — Société externe)

D'autres acteurs reconnaissent néanmoins les problématiques spécifiques liées aux EEE, et dénoncent frontalement les opinions précédentes. Ainsi, les espèces envahissantes deviennent selon eux rapidement ingérables au sein des projets d'aménagement et en termes d'entretiens, donc induisent des coûts supplémentaires, voire des risques de sécurité. L'ailante glanduleux est désigné comme risque de dégradation des ouvrages ou de masque des signalétiques. Par ailleurs, des experts naturalistes pointent que les espèces végétales invasives seront par ailleurs toujours moins intéressantes pour la faune que des espèces indigènes, et dans ce cadre doivent être systématiquement combattues et remplacées. Enfin, certains acteurs au sein du groupe pointent la responsabilité sociale de la SNCF vis-à-vis de cette problématique.

L'objectif, ce n'est pas de foutre de la renouée partout, l'ailante partout, du buddleia partout. (...) On sait qu'il y a un coût sociétal des EE qui est important aussi. Donc plus on va réussir à les contenir, moins le coût global pour la société sera important. (Porte-parole environnement. — Ingénieur d'étude environnement).

Les problématiques de contamination sont particulièrement prégnantes en zone urbaine dense, puisque dans ces contextes les talus de la SNCF sont souvent colonisés par l'ailante ou le robinier faux-acacia. Les services enregistrent de nombreuses réclamations de la part des riverains.

« Il y a beaucoup de villes dans Paris Nord. Là, vous avez la carte. Vous voyez Paris Nord ici. Il y a énormément de villes, bien plus qu'ici. Ok, donc c'est vraiment lié. Je pense que c'est lié, les gens demandent, les ailantes, elles poussent très vite, par exemple. Et les personnes qui vivent juste en bord des voies se plaignent que les ailantes, par exemple, touchent, endommagent leur propriété, des choses comme ça. » (Relations Institutionnelles-Chargée du traitement des réclamations)

L'aménagement et la gestion de la biodiversité sont ainsi encadrés par des contrats et des dispositions réglementaires. Ces dernières sont assez difficiles à faire évoluer directement car elles sont liées à des objectifs de sécurité, à l'équilibre financier du groupe ou à des enjeux stratégiques d'usage du foncier rarement négocié. Ces dispositifs pourraient éventuellement évoluer en fonction des responsabilités et des ambitions que se donne la SNCF ; ces éléments seront évalués dans le prochain chapitre. Le système d'acteurs autour de la biodiversité est également influencé par des collaborations qui facilitent le renforcement des compétences et l'accès à des expertises spécialisées. Ces partenariats visent à améliorer la gestion de la biodiversité, tant que cela ne crée pas de contradictions directes avec ce qui est perçu comme le cœur de métier des acteurs impliqués. Les changements issus de ces collaborations peuvent représenter des portes d'entrée pour la renégociation ultérieure des sujets plus sensibles ou désamorcer certaines crispations à plus long terme.

8.2.3 Collaborations

Collaborations internes entre sur le sujet de la biodiversité

Les collaborations internes au groupe SNCF portant sur la biodiversité sont schématisées en Figure 8.7. La Direction de l'Engagement social, territorial et environnemental (DESTE), ancienne Direction du Développement Durable, est une entité rattachée au Comité Exécutif de la SA de tête. Elle est en charge de la stratégie RSE à l'échelle du groupe et exerce un rôle de moteur et d'influence pour une meilleure intégration de ces enjeux au sein des pratiques de chaque filiale. La DESTE a joué un rôle crucial dans la mise en place des expérimentations de gestion différenciée mises en œuvre par Transilien, et encadre actuellement des commandes à AREP à destination de SNCF Immobilier pour évaluer la connectivité écologique du foncier d'une de ses branches, ICF Habitat.

Elle organise et anime notamment le Cluster Développement Durable, réseau d'experts qui vise à contribuer aux projets de recherche et identifier les signaux faibles au sein du groupe, ainsi que le Groupe de Travail (GT) Biodiversité. Ce dernier rassemble des salariés de chaque filiale qui se montrent proactifs sur la biodiversité et qui ont été identifiés par leur hiérarchie pour se faire le relais vers l'entreprise ou remonter les informations. Lors de ces GT sont évoqués les projets actuels ou potentiels au sein du groupe (Solutions fondées sur la nature, paiements pour Services Ecosystémiques). De la veille est réalisée à l'échelle du monde des entreprises, le discours et les éléments de langage tentent d'être alignés, et les acteurs déterminent collectivement les stratégies à adopter sur la participation aux initiatives externes sur la biodiversité, en veillant à rester cohérent avec la stratégie du groupe ou à faire évoluer celle-ci au regard des actions entreprises. Les acteurs sont généralement moteurs et évaluent les budgets internes mobilisables tout en effectuant une recherche de financements externes à destination de solutions innovantes. Au cours du GT sont par ailleurs ouvertes ou rouvertes des controverses technico-scientifiques : transposabilité de solutions existantes aux contextes et acteurs ferroviaires comme les dispositifs pour la connectivité ou des techniques innovantes de gestion de la faune et de la flore (bâches anti-adventices, Entretien, Travaux et Maintenance des surfaces végétalisées recouvertes de panneaux photovoltaïques

dans le cadre des projets lancés par la récente SNCF renouvelable par exemple) et considération de certaines espèces comme EEE au vu des résultats scientifiques, mais aussi des conséquences que cela pourrait avoir sur les objectifs de maintenance. Il s'agit ainsi d'un dispositif qui participe très largement à la ponctualisation de la SNCF sur le sujet de la biodiversité autant qu'à son évolution.

Dans ce cadre, la DESTE a réalisé l'évaluation de l'empreinte biodiversité à l'échelle de chaque SA, en mobilisant un panel d'indicateurs scientifiques et plus opérationnels. Sont ainsi utilisés l'indicateur RENATU, qui permet une évaluation du potentiel de biodiversité en fonction de 10 indices, l'Indicateur d'Interdépendance de l'Entreprise à la Biodiversité qui est une auto-évaluation subjective, un coefficient d'artificialisation d'un site développé par le CILB, ou encore le Global Biodiversité Score, outil complet développé par CDC Biodiversité. Les impacts directs ont alors été évalués selon les activités et les patrimoines : infrastructures linéaires, bâtiments et abords, emprises et friches. Les impacts indirects rendent compte de l'impact des chaînes de valeurs, matériaux et produits et de l'utilisation d'énergie.

Au sein de SNCF Réseau, le CCDD dispose lui aussi de compétences pointues sur la biodiversité, et intervient dans ce cadre en appui à la direction des zones de productions en matière de maîtrise de la végétation, aussi bien au niveau de la réglementation, du déploiement de méthodes alternatives comme l'écopâturage, l'ensemencement choisi, la fauche tardive, etc. Les paysagistes de l'entreprise participent aussi à l'écologisation des pratiques par la réalisation de projets de paysages intégrant la biodiversité à destination de SNCF Gares & Connexions ou d'études de valorisation foncière intégrant des considérations environnementales pour SNCF Immobilier.

Puisque SNCF Immo vient de lancer le projet de répertorier tout le foncier de la SNCF pour d'autres usages que ce qu'ils appellent la valorisation foncière. C'est-à-dire pour d'autres usages que la vente-construction. C'est-à-dire pour des usages de biodiversité, mais pas que. J'ai introduit l'idée d'usage de RER vélo, de foncier d'usage, ce que je vous avais expliqué, d'usage par exemple d'agriculture urbaine (Porte-parole environnement. — Paysagiste)

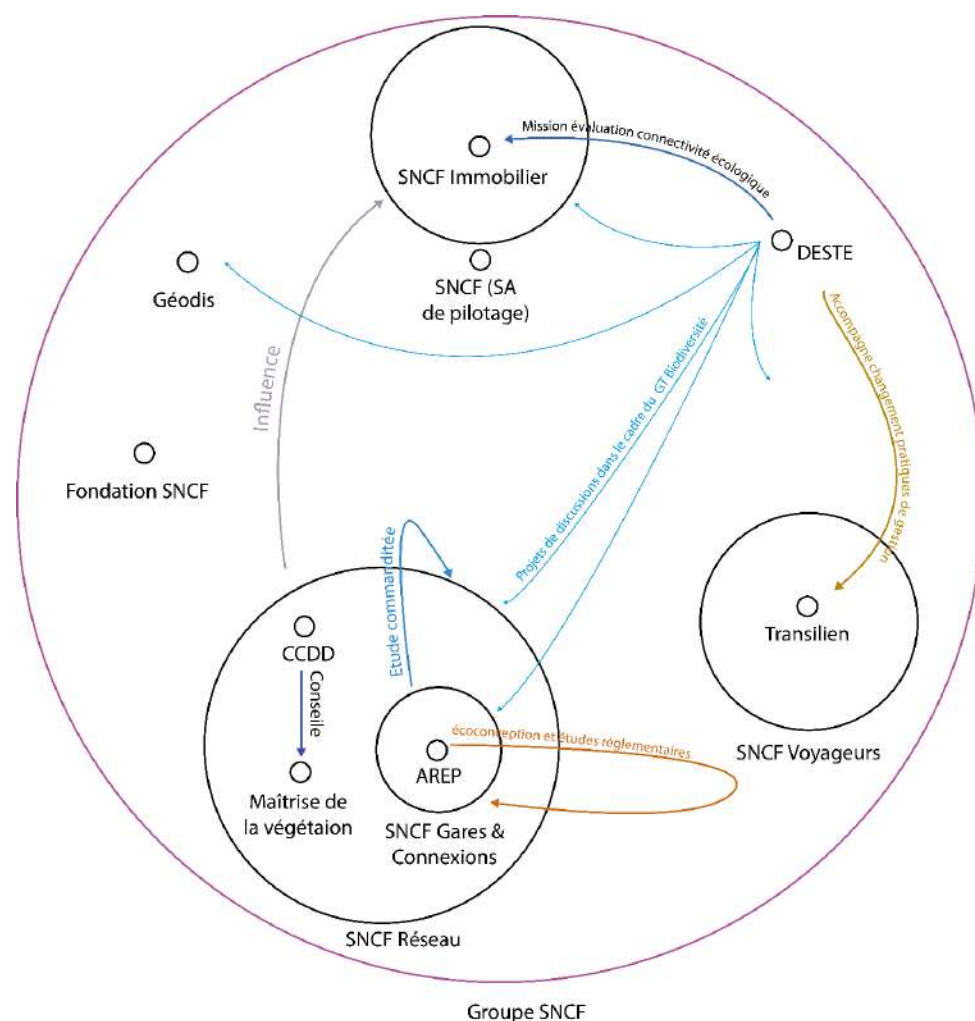


FIGURE 8.7 – Collaborations internes au groupe SNCF sur le sujet de la biodiversité

Collaborations des acteurs du ferroviaire avec des acteurs externes porte-parole de la biodiversité

Les collaborations externes au groupe SNCF portant sur la biodiversité sont schématisées en Figure 8.9. La LPO est une association très impliquée dans les partenariats avec la SNCF. Dès 2017, la DESTE signait une convention de collaboration pour améliorer la situation de la biodiversité autour des gares. Dans ce cadre, un rapport réalisé par des salariés de la LPO a été produit en 2017 à destination de Transilien (document interne). Ce dernier offre des pistes stratégiques dans le cadre du Plan d'action sur les lignes D et E, en formulant des recommandations à l'échelle globale des gares ainsi que des objectifs de sensibilisation des usagers et des professionnels. La plantation de haies composées d'espèces locales, les semailles de prairies fleuries, la végétalisation des murs, des bâtiments et des clôtures ou l'aménagement du bâti (non-rebouchage des cavités, sérigraphies des vitres) sont ainsi des objectifs mis en avant.

Ces expériences ont fait de la LPO un partenaire légitime qui connaît l'environnement gare. La collaboration a cessé au cours de la décennie 2010 du fait du turn-over des salariés qui a essouffé la dynamique partenariale, mais les nouveaux responsables au sein de Transilien ont décidé de reconduire le partenariat. Le nouveau contrat de collaboration a ainsi pour objectif de partager l'expertise de l'acteur associatif sur la transformation des pratiques de gestion de la flore et d'accueil de la faune, éventuellement

d'accompagner Transilien dans des trajectoires de désimperméabilisation locales des espaces de la gare avec l'accord de SNCF Gares & Connexions, le tout en s'appuyant sur la réalisation d'inventaires et la co-construction de la stratégie de communication. Le statut de cette nouvelle collaboration a été éprouvé par le procès de 2023. Certains acteurs au sein de SNCF Réseau suggèrent (informellement) un moratoire sur les partenariats avec l'association, lui reprochant le manque d'alignements entre ses branches locales (à l'initiative de la plainte) avec sa direction nationale (qui avait déjà un partenariat avec SNCF Réseau). De fait, le fonctionnement décentralisé qui engendre un certain flottement dans la ponctualisation de l'entité est aussi ce qui lui permet une certaine résilience. Dans la mesure où Transilien collabore avec LPO Île-de-France et non pas Pays de la Loire, l'argument n'a pas été jugé recevable et le partenariat est encore en cours de concrétisation par Transilien.

Si les membres salariés de l'association sont impliqués dans le conseil, les adhérents sont avant tout susceptibles d'identifier localement les situations à risque pour la faune (y compris les pigeons). Dans le cadre de la destruction d'un chantier de la gare de Renne (ancienne Halle), SNCF Immobilier a ainsi été prévenu par des adhérents de la présence de martinet qui avaient colonisé le bâti après le début des travaux, tandis que le diagnostic initial n'avait identifié aucune faune. SNCF Immobilier a ensuite engagé la procédure de dérogation de destruction d'habitats d'espèces protégées en collaboration avec la LPO qui a pu s'assurer de la mise en place d'habitats alternatifs. L'association a même participé au choix des modèles et des fournisseurs. De même pour SNCF Gares & Connexions. Au cours d'un de ses chantiers, un des directeurs de la LPO qui habitait à proximité et s'était manifesté en faisant « *recommandé sur recommandé* » (Aménagement ferroviaire-Chargée de prospective et programmation) sur le sujet du traitement de la pollution lumineuse. La SA lui alors proposé à de donner son avis de manière informelle sur les dispositifs d'aménagements mis en œuvre.

D'autres associations, comme Paris Animaux Zoopolis, interviennent fréquemment pour dénoncer les méthodes de gestion de la faune en gare, notamment la mise en place de filets dans lesquels les pigeons se coincent, etc. Ces associations, moins dans une posture de conseil, engendrent des frictions avec les acteurs du ferroviaire, d'autant que les solutions de remédiations sont coûteuses et peu efficaces.

Une convention a aussi été mise en place avec le Muséum National d'Histoire Naturelle en 2012 afin de réaliser des diagnostics et formuler des stratégies concernant la gestion et l'aménagement pour la biodiversité à l'échelle des gares. Des prestations d'inventaires avaient été réalisées pour Transilien.

La SNCF elle-même peut enfin être à l'origine de sensibilisation à la biodiversité. Certains salariés investis réalisent en effet du mécénat de compétences à destination de publics jeunes, qui peuvent notamment porter sur de la pédagogie aux enjeux environnementaux.

Collaboration avec des acteurs de l'aménagement occasionnellement impliqués dans la Biodiversité

Des collaborations entre les différentes filiales de la SNCF et les collectivités sont aussi fréquemment mises en place. Certains interlocuteurs ont par ailleurs pointé une convergence des intérêts pour les thématiques environnementales, tandis que collectivité et SNCF n'ont pas toujours été alignées d'autres sujets : « *Alors que sur les sujets sociaux, non. Les sujets écologiques, il y a quand même plutôt une convergence* » (Aménagement général — Conseiller en urbanisme).

Les échanges sont très fréquents entre SNCF Immobilier et les communes, lorsqu'il s'agit de procéder à la valorisation, c'est-à-dire à la revente à un aménageur lorsque le terrain n'est plus nécessaire à l'activité

ferroviaire, pour éviter les contentieux éventuels ultérieurement. Par ailleurs, la SA représente le groupe SNCF lors de la négociation des PLU, à laquelle l'entité est conviée de manière quasi systématique : elle y désamorce alors les propositions qui pourraient engendrer des risques et des contraintes supplémentaires pour l'activité ferroviaire, comme elle l'a fait dans le PLU-Bioclimatique de Paris. La négociation de celui-ci s'est déroulée en parallèle de la mise en place d'un partenariat entre la Mairie de Paris et SNCF Gares & Connexions, le Protocole des grandes Gares parisiennes. Ce dernier a par ailleurs été mobilisé dans les négociations comme argument pour montrer le volontarisme de l'entreprise et éviter la contrainte. Il prolonge le Plan Biodiversité de Paris en définissant des objectifs pour l'entité ferroviaire, notamment la reconnexion de l'espace public au corridor écologique du rail (maillon majeur de la trame verte, chemins de la nature, etc.), la déclinaison des trames vertes autour des gares et la réintroduction des plantations et aménagements permettant l'expression d'une biodiversité faunistique et floristique sur les sites des gares parisiennes (espèces locales, nichoirs sur bâti, labellisation, etc.). Des objectifs chiffrés ont été produits (Figure 8.8). L'Atlas bioclimatique des grandes gares parisiennes, édité par AREP à la suite des ateliers de travail, est aussi le fruit de cette collaboration. En retour, la ville s'engage à accompagner SNCF Gares & Connexions auprès des parties prenantes comme les ABF pour faciliter l'installation des dispositifs à envisager, à faciliter les accès aux réseaux d'eau, à associer aux réflexions sur la planification des trames, etc.

Ainsi, SNCF G&C vise l'atteinte des objectifs repris dans le tableau ci-dessous.

OBJECTIFS PAR RAPPORT À 2019	2026	2030
Surface végétalisée (m ²)	+ 0,6 ha (x2)	+1,9 ha (x5)
Nombre d'arbres en pleine terre (u) Base : 1 arbre pour 36m ² pleine terre	+ 150 arbres	+ 230 arbres
Surface ombragée par le couvert végétal (m ²) Hypothèse : 13m ² / 1 arbre	+ 900 m ²	+ 1 930 m ²
Surface végétalisée verticale (mL)	+ 250 mL	+ 430 mL
Coefficient d'imperméabilisation des parvis*(%)	- 7%	-10%
Albédo moyen des gares	0,38 (+ 0,03)	0,42 (+ 0,07)

Valeurs cumulées par rapport à la situation existante
* parvis des gares de Lyon- Bercy, d'Austerlitz et de l'Est



FIGURE 8.8 – Extrait du protocole des grandes Gares parisiennes (2024)

La région Île-de-France est aussi impliquée dans l'adoption de pratiques en faveur de la biodiversité, moins à travers IDFM qu'à travers le programme de labellisation petit patrimoine naturel. Cette initiative de labellisation vise à identifier le patrimoine naturel présentant un potentiel d'accueil de la biodiversité, à le valoriser et à accompagner les gestionnaires dans l'amélioration de leurs pratiques. Douze gares de transilien ont pu bénéficier d'un kit de valorisation et de renforcement de la biodiversité réservé aux lauréats, ainsi que d'une orientation vers de potentiels soutiens financiers, tel Île-de-France Nature. Ce dernier a par exemple accordé des subventions pour la végétalisation des parvis de gare.

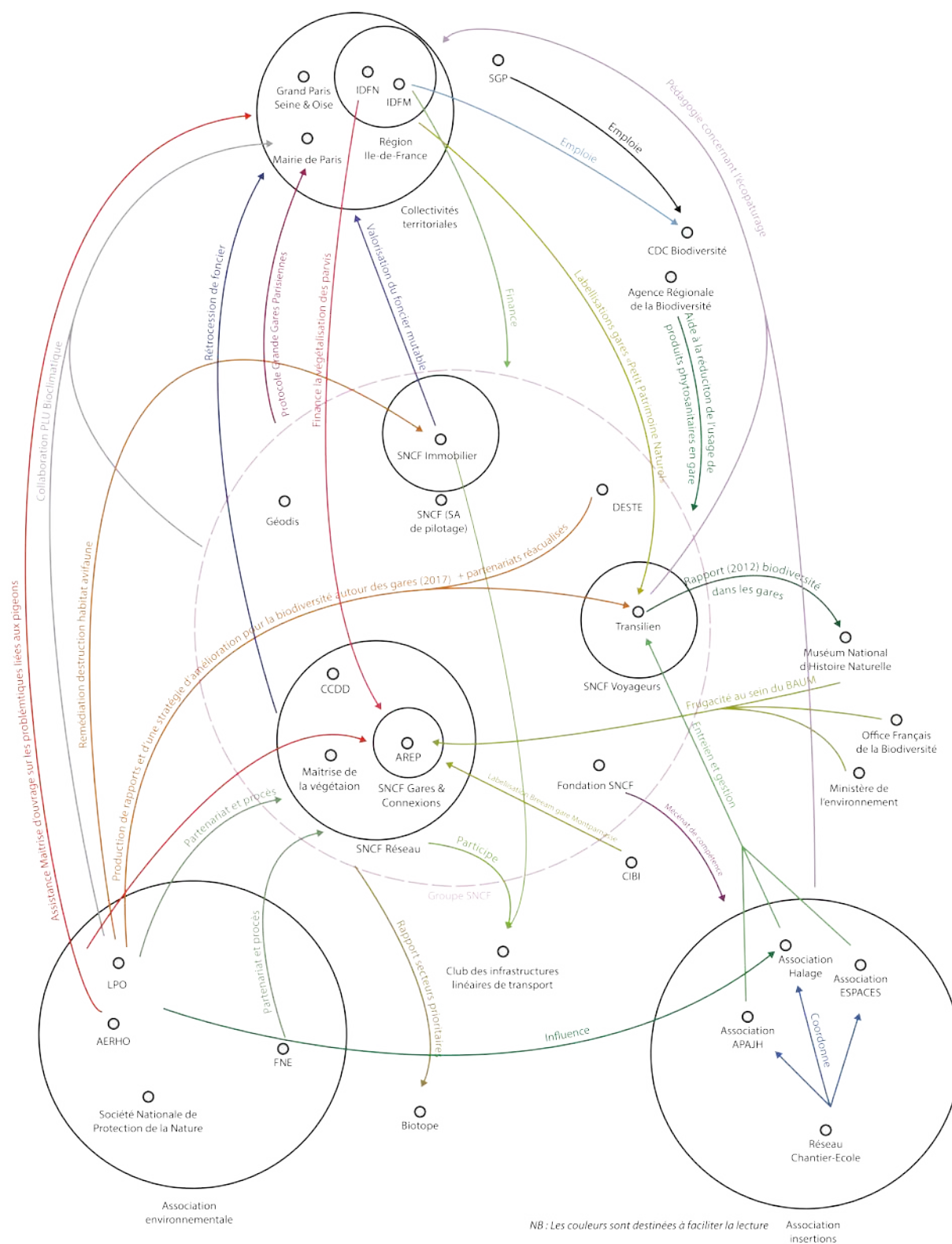


FIGURE 8.9 – Collaborations externes sur la thématique biodiversité

Avant de conclure sur le fonctionnement de ce système d'acteur sur la prise en charge de la biodiversité au sein des quartiers de gare, je détaille les situations de prise en charge de la biodiversité pour les quatre cas d'études.

8.2.4 Illustration par quatre cas d'étude

Montparnasse

La gare Montparnasse est implantée dans un environnement urbain extrêmement dense, où les espaces naturels à proximité se limitent à des parcs urbains, des jardins résidentiels, des pelouses et des arbres d'alignement (voir Figure 8.10). Le domaine foncier de la SNCF est considérablement restreint, la propriété s'arrêtant à l'enceinte du bâtiment de la gare. Même le Jardin Atlantique, avec ses 1,9 hectare de surface végétalisée, appartient à la Ville de Paris. En conséquence, il ne reste qu'environ 0,5 hectare d'espaces verts au sein du périmètre de SNCF Gares & Connexions (Ménard, 2023) principalement situés au niveau de deux patios, formant des cours intérieures donnant sur les bureaux des employés de la SNCF.

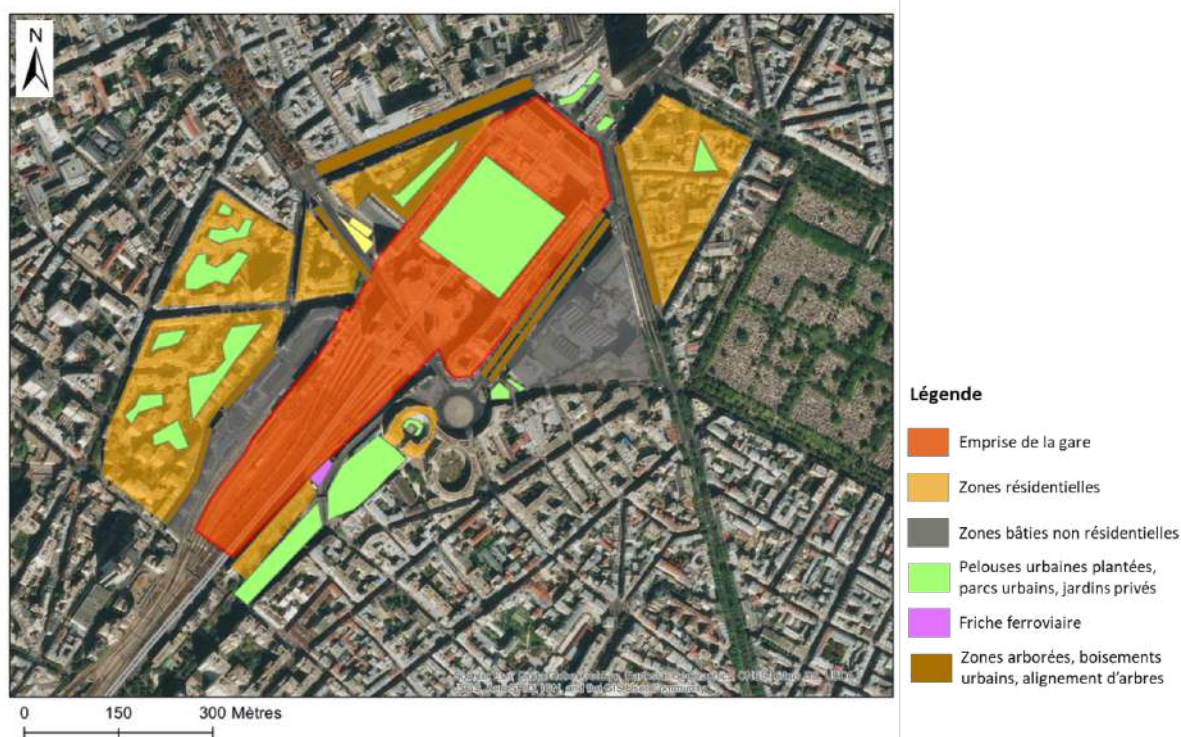


FIGURE 8.10 – Identification des habitats écologiques autour de la gare Montparnasse (Serret, 2021)

Avant la réalisation d'un diagnostic écologique en 2017 (Lemoine, 2017), aucun inventaire ni étude spécifique concernant la végétation n'avait été entrepris. Ce premier audit s'inscrivait dans le cadre de la certification BREEAM in Use. Cette dernière est une méthode d'évaluation des performances environnementales des bâtiments, intégrant la prise en compte des enjeux liés à la biodiversité à travers la présence de faune et de flore, tout en tenant compte des aménités apportées aux usagers du bâtiment ou aux salariés qui y travaillent. À la suite de cette évaluation, un plan d'action a été proposé afin de définir des orientations pour l'avenir.

L'étude des abords est donc relativement minime, mais permet de mettre en évidence les rares espaces végétalisés qui existent alors, au niveau du parvis et de la rue Vaugirard. Le Jardin Atlantique représente alors le seul îlot fonctionnel, en raison de sa taille, de la diversité des strates végétales qu'il propose et de sa relative tranquillité. Toutefois, il demeure particulièrement isolé. L'avifaune est utilisée comme indicateur pour évaluer le rôle d'habitat offert par ces espaces. L'écologue identifie une quinzaine d'espèces, et re

rapport de Naby-Écologie, réalisé en 2021, confirmera la présence d'espèces protégées spécialistes du bâti, tel que le Martinet noir (*Apus apus*) et le Moineau domestique (*Passer domesticus*).

En raison de la configuration du site, où la quasi-totalité des voies est posée sur une traverse de béton et recouverte par une dalle de même nature, les espaces de développement de la végétation sont très limités. Seul le quai 24, partiellement recouvert par une toile, permet la colonisation par des espèces volantes. La portion des voies à l'air libre est colonisée spontanément par diverses espèces, dont les graines ont pu être transportées par les trains (Lemoine, 2017) : séneçon vulgaire, épilobes, pariétaires, coquelicots, et séneçon du Cap, une espèce invasive.

Le Jardin Atlantique, situé sur le toit de la gare Montparnasse, est davantage orienté vers les immeubles environnants qui l'enclavent que vers les usagers de la gare. Initialement conçu pour pacifier cet espace ferroviaire, il demeure relativement déconnecté du flux quotidien des voyageurs.

Mais la conception du Jardin Atlantique, à la base, ce n'était pas pour faire un élément de biodiversité. C'était pour recréer une dalle, pour éviter qu'il y ait trop de nuisances pour les immeubles qui ont été construits au-dessus. Et c'était dans l'idée du renouvellement urbain, un peu des quartiers de Montparnasse des années 60-70. (...) Mais il n'y avait pas de dimension biodiversité, c'est vraiment, on crée un espace vert urbain, un petit parc, il y a des terrains de tennis, il y a des trucs. (Porte-parole environnement. -Ingénieur d'étude environnement).

« Je trouve qu'il n'y avait pas de connexion entre les gens qui prenaient le train ou qui attendaient leur train pendant une heure et puis le beau jardin qu'il y avait au-dessus et que personne ou très peu de gens connaissaient et où l'accès gare-jardin n'était pas très facile. »
(Porte-parole environnement. -Expert écologue)

La gare Montparnasse a été pionnière parmi les grandes gares parisiennes en matière d'environnement et de biodiversité, grâce à l'engagement dynamique de son Correspondant Local Environnement (CLE). Il s'agit d'un poste chez l'exploitant de la gare, qui consiste à gérer les questions liées aux risques, aux nuisances, aux dépendances et aux impacts environnementaux. En l'absence d'enjeux particuliers qui touchent les autres grandes gares parisiennes, notamment les risques d'inondation, la CLE de Montparnasse a pu proposer une démarche ambitieuse sur la biodiversité et initier notamment la certification BREEAM. Cependant, le changement récent à ce poste pourrait influencer les ambitions futures de la gare, peut être plus concerné par d'autres thématiques de son portefeuille (sécurité, déchets, etc.).

Malgré cet engagement initial, la question environnementale a longtemps été principalement abordée sous l'angle de la consommation énergétique, notamment en raison des grands projets de mise aux normes alors nécessaires. L'absence d'un plan d'action clair pour l'implantation de nouveaux habitats écologiques ou de pratiques favorables à la faune s'explique également par le potentiel quasi inexistant de végétalisation des emprises. L'écologue BREEAM conclut en effet en 2017 à l'absence quasiment totale d'habitats écologiques, à l'exception des deux patios internes, suggérant que leur potentiel devrait être amélioré. Il axe ses recommandations sur la sensibilisation des usagers et des professionnels de manière générale. L'ambition globale doit selon lui se concentrer sur une approche pédagogique, avec installation de panneaux, d'affiches dans les bureaux ou les salles d'attente, ou l'incitation pour les usagers à visiter le Jardin Atlantique.

À la suite de ce rapport, les acteurs ferroviaires ont mis en place un partenariat avec la LPO Île-de-France, sélectionnée après avoir consulté d'autres associations jugées trop coûteuses. Ce partenariat

visé à reprendre et développer les recommandations. Parmi celles-ci, la LPO souligne l'importance de protéger l'avifaune contre les risques de collision avec les grandes baies vitrées de la porte Océane, en proposant des solutions telles que la vitrophanie, la sérigraphie, ou encore la végétalisation partielle des façades. Ces suggestions sont alors rejetées par les architectes, craignant que cela ne dénature la façade. Aujourd'hui, le nouveau projet de réaménagement du bâtiment de la CNP, au-dessus de la porte Océane ne semble pas non plus avoir considéré ces enjeux. Il propose en effet la conception d'une « boîte en verre générique et flexible, équipée de dispositifs autonomes rendant le bâtiment quasi indépendant de la ville » (Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) Île-de-France, 2022). La question de la pollution lumineuse, soulevée par la LPO avec une proposition d'extinction totale de l'éclairage entre minuit et 5 heures, n'a pas non plus été un enjeu identifié dans ce projet, comme le mentionne l'autorité environnementale.

La LPO a également donné des recommandations générales pour la mise en place de dispositifs de sensibilisation, en s'appuyant sur des exemples de projets réalisés, tels que les communications sur la présence d'hirondelles rustiques à la gare de Marne-la-Vallée Chessy, déjà en collaboration avec la SNCF. L'association propose par ailleurs un guide pour la conception des espaces végétalisés des deux patios, ans forcément décliner concrètement ces conseils écologiques sous la forme d'un projet de paysage concret. L'écologue de la LPO a suggéré, par exemple, l'intégration d'un potager sur bac dans un des patios, où la qualité du sol ne permet pas une plantation en pleine terre. D'autres associations ont également été mobilisées pour encadrer la gestion du jardin partagé, réservé aux collaborateurs, et participer à la sensibilisation recommandée dans les différents rapports.

Au sein de la gare Montparnasse, les pigeons et des moineaux forment des populations viables se reproduisant sur place. Ces espèces occasionnent des désagréments pour l'exploitant et le gestionnaire de la gare. L'écologue les pointe aussi comme un problème à résoudre, justifiant implicitement les politiques de destruction notamment par leur statut d'animaux féroces, donc non totalement sauvages (Lemoine, 2017). La LPO adopte une posture différente, et axe ses propositions vers une approche préventive en suggérant par exemple de remplacer les filets déjà installés dans la gare par des grilles plus sélectives et moins létales. D'autres associations sont alors consultées pour offrir de nouvelles perspectives face à la gestion actuelle considérée comme "court-termiste, inefficace, cruelle et très coûteuse" par le gestionnaire (mail interne). Les budgets conséquents alloués au recours à des fauconniers, et l'efficacité limitée de cette méthode orientent ainsi la réflexion vers l'usage de pigeonniers contraceptifs. L'association "Ambassade des Pigeons" a même proposé des designs "futuristes" adaptés à l'Architecture de la gare, avec deux pigeonniers à installer sur la place Raoul Dautry, devant la porte Océane. Cependant, l'installation nécessitant l'accord de la mairie de Paris et de la mairie du XVe arrondissement, le projet n'a pas abouti, faute de réponse des autorités. L'association AERHO propose alors d'installer un wagon désaffecté en bout de quai, pour servir de nichoir aux pigeons. Toutefois, en raison de l'absence de voies de garage à la gare Montparnasse, cette idée a également été abandonnée.

En parallèle, en 2018, débute un projet de grande envergure (40 millions d'euros de budget) co-piloté et co-financé par Île-de-France Mobilités et la Ville de Paris : la requalification du quartier Maine-Montparnasse. En 2019, la consultation internationale est remportée par un groupement de six bureaux d'études, dont un paysagiste et un écologue. Le bilan des consultations publiques en 2022 (Najdovski, 2022) révèle un projet largement axé sur la végétalisation du quartier, avec l'objectif de créer une trame verte, pensée non pas comme une continuité écologique stricte, mais comme un dispositif garantissant une présence continue de la nature sous diverses formes pour les habitants.

Motivée par l'excès de minéralité du parvis et les préoccupations liées aux îlots de chaleur, cette végétalisation se décline sous forme d'une intégration de strates arborées et herbacées sur trois places et

trois rues. Le projet de réaménagement du secteur Maine-Montparnasse comprend la rénovation de la tour Montparnasse, le prolongement de la rue de Rennes jusqu'à la gare, la piétonnisation de la place du 18 Juin 1940, le désenclavement du Jardin Atlantique et la reconversion du musée de la Libération. Ce projet vise à améliorer la lisibilité des lieux et à faciliter l'accès à la gare, à la tour Montparnasse et aux différents équipements adjacents, tout en renforçant l'accessibilité au Jardin Atlantique.

Bien que les terrains concernés n'appartiennent pas aux filiales de la SNCF, les équipes VRD et paysage d'AREP, en regroupement avec un autre cabinet paysagiste au vu de l'ampleur du projet, répondent à un appel d'offre concernant les travaux sur les espaces publics attenants à la gare. La proposition a pour but de décliner localement les ambitions déjà ambitieuses du programme tout en améliorant les sujets dont le cabinet pluridisciplinaire est spécialiste.

C'est un appel d'offres qui sortait, qui comprenait des missions qui débarquent de l'esquisse sur certains périmètres, mais globalement plutôt de l'avant-projet, donc la phase AVP. jusqu'à la réception des travaux. Parce qu'il y a déjà eu un plan guide, une espèce d'esquisse dessinée juste avant par le groupement Rogers, Michel Devignes, Ingerop en ingénierie. Donc nous, l'offre qu'on a remise, elle ne remet pas en question les grands principes qui avaient déjà été retenus dans le plan guide. L'idée, c'est juste plutôt de proposer des... quelques améliorations ou des sujets qu'on pense qui méritent d'être plus fouillés sur certaines questions. (Aménagement ferroviaire-Voirie-Réseaux-Divers)

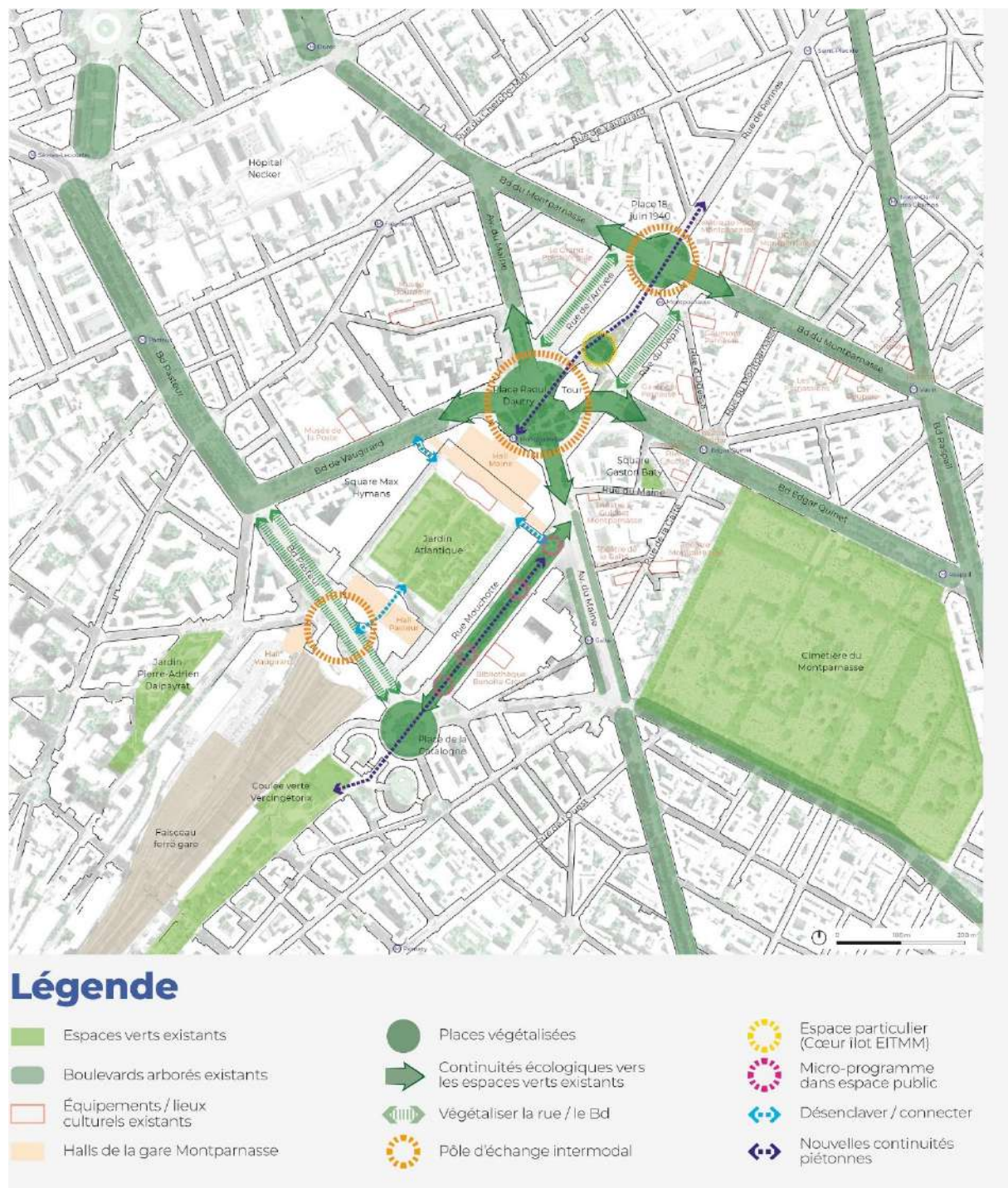


FIGURE 8.11 – Plan global du projet de remaniement du quartier Maine-Montparnasse, tiré de (Najdovski, 2022)

Le projet propose de reconnecter le Jardin Atlantique par une connexion unique à l'arrière de la gare, via le boulevard Pasteur (Figure 8.11). La Mission Régionale d'Autorité Environnementale (MRAe) note que l'étude d'impact reste succincte quant aux modalités concrètes de circulation depuis le Jardin Atlantique et autour de l'immeuble, et présente peu de liens avec les projets de végétalisation attenants. Par exemple, bien que de nouvelles passerelles soient prévues pour la gestion de la sécurité incendie, l'étude d'impact ne mentionne pas explicitement de reconnexion avec le Jardin Atlantique. D'autres projets avaient auparavant tenté de procéder au désenclavement de cet espace, mais les contraintes techniques

complexifient largement les possibilités de recréer des continuités avec l'espace urbain au niveau de la pointe nord de la gare, sur la porte océane.

La ville de Paris a lancé concomitamment à la rénovation de la gare un concours pour rénover le musée de la Libération situé sur le jardin de l'Atlantique. Cela devait être l'occasion de revoir les accès, peut-être d'ouvrir un peu plus les questions de dames. Et pour les questions de sécurité incendie, pour les questions de propriété, le fait que la tour CLP appartienne à un tiers, ça n'a pas été possible. (Aménagement général-Conseiller en urbanisme)

À l'échelle du projet, plus de 6 000 m² d'espaces verts seront créés et plus de 700 arbres seront plantés. Le projet intègre également dans sa réflexion la place de la Catalogne, qui accueille depuis 2023 une forêt urbaine de 4 000 m², dont 860 m² de clairière. Ce projet, d'un montant de 10 millions d'euros, est la première forêt urbaine à Paris et a suscité des réflexions sur son aménagement paysager. Les débats ont porté sur la pertinence de l'implantation d'une lisière susceptible d'être écologiquement intéressante, mais pouvant gêner la vue sur la tour Eiffel, ainsi que sur le degré d'ouverture de la forêt au public, dans une optique de faire coexister accessibilité, sécurité, et préservation de la végétation.

Sur la place Raoul Dautry, située devant la gare, le projet propose de plus que doubler la surface des espaces verts (Figure 8.13). Toutefois, il doit prendre en compte les besoins d'entretien intensif, dus à la forte fréquentation de cette place, qui entraîne une usure rapide et des problèmes de propreté. Lors des consultations publiques, de nombreux riverains ont exprimé le souhait d'élargir encore davantage les ambitions du projet en termes de végétalisation, se demandant s'il serait possible d'aller plus loin encore dans cette direction.



FIGURE 8.12 – Plan de la nouvelle place de la Catalogne, tiré de (<https://www.paris.fr/pages/foret-urbaine-place-de-catalogne-la-concertation-est-lancee-19389>)



La Place Raoul Dautry demain - Dessin en cours d'évolution

+ de 1500 m² d'espaces verts créés en plus des 1200 existants et un potentiel de 300 arbres plantés



FIGURE 8.13 – Proposition d'esquisse du projet pour la Place Raoul Dautry, tiré de (Najdovski, 2022)

La simplicité du projet en termes de gouvernance, étant donné que l'ensemble du périmètre appartient à la Ville de Paris, contraste avec sa complexité technique. La végétalisation de ces espaces représente un véritable défi, en raison de la complexité du sous-sol, traversé par un réseau d'intermodalités dense (Figure 8.14). Cette configuration limite la place disponible pour la terre naturelle, rendant nécessaire l'aménagement de buttes pour surélever localement le terrain et augmenter la profondeur de sol. Cette approche impose des contraintes en matière de poids sur les structures porteuses situées en sous-sol, ainsi que des enjeux liés à l'étanchéité et à l'évacuation des eaux. Si les ambitions sont reconnues et saluées, cette complexité peut paralyser certains acteurs qui prennent une posture défensive face à ces innovations.

Et malgré ça, ils projettent le plan guide de végétaliser densément, d'être presque dans une micro forêt urbaine sur ce parvis. Donc c'est ambitieux. C'est ambitieux techniquement. Il y a des solutions qui existent, mais ça demande... ça challenge quand même les phases maîtrisables à venir. (Aménagement ferroviaire-Voirie-Réseaux-Divers)

On a un archi sur la place Raul Dautry qui nous fait des espaces verts ombragés. Super ! Enfin on est juste en train de planter des arbres sur le toit de la salle d'échange de la RATP. Est-ce que l'arbre va y trouver suffisamment de profondeur, de terre ? On va en rajouter, mais il ne faut pas que le toit s'écroule non plus. Il y a quand même des contraintes lourdes maintenant en ville. Dans beaucoup d'endroits, avec la ville de Paris, on a travaillé sur des espaces à végétaliser, mais toujours avec la même contrainte. Toujours sur le toit du métro, toujours sur le toit du tube du métro, soit sur une salle d'échange, soit au droit d'un ovoïde. Enfin, c'est sans arrêt. (Aménagement ferroviaire-Chargée de prospective et programmation)



Carte de l'occupation du sous-sol

FIGURE 8.14 – Carte de l'occupation du sous-sol, tiré de (Najdovski, 2022)

Epônes-Mézières

La gare et le quartier de gare d'Epône-Mézières font l'objet de projets de développements importants. Leur mise en interconnexion avec le RER E à l'horizon 2025 a été planifiée dans le cadre des chantiers ÉOLE en 2017. Le quartier est polarisé par la présence du centre-ville dynamique au sud, et la présence de la RD113 au nord. Entre la gare et cette départementale, le site est marqué par des friches industrielles et des parkings de rabattement. La Seine et de la Mauldre offrent des paysages variés qui confèrent à ce territoire un caractère champêtre (Département des Yvelines, 2015). Mais le quartier de la gare en lui-même est marqué par une logique monofonctionnelle et des infrastructures infranchissables pour les piétons. Il n'en reste pas moins que différents milieux naturels ont été répertoriés dans le cadre du projet Frugacité (réalisés par Nabi Ecology). Une zone d'intérêt écologique est présente dans un rayon de 1 km, participants à la sous-trame bleue. Un peu plus loin, à 2km, se trouvent la zone Natura 2000 « Carrière de Guerville », une zone sous arrêté de Protection Biotope et l'Espace Naturel Sensible « Le Bout du Monde ». Deux réservoirs de biodiversité ont ainsi été identifiés.

La plupart des habitats du quartier de la gare d'Épône-Mézières sont des jardins résidentiels composés de pelouses urbaines plantées (typologie présentée en annexe K). Une butte près d'un parking juxtaposant la gare est gérée en prairie (Figure 8.15). La plupart des espèces d'oiseaux observés sur la gare et autour sont des espèces généralistes ou spécialistes des milieux bâtis. Plusieurs espèces protégées ont pu être identifiées dans les espaces contigus à la gare : Martinet noir (*Apus apus*), la Mésange charbonnière (*Parus major*), le Moineau domestique (*Passer domesticus*), le Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*) et le Rouge queue noir (*Phoenicurus ochruros*) et le Verdier d'Europe (*Chloris chloris*).

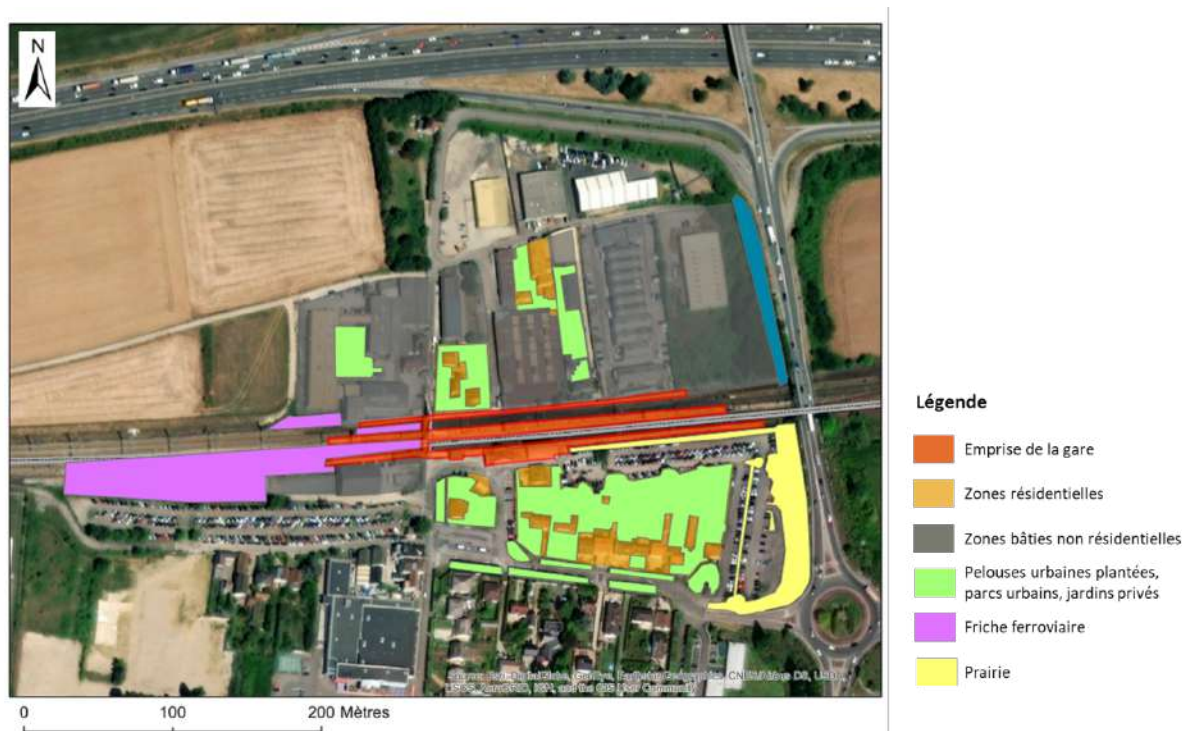


FIGURE 8.15 – Typologie écologique des milieux contigus à la gare d'Épône-Mézière (Serret, 2021)

Le projet de gare prévoit l'intégration d'un quai et d'une passerelle supplémentaires, l'implémentation de trois accès PMR, l'intégration d'abris filants et la modernisation des abris existants, ainsi que la mise aux normes des rames. Cette dernière implique le rallongement et rehaussement des quais existants. Le bâtiment voyageur va être modernisé, et de nouveaux enrobés doivent être finalisés sur le parvis. Aucune intégration de la biodiversité n'a été prévue à l'échelle du bâtiment, et la tendance se profile donc plutôt à l'artificialisation des espaces végétalisés pouvant être présents en bordure de quais.

Le projet du quartier de gare est sous maîtrise d'ouvrage de la communauté urbaine Grand Paris Seine & Oise. Il est déclaré d'intérêt général dans le cadre de l'augmentation de la fréquentation permise par l'arrivée de la ligne E : la liaison sera plus directe, plus rapide et mieux interconnectée à l'Ouest parisien (nouveaux arrêts à Nanterre-la-Folie, la Défense et Porte Maillot) avec une fréquence de passage des trains accrue. Ce projet a été développé de manière indépendante de la SNCF ; les collectivités s'emparant de cette opportunité pour définir les périmètres d'intérêt communautaire de 500 mètres autour de la gare et organiser à la fois le développement du pôle d'échange multimodal et la planification urbaine.

Et eux, ils ont leur programme. Et ils sont indépendants des collectivités territoriales. Donc eux, ils installent, ils vont faire venir leur RER, ils font leur tunnel, ils réhabilitent les voies, ils réhabilitent les gares, c'est leur projet. Avec leur timing, leur calendrier, leur bilan, enfin

voilà. Après, il y a les projets que les collectivités territoriales mettent en place autour des gare EOLE pour justement faire utiliser cet élément d'attractivité pour en créer un effet de levier, pour mieux dynamiser le territoire et puis assurer que si on investit dans un transport en commun de masse, on donne un accès à ce transport en commun à un maximum de gens. Donc on organise les pôles d'échange multimodaux, c'est ça qu'on fait dans le quartier de gare, on organise le pôle d'échange multimodal et le développement du quartier avec création de densité et d'intensité d'usage à proximité du quartier de gare. (Aménagement général-Directrice de projet urbain)

Le réseau d'intermodalité est ainsi développé (bus, voitures, vélos, piétons) avec notamment l'intégration d'un parking en silo.

Un nouveau franchissement de Seine favorisant le rabattement vers les futures gares d'Éole (Epône/Mézières-sur-Seine) est à l'étude. Il convient donc de la réaménager par l'apaisement de la voie et la pacification des carrefours, en limitant et détournant le trafic routier. Le projet vise plus globalement à créer une nouvelle centralité d'échelle métropolitaine où les flux sont apaisés et l'impact de la départemental amoindri, à l'aide de projet de liaisons de franchissement en liaison douce et la requalification de certaines routes en boulevard urbain (Figure 8.16) .

Au vu des ambitions en termes de réajustement des axes viaires et des objectifs de constructions d'habitat, d'activité et d'équipement (Grand Paris Seine & Oise, 2023), la MRAe a prescrit de soumettre à évaluation environnementale la mise en compatibilité du document d'urbanisme, déjà soumis au régime d'autorisation de la loi sur l'eau (art.L214-1 et suivants du code de l'environnement).

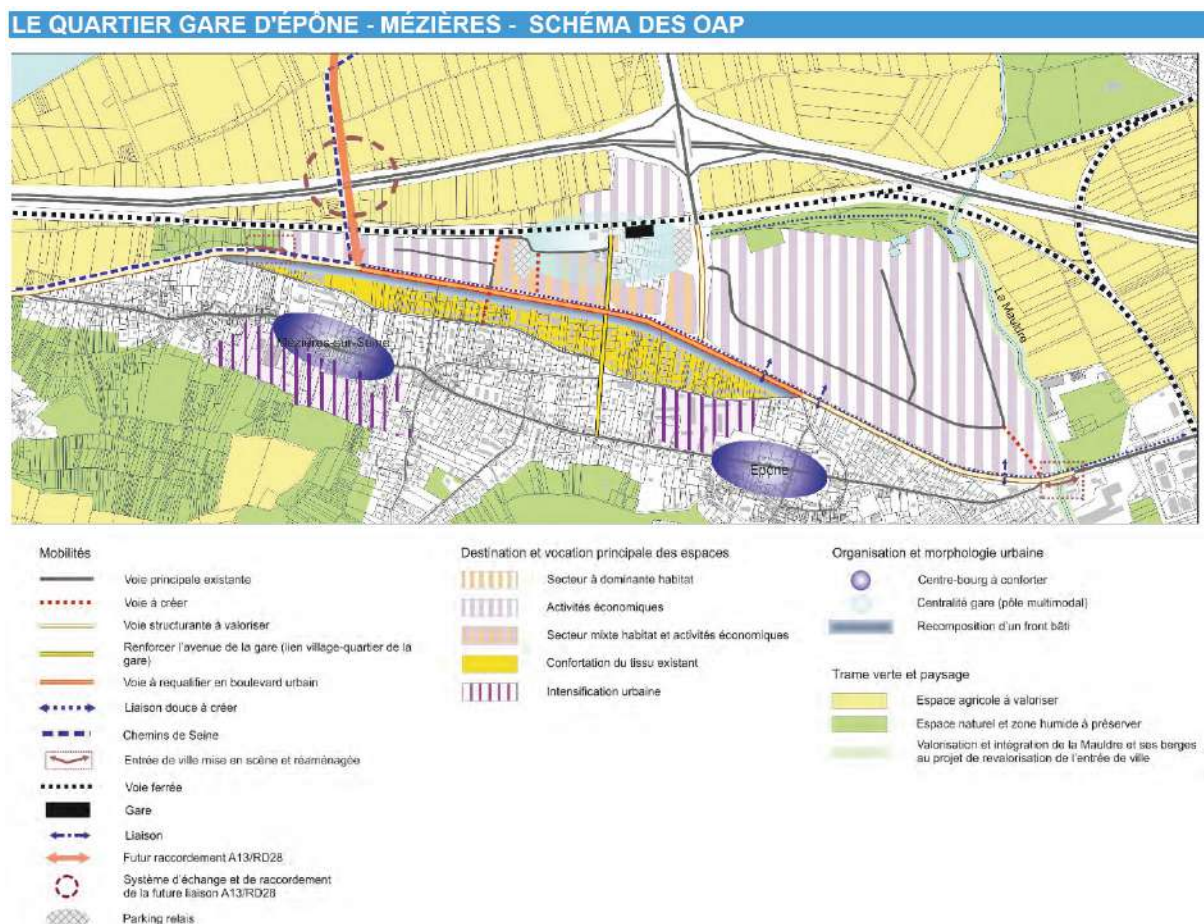


FIGURE 8.16 – Schéma des OAP, tiré de (Grand Paris Seine & Oise and Tautou, 2020)

Si certains acteurs ont mentionné la volonté de végétalisation du parvis, les communications officielles présentent les enjeux environnementaux du projet qui n'incluent pas systématiquement et explicitement la biodiversité : cheminements doux, réduction des déchets, énergie responsable, sobriété de ressources, isolation thermique efficace (Ville d'Épône, 2021). Le PLU intercommunal insiste sur la préservation des enjeux paysagers et environnementaux, la végétalisation des cœurs d'îlots et l'usage de clôtures végétales (Grand Paris Seine & Oise and Tautou, 2020).

Les enjeux écologiques liés à l'étude d'impact ont été identifiés tardivement par les porteurs de projet : la découverte d'espèces protégées a nécessité de modifier les plans de conception alors que ceux-ci étaient déjà finalisés. La différence de temporalité entre le temps du projet et celui de la biodiversité est ici pointée. Bien après les premiers design du projet, les évolutions des franges urbaines et des secteurs d'activité ont laissé des terrains en friche qui ont été recolonisés par des espèces.

Et donc, en fait, ce que moi je trouve difficile, c'est que très souvent, on lance les évaluations environnementales et les études faune-flore une fois qu'on a ficelé le projet. C'est bon, c'est validé, on lance toutes ces choses-là. Et c'est là qu'on s'aperçoit qu'il y a des enjeux et qu'en fait, ça pose des problèmes avec le projet. Et là, c'est plus difficile de se dire, on détricote le projet pour faire la place aux enjeux environnementaux. Sur Épaule-Mézières, par exemple, ça n'avait pas été regardé du tout. Et après, c'est vrai que comme ils ont étudié le truc pendant 10 ans, étudier les enjeux environnementaux au début et puis 10 ans plus tard, ce n'est plus la même chose. (...) Et puis après, il y a les enjeux environnementaux qui sont venus se

greffer là-dessus, qui nous ont obligés à rebouger un peu des choses, quoi. La zone d'activité dont le gros du foncier appartenait à l'entreprise Turbomeca s'est relocalisée ailleurs donc a laissé une énorme emprise en friche qui a été démolie en 2019 et depuis la biodiversité s'est développée pour le coup. Et donc ça crée des problématiques qu'on n'avait pas forcément avant (...) de présence de colonisation par plein d'espèces qui deviennent patrimoniales et qui peuvent poser des problèmes. Le sujet de la biodiversité sur les friches se pose beaucoup quand on n'entretient pas bien sa friche. Si on tond régulièrement, la biodiversité ne s'installe pas et on a moins de problèmes. Après pour dire, bon, là, on peut faire du projet sans avoir des enjeux de protection de petites bêtes qui seraient venues se mettre au mauvais endroit. (Aménagement général-Directrice de projet urbain- GPS&O)

Île-de-France Nature s'est enfin emparée de l'opportunité du projet pour évaluer les potentielles reconnexion des espaces naturels adjacents au quartier de gare. Leur objectif reste ici de faciliter l'accès des populations aux milieux boisés, et la création de corridors de mobilité douce représente une occasion pour penser les enjeux de trames et de connectivité écologique plus globalement. Leur capacité à se porter partie prenante est néanmoins très limitée au vu de la propriété des fonciers :

Et donc, on souhaiterait que dans l'aménagement global du quartier de gare, il y ait une réflexion pour emmener les gens vers cet espace naturel pour qu'ils puissent aller se promener là-bas, profiter de nos espaces. Mais par contre, on n'intervient pas directement sur le quartier de gare. C'est pour ça que c'est un peu compliqué parce que c'est une route départementale qui mène quasiment depuis la gare jusqu'à l'espace. Ça fait peut-être moins de 2 km quand même. Mais c'est une route qui n'est pas du tout fréquentable par les piétons aujourd'hui. Mais du coup, ce n'est pas du tout de notre sort d'intervenir sur la route. Alors que si c'était un espace vert justement qui menait quasiment jusqu'à la gare, là ça aurait été beaucoup plus simple. Même si ce n'était pas du foncier régional, on aurait pu travailler avec les communes ou le département ou les propriétaires publics de l'espace vert pour aménager quelque chose ici. En donnant des subventions aussi dans le cadre du plan vert, en fait, on aurait pu pousser à aménager, mais là (Porte-parole environnement. -Délégation territoriale-IDFN)

La Verrière

La gare de La Verrière se situe à proximité de deux zones d'intérêt écologique, la Vallée du Rhodon et l'étang des Noes. Les habitats environnants sont majoritairement composés de pelouses urbaines publiques et de pelouses associées à des résidences privées, souvent agrémentées de petits boisements urbains. À moins de 2 km, une zone Natura 2000 s'étend presque jusqu'au cœur de la ville par l'Est (Figure 8.17). Dans les zones boisées bordant la voie ferrée au sud-ouest de la gare, se trouvent des espèces spécialisées, telles que le Grimpereau des jardins et le Roitelet huppé (Serret, 2021).

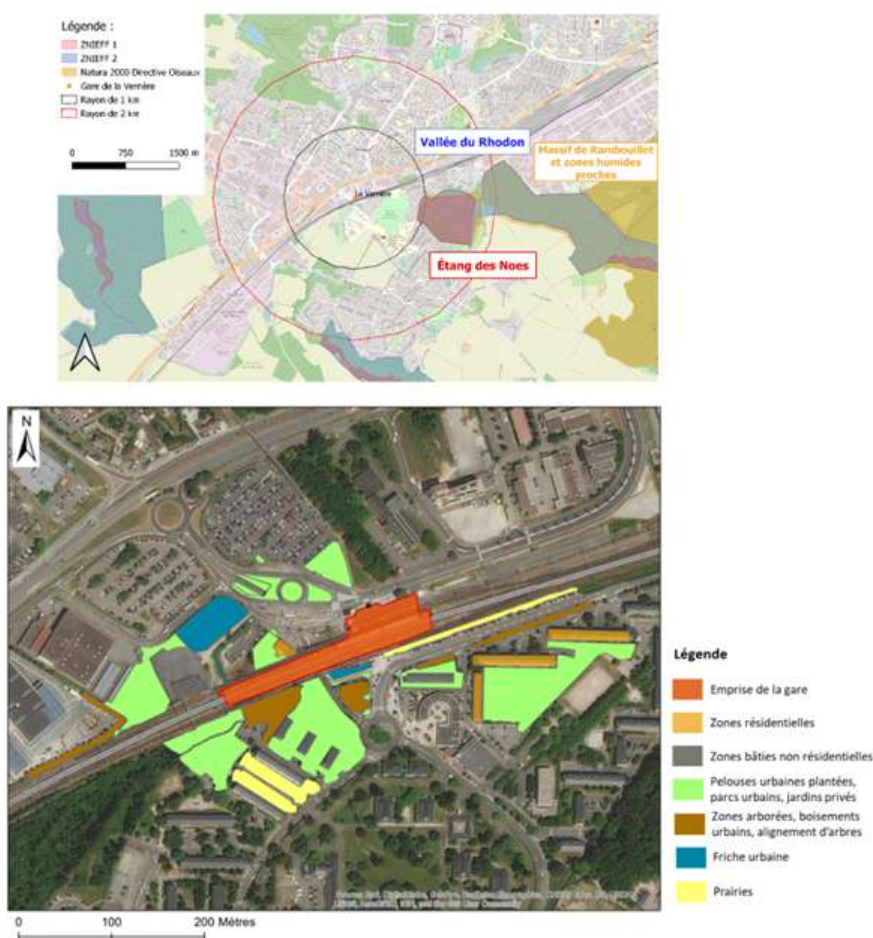


FIGURE 8.17 – Habitats écologiques aux alentours de la gare de la Verrière et proximité des Zones d'intérêt écologique (Tiré de [Serret, 2021])

La présence de la Route Nationale 10 à quelques centaines de mètres au nord de la voie ferrée crée un isolat urbain qui accueille principalement des zones d'activités et des espaces dédiés à la gestion des flux dédiés à la gestion des flux (parkings, gare routière). Ces infrastructures sont fragmentantes vis-à-vis de potentielles continuités qui pourraient exister avec des milieux pourtant intéressants écologiquement, notamment des espaces ouverts et des zones humides, et coupe la Verrière de sa voisine de Maurepas, bien plus urbanisée.

Un projet urbain, rêvé depuis plus de 40 ans (Ponlevé, 2022), a peu à peu commencé à se concrétiser. Si aujourd'hui le projet entre dans la phase de concertation publique, la réception des premières infrastructures publiques est prévue pour la fin des années 2020. Nommé 'Gares-Bécannes', du nom du quartier jouxtant la gare, le projet de 70 hectares vise une densification modérée, notamment car les ambitions en termes de logements ont été réduites de 30% suite à la mobilisation des habitants en faveur de la conservation du caractère « village » de leur commune (Ponlevé, 2022).

Les précédentes versions du projet ont porté des visions assez particulièrement ambitieuses sur la biodiversité. Dès 2013, lors de la définition du périmètre d'étude, le groupement chargé d'études creuse les enjeux de continuité écologique (Attitudes Urbaines, Sagacité, RRA, Futurbain, *et al.*, 2013). Bien que leur approche soit essentiellement structurelle et n'évalue pas directement la connectivité écologique, elle prend en compte les enjeux de fragmentation urbaine (Figure 8.18). Leur conception se veut intégrative :

elle propose de lier les enjeux d'agriculture urbaine et de pleins champs, un emploi des zones humides dans la gestion des eaux pluviales, ainsi qu'une approche pédagogique inclusive concernant la sensibilisation des populations jeunes : 'Des progrès ont été réalisés en matière de communication environnementale ces dernières années, mais les supports ne sont pas assez diversifiés, encore trop centrés sur des documents écrits.' (Attitudes Urbaines, Sagacité, RRA, and Synapse Production, 2013).

Sur les 24 objectifs définis dans les fiches action, trois concernent directement la biodiversité (Attitudes Urbaines, Sagacité, RRA, and Synapse Production, 2013). Le premier met l'accent sur l'intégration d'une vision sensible, en ouvrant des 'fenêtres paysagères' sur le château dont les jardins ont été dessinés par le Nôtre, au sud de la commune, ainsi que sur la trame verte qui est alors envisagée comme maillage écologique entre la commune et les espaces verts environnants. Cette trame verte s'appuie sur le tissu urbain résidentiel et les jardins existants pour pallier la fragmentation causée par les clôtures privées, proposant ainsi un réseau de relais facilitant la continuité est-ouest au sud de la gare. Une action spécifique vise même à encourager les particuliers à modifier les clôtures de leurs propriétés de manière à réduire les obstacles pour la faune : « *La circulation des petites espèces animales sera facilitée par la réduction des obstacles infranchissables au sol, en compensant les ruptures de déplacement pour la microfaune (batraciens, petits mammifères, insectes...), en limitant les hauteurs de mur et en proposant des grillages à maille large.* » (Attitudes Urbaines, Sagacité, RRA, and Synapse Production, 2013). Cette implication des particuliers dans l'optique de gérer collectivement le quartier aussi bien pour les humains que pour la faune confère à ce projet une originalité notable. Enfin, une réflexion à long terme sur la gestion écologique des espaces verts au sein du futur quartier Gares-Bécannes est proposée, des techniques de gestion qualifiées de 'soins', ce qui témoigne de conception biophiliques assez développées et explicites.

Les périmètres d'études



Éléments de diagnostic

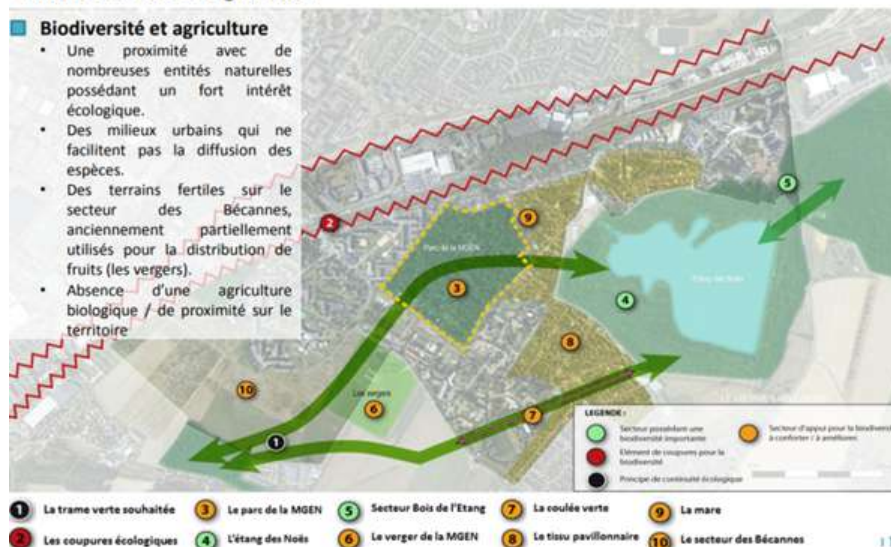


FIGURE 8.18 – Périmètres d'étude et élément de diagnostic du projet Gare-Bécannes en 2013, tiré de (Attitudes Urbaines, Sagacité, RRA, Futurbain, *et al.*, 2013)

Aujourd'hui, si cette vision du projet, un projet d'écoquartier affiche l'ambition de s'intégrer dans la continuité des espaces naturels patrimoniaux que forment le château au sud, et le PNR de la haute vallée de Chevreuse. Il est la résultante d'une dynamique entre les différents acteurs qui a enfin, réellement démarré, et qui était nécessaire au vu de l'investissement colossal (80 millions d'euros, dont 4 millions investis par la commune de 6000 habitants), véritable « projet du siècle » (Ponlevé, 2022). La biodiversité reste affichées comme une priorité, mais les ambitions et le caractère holistique de la démarche semble s'être perdu en route. « *Sur le site Denis Forestier, les spécimens d'arbres remarquables seront préservés. Ils sont là donc on les respecte* », justifie l'architecte « *La démarche écologique se construit par une gestion de l'eau et les aménagements vont valoriser cette eau, pour la végétation, pour les arbres, pour ce que l'on va planter, pour toute une série d'aménagements privés et publics. Plus de 1 500 arbres vont être plantés et on se servira de l'eau récoltée pour les entretenir. Ils [les arbres] formeront un véritable corridor écologique naturel sud-est.* » (Ponlevé, 2022).

Bien que le pôle d'échanges multimodal (qui relie les lignes N et U) soit au cœur du projet, il reste le seul élément urbain à ne pas s'intégrer pleinement dans les objectifs de trame paysagère. La zone enclavée entre les infrastructures est principalement perçue comme un espace de gestion des flux, sans réelle connexion avec le reste du projet, comme le suggère la vue d'artiste du projet de pôle gare (Figure 8.19). Les acteurs SNCF du pôle gare confirment ne pas être associés aux décisions programmatiques de la maîtrise d'ouvrage du projet urbain. Ils sont davantage concernés par le chantier de mis en accessibilité qui touche la gare depuis deux ans, certes en collaboration avec la municipalité qui possède le parvis.

Cette dernière a par ailleurs insisté pour la suppression d'un arbre sur le parvis afin d'améliorer la lisibilité du Bâtiment Voyageur (Aménagement ferroviaire-AMO environnement).

On n'était pas partie prenante sur le projet. On est partenaire externe, évidemment, puisqu'on est voisins. On est partenaire et puis il y a des interactions entre eux et nous. Mais on n'est pas financeur ou maître d'ouvrage de leur projet. Nous, on participe notamment aux réunions de coordination, donc au titre de la SNCF en fait, dans les réunions de coordination. Et on participe ponctuellement parfois pour résoudre des petits sujets qui sont liés notamment aux interfaces, tu vois, entre notre projet et le leur. (Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare)



FIGURE 8.19 – Vue d'artiste du pôle gare dans le cadre du projet Gares-Bécanes (Nouveau pôle gare de La Verrière, 2023)

Rambouillet

Rambouillet est située au cœur d'un massif forestier particulièrement vaste à l'échelle de l'Île-de-France. À moins de 2 km, on trouve deux ZNIEFF, véritables réservoirs de biodiversité, ainsi que des milieux humides fonctionnels (Serret, 2021). Autour de la gare, les espaces sont principalement composés de jardins résidentiels, ainsi que de plusieurs zones ferroviaires et d'une friche urbaine importante qui caractérise le quartier de la gare (Figure 8.20). Ces espaces abritent une riche avifaune, dont plus d'une dizaine d'espèces protégées, telles que l'Accenteur mouchet (*Prunella modularis*), le Choucas des tours (*Coloeus monedula*), la Fauvette à tête noire (*Sylvia atricapilla*), l'Hypolaïs polyglotte (*Hippolaïs polyglotta*), le Martinet noir (*Apus apus*), le Moineau domestique (*Passer domesticus*), le Pinson des arbres (*Fringilla coelebs*), le Rouge-queue noir (*Phoenicurus ochruros*) et le Rouge-gorge familier (*Eri-thacus rubecula*), ce dernier étant une espèce spécialiste des milieux forestiers. La situation écologique est caractérisée par un fort contraste entre la richesse écologique du massif forestier environnant et la forte artificialisation autour de la ville et de la gare. Ce dernier est toutefois marqué par l'effet fragmentant de la ligne N, comme en témoigne la présence de deux sous populations distinctes de grands ongulés de part et d'autre du corridor ferroviaire. Un seul passage potentiellement empruntable par la faune se trouve sous la voie ferrée, situé à plusieurs kilomètres au Nord-Est de la ville, et joue un rôle crucial bien qu'actuellement peu praticable par les individus du fait d'un muret d'un mètre environ qui bloque la circulation sous l'ouvrage. Dans ce cadre, SNCF Réseau met en place des travaux d'amélioration de son accessibilité, notamment par l'aménagement d'une pente douce permettant le franchissement.

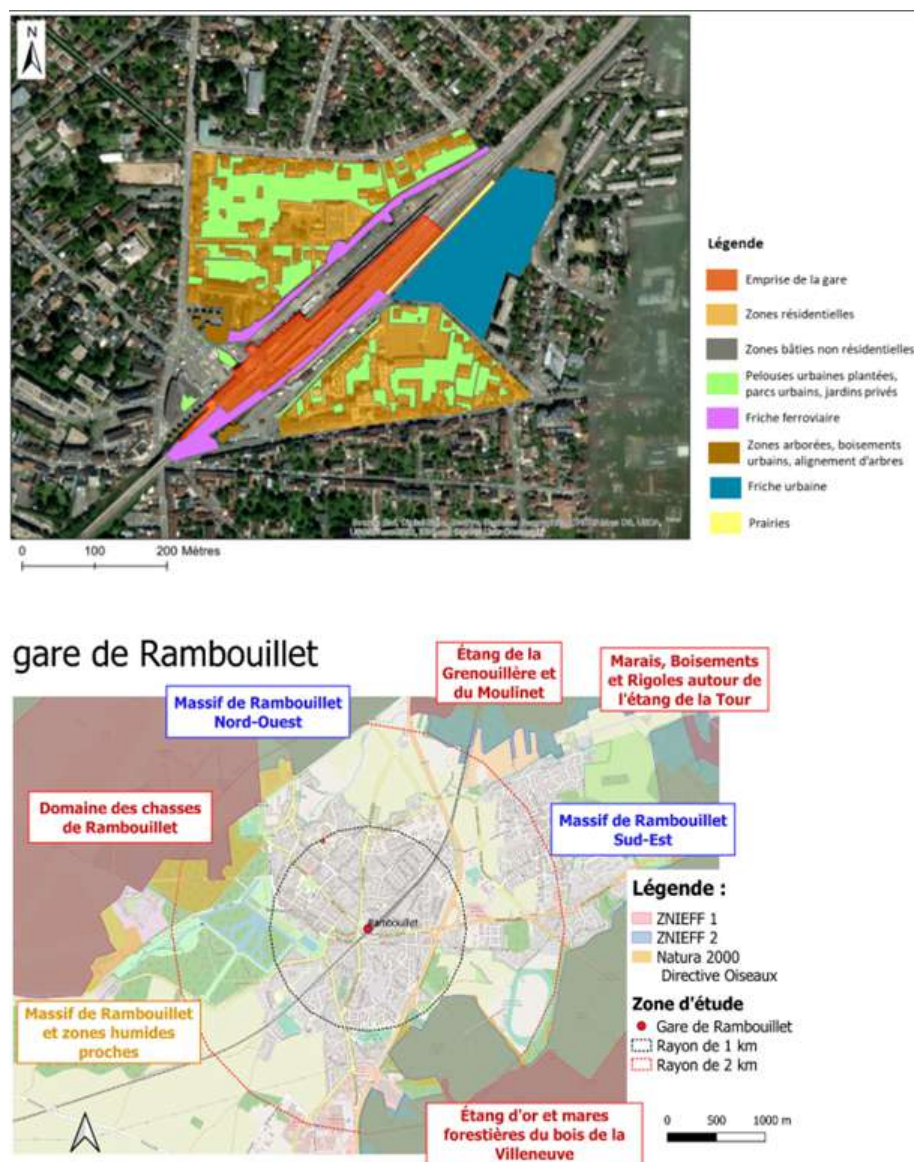


FIGURE 8.20 – Habitats écologiques aux alentours de la gare de Rambouillet et Zones d'intérêts écologiques situés à proximité de son quartier (Tiré de [Serret, 2021])

Le pôle d'échanges multimodal de Rambouillet actuel est un site très attractif à l'échelle régionale, avec plus de 9 000 usagers quotidiens transitant dans le cadre de déplacements pendulaires. Un projet de développement a été lancé en 2021, financé conjointement par Transdev, opérateur de bus, Île-de-France Mobilités (IDFM) et l'agglomération Rambouillet-Territoires. Ce projet vise à transformer deux espaces publics situés de part et d'autre de la voie ferrée, représentant environ 30 000 m² d'aménagement (Figure 8.21). Ce projet est coordonné avec la requalification du centre-ville, les deux projets partageant le même groupement responsable de l'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage.

L'aménagement se fait sur des espaces publics, la SNCF ne disposant que de très peu de fonciers autour de la gare. SNCF Gares & Connexions intervient également à travers des projets locaux, notamment concernant les passages ville-ville (pont sous la voie ferrée), où la question de la biodiversité avait été soulevée, mais sans suite donnée. La question de la biodiversité reste toutefois peu présente dans les discussions autour du pôle multimodal lui-même, malgré la forte densification du quartier. La consultation citoyenne a principalement mis en avant le manque de végétation sur cette place très minéralisée,

notamment en vue de lutter contre les îlots de chaleur. Dans ce contexte, les documents de passation de marché indiquent la nécessité pour la maîtrise d'œuvre retenue de porter des ambitions environnementales fortes, incluant notamment la gestion des eaux de ruissellement par des noues paysagères.

On manque de grands jardins, des choses comme ça, puisque le dernier parc public autour de la gare a été transformé en résidence et en immeuble, qui était au niveau de la gare, il y avait un petit square arboré, un peu végétalisé, tout ça, ça a été complètement recouvert de béton, il y a quelques années maintenant. Donc, de toute façon, autour de la gare, aujourd'hui, tout est complètement minéralisé. Donc, il y a un enjeu, effectivement, de déminéralisation, ce qui n'apparaît absolument pas dans le projet Pôle gare, tel qu'il est fait actuellement. Et puis surtout, un projet pôle-gare, il y a aussi une deuxième couronne de quelques centaines de mètres autour de ce pôle-gare. Et là, avec des infrastructures qui vont en découler directement, notamment du parking, des constructions aussi d'habitation, puisqu'on a une forte pression de l'État et des collectivités territoriales, départements et régions pour construire de l'habitat dans ce pôle de densification qui a été identifié au niveau de l'État, qui est la gare de Rambouillet. (Aménagement général-Elu à la municipalité)

L'intégration tardive des enjeux de biodiversité à l'échelle du quartier de la gare, et plus généralement de la ville, résulte d'une capacité de gestion réduite de la part des acteurs municipaux. Les grands massifs forestiers jouxtant la ville, ainsi que le parc du château, sont gérés par des entités nationales, à savoir l'ONF pour les forêts et le ministère de la Culture pour le parc. Les collaborations avec ces acteurs sont relativement rares, chaque entité restant focalisée sur ses propres prérogatives spatiales

Non, ce sont des partenaires qui sont assez peu mobilisables parce qu'ils sont vraiment focalisés sur leur domaine de compétences et leur périmètre de compétences au sens géographique du terme. Jamais l'ONF, par exemple, ne va venir se mêler de biodiversité urbaine sur le territoire urbain de la ville de Rambouillet. Sachant que l'ONF a aussi d'autres chats à fouetter, elle a un peu du mal à assurer ses propres missions, parce que les effectifs ne sont pas suffisants, tout simplement. Et donc, non, ce ne sont pas des partenaires qui sont mobilisables du tout. (Aménagement général-Elu à la municipalité)

La ville ne s'est pas montrée particulièrement proactive sur les questions de biodiversité, en grande partie parce qu'il n'existe aucun acteur interne susceptible de se positionner en porte-parole et de prendre l'initiative de collaborations avec d'autres parties prenantes. En effet, la ville ne dispose pas d'adjoint chargé de la transition écologique ou de la biodiversité, malgré sa population avoisinant les 30 000 habitants. Les associations locales adoptent plutôt une posture de consentement que de mobilisation, dans un contexte où la pesanteur politique est très forte. Rambouillet est marquée par la présence de figures politiques de stature nationale, toujours fortement impliquées dans la gestion municipale, qui porte sur la ville « *Une regard très paternaliste* » (*Relations institutionnelles-Chargé de communication et du traitement des réclamations*), bien qu'elles n'occupent plus de fonction électorale

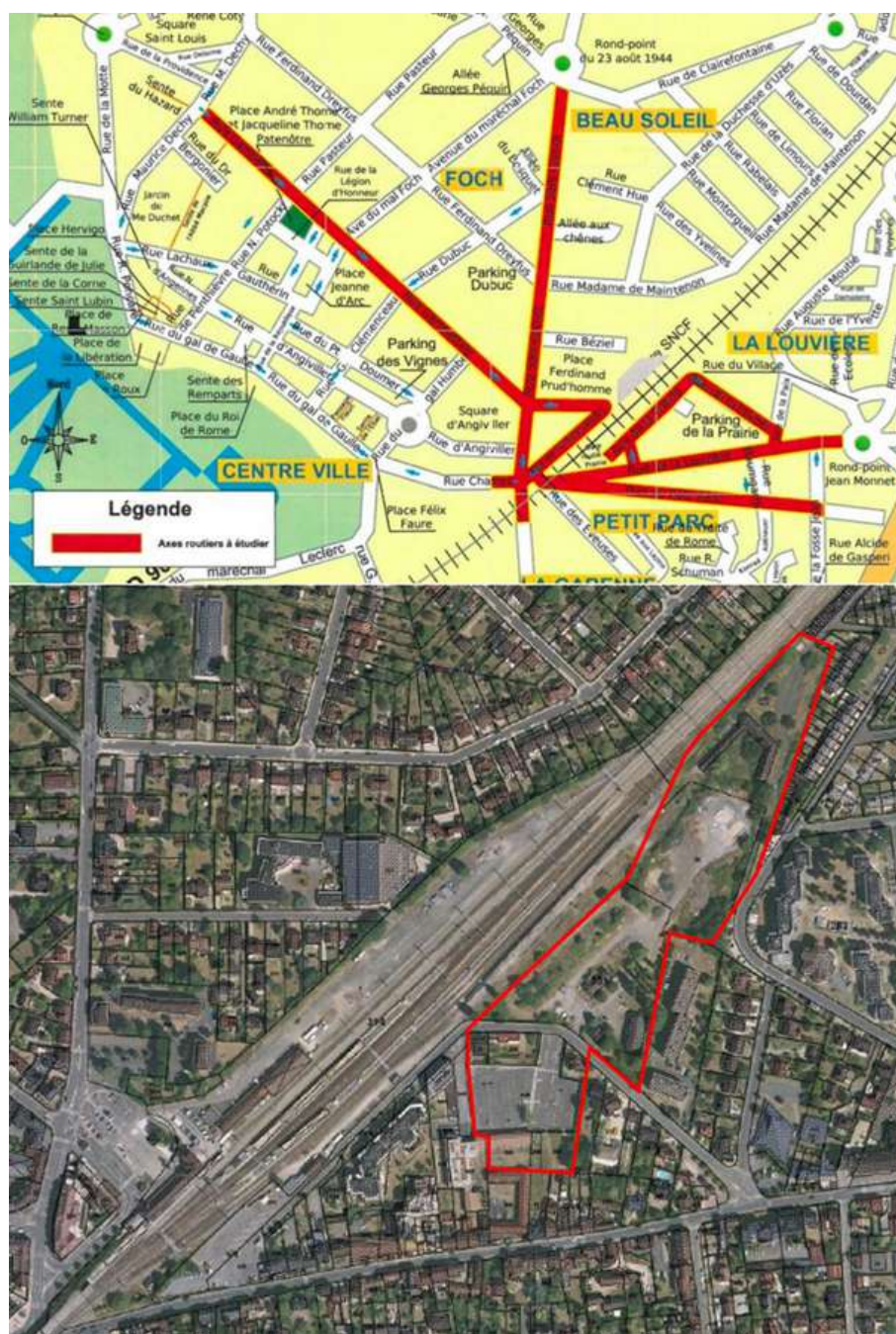


FIGURE 8.21 – Emprise des projets de requalification du quartier de gare de Rambouillet, tiré de (Edel-Garcia, 2021)

8.3 Conclusion

La prise en charge de la biodiversité dans le quartier de gare est marquée par une triple complexité. Les enjeux liés à la biodiversité peinent à atterrir, à obtenir une consistance suffisamment stable et partagée qui leur permet de faire l'objet de conceptions communes. À défaut, le commun pourrait émerger malgré la multiplicité du concept si les acteurs disposaient d'outils de traduction efficaces et institutionnalisés. Ces derniers n'existent pas encore pour les acteurs de l'aménagement des quartiers de gare. Les rares indicateurs ou politiques peinent à se décliner opérationnellement et à faire le lien avec les objets théo-

riques comme la convention de Rio, ou avec les controverses très concrètes comme la non-destruction des espèces protégées. Des attentes existent pourtant : la notion est mobile et mobilisée par les acteurs, mais pas immuable, car son contenu perd souvent dans l'action ce qui lui est propre (caractère systémique, enjeux d'interactions, etc.).

D'autre part, dans les faits, la prise en charge de ces enjeux est tacite. Déjà, la faune et la flore peuplent le quartier de gare. De la maintenance des voies ferrées à l'intégration de toitures végétalisées, en passant par les clôtures, ou le débord de toitures, le quartier de gare est parsemé de non humains qui autorisent la répartition spatiale des entités écologiques. Ceux-ci tentent généralement de contenir plutôt que d'accompagner les interactions qui existent pourtant : risques de colonisation des espaces exotiques depuis le talus vers le reste des espaces urbains, pénétration de la faune dans la gare, végétation spontanée en pieds de quais, etc.

Face à ces flux, l'espace est découpé de manière statique et réparti au sein d'un mille-feuille institutionnel qui s'approprie, se partage ou se prête le foncier. La gouvernance est éclatée entre et au sein des différents acteurs ferroviaires et publics. Les processus de délégation de gestion parsèment le territoire, et ils rendent souvent nécessaire l'aval de trois ou quatre parties prenantes pour pouvoir proposer des changements de pratique. Si des acteurs locaux se déclarent titulaires du problème de la biodiversité, ils se confrontent souvent à des non-humains particulièrement solides dont la négociation devient alors l'objectif prioritaire : cahier des charges, système de bonus-malus, etc. De plus, ces initiatives sont particulièrement dépendantes de la motivation locale, et peuvent rapidement être défaites par des acteurs qui ne partagent pas les mêmes ambitions. D'autant que la gare est justement un objet qui fait naître de nombreuses passions : les acteurs qui y travaillent sont très investis dans la mission qui leur est confiée. Lorsque la biodiversité intervient pour questionner celle-ci, elle ne peut s'appuyer sur un réseau suffisamment solide pour espérer changer les valeurs portées par les acteurs.

Dans ce contexte, des mécanismes de collaboration apparaissent et sont susceptibles de donner un peu plus de poids aux actions unilatérales des acteurs déjà convaincus. Elles permettent de faire émerger des expertises et de construire des légitimités. Il est essentiel dans ce cadre d'évaluer les manières par lesquels ces acteurs se portent à la fois porte-parole du ferroviaire et de la biodiversité. Sur quoi ces acteurs s'appuient-ils, et comment investissent-ils la biodiversité dans le social ? Quels modes d'existence leur permettent-ils de parvenir à parler conjointement et sans heurts de gare et de biodiversité ? Cette question est au cœur du chapitre suivant.

Chapitre 9

Aborder conjointement la gare et la biodiversité : Mode d’existence, organisation et supports.

Le chapitre précédent a esquissé le tableau formé par les entités écologiques et sociales, en s’appuyant d’abord sur le langage d’enquête de l’ANT, puis en adoptant une approche spatialisée du système socio-écologique. Dans ce chapitre, ces éléments seront réexaminés en se focalisant sur la perspective des professionnels et non sur celle des chercheurs.

Le quartier de gare et la biodiversité sont conjointement mobilisés par les acteurs à travers différents modes d’existence qui doivent s’articuler les uns aux autres à l’aide de traductions. Dans la première partie de ce chapitre, je présenterai douze modes d’existence, accompagnés des types d’êtres qu’ils génèrent lorsque la gare et la biodiversité suivent les parcours qu’ils proposent. Certains professionnels se désignent eux-mêmes, ou se voient confier, la responsabilité de veiller au respect de modes d’existence spécifiques. D’autres, en revanche, se positionnent comme les garants d’objets particuliers. Ils veillent à ce que ces objets soient traduits dans les différents modes d’existence successifs, s’assurant que rien d’essentiel n’ait été manqué.

La seconde partie de ce chapitre sera dédiée à l’élaboration d’un diagnostic sur la prise en charge potentielle des enjeux de biodiversité lors de l’aménagement des quartiers de gare. Ce diagnostic s’appuiera sur la compréhension réciproque que les acteurs ont de leurs organisations, de leurs responsabilités, et de l’orientation stratégique qu’ils proposent vis-à-vis de l’intégration de la biodiversité dans leurs pratiques. L’analyse se fondera sur les modes d’existence pour évaluer ce qui doit être transformé ou créé, quels non-humains doivent émerger ou être écartés.

Enfin, l’utilisation des représentations issues de la théorie des graphes sera mobilisée à travers les résultats du dernier atelier participatif. Au regard des exigences soulevées par les acteurs et de notre analyse des voies de changement possibles, le potentiel de ces outils et leur forme seront évalués.

9.1 Les modes d'existence de la gare et de la biodiversité

Parmi les quinze modes d'existence identifiés et présentés par Latour (2012), douze sont couramment empruntés par les acteurs de la biodiversité et du quartier de gare. La difficulté pour chaque acteur réside non seulement dans le suivi des règles propres aux modes d'existence qu'il mobilise, mais aussi dans la reconnaissance de la rationalité des modes d'existence de ses interlocuteurs. Ce manque de reconnaissance mutuelle peut entraîner un certain obscurcissement du débat, des incompréhensions, et des dynamiques d'accaparement de la légitimité pour eux-mêmes.

9.1.1 La référence [REF]

La référence est le mode classique défendu par l'institution scientifique, *a minima* les sciences expérimentales et de terrain. Il s'agit de transporter de l'information à travers différents équipements, en la déformant le moins possible, pour accéder à ce qui apparaissait préalablement comme lointain. Pour cela, il est nécessaire d'intéresser différents acteurs, dont la réunion permettra la stabilité du fait produit (marins-pêcheurs, coquille Saint-Jacques pour l'exemple de [Callon 1986]). La biodiversité est d'abord un concept opératoire permettant de rendre compte de ce qui est important pour les écosystèmes à partir d'instruments de mesure (inventaires, transects), synthétisés sous forme des maillons de la chaîne de référence (biodiversité alpha, bêta, indice de Shannon) pour rendre compte de processus globaux, en mettant bout à bout de nombreux maillons. Des énoncés peuvent en être produit, constituant la chaîne de la référence, par exemple : « Environ 80% des espèces d'insectes ont disparu » (Hallmann et al. 2021 ; 2017).

La quasi-totalité des enquêtes reconnaît à ce mode d'existence sa légitimité lorsqu'il est emprunté par la biodiversité. « *C'est plutôt, quand même, entre guillemets, scientifique. (...) C'est quelque chose d'extrêmement systémique et complexe* » (Environnement au sein de l'aménagement-AMO environnement). La responsabilité de la validité de ce mode d'existence est portée par les scientifiques, les sociétés savantes. Ces acteurs jouent ainsi le rôle de mandataire institutionnel : jusqu'à preuve du contraire, leur légitimité n'est quasiment jamais contestée, car elle s'appuie sur des non-humains assez solides et pesants pour être difficilement révocables (comme l'institution universitaire). Les autres acteurs hors du monde académique, s'ils veulent parler de faits, doivent quant à eux prouver un peu plus leur légitimité. Ils s'attachent alors à montrer qu'ils respectent scrupuleusement la manière de parler scientifique, qu'ils savent remonter le long des chaînes de référence, car rien ne les y oblige *a priori*. À l'inverse, certains acteurs rejettent les faits scientifiques liés à la biodiversité sans entrer totalement dans la controverse, en ne sélectionnant que les éléments qui valident leurs propres hypothèses. Ces postures de déni découlent généralement d'un doute portant sur l'institution, sur la remise en cause du statut des savants.

Le fameux 80% des insectes qui ont disparu depuis 20 ans, quoi. C'est évidemment faux à l'échelle de l'Europe, et heureusement, ça se saurait, puisque les insectes sont à la base des réseaux trophiques, et il se trouve qu'à la tête des réseaux trophiques, il y a beaucoup d'espèces qui se portent très bien, notamment des superprédateurs, et que forcément, ça indique qu'il y a une pyramide qui est large à la base, sinon il n'y a pas de superprédateurs. (Entretien, Travaux et Maintenance-Expert travaux, voies et abords)

Les catégories scientifiques sont adaptées à la mobilisation et à la constitution de la connaissance, et non à être insérée directement dans un processus d'action. Les hybrides - au sens génétique, c'est-à-dire les individus issus de croisements d'espèces - posent par exemple des problèmes pratiques dans la conservation de la nature.

Il y a un amphibien qui vient de l'est de l'Europe qui a été lâché en France, qui menace par hybridation une autre espèce. C'est le sonneur à ventre-feu, le sonneur à ventre jaune. Donc du coup, les gestionnaires, eux, ils se disent qu'est-ce qu'on fait ? Est-ce qu'il faut qu'on fasse une campagne d'éradication vite, vite, vite ? Ou alors on s'en fiche et on laisse. (Porte-parole environnement-Expert écologue).

La connaissance scientifique ne peut donc pas être transposée dans les pratiques des acteurs sans modification. Ces derniers doivent tordre le fait pour le transformer en perspective d'action. Ce processus est facilité lorsqu'il existe des non-humains qui proposent déjà des pré-traductions et que cette tâche ne revient pas à la charge de l'acteur.

Les enjeux de biodiversité sont traités vraiment dans une petite sphère trop scientifique parce qu'on voit quand les experts du GIEC ou de l'IPBES sortent un rapport, quand c'est trop techno (Aménagement général-Ingénierie territoriale).

À l'échelle de la région parisienne, ARB Île-de-France propose par exemple un très grand nombre de guides techniques et de carnets pratiques destinés à faciliter cette appropriation, certes non spécifique au ferroviaire (Bueno, Labrousse, et Flandin 2024 ; Renault 2024 ; Flandin 2015). En leur absence, la traduction est généralement confiée aux professionnels capables de mobiliser correctement les chaînes de la référence, afin de proposer un intermédiaire stable qui peut ensuite être réinvesti au sein de l'activité professionnelle.

On n'a pas besoin tous de devenir des experts. On a juste besoin d'être sensibilisés à l'importance du sujet et aller chercher et de s'entourer de bons experts pour ça. (Aménagement ferroviaire-Chargée de Valorisation projets immobiliers).

Moi, ma posture, elle est claire. Je suis une technicienne spécialiste. Je viens apporter du savoir aux élus et c'est les élus qui tranchent. Après, par contre, je dois leur amener toutes les connaissances qui permettront de prendre la bonne décision. (Am.gèn. - Ingénierie territoriale)

La traduction est réussie s'il est possible de remonter de l'action vers le fait scientifique au prix d'une nouvelle traduction ; elle devient trahison si quelque chose d'essentiel a été perdu.

Les scientifiques ont bien identifié la nécessité de disposer de formulations dans le mode de la [REF] adaptée à la prise en charge conjointe de la gare et de la biodiversité. Les incitations à l'interdisciplinarité sont nombreuses, même si les freins sont tout autant issus des mécanismes institutionnels que des cadres théoriques (Auvray 2024). Le projet de recherche BAUM, en soulignant la nécessité de croiser les champs disciplinaires de l'écologie et de l'aménagement, agit comme un catalyseur du changement. Lorsque la gare se présente comme un sujet de recherche, certaines contraintes liées au milieu urbain général se transforment ou sont renforcées, nécessitant l'invention de nouvelles traductions. Par exemple, la réalisation d'inventaires écologiques est rendue plus difficile en gare du fait de l'interdiction d'accès pour les raisons sécuritaires. Malgré ce type de spécificités, les discussions actuelles ne semblent pas faire une priorité de l'émergence de l'écologie des transports ou de la gare comme champ disciplinaires à part. Les perspectives s'orientent davantage vers le développement d'un langage commun entre écologie, écologie du paysage, géographie des transports et la typomorphologie. Ces débats ont d'ailleurs été au cœur de la journée d'échange organisée par le PUCA le 10 Janvier 2024 dans le cadre du travail de synthèse sur les approches des chercheurs du BAUM. Certains participants y ont souligné l'importance d'assu-

mer la coexistence du vocabulaire entre chercheurs de différentes disciplines plutôt que de procéder à un remplacement par un nouveau vocabulaire générique.

9.1.2 La reproduction [REP]

La reproduction [REP] désigne le mode d'existence qui permet à l'objet d'être et de persister. Connaître [REF] et être [REP] sont bien deux choses différentes ; pour autant elles passent toutes deux par une mise à l'épreuve des choses. La reproduction [REP] rend compte de la trajectoire d'êtres qui peut s'interrompre à tout moment : pour rester le même, l'être doit être éprouvé de manière permanente. Le vivant traverse ces épreuves par le corps, le non-vivant par la durée (Dondero 2017). Si la tortue de Floride meurt, elle cesse d'exister. Les acteurs qui agissent contre la destruction de la faune ou - plus rarement - de la flore se placent ainsi comme des porte-parole de cette reproduction [REP] « *Tout être vivant est un animal, il a sa place dans la biodiversité (...) l'utilité n'a pas d'importance pour moi. Pour moi, toute espèce animale a droit de vivre.* » (*Relations Institutionnelles-Traitement des réclamations*). Les associations de défense de l'environnement adoptent généralement un tel positionnement, centrant leur action autour d'une obligation de résultat et non de moyen, puisque la persistance dans l'être n'a pas le droit à l'erreur.

Certains des courants de l'écologie, comme l'écologie de la conservation, s'intéressent précisément à cette capacité des systèmes vivants à perdurer (Mathevet et Poulin 2006). Ils se donnent les clefs pour comprendre le degré et les conditions de persistance des êtres vivants et les transformer en fait : il s'agit donc d'un croisement [REP°REF]. Le concept de biodiversité est lié indirectement à cette capacité du vivant à se maintenir, puisqu'elle rend compte de son existence (sans êtres vivants plus de biodiversité) tout en étant un indicateur (le vivant ne va pas perdurer longtemps face à l'homogénéisation biotique). La persistance d'un individu est mesurée par un autre concept, la survie ; et la persistance de sa lignée est mesurée par la *fitness*, soit le produit de la survie et du taux de succès reproductif. Biodiversité, fonctionnalité, connectivité sont des approximations de la [REP] des êtres vivants, des traductions dans le langage de la [REF], sans en être des équivalences. L'emphase portée sur les populations par certains écologues est pointée comme une manière de mieux cerner les exigences de la reproduction [REP].

Alors, il y en a qui se félicitent d'avoir plus d'espèces que d'autres à tel endroit ou à tel endroit, comme si c'était un objectif et un indicateur d'une réussite. Ben non, parce que les espèces, c'est des individus, d'accord, et qui forment des populations. Et l'unité, elle n'est pas l'espèce en fait. L'unité pertinente, c'est les populations ? (Porte-parole environnement-Expert écologue).

Dans la mesure ou la persistance de certains êtres (hybrides, EEE) empêche la reproduction d'autres, la prise en charge de la reproduction [REP] dans l'action nécessite des choix et des traductions orientées. Néanmoins, cela ne pose pas de problème lorsque les acteurs savent ce qui est perdu et ne tentent pas d'en nier l'importance.

L'erreur de catégorie survient lorsque le droit de reconnaître la persistance des êtres est nié. Lors de l'Atelier 3, un participant a exprimé son dépit face aux politiques de destruction des tortues de Floride. Un autre participant a alors tourné en dérision l'attachement potentiel à la survie de ces individus, le qualifiant de relation naïve. Un troisième acteur est intervenu pour désamorcer la situation en précisant que la question avait été reconnue et que des arbitrages avaient déjà été réalisés, rétablissant ainsi un équilibre dans la discussion.

Certains acteurs refusent simplement par ailleurs de faire ces choix : l'introduction de pigeonniers contraceptifs dans une grande gare parisienne, solution proposée par une association, a été refusée lors des discussions avec le correspondant local environnement (CLE), professionnel au sein de l'exploitant (ici SNCF Gares & Connexions) qui décline les politiques environnementales sur la gare dont il a la charge. Ce dernier a indiqué être gêné vis-à-vis du contrôle de la reproduction des pigeons par l'humain. Enfin, certains non-humains comme le mécanisme de compensation au sein de la séquence ERC reposent sur la substituabilité des êtres vivants, incompatible avec leur reproduction [REP].

La [REP] est aussi le souci d'une classe de praticiens particuliers, l'ensemble des professionnels engagés dans la restauration (d'écosystèmes ou même de patrimoine), concernés par la restitution et la reproduction des identités (Denis et Pontille 2022). À l'inverse de l'individu, l'écosystème est une catégorie du vivant qui peut être restaurée, dont la disparition est rarement définitive.

La gare est un objet dont la reproduction [REP] autorise bien plus l'altérité physique. Les perturbations, les dommages qui apparaissent sur le bâtiment au fil du temps ne parviennent pas à la faire disparaître. Néanmoins, cette reproduction est bien assurée activement par de très nombreux acteurs investis dans sa maintenance et son entretien.

Il y a toujours des nouvelles dégradations qui apparaissent quand tu as fini tes travaux. Tu sais à la fin, petite infiltration d'eau, petite peinture qui se corrode, petit truc qui s'écaille et ça commence à devenir complètement irrationnel. L'état parfait dure deux mois. Mais après il faut aussi se dire que ça rentre en maintenance (Aménagement ferroviaire-Conductrice d'opération).

Le ferroviaire est impliqué dans le REP de la biodiversité à plusieurs niveaux. La présence d'EEE sur ces talus, les heurts avec la faune, la suppression de faune et flore lors de la maintenance sont bel et bien des enjeux. Le procès de SNCF Réseau¹ s'inscrit tout à fait dans une controverse autour de la REP. En ne statuant pas sur la pertinence des contraintes gestionnaires de SNCF Réseau, la justice a fait prévaloir la reproduction du vivant [REP].

9.1.3 L'organisation [ORG]

L'organisation [ORG] est le mode par lequel des scripts sont produits, récits permettant de tenir les acteurs qu'ils engagent. Les êtres de l'organisation [ORG] sont à la fois les producteurs des groupes par lesquels se définissent les individus, tout en étant construits par les acteurs eux-mêmes. Les scripts de l'organisation peuvent se reprendre, se modifier, mais doivent *in fine* permettre aux acteurs de parvenir aux buts qu'ils s'étaient fixés. Si au contraire les scripts imposent des injonctions incompatibles entre eux ou ne respectent pas l'inertie de l'organisation à laquelle ils appartiennent, la passe est manquée. Les scripts ont une capacité à durer parce qu'ils s'appuient le plus souvent sur des objets matériels.

Les pôles d'échange multimodaux sont des objets dont la principale qualité est de faire fonctionner un très grand nombre de scripts ensemble sans que ceux-ci soient contradictoires. L'espace est donc pensé de manière organisationnelle.

On est dans de l'intermodalité, il faut faire cohabiter à la fois les bus, les voitures, les vélos, les trottinettes, les machins. Toutes les routes possibles et tous les êtres humains possibles. (Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare).

1. Jugement Correctionnel du Tribunal Judiciaire d'Angers, Chambre correctionnelle, N° 1119/2023

L'introduction des services marchands devient problématique lorsque ces derniers produisent des scripts incohérents avec ceux produits par la gare, tels les panneaux publicitaires qui engendrent une confusion avec les panneaux d'orientation des flux (Albertelli 2024). L'organisation [ORG] est aussi cristallisée dans la mise à l'ombre : la définition de la circulation des trains comme priorité oblige les autres scripts qui doivent s'adapter. Le besoin de prise en compte de la biodiversité pèse peu de choses en comparaison. De même, l'une des principales craintes des aménageurs quant à l'introduction des toitures végétalisées reste aussi leur caractère maintenable. Si l'entretien nécessite l'interruption de trafic du fait d'un risque d'électrocution lié à la proximité entre le toit et la caténaire, alors les scripts ne peuvent être cohérents et fonctionner ensemble.

Il faut pouvoir s'insérer dans des travaux de maintenance qui sont déjà programmés. C'est-à-dire qu'il y a un sujet de ralentissement de circulation pour des travaux, voire d'interruption de circulation pour mettre en œuvre nos travaux. (...) Parce qu'on ne peut pas demander une interception pour nos travaux de continuité écologique. Ce n'est pas quelque chose qu'on fera (Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement)

La discipline de l'aménagement est ici cruciale puisqu'il s'agit d'une science de l'organisation. Sa scientificité réside dans sa capacité à rendre compte des relations entre les existants : ville, plots, parcelles, etc. En produisant des discours prescriptifs, elle propose en fait un discours déjà traduit depuis la référence [REF] jusqu'à l'organisation [ORG]. Les théories de l'aménagement urbain sont ainsi des non humains qui proposent une optimisation des aménagements de la ville, une manière de produire des scripts concernant la forme que celui-ci doit prendre. La gare et la nature deviennent des éléments parmi d'autres dont il s'agit d'assurer l'organisation de manière harmonieuse, quitte à remplacer des théories d'aménagement par d'autres. Les trames vertes et bleues sont des exemples concrets de tentatives de croisement entre [ORG°REP], dans la mesure où il s'agit d'organiser le territoire de manière à pouvoir permettre la pérennité du vivant.

« Mais tu vois, dans ces espaces-là, notamment, c'est des espaces qui ont été aménagés selon un principe d'aménagement qui est le zoning, en fait ² (...) Et bien plus tard, on les a aménagés avec des arbres, avec des machins et tout, pour laisser passer l'air parce qu'on s'est rendu compte que de faire revenir la nature en ville, ça permettait aussi de la rendre plus propre en fait. » (Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare).

Ces dernières années, la biodiversité et les enjeux environnementaux ont contribué à une évolution des paradigmes de l'architecture et de l'aménagement. En témoignent les vellétés d'invention de la gare « post-carbone » par AREP. L'agentivité de ces concepts se heurte tout de même à la profusion de scripts nécessaires au bon fonctionnement de la gare, qui classent par exemple les espaces végétalisés comme des enjeux de flux. La végétation ne doit en effet pas gêner la circulation ni la lisibilité de l'espace. La gare est un établissement Recevant du Public (ERP) qui doit donc être adapté aux PMR, et les cheminements perméables ou semi-perméables doivent être maintenus. De plus, la présence de places de parking est fermement défendue par certains élus, réduisant largement les ambitions environnementales ou paysagères des projets.

Par ailleurs, au vu du caractère évolutif de la végétation, son introduction dans un système organisationnel nécessite la vérification que chacun des scripts qu'elle peut produire n'entrera pas en conflit avec ceux que doit assurer la gare. Les feuilles d'arbre sur le parvis minéral entraînent des risques de

2. (Le Corbusier 1941)

chutes. L'évolution naturelle des systèmes vivants complexes est bien plus difficile à prévoir que des objets techniques fermés, comme le panneau photovoltaïque par exemple. Les aménageurs de la gare ont à leur charge de vérifier la bonne correspondance des scripts futurs, et ils ne seront pas satisfaits d'eux même s'ils ne s'assurent pas de cette cohérence future.

On a eu fait la tour désenfumage de Paris Nord, on a végétalisé de haut en bas, mais... Ça m'a laissé l'impression d'avoir fait un coup. Alors que faire un espace voyageur, ça dit j'ai organisé l'espace et parmi les espaces qu'on a organisés pour faire fonctionner la gare, il y en a un en particulier qui mêle un peu les voyageurs. (Aménagement ferroviaire-Chargée de prospective et programmation)

Les expérimentations locales de Transilien sont menées là où les scripts sont aveugles, là où il est possible de sortir de l'organisation imposée, concernant le ferroviaire mais aussi la biodiversité elle-même.

Transilien nous a dit, écoutez, moi je découvre le sujet. J'ai pas d'avis parce que pour le coup, c'est un sujet que j'ai jamais instruit. Et Gare et Connexion nous a dit, nous, on est complètement convaincus du truc, mais par contre, on n'a jamais eu le temps de s'en occuper. On n'a jamais eu le temps pour le lancer, de l'animer, etc. Du coup, allez-y, tenez-nous au courant, mais on ne va pas vous emmerder. » (Relations Institutionnelles-Responsabilité Sociétale et Environnementale des entreprises)

Pour pérenniser ces initiatives, la renégociation des cahiers des charges de gestion est menée en parallèle d'une sensibilisation des prestataires aux pratiques de gestion différenciée. Le cahier des charges défini par l'exploitant et les pratiques des entreprises prennent appui l'un sur l'autre pour se stabiliser : « *dès l'instant où on veut modifier une clause, ça veut dire renégociation de contrat* » (*Environnement au sein de l'aménagement-Correspondant locale environnement*). Pour faire évoluer la situation, il faut faire évoluer les deux d'un coup.

Par ailleurs, plus la biodiversité est prise en amont dans la production de scripts, moins elle est susceptible d'être contradictoire avec d'autres scripts produits entre temps. Le temps du projet est néanmoins difficilement compatible avec la possibilité pour les acteurs de développer des projets innovants concernant la biodiversité. D'une part, il est possible de voir des espèces non prévues apparaître sur les emprises, ce qui nécessite de rouvrir le temps de la conception et de procéder à de nouvelles esquisses.

La première partie a été aménagée et ensuite s'est posée la question, je ne sais pas, peut-être 5 ou 10 ans plus tard, de l'aménagement de cette deuxième séquence. Et au final, quand ils sont revenus sur place, ils se sont rendu compte que la friche s'était développée, qu'il y avait des îlots de biodiversité qui s'étaient développés. Et en fait, ils ont revu leur aménagement en fonction d'un diagnostic écologique, de l'identification d'îlots de biodiversité qu'il fallait préserver. (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage conseil)

D'autre part, le développement d'expertises est un processus au temps long.

« C'est pas juste un sujet où tu nous dis tiens, bah. Dans la charrette du concours, ce serait bien que vous fassiez ça. Puis après, il y a des contrats cadres, etc. Et en fait, tout ce côté recherche et d'aller voir les collaborateurs, d'aller appeler des professionnels, etc., ça prend énormément de temps. Et ce n'est pas forcément du temps pour lequel on peut être rémunéré dans le cadre de notre projet. » (Aménagement ferroviaire-Architecture)

9.1.4 La technique [TEC]

Je m'interrogeais dans le chapitre 7 sur ce qui constituait réellement le caractère technique de ces quartiers. La majorité du fonctionnement de la gare consiste à produire des scripts organisationnels [ORG] tournés vers la gestion des flux de voyageurs. La technique [TEC] réside donc ailleurs, lors de l'aménagement et la rénovation de son quartier. Ces moments sont en effet déclenchés par l'irruption de nouveaux acteurs qu'il s'agit d'intégrer dans le collectif : arrivée d'un nouveau matériel roulant, dégradation suite à des intempéries ou aménagements PMR. Il est alors nécessaire de repasser le cahier de charges, de remettre à l'œuvre des dispositifs d'intéressement avec ces nouveaux acteurs désormais considérés comme des « contraintes techniques » et de prendre le risque une nouvelle fois d'échouer. La biodiversité et le budget sont un de ces nouveaux acteurs avec lesquels il faut composer.

La technique c'est juste le fait que certaines dispositions vont forcément créer des difficultés techniques, des contraintes. (...) Quand tu as une décision à prendre, forcément, tu dois faire un listing et une hiérarchisation des différents paramètres, des points positifs et des points négatifs. Et mettre ça dans la balance et te dire « est-ce que ça coche toutes les cases ? ». Et est-ce que mettre en œuvre cette solution ne va pas présenter trop de problématiques vis-à-vis de mes contraintes prioritaires ? Et si dans la balance, disons que, on va protéger cette flore, cette espèce-là qui est patrimoniale, qui n'est pas une espèce protégée, mais ce serait quand même bien de la conserver, qu'est-ce que ça engendre ? Qu'est-ce que ça apporte ? Ne serait-ce que la biodiversité, mais aussi l'ensemble des entités, l'homme et l'aménagement (...) Je prends même l'exemple budgétaire. » (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

Pour parvenir à identifier les dispositifs d'intéressements adéquats à chaque acteur, l'intervention de spécialistes permet de procéder aux traductions nécessaires, et de réduire largement les risques de trahison une fois l'objet technique livré à lui-même. Les non-humains proposent aussi des traductions toutes faites qui permettent de remonter plus ou moins bien à la reproduction [REP].

Alors on peut avoir aussi des besoins, on travaille avec des écologues aussi, on n'a pas la compétence en interne, du coup il y a des sujets sur lesquels on a besoin d'être accompagnés par des écologues. (...) Selon le sujet, selon le territoire, selon le contexte, la problématique, on peut se faire accompagner par des compétences complémentaires : Écologues, sociologues, anthropologues. (Aménagement ferroviaire-Membre de la direction AREP)

La connaissance préalable des dispositifs d'intéressement qui sauront se montrer efficaces constitue un savoir-faire, et un chef de projet est capable de mobiliser des expériences passées afin de pouvoir évaluer à l'avance la réussite ou l'échec probable du dispositif technique. Là où la majorité des objets techniques ont droit à l'échec, les accidents ferroviaires ne sont pas admissibles ? Il est dans ce cadre nécessaire de mobiliser bien plus d'exemples et de références pour prévenir les potentiels échecs.

Par exemple, quand on va proposer de mettre des auvents sur un ouvrage pour faire un passage mixte pour la faune, on va pouvoir justifier quand même qu'il n'y aura pas d'impact sur le fait que l'auvent ne va pas tomber de l'ouvrage. (...) Tant qu'il n'y a pas de preuves, par exemple, que ça fonctionne (...) Donc, il faut vraiment prouver de A à Z que cet aménagement-là ne va pas leur demander plus de temps en entretien. (...) C'est du benchmark. On a fait des études nécessaires de faisabilité, des études techniques qui

prouvent qu'il n'y a aucun impact sur la pérennité des ouvrages. (Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement)

Par ailleurs, toute introduction d'un nouvel acteur (les services instructeurs par exemple) rend nécessaire la création d'un nouveau dispositif d'intéressement (le dossier de DUP) et engendre un nouveau risque de trahison. Lorsque l'acteur chargé de la Technique n'a pas la main sur la nature de dispositifs d'intéressement qu'il souhaite proposer, il se retrouve généralement confronté à des récalcitrances/oppositions. Un acteur regrette par exemple les échanges par courrier interposé au détriment de réunions plus fluides qui permettraient ainsi de mieux s'adapter aux identités proposées par les interlocuteurs.

Là, on se retrouve à faire un dossier de mille pages et balancer les mille pages dans la nature à des gens qui ne l'ont jamais vu avant et vont s'approprier, clairement pas en lisant tout, en attrapant des petits bouts de ci, de là, et du coup vont avoir une vision avec leur biais cognitif et leur intérêt à eux. (Aménagement général-Directrice de projet urbain)

Or, l'enjeu de la technique [TEC] réside justement dans sa capacité à pouvoir accoucher d'un réel objet technique ; de la même manière que la [REF] a le scientifique, la [TEC] a le responsable de projet, celui ou celle chargé de s'assurer que ce dernier arrive à son terme. J'ai déjà présenté lors du chapitre 3 le mécanisme du projet qui intervient pour segmenter le temps de rencontre entre acteurs, et proposer de manière itérative des négociations accouchant *in fine* d'un objet technique. Le projet est le mécanisme clef de ce mode d'existence. Il n'a qu'un seul but : s'assurer de l'existence des dispositifs d'intéressement pour tous les acteurs potentiellement impliqués afin de réduire les chances d'échec. Il propose par exemple dans ce cadre le statut d'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage, c'est-à-dire la délégation du statut de chef des dispositifs d'intéressement à un acteur tiers qui pourra faire l'interface avec les autres acteurs experts successivement.

Plusieurs risques importants naissent lorsque la biodiversité est introduite parmi les autres contraintes dans le projet. La première lui est spécifique : puisque le projet doit aboutir à tout prix (sinon la passe de la technique [TEC] est manquée), certaines traductions peuvent être tentées d'éluder les modes d'existence attachés à la biodiversité, mais difficiles à concilier avec le projet. Les Solutions Fondées sur la Nature (SFN), les outils permettant de vérifier la fertilité des matériaux terreux réceptionnés sur le chantier (Poyat 2024) ou l'usage d'une carte bleue pour fixer la taille maximale de végétation acceptable permettent plus ou moins bien de rendre compte de la persistance [REP] de la biodiversité.

Mais c'est vrai que, par exemple, sur les aspects biodiversité, nous, pour le coup, on n'a pas eu d'avis compliqués au niveau du dépôt du dossier [espèces protégées à l'Autorité environnementale, ndr], parce qu'en fait, comme on avait un risque d'avoir une dérogation espèce protégée, on a pris l'initiative, de demander à rencontrer les gens qui étudiaient notre dossier au niveau des services de l'autorité environnementale, au niveau des services faune et flore, et on leur a présenté le projet et présenté plein de mesures compensatoires qu'on pensait mettre en œuvre, qu'ils ont vues et qu'ils nous ont dit « Regarde ces mesures compensatoires, on ne vous soumet pas à la procédure de dérogation d'espèces protégées. (Aménagement général-Directrice de projet urbain)

[La séquence ERC] parfois, ça permet juste de justifier, de détruire des espaces qui ne devraient pas l'être. (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

Le manque d'esprit projet chez les écologues souvent pointé par les urbanistes (Rode 2023) est dans ce cadre tout à fait explicable. Les premiers sont responsables de l'émergence du projet à travers le mode

d'existence technique [TEC] ; tandis que les écologues sont porte-parole d'espèces dont la destruction est irremplaçable [REP]. La position de l'écologue de projet n'est pas forcément de trouver des solutions à tout prix, mais de définir le cadre dans lequel la réalisation du projet est acceptable. Il ne fixe cependant évidemment pas les limites de manière isolée, et prend appui sur la réglementation qui autorise le degré de substituabilité acceptable. Par ailleurs, certaines parties prenantes conçoivent le projet comme un dispositif transférable sans adaptation, tandis qu'il consiste justement à identifier et négocier avec les éléments locaux susceptibles de faire échouer le projet. Dans ce cadre, il leur paraît inconcevable que quelques espèces engendrent un simple décalage de planning.

Alors, pour revenir sur le maire de XXXX, il faut le voir selon nos aspects. Pour lui, le projet était ficelé et prêt à commencer son premier coup de pioche. Et là, on lui dit, non, attention, il y a ce sujet-là qui passe. Lui ça lui remet en question tout son programme planning et aussi un autre programme légal, toutes ces promesses entre guillemets qu'il a fait à ses électeurs aussi (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

La seconde problématique se pose lorsque le chef du dispositif d'intéressement, le responsable de projet, refuse *a priori* certains acteurs. Son rôle est pourtant justement d'arriver à intéresser ces entités de manière à ce que le projet aboutisse. Une telle attitude s'apparente à un "refus de jeu" dans le théâtre d'improvisation. Ces blocages de la situation scénique, résultant du rejet d'une proposition par l'un des improvisateurs, sont sanctionnés par l'arbitre, car la scène doit être construite de façon collaborative. L'acteur est tenu de formuler des propositions afin de renégocier la situation de manière convaincante et appropriée, s'il souhaite faire évoluer la scène. L'urbaniste a au contraire la responsabilité de dépasser le blocage en étant force de proposition : des blocages d'apparence irrésolubles doivent pouvoir être dépassés à l'aide de stratégies appropriées.

Mais l'objectif, ce n'est pas de les faire changer d'avis, c'est de leur expliquer le projet et de trouver quelque chose qui fasse que leurs enjeux à eux puissent arriver à s'inscrire dans le projet d'une façon qui soit consensuelle. Donc c'est faire suffisamment d'efforts parce qu'il y a plein de petites choses qu'on peut faire qui ont un impact important pour la biodiversité. (...) On n'a pas lâché sur des choses qui sont vraiment importantes, mais on a compensé avec plein d'autres choses qui font qu'au final, ça a une valeur favorable pour les sujets biodiversité. L'objectif, c'est de trouver un consensus en essayant d'amener le projet à quelque chose qui soit plus optimal. » (Aménagement général-Directrice de projet urbain)

La biodiversité est susceptible d'occasionner plus de refus de jeu parce que sa traduction est ardue et parce que ses porte-parole l'impliquent dans de nombreux modes d'existence souvent difficiles à faire coexister. Il semble alors bien plus facile de l'exclure du collectif que de trouver les manières pour réussir son intéressement.

Non, non, en fait, là, on a la Direction Départementale des Territoires qui nous dit « ah, mais vous n'avez pas matérialisé cette continuité agricole et forestière sur votre mise en compatibilité du PLU qui va avec votre projet ». Il faudrait la matérialiser sur le plan guide aussi. Je fais plein de modifications et tout. Et puis, arrive l'ABF qui dit, sur cette route départementale, quand même, vous avez mis, et on avait déjà pas mal de végétation le long de la route, et on avait mis justement les bâtiments un peu plus en retrait pour qu'ils ne soient pas trop exposés au bruit. Elle me dit, mais non, c'est naze votre truc là. Il faudrait mieux mettre les bâtiments au bord de la route et les espaces verts à l'intérieur pour qu'ils soient plus au calme. Et comme ça, vous créez une vraie entrée de ville. Ça ressemble à un

boulevard où vous pourriez faire une contre-allée, par exemple, etc. C'est juste contradictoire. Moi, je ne sais pas faire, en fait. (...) Du coup toutes les positions sont normatives et toutes les positions ne prennent pas en compte correctement la réalité des choses et l'arbitrage qui doit se faire. » (Aménagement général-Directrice de projet urbain)

Les acteurs les plus sensibles à la biodiversité sont parfois ceux qui ont peur de la défendre par crainte que l'image qu'ils s'en font soit dénaturée au vu de la rudesse de l'épreuve à laquelle la soumettre.

Il y avait une personne qui était naturaliste passionnée, qui connaissait plein de choses, mais qui était aussi agente technique de gestion de la végétation ferroviaire et qui avait tendance à dire non, mais techniquement c'est pas faisable. Alors que justement au niveau de la direction tout le monde s'émulait en disant ce serait chouette on pourrait faire ça et lui du coup faisait un peu redescendre tout le monde alors qu'il voulait préserver la biodiversité. (Porte-parole environnement-Expert écologue)

Le refus de jeu peut aussi être issu d'acteurs qui agissent en tant que porte-parole de l'objet technique, mais pas du mode d'existence [TEC]. En confondant le moyen et la fin, ils n'osent pas rouvrir le dispositif d'intéressement précédemment établi parce qu'ils ne le maîtrisent pas tout à fait, plutôt que de prendre part au renouvellement de l'objet technique et à l'intégration des nouveaux enjeux de biodiversité. Les faux dilemmes, l'exclusion par avance d'entités présentes au nom de notre incapacité *a priori* à les gérer, et ce de manière permanente, sans avoir le souci de se dire : « Il faudra ensuite tenter de rouvrir le cahier des charges », revient aussi à du refus de jeu.

Dès que tu veux intervenir sur un ouvrage, tu as les spécialistes des ouvrages en art qui débarquent « Ah, mais il ne faut pas rajouter de poids ! » « Ah, mais là, vous voulez mettre un paravent, un truc comme sur le... » « Ah, mais il faut faire une étude de résistance, de machin, de truc ! » « Ah, mais vous n'allez pas faire des trous dans le truc, ça va faire l'eau, ça... ». À chaque fois, les mecs ont l'impression que tu vas leur bombarder l'ouvrage, quoi. Quand tu mets une petite clôture pour servir de guide avec un peu de lierre qui pousse dessus sous un ouvrage inférieur, pour les inspections, on ne va plus voir les pieds d'ouvrage. Tout est bon pour nous mettre un peu des bâtons dans les roues. (Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement)

9.1.5 Le réseau [RES]

Le réseau [RES] n'est pas uniquement le langage de l'enquête du sociologue des associations. Il s'agit du mode d'existence par lequel passent la gare et la biodiversité lorsqu'ils ne sont pas institués dans un autre mode, qu'ils sont déponctualisés, que les acteurs les dissèquent ou s'interrogent sur eux. Il peut aussi être employé par des acteurs qui souhaitent pointer des traductions inexactes ou qu'il éprouve une incapacité à instituer dans un autre mode d'existence. Certains interlocuteurs montrent ainsi leur malaise face à l'emploi d'indicateurs pour traduire la biodiversité dans un projet, lorsque ceux-ci paraissent réductionnistes

Enquêteur : Mais du coup, en quoi, pour toi, ces indicateurs, ils ne recouvrent pas forcément bien ce que tu associes à la biodiversité ?

Enquêté (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage conseil) : Parce que pour moi, c'est un truc beaucoup plus large, même difficilement quantifiable, mais c'est parce que moi je ne

maîtrise pas encore ce sujet-là. Et parce qu'on ne peut pas englober la biodiversité avec un arbre.

Le [RES] peut aussi être décelé au cœur de l'approche urbanistique. Certains de ces professionnels soulignent en effet la non-unicité du savoir. Puisque le social est avant tout constitué d'associations entre éléments hétérogènes, chaque acteur peut être amené à faire son propre assemblage, et ce dernier ne peut pas être évacué *a priori* au nom d'un patron type qu'il faudrait absolument respecter.

Quand tu étudies l'urbanisme, on t'apprend que la ville, la société, évoluent dans le temps, et que tu ne peux pas te baser sur un état à un moment donné. Et du coup, c'est vrai que c'est un truc qui m'a plu, et je pense que pour toutes les choses de la vie, on ne peut pas se cantonner à une chose, à une définition, à un point de vue, et je pense que c'est important de voir plus large, (...) de se dire qu'il y a forcément... Que quelqu'un peut penser la chose différemment, qu'il n'a pas forcément tort, puisque c'est son point de vue, etc. » (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

Cette vision s'applique à la gare, qui apparaît dès lors comme la réunion des perspectives des différents professionnels qui s'en emparent.

La vision que nous on a, c'est un mix. Je pense que c'est l'avantage d'avoir une équipe pluridisciplinaire. Donc ça peut être très expertise, technique, savoir-faire sur la question de la mobilité, technicité. Ça peut être une vision paysagère, parce qu'on a 10 paysagistes aussi dans l'équipe, donc une vision plus sensible qui intègre le beau, l'esthétique, l'utile, l'agréable et la vision du grand paysage. Et puis, urbanisme, ça va être plutôt de l'ordre de la planification, de la spatialisation, comment on redistribue les espaces privés, les espaces publics, les îlots, etc. Donc, c'est une vision croisée. » (Aménagement ferroviaire-Membre de la direction AREP)

Le réseau [RES] est aussi le mode d'existence d'un moment très spécifique propre aux dispositifs d'intéressements mis en œuvre au sein de la science [REF] ou de la Technique [TEC]. Le cahier des charges correspond à l'étape préliminaire à la mise en œuvre des dispositifs d'intéressement. Il s'agit pour le responsable de projet de tâtonner pour identifier les acteurs qui mériteront d'être inclus dans les futurs dispositifs proposés. Les acteurs ne sont pas encore tout à fait impliqués, leur identité n'a pas encore été fixée ni éprouvée, il ne s'agit pas encore de la technique [TEC]. Néanmoins, il ne s'agit pas du [RES] tout à fait non plus parce qu'il ne s'agit pas de remonter tout le réseau d'un acteur pour intégrer toutes ses composantes dans le cahier des charges. Il s'agit de trier, de choisir implicitement les acteurs intégrés par le collectif qui sera reconnu par l'objet technique, dans un croisement [RES°TEC].

Au sein de SNCF Gares & Connexions, un outil sous forme de tableau a été développé pour définir et structurer les fonctions et donc la programmation de la gare. Ce faisant, il esquisse *a priori* le collectif qui sera usager de la gare, en définissant et structurant en piliers les finalités que celle-ci doit assumer³.

Le pilier, on l'a défini comme étant contributif à la finalité, aux finalités, j'allais dire, à la finalité de la gare. C'est-à-dire, pourquoi on fait une gare? Pourquoi la SNCF fait des gares? Pour permettre l'arrêt du train et de pouvoir faire monter les gens dans le train. (Aménagement ferroviaire-Chargée de prospective et programmation)

3. Document interne confidentiel

Les piliers sont des traductions proposées par des porte-parole de la gare. Comme toute traduction, il oblige les acteurs à la fidélité tout en nécessitant d'éviter la paraphrase.

Alors [la gare] on l'a matérialisée, on ne l'a pas défini. C'est l'entreprise elle-même qui a fait en sorte qu'on fabrique des gares il y a un siècle et demi. Nous, ce que l'on fait, c'est qu'on formalise, on décrit ces choses-là plus finement. (Aménagement ferroviaire-Chargée de prospective et programmation).

Pour concevoir les piliers, des discours ou des panoptiques sur ce que doit être la gare sont donc logiquement intégrés. Des références telles que l'approche « City Booster » modèle développé par Patrick Ropert qui place les gares comme les centres nerveux des villes de demain (Ropert 2017), ont été intégrées et critiquées. Le pilier est aussi fondamentalement conçu comme une manière de fixer un collectif à un moment donné. Les acteurs qui définissent le pilier sont les mandataires institutionnels de la gare, ce sont eux qui ont la prérogative de pouvoir définir ce que doit et ce que ne doit pas être la gare. Le collectif ainsi défini n'est pas éternel. Le cahier des charges est réouvert chaque fois que le collectif est renégocié, que des acteurs font irruption et imposent d'être pris en compte.

La société, elle bouge, donc de temps en temps, il faut faire bouger aussi la structure de la gare et de savoir comment elle interprète justement les modifications sociétales, voire politiques. Ça prend en compte aussi les évolutions sociétales, même temporaires, comme le Covid, ou qui sont apparues par exemple sur l'intermodalité, l'arrivée des VTC il y a 7-8 ans, maintenant la politique vélo qui fait bouger aussi les cases. Et à nous de définir comment les gares doivent réagir et se réaménager ou en tout cas prévoir dans leur programmation de prendre en compte ces nouveaux modes, ces nouvelles habitudes, ces évolutions sociétales, économiques. (Aménagement ferroviaire-Chargée de prospective et programmation)

Le pilier intervient comme la réappropriation par SNCF Gares & Connexions du rôle de porte-parole de l'objet gare, autrefois très souvent partagé avec AREP.

Dans la vraie vie, en fait, tes maîtres d'ouvrage, tu vas essayer de réfléchir à ton besoin. Et tu vas définir ton besoin. Tu vas le cadrer. Tu vas l'analyser. Tu vas être un peu porteur de quelque chose. À SNCF Gares & Connexions, il y a beaucoup de maîtres d'ouvrage qui ne sont pas formés à l'urbanisme ou à l'aménagement du territoire. Ils sont des gestionnaires de projets. Et ils se reposent énormément sur AREP. Donc, si AREP propose quelque chose, bon, OK, ils s'alignent. (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage conseil)

Avant la proposition de piliers, la gare était alors structurée de manière thématique et non fonctionnelle, et la filiale de SNCF Gares & Connexions intervenait à la fois comme porte-parole du projet, donc de la [TEC], et de la gare elle-même. Ce cumul des rôles peut être gênant, dans la mesure où l'un consiste à s'assurer que tous les intéressements et les traductions nécessaires sont réalisés, tandis que l'autre défend l'intégrité de l'objet gare au cours de la traduction. Le pilier permet de donner l'identité minimale de la gare, la borne inférieure en dessous de laquelle la traduction deviendra trahison. Il intervient comme dispositif de pré-traduction stable qui facilitera le travail aux acteurs dans la suite de la mise en œuvre du projet. Cette fixation de l'identité est sans doute aussi une précaution face au regain de légitimité des acteurs publics dans le processus d'aménagement de la gare des nouveaux acteurs. Leur participation engendre de nouvelles traductions, et donc un risque de manquer ce qui est essentiel à la gare.

Pendant longtemps, il y avait des problèmes relationnels et de dialogue entre Gares et Connexions et ses partenaires financeurs, aujourd'hui, il y a une vraie volonté de se mettre en

recul et de dire, oui, on est sachant sur la gare, par contre, vous êtes les financeurs, vous êtes maire de votre ville, vous êtes président de la métropole, donc c'est vous qui savez mieux que nous, d'une certaine manière, ce qui est bon pour le territoire, ce qui est l'image du territoire.
(Am.fer.-Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

Or, la biodiversité n'a pas été intégrée comme pilier dans le tableau des finalités, ce qui crée mécaniquement une difficulté supplémentaire à son intégration. La mention de la biodiversité comme pilier aurait été un facteur décisif, rendant indissociables les deux composantes et élargissant le collectif. La charge de son intégration revient désormais à la maîtrise d'œuvre ou à la MOA, qui devront elles disposer d'outils de persuasion adaptés. Certains experts agissent comme porte-parole de facteurs environnementaux très spécifiques, telles les équipes VRD qui veillent toujours à la prise en charge correcte de la gestion de l'eau et du ruissellement ; pour la biodiversité, la stratégie EMC2B ne dispose pas d'un pouvoir de pénétration et d'une stabilité aussi grande. La responsabilité est très souvent transférée aux architectes ou aux paysagistes qui n'en sont pas par défaut porte-parole et vont donc être concernés de manière variable.

9.1.6 La fiction [FIC]

Les êtres de la fiction [FIC] ont été découverts par la sémiotique. Ils naissent lorsqu'ils engagent le lecteur du roman ou l'observateur de la peinture. Pour qu'ils existent, il faut qu'ils se manifestent toujours dans le social. Lorsque les épreuves tendent à faire disparaître les êtres de la reproduction [REP], celles-ci font au contraire durer les êtres de la fiction. De plus, l'œuvre engage et ne permet pas de faire d'elle tout ce que le récipiendaire souhaite : elle le tient tout autant qu'elle nécessite sa présence pour la faire vivre.

Le mode de la fiction [FIC] va résider majoritairement dans l'esthétisation de la biodiversité ou la gare. C'est un des modes d'existence accessible : il est permis aux non-spécialistes de parler des qualités esthétiques, la fiction [FIC] étant souvent reléguée aux « goûts et couleurs ». Or, si la TEC a le chef de projet et la REF a le scientifique, la FIC a aussi ses chefs des dispositifs d'intéressements qui sont responsables de la qualité des traductions mises en place. Plusieurs acteurs se disputent ce rôle, à savoir pour la gare l'ABF et le paysagiste. Les premiers veillent à la cohérence de l'identité de la gare en faisant référence majoritairement à son histoire et à l'histoire de la ville, déployant la notion de patrimoine. Du fait de la place accordée historiquement au végétal en ville, la biodiversité a tendance à être exclue des assemblages produits par les ABF : « *J'en veux un peu plus aux ABF, qui ont toujours peur que le végétal vienne concurrencer la perception de leur bâtiment (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)* ».

Le paysagiste est lui plus intégrateur, et se rend plus rarement coupable de refus de jeu en excluant par défaut certains types d'acteurs. Les paysagistes interrogés sont généralement particulièrement concernés par la capacité des paysages qu'ils proposent à pouvoir emprunter les modes d'existence variés auxquels tiennent les différents acteurs. Ils cherchent à créer des paysages certes esthétiques, mais aussi adaptés aux flux, aux contraintes budgétaires, aux enjeux écologiques, etc.

J'ai toujours dit que le paysage, c'est la maison des animaux, et c'est vrai. Mais en fait, le paysage, ce n'est pas juste un objet esthétique. Ce n'est certainement pas un objet esthétique, d'ailleurs. C'est aussi un objet esthétique, mais c'est d'abord un objet fonctionnel.
(Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

Pour ce faire, tout l'art du paysagiste consiste à proposer des dispositifs d'intéressement qui laissent presque les éléments hétérogènes se renégocier entre eux : l'empreinte du paysagiste doit être à peine

perceptible.

Moi, je dis toujours qu'un bon paysagiste, c'est un bon paysagiste qui s'efface. C'est-à-dire, en fait, qui poursuit une narration millénaire, presque, qui propose un nouvel espace, qui intègre de nouvelles fonctions, mais dans lequel la personne qui évolue, quand c'est, à mon sens, réussi, se retrouve, c'est-à-dire garde aussi des attaches et des reconnaissances. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

Comme pour le chef de projet, les paysagistes s'appuient sur des assemblages déjà réussis, en compulsant les revues de paysage qui présentent des projets à travers le monde. La standardisation n'est néanmoins pas envisageable. Le principe même du paysage est de recoller aux acteurs nouveaux qui sont présents localement ; les références paysagères servent donc davantage à stimuler l'imagination et la créativité nécessaire à l'invention constante de dispositifs d'intéressement à renouveler.

Tu vas dans une ville et à l'étranger, tu regardes. Tu vas sur Internet tout le temps. Partout où je passe franchement j'ai tout le temps Internet d'allumé. Je vais regarder une référence, c'est de la veille permanente. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

À l'instar de l'expérience pour le scientifique, le dispositif support de la quasi-totalité des intéressés est le dessin. Il lui permet de communiquer avec les autres acteurs du projet, de vérifier si le paysage ainsi proposé intègre ce dont ces derniers se font les porte-parole. Néanmoins, la totalité du paysage ne peut pas être couchée sur papier parce que l'œuvre est vivante. Les paysages sont conçus pour évoluer au rythme du temps et de la saisonnalité, mais cette évolution est cadrée et pensée en amont selon les objectifs, la sensibilité ou les théories paysagères comme celles de Gilles Clément, souvent cité (Clément et Lhuillier 2020).

Le dessin, c'est l'outil du paysagiste pour faire atterrir un programme et pour mettre tous les acteurs autour du sujet. Même l'écologue va regarder le dessin pour positionner des milieux ou pour trouver des connexions ou même un truc tout con, mais même si tu mets des nichoirs, pour positionner les nichoirs, il faut regarder le dessin. C'est mon médium principal. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

Enquêteur : De ce que j'ai compris, de toute façon, vous ne pensez jamais le paysage sans penser l'entretien qu'il y a avec ?

Enquêté (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste) Non, comme c'est quelque chose qui vit, qui évolue, on est obligé de... C'est pour ça que souvent, on fait des aménagements très frugaux, dans le centre, par exemple, il y a beaucoup de prairies, des espèces qui s'autogèrent un petit peu toutes seules, et il y a très peu d'entretien, parce qu'on sait que derrière, il est quasiment nul, l'entretien. Et aujourd'hui, on rentre beaucoup plus dans ce jardin un peu en mouvement, où on travaille beaucoup plus sur les palettes végétales, sur le côté de laisser un peu vivre naturellement moins contrôlé. Donc nous, je pense qu'on est un peu dans cette génération-là.

La biodiversité est intégrée dans la pratique du paysage des acteurs du ferroviaire au même titre que les autres composantes contextuelles.

[La biodiversité] est à la fois un élément de diagnostic qu'on regarde sans le hiérarchiser, c'est-à-dire que c'est un élément avec d'autres qui prend une échelle ou qui prend de l'importance

en fonction des sujets, en fonction des endroits. - Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

Le paysagiste ne peut pas être le porte-parole de la biodiversité, car il est déjà mandataire institutionnel de la FIC. Néanmoins, les paysages qu'il produit peuvent offrir des prises aux deux modes d'existence. La possibilité de proposer des paysages qui respectent autant la fiction [FIC] que la reproduction [REP] a aussi été au cœur de travaux des porte-parole en regard, c'est-à-dire des écologues du paysage (Sahraoui 2016). De manière générale, la distinction entre les modes d'existence est généralement reconnue « *C'est parce que c'est plus un paysage qu'une approche peut-être écologique.* (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage conseil) ». Néanmoins, certains paysagistes eux-mêmes procèdent à l'erreur de catégorie « *Alors, encore une fois, tu as vu, moi je fais un peu l'amalgame biodiversité et paysage, mais pour moi c'est un peu la même chose, parce que c'est complètement lié, tu vois.* » (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste) ou refusent de reconnaître le caractère construit du paysage, alors que l'apparition de ce dernier est largement dépendante de l'apparition des techniques de cadrage ou de représentations picturales (Cauquelin 2013 ; Descola 2012) : « *Tout le monde le conscientise, pas forcément. Mais tout le monde perçoit un paysage.* (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste) ».

L'esthétique joue un rôle très important pour les acteurs de la gare ; nombreux sont les acteurs gestionnaires qui motivent leur pratique de gestion par le goût d'une nature bien ordonnée. En l'absence de paysagiste et de chefs de dispositifs d'intéressement, les traductions habituelles sont opérées, tenues par des conceptions historiques qui ont fait de la nature en ville un indésirable si ce n'est un élément à contraindre. Les paysagistes du ferroviaire ont ici quelque chose à réinventer et à proposer, des visions à affirmer afin de pouvoir participer à la construction d'une nouvelle esthétique désirable. Les espaces de la gare où se développe de la végétation spontanée visible par le public ou les agents d'entretien seront lus par ces derniers. S'ils n'offrent aucune prise au moment du social et aux modes d'existence, ils seront victimes de mésusage (dépôt de déchets, etc.). Charge aux paysagistes de guider la lecture de ces nouveaux espaces afin d'éviter qu'ils ne deviennent des non-lieux, en ne limitant plus leurs approches aux espaces classiques de paysage, généralement les parvis. Leur discours doit s'adapter aux enjeux écologiques et au besoin de réintégrer le vivant non-humain trop longtemps exclu du collectif, et s'opposer aux conceptions esthétiques surannées. Si les ABF sont une nouvelle fois pointés du doigt dans la citation suivante, notons tout de même que ces réflexions traversent aujourd'hui les secteurs du patrimoine, comme en témoignent les colloques tenus en 2024 « La ville sous cloche ? Densification, Zero Artificialisation Nette et Patrimoines Culturels » organisé à Angers et « La nature du patrimoine Inventer une relation de connivence entre nature et culture » de l'Institut national du patrimoine (INP). Par ailleurs, aucun ABF n'a été contacté dans le cadre des entretiens.

Donc, le changement climatique devient une donnée d'entrée depuis plusieurs années. C'est une donnée scientifique, on fait avec, etc. Alors qu'au 19^e siècle, quand on concevait les parvis de gare, c'était l'esthétique, le patrimoine, le beau trait, la belle pièce minérale. Et aujourd'hui, par exemple, sur les gares, on a toujours, il faut savoir, des archives du patrimoine qui sont complètement opposées à la végétalisation des parvis de gare, qui considèrent que c'est une aberration, que c'est un péché que de planter des arbres devant la gare de l'Est notamment. Ils étaient complètement opposés à ce qu'on plante des arbres. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

Les paysagistes de SNCF Réseau ont ainsi déjà proposé des projets de passerelle ou de quai centraux végétalisés par exemple, plutôt dans un objectif de réintégration que de prise en charge d'une végétation plus spontanée. Mais les prémices d'une esthétique de la nature ferroviaire sont présentes chez ces acteurs.

C'est-à-dire que j'adore regarder les rails, regarder les... Les talus, quand on passe dans un technicentre, regardez ce mélange entre le métal, les strates herbacées, les plantes colonisatrices, les bouleaux. J'adore ces images. J'aime bien le côté nature sauvage avec des gros marqueurs humains. Tu vois, j'aime bien le côté paysage industriel, où tu as deux marqueurs très forts, tu as une grosse, grosse mainmise de l'humain, tu vois, parce que des rails ou des caténaires, c'est quand même pas le geste le plus doux qui existe, quoi. Mais j'aime bien le côté, une biodiversité, une vraie, vraie biodiversité, pour le coup, peu gênée. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

Les porte-parole de la biodiversité eux-mêmes ont identifié l'intérêt stratégique de ce mode d'existence dans l'amélioration de la prise en charge de la biodiversité au sein du quartier de gare. La LPO propose de s'appuyer sur la dimension paysagère pour donner des prises à la biodiversité de ces espaces

Par exemple, dans les zones peu urbanisées, il faut mettre en avant les paysages et la biodiversité observables depuis la gare, sous forme de lecture du paysage, pour aider à la compréhension du milieu naturel, afin d'en limiter l'urbanisation non cohérente. Dans les zones urbanisées, il serait préférable de remettre à l'honneur les vestiges du paysage encore visibles ou recréer des portions de paysages disparus. Par exemple on pourrait revaloriser la rivière de l'Orge qui passe en gare de Viry-Châtillon ou la Seine que l'on voit de la gare de Villeneuve-Saint-Georges. (LPO Île-de-France 2014).

9.1.7 L'attachement [ATT]

L'attachement [ATT] est le mode d'existence à l'issue duquel surviennent les êtres de l'intérêt passionné, et des passions intéressées. Il repose sur la valorisation afin de franchir le hiatus contenu dans l'incommensurabilité qui existe entre toutes choses. Les conditions de félicité et d'infélicité recouvrent l'identification de ce dont on veut profiter, jouir, et ce dont on peut se dispenser. Les passions tiennent et sont tenues en retour : le soin à apporter aux choses que l'on valorise forme justement le moment au cours duquel l'évaluation se joue, où la force d'attraction des liens entre celui qui apprécie et ce qui est apprécié est éprouvée. L'attachement permet aux acteurs de devenir des porte-parole. Il crée une obligation envers le porte-parole, qui discerne ce qui est juste et ce qui est raté, car il connaît la valeur cardinale à respecter. Réciproquement le porte-parole est forcé de s'exprimer correctement et de veiller à la qualité des traductions dans lesquelles son objet d'intérêt va être engagé.

La gare agit comme un être générateur d'attachement [ATT] pour ceux qui la construisent et pour les usagers, d'autant plus quand l'unicité du bâtiment permet de déponctualiser « une gare » parmi « les gares », d'où le regret de certains usagers et professionnels vis-à-vis de l'uniformisation de leurs architectures.

Et pour moi, la gare, ça a toujours été le lieu de rencontre, le lieu où on s'arrête ou quand on a cinq minutes, on va, on s'achète un petit haut, un petit t-shirt, on va à la Fnac, on lit un peu le bouquin, on lit la dernière couverture d'un bouquin. Et quand on reprend le regard, je suis en retard, je prends mon train, je passe par le Starbucks, je prends mon petit machin. Et donc, tu vois, pour moi, le quartier. Et puis là, tu croises un collègue. Et puis tu vois des

gens s'embrasser, puis en même temps tu regardes, il y a une peinture, parce qu'on met de l'art dans nos gars aussi, tu vois. (Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare)

L'enjeu de la construction d'un espace public réside dans la capacité de chacun à se l'approprier et à créer une familiarité « *À partir du moment où un élu s'approprie un projet qu'on a gagné. Surtout un projet SNCF, c'est que derrière nous, on a gagné. (Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare)* ». Le chef de gare était historiquement un acteur attaché à sa gare, à la fois géographiquement puisqu'il habitait généralement dans un bâtiment qui la jouxtait, et figurativement puisqu'il était responsable de son état, de son fonctionnement, et qu'il était particulièrement sensible à la tenue de « sa » gare. Aujourd'hui, ce lien fort est perdu puisque les agents ne sont plus forcément affectés à une seule gare. « *Il y a un certain nombre d'agents, ils se foutaient totalement du lieu dans lequel ils passaient X heures par jour. Et puis comme le lendemain, ils seraient dans une autre gare (Relations institutionnelles-Membre de la direction Transilien)* ». On peut supposer que ces acteurs auraient permis une meilleure acceptation de la végétation spontanée, puisque leur simple présence témoigne de l'attention portée à ces ouvrages. Aujourd'hui les expérimentations sont mises en œuvre par Transilien puisque les exploitants sont ceux qui « *vivent dans la gare* » (*Environnement au sein de l'aménagement-Correspondant locale environnement*). D'autres initiatives favorables à la biodiversité sont menées par des cheminots qui habitent à proximité des gares et qui se portent généralement garants du bon entretien de ces espaces ou de la communication aux usagers. Réciproquement, il a été noté que la végétalisation des gares avait des effets bénéfiques sur l'engagement des salariés et réduisait le taux d'absentéisme (Relations institutionnelles-Membre de la direction Transilien).

En revanche, les aménagements et infrastructures ferroviaires ont souvent pour conséquences de rompre des attachements qui avaient été tissés entre le public et les entités qui composent la biodiversité, ou d'en empêcher d'autres.

Je me souviens, j'ai fait une étude sur l'extension du tram 1, côté Montreuil, etc. Là, pour le coup, le tram avait déposé 300 arbres. Donc forcément, les habitants se sont constitués en association et là, eux, ils étaient bien remontés. Mais il y avait de quoi pour eux, c'est un gros sujet. (Aménagement ferroviaire-Chargé d'Etudes urbaines)

[Avec le Covid] les gens ont pris l'habitude d'être au calme, d'entendre aussi, parce qu'on parle de biodiversité, d'entendre à nouveau les oiseaux ou la vie animale. Et quand les trains ont repris, en fait, les gens ne supportent plus du tout les nuisances sonores. (Relations Institutionnelles-Traitement des réclamations)

L'attachement est un mode d'existence essentiel pour proposer des assemblages durables impliquant la gare et la biodiversité. La SNCF axe ainsi d'une part sa stratégie sur la mise à jour et l'évaluation des liens réciproques qu'elle entretient avec son environnement. La notion de services écosystémiques permet par exemple d'identifier ce que l'entité doit à la nature. Un travail avec le cabinet de conseil UTOPIES a permis de mettre à jour les dépendances et les impacts sur la biodiversité par SA et par étapes de la chaîne de valeur⁴. Les chefs des dispositifs d'intéressement de l'attachement [ATT] sont ici les professionnels de la Responsabilité Sociale et environnementale des Entreprises (RSE). Ils procèdent ainsi au *reporting*, c'est-à-dire un artisanat de l'évaluation de l'attachement entre le groupe et la biodiversité. Ce *reporting* est une obligation légale, mais il est aussi mobilisé dans les stratégies de communication et fait de la biodiversité un élément marketing. Il s'agit alors de donner une image de marque au groupe pour développer des attachements des usagers envers la SNCF.

4. Pour cela, les outils ENCORE (Exploring Natural Capital Opportunities, Risks and Exposure) [UNEP-WCMC, Global Canopy, et UNEP Finance Initiative 2024] et le Global Biodiversity Score ont été utilisés.

C'est à la fois favoriser l'image de l'entreprise, mais ce n'est pas la première volonté. C'est de pouvoir... Vu qu'on est quand même le deuxième propriétaire foncier en France, on n'a pas le choix que de... que travailler à améliorer la politique environnementale du groupe au travers de chaque activité et de pouvoir réduire notre empreinte. Donc là, c'est une question qu'on n'a pas trop le choix. On n'est pas obligé, mais on n'a pas le choix. (Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement)

C'est aussi dans cette optique que naissent certaines labellisations et certifications comme le BREEAM. Ces labels sont faits pour « *emmener la masse* » (*Envir./Am. - Expertise écologique*), pour « *faire de la communication* » (*Aménagement ferroviaire-Gestionnaire du risque*) dans la mesure où les préconisations de l'écologue n'ont pas besoin d'être toutes suivies ni même prises en considération, et qu'il suffit d'un critère de qualification autodéclaratif sur la base d'une compétence et expérience pour décerner les points relatifs à la biodiversité. D'autres labels sont eux orientés vers une obligation de moyen, comme Biodiversity, et s'assurent donc que les tentatives de traduction de la biodiversité ont été menées par les chefs des dispositifs d'intéressements Technique [TEC] à chaque étape du projet. D'autres encore ont une obligation de résultat envers la reproduction [REP] comme le « Refuge LPO », car les acteurs sont porte-parole des entités et non du mode d'existence.

Dans le cœur du projet, l'attachement doit être traduit. L'évaluation monétaire des services écosystémiques permet d'employer un langage partagé par les autres composantes au sein de l'arbitrage, mais ce type de traduction implique la substituabilité du capital naturel, donc est une nouvelle négation de la [REP] - sans parler de la complexité de la traduction en elle-même. Pour ces raisons, certains acteurs évitent ces traductions pécuniaires.

Et moi, souvent, je passe pour une grosse lourdingue en GT Biodiv quand je dis qu'il faut donner une valeur économique à la biodiversité. C'est parce que malheureusement, si on veut donner de l'importance à ces sujets, il faut en passer par là. (Aménagement ferroviaire-Gestionnaire du risque)

L'évaluation monétaire, la différence d'échelle est difficile à suivre et les gains par exemple c'est typique « c'est de dire la prairie ça file trop l'eau pour une nappe ». Quand j'entends ça, j'ai du mal parce que ça va dépendre vachement du contexte. Déjà géologique, déjà premier truc. Est-ce que la nappe est alimentée en direct ou à 20 km ? On ne sait pas. Et les situations sont tellement diverses, les modes de gestion tellement divers et tout ça que j'ai du mal avec le terme. (Entretien, Travaux et Maintenance-Expert travaux, voies et abords)

Après, moi, je n'arrive pas à savoir comment on peut mettre dans la balance un indicateur de référence aujourd'hui, qui est l'euro, qui parle à tout le monde, et comment on fait basculer cette manière de piloter avec un indicateur autre. (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage conseil)

La délégation à un acteur économique immanent du processus d'évaluation consiste à croire que ce dernier peut identifier un optimum préexistant, et donc refuser d'assurer soi-même la passe de l'attachement [ATT]. Dans le cadre du compte à rebours mobilisé par SNCF Immobilier, la valeur du foncier est ainsi définie à partir d'attachements futurs dont l'évaluation est confiée au marché. La gare agissant comme un pôle d'attractivité, l'augmentation du prix du foncier qu'elle entraîne joue en défaveur de la biodiversité.

Tout a un coût. C'est un projet. C'est un système de valorisation comme un autre. Soit nous

on le fait, soit il est porté par un opérateur. Et donc l'opérateur il va venir, il va nous dire, mais je vais vous acheter votre terrain. (...) Le marché fixe un prix de vente au mètre carré. (...) Je vais acheter votre terrain parce que j'ai une expérimentation sur des plantations. Voilà ce que fait par exemple le MNHN, il cherche des lieux. Donc quelle valeur on va donner nous? Parce que la valeur, elle est toujours liée à l'usage. Qu'est-ce que je peux faire de ce terrain-là? Si je peux construire des logements que je vais vendre, ce n'est pas la même valeur que si je vais faire une école. Ce n'est pas la même valeur si je vais faire un jardin. Voilà. Donc, c'est l'usage final qui définit la valeur d'un terrain. (...) L'idée, c'est de rendre le sujet [de la biodiversité] vendable parce que sinon, on ne va jamais s'en sortir (Aménagement ferroviaire-Chargée de Valorisation projets immobiliers).

Le second axe stratégique de la SNCF qui s'appuie sur l'attachement [ATT] se décline en sensibilisation et pédagogie. Il s'agit de faire émerger le vivant non-humain dans le collectif, à permettre sa reconnaissance par les différents acteurs. Le train « Nature et patrimoine » sur la ligne N (Huriez 2016) met ainsi en scène les forêts franciliennes. La représentation des hirondelles rustiques sur la fresque de la gare de Villeneuve-Saint-Georges Triage participe aussi au rappel de la présence de ces individus pour les usagers et les professionnels. Les discours, les fresques de la biodiversité, les panneaux indicatifs de la faune et flore en gare et les hôtels à insectes permettent de rendre visibles des êtres qui pouvaient demeurer cachés sous l'épaisse dénomination de « nature ». Qu'ils s'appuient éventuellement sur la [REF] pour faire de la pédagogie scientifique ou non, la simple démonstration de l'existence agit comme premier dispositif d'évaluation.

Je sais que la méthode de montrer, d'émerveiller, c'est un truc qui a toujours été fait. Je pense qu'il y a un peu ces limites des fois, tu vois. Mais voilà, c'est juste pour éviter l'indifférence. (Porte-parole environnement-Expert écologue)

Enfin, on va avoir des agents où c'est moins direct. Là, ça serait plutôt, voilà, les rendre sensibles, qu'ils aient conscience des enjeux pour l'entreprise, pour le monde, pour eux, dans leur pratique. (Environnement au sein de l'aménagement-Expertise thématiques environnementales)

Quand on sait qu'il y a des papillons qui ont besoin d'une plante en particulier pour voir le jour, sinon ils ne voient jamais le jour. Il y a 60 espèces de papillons qui vivent sur l'ortie, 6 qui ne vivent que sur l'ortie. Et le simple fait de savoir ça, j'ai des collectivités qui maintenant laissent de l'ortie, alors qu'avant, elles les retiraient. (Porte-parole environnement-Expert écologue)

9.1.8 La morale [MOR]

La morale [MOR] est le mode d'existence des êtres porteurs de scrupules. La morale n'est pas un moralisme, c'est-à-dire l'affichage de principes éthiques survolant la réalité ou le jugement de situation qui nous resteraient extérieurs. Il s'agit au contraire d'une reprise perpétuelle d'une inquiétude : « Avons-nous bien fait? Avons-nous eu raison? ». Elle offre une passe particulière, puisqu'elle se donne les moyens d'aller investiguer, de recommencer à confronter ce sur quoi elle doute. Le hiatus, la microdiscontinuité que celle-ci permet de franchir, c'est de tenter d'optimiser, de tout combiner au mieux alors que tout est incommensurable. « Il faut parvenir à l'optimum alors qu'il n'y a aucun moyen d'optimiser cet optimum par aucun calcul que ce soit, puisque, par définition, les êtres dont on doit mesurer les rapports de fin et

de moyen n'ont et de doivent avoir aucune mesure commune » (Latour 2012). Le principe de précaution représente la suspension morale [MOR] par excellence puisqu'il fige l'action pour cause de scrupule.

Tout porte-parole qui se respecte se doit d'être aussi assailli par une certaine inquiétude concernant la fidélité des traductions qu'il propose. Il s'agit par exemple de l'angoisse qui touche le paysagiste.

Moi, je suis toujours un peu angoissé. Est-ce que ça va marcher ? Qu'est-ce que ça va devenir ?
(...) C'est quand même hyper important parce qu'on aménage vraiment des espaces où les gens vont être présents, que les gens vont vraiment utiliser au quotidien. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

Ce scrupule est encore exacerbé pour les acteurs qui agissent à la fois comme porte-parole de la biodiversité et du ferroviaire, devant veiller au respect de ces deux éléments parfois contradictoires.

Alors, si on héberge évidemment une espèce rare et qu'il n'y en a vraiment pas beaucoup et que, va savoir pourquoi, elle soit plus présente chez nous que dans la nature. Bon, évidemment, il faut la protéger, ce n'est pas le sujet. Mais imaginons une espèce protégée là, je pense particulièrement à de la flore, qui déborde un peu chez nous, (...) et qu'il y en a plein, plein, plein juste à côté de la zone naturelle. Est-ce que c'est grave si on l'atteint un peu pour l'espèce, pour sa pérennité et tout ? Je dis, on ne fera pas exprès, évidemment, mais je veux dire, imaginons, je ne sais pas, qu'on va intervenir. Est-ce que c'est très impactant, très grave ? (Environnement au sein de l'aménagement-Expertise thématiques environnementales – SNCF)

Le sujet principal de la passe morale [MOR] croisant ferroviaire et biodiversité reste la gestion du risque, qui paradoxalement consiste à mettre à distance le scrupule. Les risques introduits par la faune et la flore sont nombreux et bien documentés. La végétation peut devenir un obstacle sur les voies ou gêner la progression des agents de maintenance en réduisant la piste pédestre, provoquer une rupture du feeder, c'est-à-dire de l'alimentation électrique, masquer la signalétique. Les feuilles humides augmentent les probabilités de déraillement en cas d'intempéries et peuvent être à l'origine d'inondations lorsqu'elles obstruent le fossé. Les blaireaux (*Meles meles*), le rat gris (*Rattus norvegicus*), le Lapin de garenne (*Oryctolagus cuniculus*), le rat musqué (*Ondatra zibethicus*), le ragondin (*Myocastor coypus*) ou le renard roux (*Vulpes vulpes*) sont à l'origine de la fragilisation des talus du fait des galeries qu'ils creusent. L'accident de Denguin en 2014 avait été provoqué par un rat qui avait rongé les câbles dans un poste électrique (Corsand 2014), et les tiques sont des risques sanitaires pour les agents d'entretien. Les documents qui fixent les risques proposent des pré-traductions qui ne seront quasiment jamais renégociées par les acteurs, comme les standards de sécurité qui décrivent les opérations pour les travaux d'entretien des voies ou le Guide MT 40032 qui décrit le suivi des arbres à risque (document interne non officiel transmis par l'acteur Entretien, Travaux et Maintenance-Expert travaux, voies et abords).

Il ne s'agit donc pas d'un refus de jeu, mais de non-humains extrêmement stables qui forment un réseau homogène. Le caractère standardisé de la gestion du risque permet d'éviter à l'acteur de prendre lui-même la responsabilité de la traduction qu'il propose. Il ne sera dès lors pas soumis au scrupule de savoir s'il a correctement évalué telles ou telles formes de végétation.

J'ai un projet qui sort, je lui donne une note. J'ai un tableau un peu usine à gaz dans lequel j'ai sept matrices de risques. Et en fait, il y a une pondération qui s'applique automatiquement en fonction des risques majeurs. Et le risque majeur, c'est la sécurité des personnes. C'est tous les risques qui vont être en lien avec la sécurité des personnes. Donc là, je vais

appliquer la pondération maximale. Enfin, ce n'est pas moi, c'est mon outil qui va le faire automatiquement. (Aménagement ferroviaire-Gestionnaire du risque)

Ces non-humains sont particulièrement prégnants et englobent la quasi-totalité du social lors de l'aménagement et la gestion des gares. La simple absence de leur mention indique l'autorisation d'une négociation locale, car l'enjeu de sécurité devance systématiquement les autres. Tout ce qui n'est pas interdit est presque autorisé.

C'est SNCF Réseau qui édicte des référentiels sur qu'est-ce que c'est qu'un quai, quelle est la distance qu'on doit laisser pour les circulations des trains. En fait, j'étais à une animation métier ce matin qui était sur les quais, justement, et sur les matériaux à mettre en œuvre pour faire des travaux pour allonger ou rehausser les quais. En fait, globalement, quand tu fais des travaux sur les quais, c'est là-dessus que tu vas jouer. Il y a une personne qui a demandé si on ne pouvait pas mettre des revêtements non perméables. Et ils ont dit que ça avait été fait en gare de Dreux, mais que ça avait coûté plus cher (...). Il a juste répondu sur le prix, donc ça m'intéressait. Je me suis dit, tiens, OK. Ce qui se passe, c'est que comme il y a beaucoup de référentiels et qu'il y a la gestion en permanence d'un public en gare qui est quand même à côté d'équipements dangereux, caténaires, voies, trains et tout. Il y a aussi un management qui se fait beaucoup par, c'est très bien, c'est la sécurité, mais il y a aussi une balance à avoir entre la peur et l'initiative. Et donc c'est un petit peu ça qui est parfois compliqué en maîtrise d'ouvrage. (Am.fer.-Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

L'usage d'entretiens comme compte rendu est ici limité : les enquêtes donnent du risque, dans la majorité, une figure d'évidence. Ils ne peuvent par ailleurs pas faire autrement puisque l'évaluation concrète du risque nécessite l'occurrence de la situation non désirable, qui est systématiquement rendue impossible.

Après, je n'ai pas en tête d'exemple de voies qui s'étaient affaissées à cause d'un blaireau, parce que ça a été pris en amont. Ça n'a pas été pris suffisamment à temps. Parce que le but, c'est de ne pas arriver à la situation où le train passe et que les rails, il y a du vide en dessous. Parce que là, clairement, après, le risque est trop important pour les usagers et les circulations. (Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement)

Le risque est ainsi présenté comme une donnée inflexible et non négociable, tandis que ce dernier semble résulter d'un mécanisme très bien outillé, construit dans des centres qui disposent de leurs temporalités et de leurs réseaux propres.

Pour la sécurité ferroviaire, à l'époque, on avait des plans de veille informatisés avec un système de bibliothèque à l'intérieur desquels il y a tous les points qu'on appelait des points clés. Donc, tous les points clés, il faut les avoir veillés au moins une fois tous les trois ans avec chacun des acteurs. Là, ça permet de faire sa cartographie des risques. Après, il y a aussi l'analyse de tous les retours d'expérience. Et ça aussi, on a des outils de capitalisation. C'est-à-dire que je peux avoir un collègue à Toulouse ou à Limoges et je peux avoir accès à ces retours d'expérience parce qu'on a des bases de données uniques en sécurité ferroviaire. Après, ce système-là, je l'ai utilisé en sécurité environnementale aussi. Et puis après, on applique aussi d'autres méthodes de résolution de problèmes, où on anticipe aussi, ça c'est aussi le travail du *risk manager*, avec notamment la méthode nœud papillon, où vraiment on va mettre l'événement redouté au centre, Et on va essayer d'anticiper chaque cause et d'installer des barrières à chaque fois, le maximum de barrières possibles. Et puis après,

d'analyser chaque conséquence derrière. Donc ça, c'est un travail d'analyse qui peut se faire sur tous les domaines, tous les sujets d'expertise. (Aménagement ferroviaire-Gestionnaire du risque)

Le mécanisme interne d'évaluation et de réévaluation des risques a été placé à regret hors du champ de cette recherche pour cause de temps, bien que la littérature spécifique existe (Castagnino 2017) et eut pu permettre de remonter les réseaux des centres d'expertises producteurs de risques. La sophistication de la construction du risque est par ailleurs observable à travers la posture de porte-parole de la sécurité qu'adoptent certains cheminots. Ceux-ci peuvent imposer leurs visions du risque face à des acteurs qui sont prêts à le renégocier, car leur conception prend appui sur un schéma de production stable qui confère à la conception de la sécurité portée par les acteurs une certaine maturité.

Enquêté (Relations Institutionnelles-Communication et réclamation) J'ai quand même eu, moi, quand je suis allé voir les riverains pour leur expliquer qu'on devra passer une deuxième fois pour couper cet arbre-là qui constitue un danger pour les balançoires, des enfants et tout ça, il y a des familles qui m'ont dit « on vous signe un recours ». Comme quand on vous décharge de toute responsabilité en cas de dégâts de la chute de l'arbre. C'est l'une des rares fois où j'ai dit, on arrête les conneries. C'est-à-dire que les décharges de responsabilité et tout ça, ça n'existe pas en fait. Si l'arbre tombe sur votre petit-fils, madame, nous serons responsables et votre recours, il aura le mérite d'exister, mais il ne vous rendra pas votre petit-fils et la responsabilité sera toujours la même. Donc, on abat.

Enquêteur : Vous pensez que c'est parce que c'est la conception du risque chez les particuliers qui n'est pas...

Enquêté : Elle n'est pas mûre. Pas du tout. Pas du tout.

Enquêteur : C'est une autre conception du risque ?

Enquêté : Je ne vois pas une conception du risque qui engage la santé de vos enfants ou de vos petits-enfants. Je ne vois pas quelle conception c'est en fait. En tout cas, ayant des enfants et tout ça, je n'arrive pas à la concevoir. C'est au-delà de mon entendement. Donc, il y a ce principe-là.

Dans ce contexte, la seule manière dont il semble possible de renégocier le rapport au risque semble être la mobilisation d'exemples issus d'autres pays ou le changement de pratiques initiées par les centres d'expertises du risque eux-mêmes. Par exemple, l'Union Internationale des Chemins de Fer, qui partage avec la SNCF le souci sécuritaire, insiste sur la nécessité de remettre à l'épreuve les dispositifs d'évaluation existants au vu des enjeux de biodiversité : « Une bonne pratique consiste à évaluer les risques environnementaux que l'exploitation et l'entretien du chemin de fer font peser sur les ressources en eau et la biodiversité qui leur est associée. Cette évaluation des risques doit proposer des stratégies alternatives qui évitent ou minimisent les risques environnementaux. » (UIC Sustainability et al. 2023). La *Österreichische Bundesbahnen* (Autriche) propose d'affiner les stratégies de gestion en fonction du risque présenté localement par la forme du talus (Figure 9.1). Cette gestion précise peut en partie contrevenir au mot d'ordre que constitue le principe de « gestion industrielle » de SNCF Réseau, mais ce type de déclinaison laisse entrevoir de nouveaux espaces de négociations quant aux manières d'associer ferroviaire et biodiversité. Concernant la faune, les services ferroviaires écossais proposent des pratiques qui conservent les gîtes déjà existant au sein des talus stables, accompagnées parfois du dressage de blaireaux à l'aide de cacahuètes et de fruits afin que ce dernier emprunte des itinéraires sûrs pour se rendre sur ses sites

de fourrage et en revenir sans danger. Les travaux de maintenance de la voie doivent s’accompagner du minimum de dérangement pour les animaux, avec translocation en dernier recours en adaptant les galeries qu’ils ont creusées. La destruction ne semble quasiment jamais envisagée. Le principe qui guide cette pratique consiste à « protéger les blaireaux de la voie ferrée *et réciproquement* » (je souligne), et s’inscrit dans une « approche réfléchie (...) en matière de protection des abords des lignes et de soutien à la faune et aux habitats sur et autour de nos infrastructures » (Network Rail Media Centre 2023).

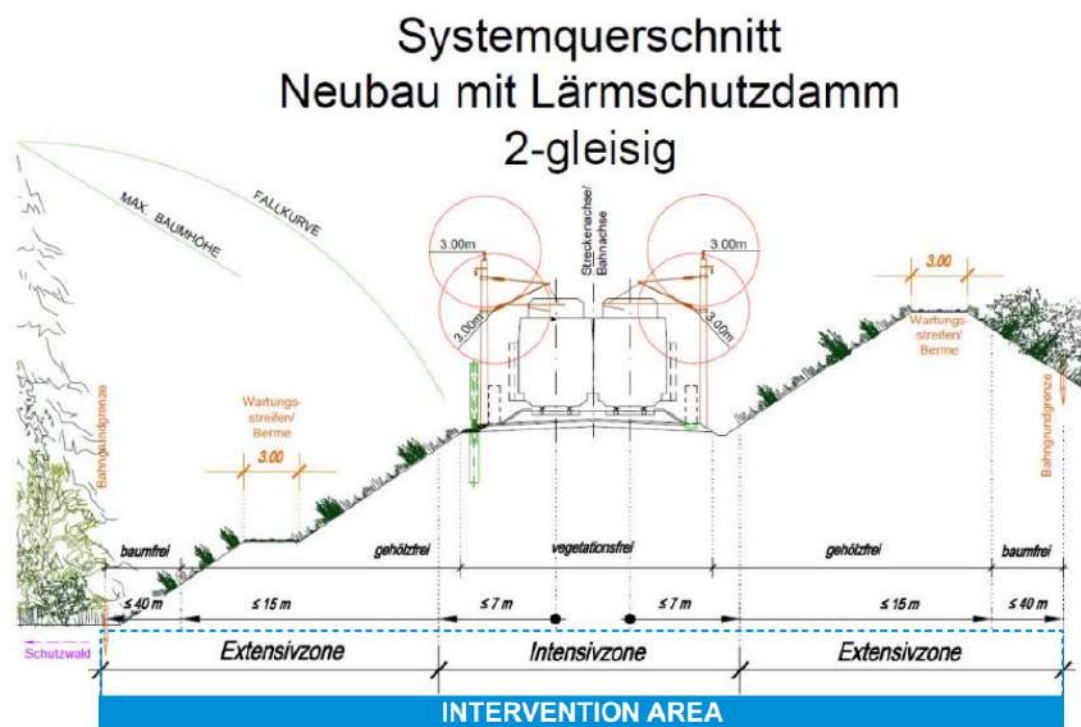


Figure 37: ÖBB-Railway track lateral cut – new built double tracked line, with noise protection embankment

ÖBB Terminology	English Translation
Systemquerschnitt Bestand 2-gleisig	Railway Corridor System Cross-Section; Double Tracked
Fallkurve	Fall Curve of Trees
Max. Baumhöhe	Max. Height of Trees
Schutzwald	Protective Forest
Wartungsstreifen/Berme	Maintenance Berm
Bahngrundgrenze	Borderline of Railway Estate
Baumfrei oder Bahnniederwald	Trees or Coppice Allowed
Gehötzfrei	No Trees or Coppice
Vegationsfrei	No Vegetaton
≤40m zu erwartende Baumhöhe	Expected Height of Trees Below 40m
Streckenachse/Bahnachse	Route Axis/Railway Axis
Systemquerschnitt Neubau mit Lärmschzdam 2-gleisig	System Cross-Section: New Construction With Noise Barrier, Double Tracked

FIGURE 9.1 – Coupe transversale présentant les stratégies de gestion de la végétation selon la morphologie des talus et des boisements alentour, tiré de (UIC Sustainability et al. 2023)

9.1.9 Le droit [DRO]

Le droit [DRO] est facilement discernable, car il dispose d'institutions qui en prennent aujourd'hui grand soin. La passe consiste simplement à rattacher un énoncé à un autre, mobilisant tout le système qui les consigne par la citation. Comme si la [REF] faisait appel aux articles scientifiques pour leurs formes et non leurs contenus. Le [DRO] couvre le hiatus qui sépare deux faits discontinus par le moyen de droit, c'est-à-dire un argument permettant de fonder prétention et défense. L'institutionnalisation du droit accorde aux seuls juristes et spécialistes du légal le rôle de chef du dispositif d'intéressement. Dès lors, toute organisation qui cherche à rester maître de sa capacité d'action et de négociation va systématiquement chercher à minimiser l'engagement des êtres dont elle à la charge dans le mode d'existence du droit [DRO]. Les acteurs tentent de suivre le plus possible les consignes des textes opposables juridiquement, afin d'éviter de se voir confisquer leur agentivité. La condamnation de l'infrapôle des Pays de la Loire, qui statue uniquement à partir du droit et non des autres contraintes mises en avant par la SNCF concernant sa gestion, constitue un moment douloureux pour les agents qui ne deviennent quasiment que des spectateurs et ne peuvent défendre ce à quoi ils tiennent.

La biodiversité et la gare passent ensemble par le droit [DRO] au sein des documents réglementaires qui accompagnent les projets, tels que la notice de respect de l'environnement du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) par exemple. Cette dernière prend appui sur les autres documents juridiques à travers le moyen de droit, et propose des traductions qui permettent d'accéder plus ou moins à la reproduction [REP] des espèces et des individus. « *Dans le cas où des arbres devront être coupés sur le parking, SNCF sera obligée de replanter. Les aires de stationnement non couvertes doivent être plantées à raison d'une unité de plantation pour une place de stationnement ; les espèces végétales seront préférentiellement choisies parmi la flore indigène du bassin parisien selon la liste de recommandation de NATUREPARIF.* » (Extrait Notice de Respect de l'Environnement du DCE pour la gare de la Verrière).

Faire de la biodiversité un objet de droit est aussi difficile à négocier qu'efficace dans la production d'injonctions durables - s'il existe un système judiciaire assez développé pour le faire respecter. Néanmoins, dans la mesure où le droit de l'environnement agit souvent comme borne inférieure plutôt que fer de lance, tout ce qui n'est pas intégré par le droit finit par être exclu *a priori* du collectif. Le concept d'espèce protégée permet ainsi de veiller à la conservation de certaines populations, mais rend la biodiversité ordinaire bien moins importante aux yeux de la plupart des maîtrises d'ouvrages.

L'obligation réglementaire, donc nous, en tant que grand maître d'ouvrage, on ne se pose même plus de questions vis-à-vis de ça. On n'a même pas besoin de l'encadrer avec des conventions. Parce qu'en fait, l'État a pris l'initiative de l'imposer réglementairement. Donc à partir de ce moment-là, c'est soit tu respectes, et dans ces cas-là, peu importe la conviction que tu en as, de toute façon, tu es obligé de le respecter. Pour certains, ça va être une contrainte, et pour d'autres, au contraire, ça va être une libération de se dire, au moins, ils ont encadré comme ça. (Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare)

Dans l'application de la loi, c'est vraiment la dérogation espèce protégée qui est utilisée et qui fait que finalement, on ne s'intéresse qu'aux espèces protégées. Les services instructeurs qui instruisent les dossiers ne poussent pas pour qu'il y ait une prise en compte de cette biodiversité ordinaire. Les services instructeurs ne le demandent pas et donc les maîtres d'ouvrage font le minimum. (Environnement au sein de l'aménagement-Directrice d'agence)

Devancer les réglementations est ainsi un élément crucial dans les stratégies, comme le souligne le rapport MNHN-SNCF « Sur le long terme, il est important que SNCF prenne les devants sur la régle-

mentation future (compensation écologique, paiements pour services environnementaux...) qui sera plus contraignante. » (MNHN, SNCF Gares & Connexions, et SNCF Transilien 2012)

9.1.10 La préposition [PRE]

C'est avec la préposition [PRE] que l'on retrouve la notion d'agentivité présente au sein du terme acteur-réseau. Ce mode d'existence désigne la capacité à orienter le tracé du réseau vers une région et un mode d'existence particulier. Il permet de franchir et d'indiquer le hiatus qui existe avant qu'un mode d'existence soit clairement identifié. La préposition [PRE] est le carrefour d'origine duquel vont partir tous les autres modes. Mal la saisir, c'est commettre une erreur de catégorie. Le potentiel évocateur du vocabulaire est par exemple l'une des manifestations de ce mode d'existence. Ainsi, les acteurs du ferroviaire tentent de changer l'emploi de « mise à blanc » des talus, connotés négativement, en « remise à niveau », et les porte-parole de la biodiversité proposent d'éviter les termes impliquant implicitement la fragilité des ouvrages au profit de termes plus neutres.

Premier truc, ne jamais dire que c'est une fissure. Les chauves-souris ne sont pas dans les fissures. Parce que fissure, c'est négatif. Les fissures, le mec du bâtiment, il te la bouche, la fissure. Il faut dire que ce sont des disjointements. (Porte-parole environnement-Expert écologique)

L'urbaniste apparaît une nouvelle fois comme figure tutélaire : son rôle est de savoir appréhender correctement chaque composante, d'identifier correctement leurs prépositions [PRE] dans le cadre du projet, afin de proposer des dispositifs de traductions qui en rendent correctement compte. À l'inverse, les professionnels qui se limitent aux enjeux techniques [TEC] ou organisationnels [ORG] semblent manquer ce qui constitue le cœur du métier.

Par exemple, sur XXXX⁵, le maître d'ouvrage, il est urbaniste de formation et je sens bien qu'il y a, bon, on a un dialogue possible. Bien sûr, il est gestionnaire de projet, mais il a une sensibilité, un engagement vis-à-vis de l'aménagement du territoire. Des fois, il me dit OK, ce n'est pas à l'échelle, mais au moins, il arbitre. Enfin, il y a un dialogue. Une sorte de connaissance du sujet, un minidébat. Il y a des cas où clairement, on est sur des mecs qui se font du process, quoi, là. On est en coûts-délais, coûts-délais, coûts-délais. (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

Le terme de biodiversité n'a ainsi pas de prépositions clairement identifiables (chapitre 8). Pour certains, il est mobilisable dans tous les modes d'existence de manière indifférenciée, tandis que d'autres acteurs ne parviennent pas à déceler la direction vers laquelle le terme cherche à emmener.

Je pense qu'un chercheur peut aborder la biodiversité, un jardinier peut parler de biodiversité dans la pratique de son jardin. Je pense que c'est en fonction de l'objectif qu'on a. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

Le mot ne dit pas grand-chose, il est trop flou. Moi, quand je fais l'espace de Bercy, je vois ce que c'est. Je ne sais pas s'il y a beaucoup de diversité dedans, mais en tout cas, j'ai mis des futurs voyageurs dans un espace vert, il peut y avoir des oiseaux, il peut pleuvoir aussi, ça peut arriver. (Aménagement ferroviaire-Chargée de prospective et programmation)

5. J'anonymise.

En comparaison, le changement climatique et les enjeux liés aux émissions de gaz à effet de serre disposent de réseaux plus stables au sein desquels les traductions sont plus régulières. Les enjeux climatiques sont eux aussi inscrits dans des systèmes complexes, avec des boucles de rétroaction et des phénomènes émergents, mais les dispositifs de traduction mis en œuvre par les scientifiques ont permis la production de scénario, de modélisations, qui permettent de faire le lien entre production locale et phénomène global, simplifiant ainsi les changements d'échelle. Pour la biodiversité, ces questions restent encore largement à développer, et les modélisations par la théorie des graphes proposent des pistes en ce sens. Ce ne sont par ailleurs pas des êtres soumis à la reproduction, et un kg équivalent CO₂ est totalement substituable à un autre dans les modèles, la traduction est ainsi plus aisée.

Les émissions de CO₂, tout le monde voit à peu près, et même nous on en parle beaucoup, biodiversité c'est plus lointain, c'est quand même beaucoup moins connecté au métier.
(Relations institutionnelles-Membre de la direction Transilien)

Or, le temps qu'il est possible d'accorder à chacune des thématiques est restreint. En résulte une compétition dans la prise en compte des enjeux climatiques et de biodiversité, en l'absence d'une stratégie claire qui permettrait les liens entre les deux enjeux, et généralement une polarisation de la question environnementale sous l'angle du climat. L'usage de la végétation comme mécanisme pour lutter contre les îlots de chaleur est dans ce cadre une porte d'entrée très efficace, quitte à mettre de côté pour un temps les modes d'existence qui lui sont spécifiques.

Et je vois plein de gares se végétaliser. Après c'est pas forcément le premier message c'est pas forcément la biodiversité. Le premier message souvent c'est le cadre de vie. (Maintenance-Charge d'études biodiversité)

Enfin, difficulté supplémentaire, la préposition [PRE] du droit [DRO] est parfois difficile à identifier au cours du projet. En ne laissant souvent que des traces au sein du paysage, la faune cache son existence. L'identification de la présence ou non d'espèces à enjeu résulte d'un processus qui après-coup paraît toujours évident, mais qui résulte d'un travail minutieux de terrain où chaque préposition potentielle est étudiée. La réalisation du diagnostic écologique est en effet conditionnée à la pré-identification d'espèces, qui elle-même nécessite un travail de terrain requérant une expertise. L'usage de documents qui consignent la présence potentielle des espèces (cartographies des zones Natura 200, des réserves de biosphère) facilite sans remplacer ce travail d'investigation. L'amorce peut donc facilement être manquée, et les modélisations de la connectivité qui décrivent le potentiel de présence peuvent être des outils très efficaces pour donner accès à des relations dont la préposition [PRE] était jusqu'alors inaccessible.

Certains petits projets où il n'y a vraiment pas de sujet, on ne va pas faire faire un diagnostic écologique. Là, on a eu récemment un projet de mise en accessibilité PMR qui prévoit des réaménagements dans le bâtiment de la gare. Donc voilà, on est en pleine zone urbaine, il n'y a pas de sujet. Les entreprises de chantier sont sur les parkings existants. Donc là, la pertinence, faire un diagnostic écologique, elle est absente. On le déclenche dès qu'on a une intervention sur une zone végétalisée, abattage d'arbres. Alors ça ne va pas être le petit arbre ridicule, dès qu'on est dans un arbre assez conséquent qui peut être utilisé par l'avifaune en tant que site de nidification ou des chiroptères parce que c'est un arbre à qualité, on va l'inviter à faire faire un moment de diagnostic écologique pour confirmer l'absence d'enjeu
(Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

9.1.11 Double-clic [DC]

Avec Double-clic [DC], il est possible d'avoir accès par translation et non plus traduction. Ce mode d'existence propose des déplacements sans transformation, parvient à avoir accès à la substance des choses, comme lorsque le double clic de la souris donne accès au cœur d'un programme informatique. Il permet de distinguer le savoir de l'opinion. Le mode est un peu particulier : il nie tout à fait qu'il ait besoin de passer par des discontinuités, quelques traductions que ce soit et ne peut pas assigner ses propres conditions de véridiction. Il ne peut justifier de sa propre existence puisque pour ce faire, il doit déployer un jeu de langage qu'il ne reconnaît pas. Son existence n'est en soit pas un problème, car les intermédiaires fonctionnent lors du social refroidi comme une mécanique bien huilée qui s'approche presque de ce que ce mode tente de décrire. Le problème vient de la propension des Modernes à expliquer les autres modes d'existence à partir de celui-là, à remplacer leur passe par la fuite en avant qui caractérise [DC].

Le mode d'existence peut être identifié lorsque les acteurs regrettent ou souhaitent des traductions sans médiations et sans traducteurs. Les acteurs qui défendent la biodiversité souhaiteraient ainsi parfois que celle-ci s'impose d'elle-même à partir d'une valeur intrinsèque (différente de sa valeur comme être qui persiste [REP], puisque celle-ci nécessite d'être mesurée pour pouvoir être mobilisée dans le débat public).

Juste parler de la biodiversité pour ses qualités intrinsèques, (...), le fait que chaque être vivant a une valeur qui lui est propre et il n'est pas forcément une valeur monétaire ou de service à rendre, ça, c'est tellement peu compris par la masse, entre guillemets, qu'il faut pouvoir être parlant. » (Aménagement général-Ingénieure territoriale)

Le service instructeur joue un rôle important et c'est pour moi la meilleure arme qu'on ait aujourd'hui. Malheureusement, ça ne devrait pas être le cas, mais c'est aujourd'hui la meilleure arme qu'on ait pour pouvoir défendre nos projets. (Am.fer.-Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

Ce qui est triste, c'est qu'on soit obligés de faire des réglementations pour l'imposer. Je trouve que quand on fait des réglementations, c'est que le corps est malade, c'est qu'on est obligés de trouver des médicaments pour soigner les symptômes. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

Les erreurs de catégories découlent souvent de la propension des acteurs à investir le double-clic [DC]. Face aux plaintes des nuisances sonores occasionnées par les trains à la suite de mises à niveau sur les talus, SNCF réseau a développé un argumentaire systématique qui mobilise des arguments scientifiques. La SA pointe l'absence de variations d'intensité sonore pour une bande de végétation arborée d'épaisseur inférieure à 100m (Barrière, Defrance, et Gabillet 2000). Or il est inutile de répondre, à la mention d'une gêne perçue en se basant sur des faits scientifiques, puisqu'il s'agit de deux modes d'existence différents, l'attachement [ATT] et la référence [REF].

Ça, c'est understandable, mais on a des arguments qui prouvent que pour que des arbres aient un effet acoustique notoire, il faut qu'il y ait une bande arborée d'au moins 100 mètres d'épaisseur. Donc on sait bien que ce n'est pas en coupant un rideau d'arbre, en enlevant la clématite sur une clôture, qu'il y a plus qu'acoustiquement parlant, ça a un rôle. Mais c'est psychologique. (Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement)

La réclamation vise à rouvrir le dialogue social, à évaluer les modes d'existence qui ont été négligés,

et à décider, *a posteriori*, de corriger ou non cette omission. La relégation à une controverse scientifique passe à côté du problème et ne résoudra rien.

9.1.12 Conclusion de l'approche sur les modes d'existence

Quelques modes d'existence proposés par *L'enquête sur les modes d'existence* (Latour 2012) n'ont pas été abordés (métamorphose [MET], politique [POL] et la religion [REL]). Si certaines de leurs occurrences ont été détectées, ils sont néanmoins très rarement institutionnalisés. Les acteurs ne semblent pas y attacher une importance particulière, *a contrario* de la technique [TEC] ou de l'organisation [ORG]. Ces dernières constituent des questions centrales que les acteurs investissent dans la biodiversité des quartiers de gare.

Le parcours des plusieurs modes d'existence a ainsi permis d'identifier différents rôles que s'attribuent les acteurs. La référence [REF], la fiction [FIC], la technique [TEC] et l'organisation [ORG] disposent de dispositifs d'intéressement qui leur sont spécifiques, en la personne des scientifiques, des paysagistes (voire des ABF), des chefs de projet/AMO et des architectes. Face à ces acteurs dont la mandature est en général institutionnalisée, d'autres agissent en tant que porte-parole de la gare et de la biodiversité, en veillant à la qualité des traductions dans chacun des modes d'existence séparément. Les écologues de projets doivent ainsi être capables de traduire le réseau [RES] en référence [REF] et en sujet de droit [DRO] et l'intégrer au sein du processus technique [TEC]. En effet, les inventaires leur permettent de déceler la présence d'individus, qu'ils parviennent à classer dans la systématique à partir de leurs traits physiologiques [RES]. La fonctionnalité de l'habitat ou de la faune est ensuite évaluée pour comprendre les impacts fonctionnels du projet d'aménagement sur les écosystèmes, à l'aide des théories écologiques [RES]. En cas d'impact substantiel ou d'espèces protégées, il sera nécessaire de traduire ces impacts dans un panel de mesures d'évitement, de réduction et de compensation lors du dialogue avec les services instructeurs [DRO]. Il reviendra alors au chef de projet de décider de la faisabilité des différentes mesures, d'arbitrer au vu des contraintes budgétaires et de faisabilité, pour permettre la concrétisation de l'infrastructure [TEC]. Chaque traduction successive aura engendré le risque de perdre la capacité à remonter à l'un des modes d'existence particulièrement important pour la biodiversité, à savoir la reproduction [REP].

En parallèle, la gare est mobilisée par des porte-parole qui veillent à la définition d'un cahier des charges fonctionnel nécessaire à la gestion des flux [ORG], ainsi que de standards de sécurité [MOR] particulièrement stables. Au sein de ces enchaînements, les médiations ont constamment été réinventées pour permettre d'intégrer les ambitions paysagères [FIC].

Les incompréhensions entre les différents acteurs proviennent très souvent d'une non-reconnaissance de ce à quoi tiennent les interlocuteurs qui leur font face. À l'inverse, il est difficile de prendre au sérieux le sujet de la biodiversité lorsque les porte-parole ne jouent pas franc-jeu ou ne maîtrisent pas les modes d'existence dont ils revendiquaient la défense. Si les écologues de projet ne tombent généralement pas dans ces écueils, les dialogues entre les riverains et les agents ferroviaires mettent à jour l'usage de la biodiversité comme prétexte, procédant ainsi à une trahison des porte-parole.

Il y a un monsieur qui me téléphone un matin, en hurlant au téléphone en disant qu'on est en train de massacrer les arbres et les animaux, et que je fais pleurer ses enfants parce qu'ils voient des nids d'oiseaux qui sont à terre (...) Ce monsieur m'appelle quatre fois dans la journée et la cinquième fois... Quatre fois? Quatre fois dans la journée, oui. Et la cinquième fois, c'est son épouse que j'ai eue au téléphone. Elle m'a dit, mais je m'en fiche complètement des animaux. Moi, vous vous rendez compte? Ma maison, je ne peux plus la

vendre. (Relations Institutionnelles-Traitement des réclamations)

On a dû proposer un plan de revégétalisation du talus, avec une valeur ajoutée qualitative, c'est-à-dire là où il y avait des invasives (...) On a proposé aux riverains de remettre des arbres fruitiers des arbres en quinconce pour permettre justement aux éventuelles machines de venir faire leur travail d'élagages sans menacer et favoriser des tas de bois pour le retour des animaux (...) Mais entre le moment où on a coupé, le moment où on s'est fait engueuler et le moment où on a proposé justement la réutilisation qualitative du talus, les acacias avaient repoussé. Et donc les gens, quand on est venu leur proposer un truc hyper quali, vraiment chouette, ils ont dit « Ah non, non, c'est plus la peine, les acacias ont repoussé. ». Les gens n'avaient rien compris. C'est pour ça qu'ils s'attachaient juste à la barrière verte, quelle que ce soit, même si c'était de l'invasif (...) ça m'a, mais extrêmement déçu dans leur réaction. (Relations Institutionnelles-Communication et réclamation)

9.2 Chemin de changement et stratégie

Cette sous-partie est consacrée à l'étude de la capacité des acteurs du ferroviaire à se saisir de la thématique biodiversité. L'analyse s'appuie sur trois modes d'existence. Tout d'abord, il s'agit d'évaluer le caractère ponctualisé de la SNCF, c'est-à-dire sa capacité à agir comme entité cohérente, en disposant de scripts harmonieux [ORG]. Cette échelle d'analyse est choisie en raison de la complexité de la gouvernance entre les filiales, particulièrement en ce qui concerne la répartition des responsabilités concernant l'aménagement de l'espace et la gestion du végétal sur les terrains de la gare et de ses environs. De plus, un travail similaire a été mené à l'échelle d'AREP par deux étudiants dans le cadre du projet Frugacité pour entrevoir la manière dont se décline une stratégie axée sur la biodiversité dans un cabinet qui regroupe les différentes expertises impliquées dans la fabrique urbaine. Ensuite, l'attachement [ATT] est mobilisé pour évaluer les mécanismes qui font ou défont le sentiment de responsabilité que peut entretenir la SNCF avec la biodiversité. Enfin, la planification stratégique de l'action peut être conçue comme une morale [MOR] permanente qui se fixe des objectifs toujours plus ambitieux et se dote de moyens en conséquence.

9.2.1 Ponctualisation des acteurs SNCF sur la thématique biodiversité

L'organisation [ORG] permet d'évaluer la capacité de la SNCF à agir comme une boîte noire, c'est-à-dire à traiter de manière cohérente la question de la biodiversité à travers la pluralité de ses activités. Les injonctions contradictoires sont par exemple la conséquence de scripts dysfonctionnels. Les acteurs du ferroviaire n'ont que peu de prises sur le degré de ponctualisation des autres entités, susceptibles de produire des injonctions contradictoires. Certaines collectivités sont par exemple sources de conflits d'instructions, comme les maires qui désavouent leurs ABF, ou le fonctionnement en silo au sein des services publics « *La mairie de Paris... Pour moi, c'est un enfer. 14 interlocuteurs pour les mêmes sujets. Donc c'est aussi nébuleux que la SNCF* » (*Environnement au sein de l'aménagement-Correspondant locale environnement*). En revanche, charge au groupe SNCF et à chacune des filiales de maintenir la cohérence des scripts en leur sein. Le rapport du MNHN pointait dès 2012 le manque de stabilité du groupe SNCF quant à son traitement de la biodiversité : « *Une faible cohérence des politiques environnementales et de gestion. Ce manque de cohérence provient de la structure de la SNCF, très grande entité divisée en plusieurs branches et domaines, eux-mêmes subdivisés en différents niveaux, situation encore complexifiée par l'organisation du système ferroviaire, séparé entre SNCF et RFF* » (MNHN, SNCF Gares & Connexions, et SNCF Transilien 2012). Le manque de partage d'information reste encore aujourd'hui

l'un des facteurs de ce manque de ponctualisation. Le GT biodiversité se présente comme un vecteur de stabilité, à l'interface entre groupe et filiales.

L'enjeu de consonance organisationnelle se situe surtout entre les SA. Certaines filières entières travaillent en faveur de la biodiversité, d'autres travaillent avec elle, d'autres encore en sa faveur. Les acteurs de la maintenance et de l'aménagement du réseau travaillent malgré la biodiversité. Pour assurer le cœur de l'activité ferroviaire, ils procèdent à des mises à niveau, à de la pose de clôture, et placent souvent leur sensibilité écologique de côté vis-à-vis de la protection de la vie humaine ou du service client. Ils sont en réalité tiraillés entre deux injonctions qui les touchent très fortement. D'une part, la prévention des accidents ferroviaires est chevillée au corps de ces acteurs : « *Chaque cheminot de la SNCF se souvient de "l'endroit où il était, de ce qu'il faisait, au moment où il a appris l'accident [de Brétigny-sur-Orge en 2013]"* » (Le Figaro avec AFP 2022). D'autre part, les condamnations pour destruction d'espèces protégées engagent désormais non seulement les personnes morales, mais aussi physiques. « *Alors ça, dans les établissements, les gens, ils flippent parce que tu te dis "Je peux me retrouver en prison parce que je fais le taf qu'on me demande de faire"* » (Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement). Des postes spécifiques sont ainsi créés afin de tenter de croiser ces injonctions, et intégrés dans la structure hiérarchique de SNCF Réseau. Le manque d'effectif humain entraîne néanmoins des risques de discontinuités qui ne sont pas comblées par des non-humains à l'échelle de la filiale.

Chaque tronçon il y a quelqu'un qui est en référence sur la maîtrise de la végétation et la faune, et puis ensuite t'as quelqu'un qui les chapeaute, puis quelqu'un qui chapeaute. On est très étagés, c'est très structuré c'est très hiérarchique, mais à tous les niveaux il nous manque des gens. Et du coup, tout le monde est débordé et on a du mal à anticiper. Des fois, les services font des trucs dans leur coin, puis après, ils nous disent, au fait, on a lancé ça. Ah bah, on aurait bien aimé le savoir, parce qu'en fait, nous aussi, on a lancé la même chose" (Maintenance-Charge d'études biodiversité).

Les tentatives de faire de la biodiversité une solution plutôt qu'un problème existent, à l'image du programme REEVES pour lutter contre les EEE ou de l'expérimentation de la gestion différenciée sur certains tronçons. Le caractère urgent de la situation, suite au Covid notamment qui a éloigné les agents de maintenance des emprises, laisse néanmoins très peu de place à la prise de risque nécessaire à l'innovation. Les organes intermédiaires comme le CCDD, présent en Île-de-France et en PACA, sont essentiels pour faire le lien sur ces thématiques et tenter de proposer des scripts qui ne soient pas contradictoires. La stratégie qui consiste à placer des passages à faunes localisés pour permettre la transparence du réseau tout en évitant les heurts est prometteuse, mais reste le fruit de réelles négociations et nécessite une approche itérative afin de vérifier son efficacité. Finalement, ce cadre très contraignant a fait de SNCF Réseau le premier innovateur du groupe en matière de biodiversité pour tenter de dépasser les exigences contradictoires.

Je l'ai vu naître, tu vois, les notions de trame bleue, les trames vertes. Je l'ai vu arriver par réseau, qui a toujours été un peu en avance sur ces thématiques-là. (Relations Institutionnelles-Responsabilité Sociétale et Environnementale des entreprises-SNCF Gares & Connexions)

Bien que la sécurité et la satisfaction client restent au cœur de services proposés par les autres filiales, celles-ci sont généralement soumises à des enjeux de biodiversité moins prégnants, ce qui permet le développement d'initiatives plus localisées et un besoin de ponctualisation moins élevé. La fiche de poste devient dans ce cadre la principale contrainte : elle peut laisser la sensibilité personnelle s'exprimer, ou au contraire reléguer la biodiversité derrière d'autres priorités. Pour pallier la dépendance de la prise

en charge aux individus, les acteurs procèdent à des traductions sous forme de non-humains bien plus durables, à l'image des cahiers des charges de délégation de gestion transmis par les paysagistes de SNCF Réseau.

Quand il va créer l'espace vert, il va mettre systématiquement un cahier des charges précis à respecter. Point. Voilà, tous les nouveaux espaces, t'as des cycles de passage, quand, comment, tailler, couper, etc. Est-ce qu'on peut y mettre des autres insectes? Quels sont certains des objectifs de biodiversité? Lui, il va les mettre en place (...) sur tous les projets de création paysagère, il impose cette chose-là et il a raison de le faire. (Entretien, Travaux et Maintenance-Coordinateur de chantier)

Les acteurs qui sont au cœur du projet doivent articuler de nombreuses expertises et parvenir à proposer des formes consensuelles. Le regroupement de compétences pluridisciplinaires au sein d'un bureau d'étude permet de limiter les risques liés aux traductions puisque les acteurs sont déjà très familiers du mode de réflexions de leurs partenaires. Ainsi, au sein d'AREP, VRD et paysagistes font partie de la même équipe. Ils n'ont pas besoin de procéder à des regroupements externes pour les appels d'offres et peuvent proposer des visions accordées sur la thématique de la biodiversité dans le cadre du projet.

Les indicateurs sont aussi des outils utiles pour vérifier la cohérence des scripts au sein d'une organisation. Il s'agit pour le chef de projet de rendre compte à ses supérieurs hiérarchiques de la qualité et de l'efficacité des traductions qui ont pu être proposées. Ainsi, les indicateurs servent à traduire les concepts clés de la biodiversité dans le langage de l'organisation [ORG]. Cependant, la méthode de calcul de ces indicateurs doit également permettre une traduction inverse, c'est-à-dire de l'organisation vers la biodiversité. Sans cette réciprocité, les indicateurs risqueraient de se limiter à mesurer la capacité de l'entreprise à organiser ses actions, plutôt qu'à évaluer réellement sa prise en compte de la biodiversité. Par exemple, un seuil fixé pour un nombre minimum d'arbres permet de vérifier si les chefs de projet respectent les directives, mais n'informe que très peu sur la diversité de la faune et de la flore présentes avant et après la réalisation du projet d'infrastructure. Des indicateurs comme le Coefficient de Biotope par Surface (CBS) ou l'Open Surface Ration (OSR) (Boutreux et al. 2023) tentent de proposer ce type de traductions.

De manière générale, les divergences de positionnement et d'enjeux qui affectent chaque filiale, et l'absence de stratégie déclinée à toutes les échelles engendrent une non-ponctualisation perçue en interne et en externe.

Je crois que le groupe il est schizophrène, en fait, voilà » (Entretien, Travaux et Maintenance-Expert travaux, voies et abords-SNCF)

Selon notre interlocuteur à la SNCF, l'objectif ne va pas être le même. Moi je suis avec X. Et elles, étant donné qu'elles ont une sensibilité, on peut axer vers le végétal. Il me semble que côté études et chantiers, leurs collaborateurs ne sont pas aussi sensibles. Du coup, on est plus sur du désherbage, de la taille classique, pas forcément de la gestion différenciée. (Entretien, Travaux et Maintenance-Coordinateur de chantier)

Les acteurs sont en attente de déclinaisons de la stratégie environnementale co-élaborées à l'échelle des filiales, comme cela a pu être le cas lors de l'abandon du glyphosate.

Oui, j'aimerais entendre le groupe sur la biodiversité, par exemple, quitte à intégrer après ce que je peux en faire vis-à-vis des gares. Mais on a plein d'infos qui viennent de partout,

de plus en plus, heureusement. Mais pour l'instant pas le truc bien consolidé, avec une vision très claire sur le groupe qui veut faire ça. Et derrière, on peut faire ça, ok, on va regarder comment on peut faire ça et comment on l'intègre. Je pense qu'on est capables de fabriquer une image globale cohérente. Je pense qu'on en est capables. Après, il ne faut pas confondre éparpillement et diversité. On va regarder le sujet dans son propre mode. Ceux qui construisent les gares, ceux qui construisent les trains, ceux qui construisent les voies, etc. Je parle que du constructeur, mais derrière il y a les exploitants qui vont avec. Tous ces gens-là vont avoir un regard divers à partir de ce sujet-là, mais ça n'empêche pas une vision cohérente de là. (Aménagement ferroviaire-Chargée de prospective et programmation)

9.2.2 Négociation et attribution de la responsabilité de l'enjeu biodiversité

Si la ponctualisation résulte de l'affrontement des scripts, la responsabilité est le fruit des processus qui tissent certains attachements et en défont d'autres. L'attachement au cœur de métier constitue le principal facteur permettant d'attribuer ou non à chaque SA la responsabilité de la biodiversité. Les cheminots investissent généralement la SNCF d'une mission spécifique, nourrissant un esprit de corps centré sur le rôle de l'institution, en partie en raison de son caractère historique, mais également par fierté et en adhésion aux valeurs de sécurité, de fiabilité et de ponctualité (Cros 2018). Bien que diverses cultures cheminotes aient existé et existent encore à travers le territoire national (Ribeill 1989), notre étude s'est concentrée sur des professionnels d'Île-de-France. Il ressort de l'enquête une relation forte et omniprésente à l'essence même de leur métier : le transport de voyageurs.

Notre métier premier, c'est quand même de faire rouler les trains en sécurité. C'est quand même ce qu'on attend de nous de faire rouler les trains en sécurité (Environnement au sein de l'aménagement-Expertise thématiques environnementales - SA de tête)

Et je ne pense pas que ce soit vraiment le rôle des SNCF non plus de le faire. C'est plus à l'État, pour moi, d'orienter toutes les entreprises ferroviaires et pas seulement nous. Et nous, il n'y a aucune raison qu'en interne, on est en face de la prospective, de la R&D, etc. Ça me paraît un peu hors du monde de notre métier, qui est de faire rouler des trains, aujourd'hui, là, maintenant, avec des voyageurs dedans, à l'heure et en sécurité. En sécurité et à l'heure. (Entretien, Travaux et Maintenance-Expert travaux, voies et abords - SNCF Réseau)

Notre but, en tout cas chez Réseau, c'est d'offrir une infrastructure qui permette aux trains de rouler. C'est d'offrir des capacités de circulation pour les trains. Ce n'est pas d'être gestionnaires d'espaces verts. (Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement - SNCF Réseau)

On est une entreprise ferroviaire, notre rôle n'est pas de préserver la biodiversité, mais de faire circuler des trains. (Relations Institutionnelles-Communication et réclamation - SNCF Gares & Connexions)

À la fierté liée au travail ferroviaire s'ajoutent désormais les avantages du train dans la lutte contre le changement climatique. Mode de transport le moins émetteur de carbone dans un secteur qui constitue la première source d'émissions de gaz à effet de serre, le ferroviaire apparaît comme acteur qui « prend sa part » dans les questions écologiques. Cette performance incite alors à capitaliser davantage sur ce type de performances environnementales que sur la question de la biodiversité. Cette dernière est plus complexe à évaluer, et l'acteur ferroviaire a une image de marque entière à reconstruire sur cette thématique.

Donc en fait, si on prend un peu de hauteur, on est un agent de la biodiversité global, c'est-à-dire on agit pour la décarbonation. (...) C'est-à-dire que l'objet est quand même de favoriser l'usage du train. (Relations Institutionnelles-Communication et réclamation)

La responsabilité diffère par ailleurs selon les filiales. Les transporteurs excluent principalement ce rôle de leurs fonctions et pointent davantage les propriétaires d'infrastructures, à savoir SNCF Gares & Connexions et SNCF Réseau ou SNCF Immobilier.

Sur la partie environnementale, on est principalement sur tout ce qui est trajectoire de décarbonation. (...) Et la biodiversité n'en faisait pas partie pour une raison simple qui est que nous, on est le transporteur. Et donc, en fait, les espaces sont majoritairement propriété SNCF Gares & Connexions. Ou SNCF Immobilier. Réseau en majorité. Pour moi, c'est un vrai sujet Réseau. Et même la culture historique, on va dire l'entretien d'espaces verts etc. Principalement de la taille des talus, elle est chez Réseau. (Relations institutionnelles-Membre de la direction Transilien)

La biodiversité, ce n'est pas dans nos missions. Moi, j'avoue quand même que le côté propriétaire doit aussi s'en inquiéter. Oui, c'est chez eux. (Environnement au sein de l'aménagement-Correspondant locale environnement – Transilien)

Ces derniers vont eux plutôt désigner les concepteurs, à savoir AREP.

Les maîtres d'œuvre, voilà, pour moi, effectivement, c'est tout ce qui est la maîtrise d'œuvre, les concepteurs, en fait. Et dans les concepteurs, tu n'en as pas des masses. Tu as AREP chez nous, tu as Réseau qui fait de la conception. Oui, je pense que chez AREP, oui, je pense qu'on est sur un concepteur qui est quand même très sensibilisé à ces questions-là. Ils en ont fait leur raison d'être. (...) Après, moi, je pense plutôt à certains maîtres d'œuvre chez nous, côté SNCF Gares & Connexions, tu vois. Ils sont encore formés à l'ancienne école, tu vois. (Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare - SNCF Gares & Connexions)

Les concepteurs acceptent cette responsabilité, et ces derniers n'opposent pas frontalement et conceptuellement aménagement et prise en charge de la biodiversité.

Ce n'est pas la gare ou l'objet gare qui va en elle-même porter atteinte à la biodiversité. (...) La fonction gare, si c'est juste de mobilité, etc., elle n'est pas antithétique avec la biodiversité en elle-même. (Am.fer.-Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

Si, c'est notre rôle de proposer des aménagements qui soient le support biodiversité, c'est notre rôle. Je pense qu'on essaie de le faire au maximum. (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

L'enjeu carbone reste la priorité ; l'Atlas des gares proposé par AREP mentionne ainsi « En tant que facilitateurs vers un moyen de transport décarboné, et en tant que pôles urbains, nous avons voulu montrer qu'elles peuvent, aujourd'hui, devenir également exemplaires en matière de transition environnementale. » (Ménard 2023).

Les acteurs de la conception insistent néanmoins sur la dépendance de leurs ambitions à la maîtrise d'ouvrage. Ce transfert de la responsabilité engendre un cumul des rôles, à la fois mandataire du projet et de la technique, et porte-parole de la biodiversité. La position est une fois de plus inconfortable, puisqu'en

l'absence de porte-parole désignés, les experts d'autres formes ou modes d'existence doivent une nouvelle fois proposer leurs traductions sans personne pour en vérifier la pertinence.

Donc, responsable, mais pas coupable. Je veux dire, on a un rôle d'influenceurs, mais ce n'est pas nous les décisionnaires au final. (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

Donc on n'est pas dans le projet contre la biodiversité, on n'est pas dans la biodiversité, enfin on essaye d'introduire la biodiversité au maximum dans les projets, mais c'est pas contre faire projet. (...) On ne tue pas le projet par la biodiversité, on ne tue pas la biodiversité par le projet. (Aménagement ferroviaire-Membre de la direction AREP)

L'entreprise évite les conflits entre le projet [TEC] et les enjeux de biodiversité en adoptant une stratégie qui exclut les projets susceptibles d'échouer à cause de la biodiversité, rendue viable financièrement par la possibilité d'avoir SNCF comme seul client.

Parce que là où on intervient vraiment, où il y a des conflits entre projet et biodiversité, c'est souvent les ZAC [Zones d'Aménagement concertées], quand on tartine au milieu de la pampa et où on a des logiques d'artificialisation poussées, donc forcément on impacte une espèce, un habitat, etc. Donc nous, on ne répond jamais sur les ZAC, on n'est pas des urbas de ZAC. On ne répond pas en artificialisation. Jamais. Parce qu'on est nourris par la SNCF, donc on n'est pas obligés d'aller bouffer à tous les râteliers. (Aménagement ferroviaire-Membre de la direction AREP)

La propriété joue aussi un rôle essentiel dans l'attachement. Il existe une vision ancrée chez de nombreux acteurs qui se base sur l'exclusion de la légitimité de tout acteur à se prononcer sur les emprises possédées par la SNCF. Cette conception est même théorisée par certains acteurs, qui font du foncier une chasse gardée au nom d'une prise en charge « patrimoniale », dont le sens prend ici une connotation particulière.

La maintenance patrimoniale, c'est la maintenance de, on va dire, la gestion de bon père de famille. C'est le père dans une société patriarcale. C'est là que vient le mot, c'est l'héritage. (Entretien, Travaux et Maintenance-Expert travaux, voies et abords)

Quand nous faisons une remise à nu, une remise à niveau aujourd'hui, les gens vont râler parce que vous leur coupez les arbres. Et ils me prétextent, maintenant je vois les trains. Et moi je sais tout de suite quoi leur répondre. Au niveau de la remise à niveau, je leur dis, mais libre à vous, vous avez tout loisir, il vous est loisir de planter des arbres chez vous, pour vous protéger de la vue des trains. C'est-à-dire qu'en fait, ils nous demandent à nous, Réseau, de les protéger de la vue des trains. Mais non, si ça vous gêne, vous habitez le long des voies. Il y a des gens qui me disent, je vous interdis de couper les arbres. Il n'y a rien à m'interdire. On est chez nous. On fait ce qu'on veut. Vous voyez, c'est un petit peu le problème. Les gens prétextent toujours des choses, mais c'est toujours un côté égoïste. (Relations Institutionnelles-Traitement des réclamations)

Certains acteurs mobilisent ce mode de pensée pour se défaire de la responsabilité de la prise en charge de la biodiversité, et justifier une position de « passager clandestin », c'est-à-dire profiter des efforts collectifs sans y contribuer directement. Un acteur propose ainsi de se réapproprier le mécanisme

des mesures agroenvironnementales en suggérant que les agriculteurs prennent en charge la gestion des talus ferroviaires. Ces terrains pourraient alors être inclus dans les objectifs de gestion foncière minimale, ouvrant droit aux subventions du second pilier de la PAC. Cette approche serait contre-productive pour la biodiversité dans la mesure où elle ne ferait pas augmenter la part des espaces favorables par rapport à la situation actuelle, et permettrait surtout à la SNCF d'éviter sa responsabilité dans ce domaine.

On pourrait imaginer un scénario, où après appel à projets, les agriculteurs qui seraient intéressés, on leur proposerait de reprendre ces espaces en les maintenant, en les entretenant de manière très extensible, une fauche par an, du pâturage, je ne sais quoi, pour justement les maintenir dans une qualité agroenvironnementale très haute, très exigeante, mais en même temps les entretenir, et ça soulagerait l'entretien de la SNCF, mais ça permettrait aux agriculteurs d'inclure dans leur pool de terre, et donc les 7% dont ils ont besoin, je ne sais plus combien de pourcents, elles pourraient être prises là, ça leur ouvrirait des droits au niveau de la PAC. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

De même, certains acteurs suggèrent le paiement pour des services environnementaux que la SNCF rend déjà à travers sa gestion des talus. Cela constituerait là aussi une utilisation inefficace de fonds publics, sans aucun bénéfice réel pour l'environnement, et serait donc contre-productif.

En fait, c'est ça, nos emprises, c'est des emprises industrielles avant des emprises vertes. (...) Il y a des espèces qui sont adaptées. Elles étaient déjà adaptables à nos fréquences de travaux, elles se sont mises en place, elles se sont conservées là et on les a conservées. Elles sont compatibles avec l'infrastructure ferroviaire. Et à partir du moment où il y a des espèces protégées qui sont compatibles avec l'infrastructure ferroviaire, je trouve qu'on est bien bête en fait. En tout cas, on agit collectivement un peu idiotement, puisqu'en fait, on est là à prendre que des coups avec la biodiversité, au lieu de dire, au mieux, vous nous payez pour notre réservoir à lézards avec les corridors biologiques. (Entretien, Travaux et Maintenance-Expert travaux, voies et abords)

Cet état d'esprit est perçu de manière très négative par les collectivités, d'autant plus que les emprises sont encore perçues comme publiques, car le seul actionnaire de l'entreprise est l'État. Pour eux, bien que la SNCF ne soit pas soumise au vote, elle se doit de proposer des espaces qui doivent être les amorces du commun urbain.

La SNCF est assez mal vue pour ça d'ailleurs. Assez mal vue pour dire « c'est chez nous, on fait ce qu'on veut ». Il faut que la place de la gare devienne un espace public comme un autre. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

J'étais assez effaré et je suis encore maintenant que je travaille avec l'activité par l'attitude de la SNCF vis-à-vis du sujet qui est quand même une entreprise qui se comporte un peu comme si elle ne devait rien à personne. (...) Alors que son foncier, les constructions qu'elle a, là où elle est, elle le doit quand même à l'État français, il y a tous les Français, il y a aussi les Parisiens. Donc, c'est clairement parfois assez déroutant pour une collectivité locale. (...) la logique qui voudrait que ce soit à la Ville de Paris de financer la SNCF parce qu'elle veut maximiser ses profits sur ces terrains qu'elle a hérités par l'histoire me paraît ne plus vraiment tenir d'un point de vue politique vis-à-vis de l'opinion publique. Et on a un acteur public, parce que même si c'est une SA, ça reste l'État l'actionnaire, le seul actionnaire. (Aménagement général-Conseiller en urbanisme)

Face à cette vision qui fait de la SNCF un acteur isolé émerge en interne une doctrine du « bon voisinage ». Celle-ci vise à remettre au cœur de la discussion les notions d'incarnation, de proximité, de dialogue. Elle repose sur une approche pédagogique qui évite les explications trop directes et fermées, permettant ainsi au récipiendaire de s'impliquer et de mieux s'approprier le sujet. La Société des Grands Projets a été un déclencheur pour ce type d'approche, avec l'abandon des campagnes de masse impersonnelles, l'émergence de la figure d'agent de proximité, figure claire et identifiée, réalisant des permanences de terrain et avec une fiche de contact accessible.

Donc, en fait, il faut agir en bon voisin. (...) Donc, bon voisin, ça veut dire transparence et proximité, et ça veut dire un message simple, nature, durée, impact. Et ça, c'est hyper simple, mais en fait, ça vient casser pas mal de mauvaises habitudes. (...) On a tendance encore un peu à agir de manière épidermique. C'est-à-dire qu'il y a un talus à traiter, plutôt que de prendre en compte la double problématique sécurité de l'exploitation et gestion du fond de jardin, on a tendance à gérer, et c'est normal puisque c'est la feuille de route de l'intervention, la gestion de l'exploitation. Il faudrait être parfois un peu plus fin. (Relations Institutionnelles-Communication et réclamation - SNCF Gares & Connexions)

9.2.3 Quel(s) titulaire(s) de l'intégration de la biodiversité au sein des quartiers de gare.

L'observation croisée des mécanismes qui répartissent les compétences et les responsabilités permet de voir émerger des figures prêtes à assumer le rôle de titulaire de gouvernance du problème environnemental (Mermet et al. 2005). Pour rappel, il s'agit d'acteurs prêts à s'investir par leurs discours et leurs actions dans l'évolution du système général de gouvernance en faveur de la biodiversité, à travers notamment des processus de collaboration ou d'influence. La répartition inégale de l'expertise au sein du groupe impacte la légitimité de certains acteurs, qui ne se voient pas mener la charge hors de leurs propres périmètres. Les acteurs du ferroviaire se bornent alors généralement, dans leurs dialogues avec les collectivités par exemple, à la question ferroviaire ou sécuritaire, sur laquelle leur pertinence ne peut être remise en cause. Lors des négociations du PLU, SNCF Immobilier se limite par exemple généralement à ses prérogatives de transport. Pourtant, certaines collectivités sont en attente de propositions innovantes de la part de la SNCF, en termes de solutions techniques favorables à la connectivité ou à l'intégration d'habitats écologiques dans les ouvrages notamment. L'aversion au risque des décideurs politiques semble en effet égale, voire supérieure à celle de la SNCF.

J'ai encore un peu de mal à conceptualiser le rendez-vous, « je vais voir un maire pour lui parler de biodiversité. » Clairement, pour lui parler du train, oui. (...) Comme nous, on est transporteurs, en général, le premier truc qu'on nous dit, c'est que les trains ne sont pas là où que les trains sont en retard. Et donc, c'est vrai que le sujet de la biodiversité, c'est un peu un sujet collatéral. Notre sujet principal, c'est de faire du train, de transporter des voyageurs. (Relations Institutionnelles-Responsabilité Sociétale et Environnementale des entreprises - Transilien)

Mais si la SNCF a des exemples de réalisations vertueuses en la matière (...), des exemples de réalisations faites ailleurs en France, ça c'est le genre d'éléments qu'elle peut apporter sans que ce soit vexatoire, sans que ce soit mal pris, sans que ça tombe comme un cheveu dans la soupe. Lors d'une consultation, lors d'une interrogation pour une révision importante d'un PLU, de documents d'urbanisme ou de projets ou de grands projets auxquels elle

sera forcément associée dans la consultation. Apporter la preuve par l'exemple de ce qui a fonctionné ailleurs et qui peut être, pourquoi pas, transposé avec des adaptations sur Rambouillet. (...) Oui, parce qu'en fait, il n'y a rien qui effraie plus un élu que de mettre en œuvre quelque chose qui n'a jamais été mis en œuvre ailleurs. Et lui faire une proposition d'aménagement en se basant sur quelque chose qui a déjà été fait depuis longtemps, qui a été expérimenté, idéalement qui a été répété à plusieurs endroits, ça, c'est quelque chose qu'un élu va considérer beaucoup plus facilement.

Dans ce cadre, l'État et les associations semblent davantage pouvoir être moteurs. Le premier agit à travers les services instructeurs, sans fixer d'objectifs ambitieux, mais en veillant au respect *a minima* des contraintes qui sont déjà imposées.

Pour le dossier d'examen au cas par cas auquel le projet était soumis, il y avait un sujet de dérogation de l'espèce protégée. La maîtrise ouvrage s'est rapprochée de la DRIEAT [Direction régionale et interdépartementale de l'environnement, de l'aménagement et des transports], dont le premier réflexe a été « est-ce que vous avez analysé d'autres possibilités d'implantation ? ». Et puis l'autorité environnementale de la DREAT qui a rappelé que ce n'était pas une formalité administrative, une demande de dérogation, et que du coup ça nécessitait un ensemble de conditions qui devaient être cumulées, dont notamment la justification que techniquement, ce n'était pas possible de faire le projet autrement ou ailleurs. Donc du coup, le projet a été retourné. Ils sont en train de le revoir. (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement)

Les associations comme la LPO sont généralement proactives et peuvent être à l'initiative de dispositifs de collaboration tripartite sur la biodiversité, impliquant les sociétés anonymes (SA) et les collectivités. Cependant, leur double rôle, à la fois de conseil et d'opposition - étant parfois les seules à avoir un intérêt à agir et donc capables de se constituer partie civile - peut les rendre moins aptes à assumer un rôle de titulaire global dans ces collaborations. D'autres associations, en revanche, adoptent explicitement une position d'assistance à la maîtrise d'ouvrage. Elles orientent leur action pour fournir des réponses aux questions soulevées par les associations plus militantes, créant une complémentarité entre les acteurs.

C'est vraiment l'asso qui était tête de pont là-dessus, et qui soit est venue nous chercher quand la collectivité était demandeuse parce qu'on lead là-dessus, ou à l'inverse, une collectivité qui avait un petit peu de mal... Elle nous a demandé d'aller voir la collectivité pour mettre en avant nos actions et de tirer la collectivité dans le bon sens (Relations institutionnelles-RSE)

Certaines associations, et c'est leur rôle, les associations de protection animale, sont des aiguillons qui piquent les élus, qui piquent les décideurs pour dire qu'il ne faut pas faire des captures. Et ça, c'est très bien. Il en faut, des associations comme ça. Mais nous, on a vu que les décideurs n'avaient pas de structures expertes dans le domaine des oiseaux qui puissent être leurs assistants pour des méthodes non létales. (...) Donc nous, on s'est constitués en se disant, grâce à des élus de l'époque avant-gardistes, qui disaient, vous êtes contre les captures de pigeons, très bien, mais faites-nous des propositions crédibles. Et il fallait développer donc une gestion globale. (Porte-parole environnement-Directeur d'association)

Le changement climatique peut laisser entrevoir une porte de négociation sur à travers laquelle la SNCF peut agir et être motrice. Au vu de la sensibilité et de l'engagement volontariste du groupe, la biodiversité peut éventuellement être négociée à la marge des stratégies de végétalisation mises en œuvre dans une optique de diminution des îlots de chaleurs et du confort client.

Et donc, identifier la végétalisation comme étant un service à rendre aux clients en tant que confort d'attente, nos patrons vont s'en saisir. Après, il faut qu'on propose des solutions justes dans le sens sobre, exploitable, économiquement tolérable, etc. Mais là, on n'a pas besoin d'aller se battre. En fait, on n'est pas en train de se dire « Ah, il y a une érosion de la biodiversité, il faut à tout prix qu'on sauve les espèces d'insectes, etc. ». Ça ne les touchera pas en tant que décideurs. Tandis que là, on a vraiment un facteur favorable. (Relations Institutionnelles-Responsabilité Sociétale et Environnementale des entreprises - Transilien)

Parce que quand il fait très chaud, il fait 50 degrés sous la halle dans une gare, vous essayez de sortir et de chercher le petit jardin le plus proche en fait, en attendant le train. Et donc, je pense que c'est une opportunité. C'est un lieu plus d'opportunités. De fait, de la présence très importante des flux pour créer à la fois pour leur confort aussi et pour le confort généralement de tout le quartier, en fait. (Aménagement ferroviaire-Gestionnaire de contrats)

De plus, les gares comme espaces d'attente empruntés par des centaines de milliers d'usagers chaque jour obtiennent un statut privilégié dans le cadre d'une stratégie qui se baserait sur le renforcement des attachements [ATT] des citoyens avec la biodiversité. Le rapport de la LPO identifie cette importance de la gare pour la sensibilisation générale de la population : « *Ces gares en zones urbanisées sont aussi un lieu idéal, pour sensibiliser sur la place de la flore sauvage (nos "mauvaises herbes") en ville présente avant l'implantation de la ville. Il faut souligner la nécessité de son retour pour recréer une jonction avec les écosystèmes naturels environnants, et enrayer la perte de biodiversité, mais aussi inciter le voyageur à faire de même dans son jardin, sur son balcon, etc.* ». L'Atlas bioclimatique des grandes gares parisiennes (Ménard 2023) pointe aussi le potentiel de ces espaces comme des modèles de transition écologique : « Nous proposons de mobiliser les gares en tant que "démonstrateurs" de la démarche de conception bioclimatique ».

Des acteurs internes ou externes au groupe peuvent être mobilisés pour assumer ces stratégies et vérifier le respect des traductions liées à la biodiversité. Les porte-parole de la biodiversité et du ferroviaire que sont notamment le CCDD (SNCF Réseau) et AREP (SNCF Gares & Connexions) agissent de manière proactive. Ces acteurs peuvent de plus agir comme passerelle en direction du grand public, en démontrant les mécanismes internes des traductions, les tenants et les aboutissements, et tous les efforts déployés pour éviter la trahison.

L'autre fois, chez FNE, là, il n'y avait que des gens d'assos, bon, à un moment... Quelqu'un qui dit « Oui, SNCF, ils coupent les arbres, RTE, ils coupent les arbres, des haies sur les voies et tout. ». J'ai expliqué pourquoi. Après, il y a des gens qui ont discuté avec moi. Il y a des sujets d'acoustique, des vibrations, des trucs. On a discuté, ça s'est bien passé. (...) C'est souvent les assos, c'est un peu environnemental. C'est un peu leur rôle d'être dans l'opposition, un peu frontale. (Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement - SNCF Réseau)

Le double rôle de l'Assistance à Maîtrise d'Ouvrage, à la fois responsable de la [TEC] et porte-parole de la biodiversité, les place dans une position de juge et partie. Cela les pousse à formuler des propositions d'ambition mesurée, afin de ne pas réfréner la maîtrise d'ouvrage et perdre sa confiance, tout en créant des opportunités pour intégrer la biodiversité à chaque étape du processus technique. Le principal enjeu réside dans la rupture de dispositifs d'intéressements préexistants, particulièrement stables, mis en œuvre par ceux qui ont conçus préalablement les ouvrages et qui sont parvenus à se prémunir des dégâts potentiels de l'eau ou la faune. Pour convaincre de réajuster ce qui a déjà été éprouvé et s'est montré fonctionnel, ces acteurs s'impliquent dans processus de négociation constant qui s'appuie sur des *benchmarks*.

Alors, nous, on essaye (...) de défendre la biodiversité contre les idées préconçues (...). C'est dire, mais oui là on fait un truc biodiversité, mais ça va pas impacter négativement l'exploitation, la sécurité des ouvrages, etc. Au contraire, si les animaux, si on a des ouvrages plus favorables et que les bestioles transitent, ils auront tendance à moins passer par la voie, on aura peut-être moins de collisions, moins d'incidents, etc. Donc tu vois, c'est plutôt défendre la biodiversité contre un peu la mentalité, pas d'avant, mais pour faire évoluer les mentalités. (Environnement au sein de l'aménagement-Ingénieur d'étude environnement)

Et puis finalement, si mon projet ne touche que les quais, il faut trouver ce que je peux faire aussi sur les quais éventuellement. Ou au moins essayer. (Envir./Am. - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage environnement – AREP)

De même pour les paysagistes, responsables de la [FIC] et parfois porte-parole de la biodiversité, qui ont une certaine liberté au sein de leurs pratiques pour proposer des dispositifs d'intéressements et des mécanismes de traductions fidèles à la biodiversité.

Du coup on a un super bon rôle où on peut travailler tous nos sujets de paysage, de génie écologique, d'incorporation de la biodiversité, tous ces aspects. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste – AREP)

9.2.4 Stratégies : définir les priorités d'action à l'aide des graphes paysagers

La stratégie se conçoit comme une adaptation systématique des moyens aux objectifs fixés, tout en réajustant ces objectifs en fonction des ressources disponibles (Brédif et Simon 2021). Dans ce contexte, elle peut être perçue comme une application du mode d'existence moral [MOR] : il s'agit de se demander constamment s'il est possible d'améliorer les résultats avec les moyens actuels, tout en identifiant les leviers et obstacles qui pourraient être surmontés par l'ajout de ressources supplémentaires. La tâche stratégique est donc une affaire de scrupule et de rigueur.

Les professionnels du ferroviaire cherchent des orientations stratégiques qui leur permettent de rester fidèles aux objectifs et valeurs inhérents à leur activité, tout en réévaluant leurs pratiques à la lumière des enjeux de la biodiversité. Ils tentent d'identifier les leviers potentiels qui leur permettraient de fixer un cap clair, tout en s'interrogeant sur l'adéquation des moyens disponibles pour y parvenir. Le développement d'une vision stratégique bénéficie largement des expérimentations, qui offrent une opportunité d'évaluer non seulement le taux d'échec potentiel, mais aussi la capacité réelle à mobiliser des ressources tout au long du processus expérimental.

Qu'est-ce qu'on en fait de cette biodiversité ? Est-ce qu'on la développe ? Est-ce que juste en la conservant ? Ça devient le noyau central. Est-ce qu'on peut la conforter par l'apport d'autres développements de flore ? (Aménagement ferroviaire-Gestionnaire de contrats)

Les différentes actions de conseil menées en collaboration avec la SNCF par la LPO, le MNHN ou le bureau d'études Biotope ont proposé des stratégies reflétant diverses approches adoptées par les acteurs. Certains ont proposé des solutions exigeant que la SNCF s'engage dans une transformation profonde, impliquant des reconfigurations, une évaluation budgétaire et des orientations stratégiques à plusieurs niveaux. Dans les propositions de la LPO (LPO Île-de-France 2014), la gare est développée comme un panoptique donnant accès au paysage alentour, à la fois relique d'espaces végétalisés dans des contextes

très urbanisés, et facteur principal d'artificialisation dans les contextes ruraux. Il est ainsi suggéré de donner à voir les éléments naturels en expliquant le rôle de la gare dans chacun de ces contextes, notamment à travers des panneaux pédagogiques. « *Le pouvoir de sensibilisation de la SNCF est non négligeable du fait des nombreuses implantations de sites SNCF et du nombre croissant de personnes qui les empruntent. Même les décideurs locaux peuvent être sensibilisés par ce biais.* » (LPO Île-de-France 2014) Le document propose ainsi de transformer la gare en relais d'office du tourisme, et plus largement à la SNCF d'éditer des ouvrages sur la biodiversité ou d'encadrer des visites découvertes à proximité des gares. Il offre aussi des conseils pour flécher les budgets, ce qui touche directement aux prérogatives et au cœur de métier des opérationnels SNCF. Les objectifs affichés sont donc très ambitieux, et le document confisque presque la capacité d'action de l'acteur ferroviaire en lui dictant les moyens à mettre en place : « *Finalement, le budget communication des entreprises est souvent très important, il s'agit d'une réorientation des sujets de communication plus que des méthodes* » (LPO Île-de-France 2014). Cela peut éventuellement expliquer la faible adoption de ces propositions dans les gares.

D'autres ont présenté des actions très localisées, similaires à des dispositifs techniques ou des propositions de gestion qui relèvent davantage de bonnes pratiques, mais qui peinent à s'inscrire dans une approche cohérente à l'échelle globale. Ainsi, le rapport rendu par Biotope suite à la commande de SNCF réseau propose des fiches actions types explicitant les grands principes de la gestion différenciée, de la restauration de milieux ou de la lutte contre les EEE, et des déclinaisons locales suite au travail de terrain réalisé pour identifier les secteurs touchés par la fragmentation ou nécessitant la mise en place de dispositifs techniques pour la connectivité (Biotope et SNCF Réseau 2018).

Enfin, certains ont opté pour une internalisation totale et explicite des logiques de la SNCF, proposant de filtrer les objectifs à partir de l'éventail de possibles considérés par l'organisme ferroviaire. La proposition formulée par le MNHN vise à la conciliation de la biodiversité avec les activités et objectifs prioritaires de Transilien, sous contrainte financière et technique (MNHN, SNCF Gares & Connexions, et SNCF Transilien 2012). Un écologue du Muséum a proposé d'adapter les pratiques de gestion en tenant compte des contraintes techniques, esthétiques et de maintenabilité, propres aux différents espaces de la gare. L'objectif était de promouvoir l'adoption de pratiques différenciées, jusque-là peu connues des acteurs de la gare, en introduisant ainsi de nouvelles informations sans forcément proposer aux acteurs de négocier ces contraintes. Cette approche a conduit à des résultats positifs, étant notamment à l'origine des expérimentations menées par Transilien par la suite. Les nouveaux dispositifs d'intéressement proposés reposaient sur une traduction des enjeux de sécurité auxquels sont soumis les acteurs du ferroviaire, ce qui leur a conféré un haut degré de persuasion. « *Les zones adjacentes aux quais et aux allées pourraient continuer à être tondues à ras. Cela aurait l'avantage de limiter le déplacement d'animaux des zones non tondues vers les quais et les voies. Par contre, il conviendrait de continuer à exporter les matériaux après les fauches ou tontes. Ces matériaux peuvent être mis en compost localisé dans une zone peu visible/accessible au public. Laisser les matériaux coupés sur place poserait notamment un risque d'incendie, voire d'image.* » (MNHN, SNCF Gares & Connexions, et SNCF Transilien 2012).

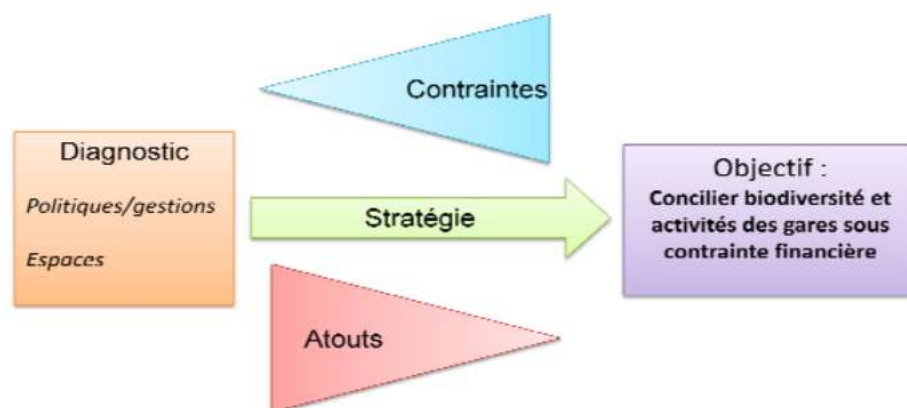


Figure 1. Méthodologie de l'étude.

FIGURE 9.2 – Diagramme de l'analyse stratégique proposée dans le cadre de la mission du MNHN en 2012, tiré de (MNHN, SNCF Gares & Connexions, et SNCF Transilien 2012)

Parmi ces stratégies, le développement d'une approche spatialisée semble satisfaire les attentes des différents acteurs. En se basant sur la situation concrète autour de la gare, le rapport du MNHN établit différentes priorités. Il propose ainsi des actions qui peuvent être mises en œuvre localement, tout en étant pensées de manière cohérente à l'échelle de l'ensemble de la ligne et des espaces disponibles. La proposition repose sur l'hypothèse que la gare peut constituer un *hotspot* de biodiversité au sein de paysages fortement anthropisés, en raison notamment de la présence de milieux relictuels colonisés par des espèces locales sur les terrains ferroviaires en friche, ou encore de la richesse écologique des talus. Les gares sont ensuite classées dans une typologie, déclinant les priorités d'action en fonction du contraste observé entre la biodiversité présente à l'échelle de la gare et la quantité d'espaces verts disponibles aux alentours dans le paysage environnant. L'écologue propose un diagnostic stratégique en couplant « l'échelle locale avec l'échelle du paysage au sein d'une approche multi-échelles » (MNHN, SNCF Gares & Connexions, et SNCF Transilien 2012). Il conclut enfin son rapport en pointant la nécessité de « préciser l'importance des gares dans la connectivité urbaine ». De même, les experts de la LPO missionnés en 2017 ont insisté sur la nécessité d'orienter l'action à partir de la création des trames interconnectées et écologiquement viables (LPO Île-de-France 2014), couplant cet objectif aux enjeux de sensibilisation. Le diagnostic réalisé par Biotope visait également à identifier des secteurs prioritaires pour améliorer la connectivité écologique, tout en tenant compte des contraintes budgétaires et de la facilité de mise en œuvre grâce aux technologies existantes.

L'approche qui consiste à définir les enjeux en fonction des échelles où les processus d'intérêt peuvent se manifester est particulièrement intéressante, car elle s'accorde bien avec les pratiques des acteurs traditionnels des projets. En effet, les urbanistes ont l'habitude de considérer un espace plus vaste pour identifier l'ensemble des parties prenantes susceptibles d'intervenir et de confronter le projet une fois que l'infrastructure s'implante sur le territoire. De même, les paysagistes doivent réintégrer leurs conceptions dans les différentes échelles auxquelles le paysage peut être lu.

De toute façon, quelle que soit l'échelle du projet, je pense qu'il faut toujours dézoomer. Quand on travaille sur une gare parisienne, il faut dézoomer pour comprendre ce qui se passe autour. Quand on travaille sur une petite rue, il faut dézoomer pour voir ce qu'il y a autour et réfléchir s'il y a une multitude de cas pareils, etc. Et puis être dans une logique d'ensemble.

(Aménagement ferroviaire-Membre de la direction AREP)

Les paysagistes, ce qui peut les distinguer, c'est leur aisance de traiter une échelle plus qu'un lieu. (Environnement au sein de l'aménagement-Paysagiste)

La connectivité est aussi mobilisée au sein de la stratégie mise en place par le CCDD au sein de SNCF réseau. Il s'agit de gérer de concert les exigences d'entretien des voies, de gestion des heurts et de la transparence du réseau. L'intégration de dispositifs de passage à faune au niveau des secteurs de collision repose sur l'analyse fine de la connectivité et des chemins potentiellement empruntés par les organismes.

Et l'idée, c'est de faire une pierre deux coups, de faire en sorte de réaménager notre infrastructure, de sorte qu'elle soit plus transparente, mais aussi qu'elle fasse l'objet de moins de collisions avec la faune. On sait que l'entonnement vers des ouvrages transparents facilite en fait le guidage de la faune. Donc voilà, on s'appuie sur des choses qui ont été faites et on observe aussi par des pièges photo en amont pour voir si actuellement l'ouvrage est infranchissable ou pas. Et du coup, on fait appel aussi à des bureaux d'études écologiques qui nous permettent de confirmer que cet aménagement-là va favoriser la canalisation de la faune.

Compte tenu de l'importance stratégique de l'évaluation de la connectivité pour orienter les stratégies identifiées par les différents acteurs, un dernier atelier participatif a été organisé afin d'explorer les perspectives offertes par l'utilisation de modélisations basées sur la théorie des graphes.

9.2.5 Atelier 4 : Différences d'appropriation des graphes

Un quatrième atelier participatif a été réalisé le 15 décembre 2023 dans l'optique de présenter différentes formalisations de résultats issues des modélisations par la théorie des graphes. Des invitations ont été envoyées aux acteurs ayant participé aux ateliers précédents, et quinze d'entre eux se sont rendus disponibles. Les participants comprenaient à nouveau des représentants des associations de défense de l'environnement, des acteurs des différentes filiales de la SNCF (SNCF Réseau, SNCF Immobilier, SNCF Gares & Connexions, SA de tête, SNCF Voyageur), ainsi que des représentants des établissements publics territoriaux et des aménageurs privés. Cet atelier n'avait pas pour objectif de conclure la recherche en présentant des résultats définitifs, comme ceux présentés au chapitre 6, mais représentait plutôt un dernier moment où la modélisation était explicitée une nouvelle fois, permettant une étape supplémentaire de co-construction du fait scientifique.

L'atelier avait pour but d'évaluer le degré de traduction nécessaire pour que les enjeux de connectivité puissent être intégrés par les différents acteurs opérationnels. À cette fin, six types de formalisations cartographiques issues de modélisations réalisées avec Graphab ont été présentées, chacune avec un degré croissant de complexité (Figure 9.3). Les participants étaient invités à échanger sur l'utilité potentielle de chaque représentation dans le cadre de leurs missions. Après cinq minutes pour prendre connaissance des cartes, la discussion était animée par des modérateurs issus du projet de recherche. Un support était également proposé pour consigner leurs remarques, structuré autour de quatre questions guides : « La représentation vous paraît-elle compréhensible ? Quelles informations trouvez-vous pertinentes ? La représentation vous semble-t-elle utile pour vos missions/votre métier ? Comment pourriez-vous la mobiliser ? ». Le compte rendu détaillé de chaque formalisation est présenté en Annexe X.

La modélisation de la connectivité écologique à travers la théorie des graphes nécessite un certain nombre de simplifications de la réalité écologique. Elle a impliqué la consultation de la littérature pour

identifier comment les différentes occupations du sol affectent chaque espèce. Ce travail avait été réalisé en amont de l'atelier 3, dont l'objectif était de créer des espèces virtuelles. Le regroupement en espèces virtuelles que j'avais proposé, afin de faire correspondre les groupes formés par les participants avec ceux statistiquement pertinents, a suscité des questions au début de ce nouvel atelier. Les participants se sont également interrogés sur l'articulation entre connectivité et présence/absence d'individus.

Les espèces virtuelles sont le résultat de considérations méthodologiques et statistiques, ce qui a introduit une distance vis-à-vis de la réalité physiologique des espèces, une traduction trop lâche. Certains regroupements opérés pour créer des espèces théoriques (type Cerf élaphe et Noctule de Lesiler) semblent incongrus à l'échelle régionale, et ce même si l'approche par espèces parapluies était censée maintenir l'intégrité des résultats. Pour rappel, les valeurs de résistance et de dispersion des espèces virtuelles ont été attribuées en sélectionnant les traits les moins avantageux parmi les espèces qui la composent. Du fait de cette incompréhension des participants, les espèces virtuelles proposées ne facilitent pas le passage à un point de vue opérationnel à l'échelle locale, quand bien même elles pourraient parfois être pertinentes stratégiquement.

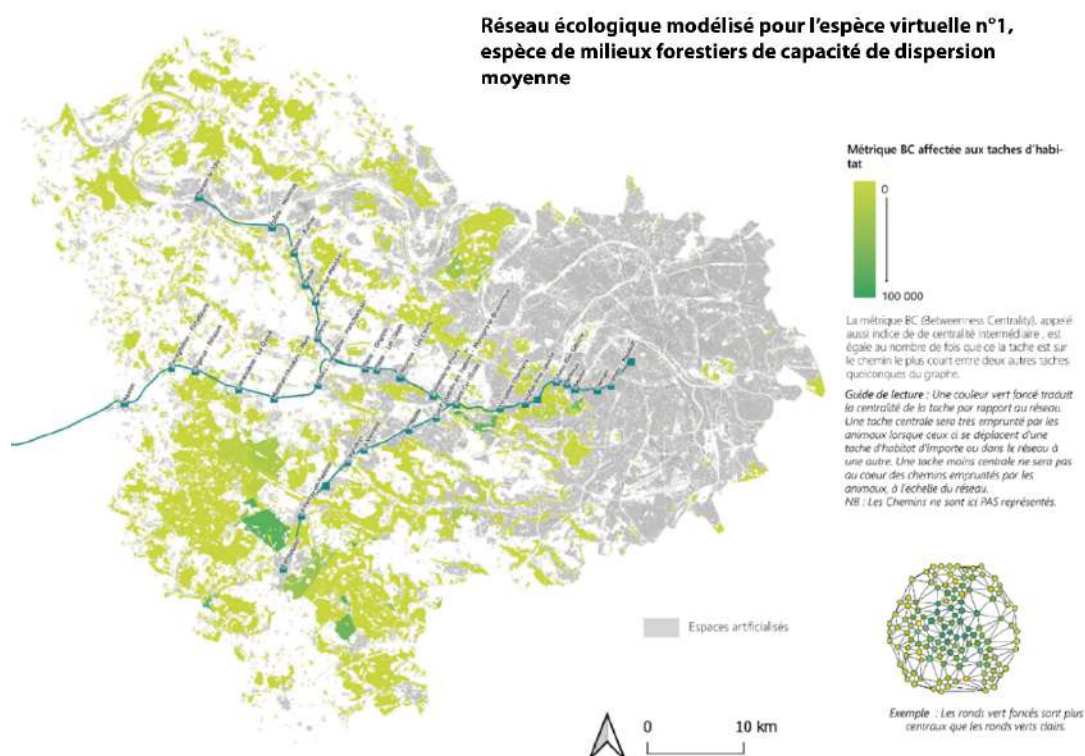
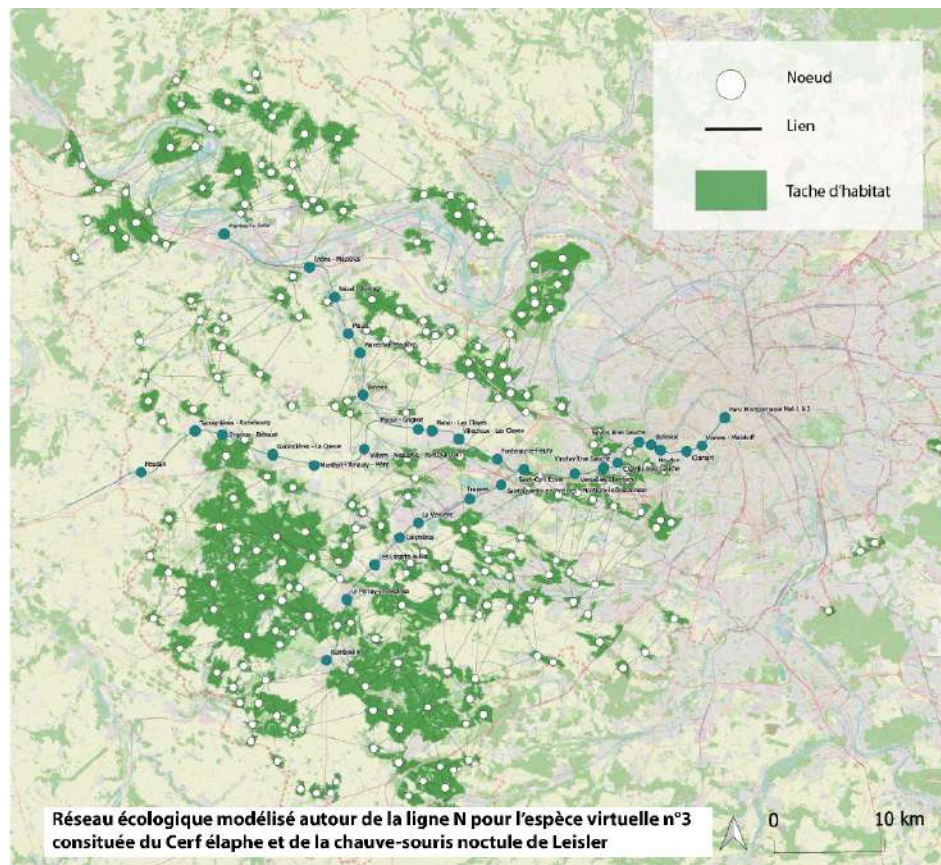


FIGURE 9.3 – Cartes présentées en introduction (en haut) et en deuxième temps (en bas) lors de l'atelier 4, parmi les 6 types de formalisations présentées

Dans un second temps, les représentations proposées ont mis en jeu des animaux, des individus, sans jamais représenter autre chose que leurs habitats ou les chemins qu'ils empruntent tels qu'ils sont présentés dans la modélisation. Ce flou dans la traduction a été renforcé par le fait que les habitats expriment un ensemble de potentialités pour les espèces et qu'ils ne sont pas discriminés graphiquement selon la présence ou l'absence effective d'individus observés. Il reste difficile de remédier à cette assimilation sans avoir la possibilité de mener des campagnes d'inventaire.

Enfin, certains porte-parole de la biodiversité ont soulevé la nécessité de revenir à l'échelle des espèces spécifiques lorsqu'il s'agit d'intégrer localement des dispositifs adaptés au passage de certaines espèces. À l'inverse, le pouvoir de synthèse offert par les espèces virtuelles a semblé encore limité aux professionnels du projet et de la conception en raison du trop grand nombre d'espèces virtuelles conservées. Pour permettre un diagnostic territorial efficace, il a été mentionné que le nombre de données à analyser devait parfois être réduit au strict minimum.

Les représentations des corridors, les chemins de moindre coût ou la connexion entre deux taches d'habitats ont été sujets à questionnements. Une des confusions principales réside dans l'équivalence entre représentation d'habitat et présence d'individus. La représentation d'un habitat, même connecté à d'autres taches, ne traduit pas directement la présence d'individus dans celle-ci. Pour qu'une population puisse effectivement avoir colonisé le milieu, il est nécessaire que la tache soit connectée aux taches d'habitat « source », qui contenait effectivement des populations. Si des taches sont connectées entre elles, mais non connectées à des taches « sources », alors il est très peu probable d'observer un individu dans celles-ci. Les modélisations ne sont pas équivalentes aux inventaires, qui peuvent les compléter.

Le vocabulaire employé a pu prêter à confusion, notamment la distinction entre trajets « potentiels » et « effectifs ». Le terme potentiel, employé parfois à l'oral, a incité certains acteurs à concevoir les modélisations comme des cartes « projets ». Cette terminologie désigne alors selon eux la représentation d'un espace fictif, qui pourrait advenir sous certaines conditions d'aménagement favorables à la biodiversité. Les termes sont employés différemment au sein de l'écologie du paysage. La connectivité potentielle y désigne la connectivité évaluée par la modélisation. La connectivité réelle fait, elle, référence à la connectivité évaluée par des techniques de suivi de l'individu. Si cette autre distinction sémantique prête à confusion, c'est parce qu'elle introduit une différence de réalité sous prétexte que l'une des connectivités est construite avec un dispositif de modélisation, et l'autre par des dispositifs de marquage et de capture. La différence entre ces deux évaluations de la connectivité réside en fait dans le nombre de dispositifs qu'il faut mettre en œuvre : les techniques de suivi ont bien moins de dispositifs intermédiaires entre l'animal et le rendu final, ils ont des chaînes de références moins longues. La modélisation a besoin de passer par des bases de données, des dires d'expert sur les résistances, etc.

Le deuxième point saillant réside dans l'articulation entre réalisme écologique et capacité de synthèse offerte par la modélisation. Pour chaque carte présentée, les attentes étaient différentes, et aucun consensus n'a semblé émerger. Le clivage s'est cristallisé autour de la notion d'échelle appropriée pour modéliser et représenter la connectivité. D'une part, il s'agissait de l'échelle géographique à laquelle la modélisation est pertinente et utile, et d'autre part de l'échelle de la réalité écologique des espèces, avec des approches monospécifiques, par espèces virtuelles, ou même agrégation de ces dernières. Il aurait été possible de s'attendre à des correspondances simples, associant échelle géographique et niveau de réalisme écologique : plus l'échelle est locale, plus il semble logique de modéliser la connectivité pour une espèce spécifique. Pourtant, il est apparu nécessaire de produire des représentations multiples, ciblant des besoins spécifiques et articulés de manière à répondre aux enjeux propres à chaque acteur. Les acteurs de la protection de l'environnement ont souligné l'importance de rester au plus près du réalisme écologique, en s'attachant à modéliser les réseaux de connectivité espèce par espèce, aux échelles géographiques qui leur

sont appropriées. De ce fait, la validation par les données d'inventaires semble pour eux un élément indispensable. Ils ont insisté sur la réintégration des réflexions liées à la connectivité dans une approche globale de l'écologie de ces espaces, afin d'intégrer une vision écosystémique dans les processus d'aménagement.

Pour les acteurs de l'aménagement et de la conception, l'échelle des représentations doit être étroitement liée à l'action stratégique à mener. Deux types de discours, presque contradictoires, ont illustré cette exigence. D'une part, la compréhension de la connectivité à l'échelle du réseau est jugée cruciale pour appréhender les impacts locaux sur les infrastructures (comme les gares colonisées par des hirondelles, par exemple). D'autre part, ces mêmes acteurs soulignent souvent la superficie limitée de l'emprise dont ils sont responsables. En raison de ce périmètre d'action restreint, ils ne se considèrent pas en charge de la biodiversité à une échelle régionale, et ne manifestent pas d'intérêt devant la proposition à cette échelle. Pour éviter ces blocages, certaines représentations, telles que les corridors, ont offert des pistes permettant de relocaliser les enjeux du réseau à une échelle plus adaptée à leur champ d'action. De la même manière, pour ces acteurs, le niveau de réalité écologique nécessaire dépend de la dimension stratégique à donner à l'action. L'espèce virtuelle est parfois trop, parfois pas assez, parfois suffisamment précise. La modélisation doit s'accorder avec les autres types de données qui sont produites lors de la concertation et la création du projet, et les partenaires impliqués, etc. Elle doit parfois s'intégrer dans une vision holistique paysagère, parfois se traduire en indicateurs simples et objectivables, parfois orienter les actions à partir de situations de références.

Les acteurs de la planification ont encore une approche différente. Les différentes échelles géographiques de modélisation semblent pertinentes en fonction de la démarche dans laquelle ils sont impliqués avec leurs partenaires : Trames Vertes et Bleues régionales ou SDRIF-E, accompagnement de communes, etc. Le besoin de synthèse est néanmoins assez prégnant, et ne semble pas satisfait par les espèces virtuelles. Une approche par agrégation de ces espèces virtuelles, ou par profil paysager, permettrait éventuellement de répondre à ces attentes.

Ainsi, il n'est pas systématiquement question de faire tendre la représentation vers le réalisme écologique, d'autant que l'outil de modélisation est par nature une première traduction/trahison. Modéliser, c'est déjà décider (Le Moigne 1994) de ce qui doit être mis en avant. Si la modélisation se contente de s'attacher à décrire le phénomène écologique, alors elle est déjà coincée dans un choix à trois branches, entre réalisme, généralisation ou précision. Si la modélisation s'attache à décrire la réalité sociale du phénomène écologique, alors elle doit rajouter autant de branches que de modes d'existences avec lesquels le phénomène s'engage : convivialité de la représentation, esthétisme, support pour l'organisation et la prédiction, respect moral envers les entités qu'elle est censée représenter, etc.

En science, les objets qui peuvent être traduits entre disciplines tout en étant traduites différemment dans le langage desdites disciplines sont des objets féconds pour la recherche. Nommés « objets-frontières » (Star et Griesemer 1989), ils sont mobiles, mais gardent suffisamment d'immutabilité pour être compris par tous. Ici, il ne s'agit pas de créer un objet entre disciplines scientifiques, qui partagerait quand même tout le même mode d'existence, la même manière de traduire à travers des chaînes de dispositifs. Il s'agit de produire un objet support de commun, un objet qui agisse comme un médiateur. Pour cela, il est nécessaire de lui fournir un équipement, c'est-à-dire une structure minimale reconnaissable qui est différente de l'objet lui-même (Vinck 2009). L'objectif de l'atelier 4 était d'identifier la nature de cet équipement : de quoi doit-on doter le graphe pour qu'il puisse circuler ? La multiplicité d'interprétation peut être autorisée, du moment que la carte équipe mieux celui qui la lit, qu'elle l'équipe suffisamment pour servir de support de traduction.

9.3 Conclusion du chapitre 9

À l'origine du projet de recherche Frugacité se trouvent des acteurs opérationnels. Sincèrement intéressés par la biodiversité, divers membres des filières au sein du groupe sont devenus partenaires dans l'espoir de pouvoir disposer d'outils de diagnostics qui leur permettraient de compléter leurs pratiques.

En fait, j'attends aussi un petit peu la montée en maturité de ces thématiques-là pour Gare et Connexion, par les différentes voies qui peuvent être l'éco-conception, et ou par les résultats de la démarche du projet Frugacité notamment qui pourrait aussi nous apporter des éléments et donc être un peu plus prescriptif. (Relations Institutionnelles-Responsabilité Sociétale et Environnementale des entreprises)

Et quand on m'avait parlé de ce projet de recherche, je me suis dit « chouette, en fait, parce que c'est exactement ce qui nous manque ». Et si effectivement, il y a de l'espoir, c'est comment mieux intégrer cette biodiversité dans nos projets ? Ça, c'est vraiment important pour nous, à mon échelle, bien sûr, mais aussi à l'échelle de la direction (Aménagement ferroviaire-Directrice des projets de gare)

Or, de nombreux partenariats avec des acteurs associatifs et des bureaux d'études ont déjà été établis par le passé, esquissant des stratégies à partir d'expertises écologiques. Un renouvellement de ces approches aurait produit le même type de résultat, confronté ensuite à la volonté de la SNCF de s'en emparer, comme si une fois que l'expertise était produite elle pouvait s'insérer dans l'écrin qui lui était dû. Les partenariats, souvent fructueux, ont souvent donné lieu à des dynamiques ponctuelles qui se sont heurtées à des freins dont les causes étaient profondément ancrées dans les pratiques. Les cas où la production d'informations a limité l'adoption de pratiques favorables à la biodiversité ne sont pas majoritaires. Le rapport du MNHN (MNHN, SNCF Gares & Connexions, et SNCF Transilien 2012) a mis en évidence des verrous que les acteurs du ferroviaire étaient non seulement capables de lever eux-mêmes, mais qui, surtout, ne pouvaient être surmontés que par eux : évaluation financière de la meilleure alternative aux désherbages chimiques des quais, étude de la perception de la biodiversité des espaces verts des gares par les usagers et le personnel, évaluation et optimisation financière précises de la stratégie.

Ce chapitre a mis en lumière ces freins, qui ne résultent pas d'un refus d'intégrer la biodiversité en soi, mais qui sont liés aux rôles spécifiques de chaque acteur et aux valeurs qu'ils défendent dans le cadre de l'aménagement, de la maintenance ou de l'exploitation ferroviaire. L'orientation générale vise donc à compléter l'apport de connaissances par un diagnostic global du fonctionnement des acteurs concernés qui leur présente ce par quoi ils sont concernés. En mobilisant les modes d'existence, il est possible de fournir aux acteurs les outils nécessaires pour se réapproprier la biodiversité et pour proposer des traductions des enjeux écologiques adaptées aux considérations de chacun. La recherche est plus pertinente quand elle permet aux acteurs de s'interroger eux-mêmes sur la manière dont ils ont procédé, tout en soulignant les contraintes, les valeurs et les forces qui les ont poussés à agir.

« C'est bien cet entretien, parce qu'il y a des questions qu'on ne se pose pas quand on fait du conseil. »

Dans cette optique, les acteurs ont été intégrés à la production du fait scientifique au cours de la démarche participative, afin de leur permettre de s'impliquer, de se sentir concernés, et de maintenir les enjeux de biodiversité au cœur de leurs pratiques. Les différents ateliers n'ont pas uniquement porté sur la connectivité, mais plutôt sur la manière dont celle-ci pouvait créer des liens entre les acteurs humains, la gare, et les espèces modélisées. Cette approche s'inscrit dans la logique proposée par Hodgetts (2018) :

faire de la connectivité un multiple. Le dernier atelier est ainsi une tentative pour faire de la co-élaboration des graphes une occasion pour toutes les agentivités de se connecter et se recomposer. L'atelier avait pour objectif non seulement de tester la connectivité et son appropriation, mais aussi de mettre en dialogue les acteurs, afin de susciter des discussions, de faire émerger des reconnaissances d'intérêts communs, ou, à l'inverse, de souligner les différences, les manières propres à chaque acteur de s'engager avec la faune, la flore, le territoire et les autres acteurs à travers elle.

Conclusion

L'application des outils et cadres théoriques de l'écologie du paysage aux enjeux liés aux infrastructures de transport a permis de mettre en lumière les effets fragmentant de ces infrastructures (Borda-de-Água *et al.*, 2017) mais aussi de souligner le rôle qu'elles jouent potentiellement pour connecter des habitats favorables à la faune (Pénone, 2012; Vandeveld, 2012; Ouédraogo *et al.*, 2020; Mell *et al.*, 2024). Son utilisation dans le contexte urbain des quartiers de gare a permis de faire émerger des enjeux de planification stratégique : donner plus de place aux espaces naturels nécessite implique à la fois l'identification ou le maintien d'espaces pouvant servir d'habitat pour différentes espèces animales et un dialogue avec les acteurs de la planification urbaine, notamment en ce qui concerne l'intersection et la compaction des infrastructures de transport.

En plus de la focalisation sur les enjeux du programme BAUM portant sur l'influence des formes urbaines sur la biodiversité, cette recherche s'est concentrée sur les usages et les pratiques d'aménagement et de gestion de la gare. La gare est un objet urbain singulier, dont la planification est appréhendée à différentes échelles, de celles de la ville et du quartier jusqu'à ses composantes fonctionnelles de transport ferroviaire. Dans ce cadre, ma recherche s'est orientée sur les particularités techniques de cet espace, c'est-à-dire la nécessité de constamment réévaluer sa destination (pour qui la gare est-elle construite ?) et, conjointement, la manière dont il est conçu (comment est-il construit ?). Ce palimpseste fonctionnel permanent en fait un véritable laboratoire urbain. Pour s'adapter aux enjeux fonctionnels, et adapter en retour la ville aux flux, le projet urbain à l'échelle de la gare est régulièrement reconçu. La gare est donc soumise au rythme du projet urbain de façon presque permanente. Or, ce processus implique une renégociation constante avec de nouveaux acteurs et la constitution de collectifs à définir et à intégrer, car la gare, comme tout objet technique, définit un collectif d'usagers ayant accès à ses espaces et réciproquement de gestionnaires qui doivent la prendre en charge. Ces renégociations perpétuelles mobilisent les figures de l'expert, porte-parole des différentes contraintes urbaines à intégrer dans la négociation, ainsi que celles des spécialistes de ces négociations. Dans cette gouvernance, la biodiversité est traduite et échangée sous différentes formes : sa quantification, son esthétique, sa qualification en tant que risque pour le projet, mettent en jeu des dispositifs de traduction proposés par chacun des porte-parole, et validés par le chef de projet.

Par ailleurs, contrairement à d'autres espaces consacrés aux transports et marqués par les contraintes techniques, comme les aéroports ou les ports fluviaux ou maritimes, le ferroviaire étend son réseau en marquant le territoire par l'emprise de ses voies. Cette particularité entraîne la nécessité d'une maintenance récurrente des linéaires et des abords de voies. Les acteurs de la maintenance sont engagés dans un processus ininterrompu et structuré autour des contraintes d'urgence, de sécurité et de budget. S'agissant d'intégrer la biodiversité dans le projet, cela impose des limites à la possibilité de déployer des approches plus apaisées, nécessitant du temps, des effectifs et des moyens pour adopter une posture plus locale. La gestion industrielle, dans ce cadre, ferme la porte à une approche orientée vers le soin des choses

(Denis and Pontille, 2022) pour la biodiversité. La communication envers les acteurs externes souffre aussi de cette politique. Ces derniers restent souvent hermétiques aux justifications d'ordre gestionnaire. Le développement d'une politique de transparence et de démocratisation, souhaité et amorcé au sein de certaines filiales du groupe, serait bénéfique et pourrait reposer sur la capacité des acteurs à partager les actions de soin et d'attention, qu'ils mettent plutôt en œuvre en faveur de l'objet ferroviaire. L'idée serait d'engager, en faveur de la biodiversité, une pédagogie qui implique plutôt qu'elle explique.

Dans les gares, la structuration de la politique autour de la sécurité peut être plus facilement négociée. La gare apparaît donc comme un espace pouvant bénéficier de réouvertures permanentes dans sa conception, et de davantage de souplesse concernant les enjeux sécuritaires, en raison d'un risque moindre, mais aussi parce que ces espaces sont publics et qu'il est impossible de contrôler totalement l'agentivité des différents éléments du système. Dans ce cadre, les acteurs en charge de la gare peuvent se risquer à engager la biodiversité dans des modes d'existence plus variés que simplement une conception organisationnelle. Si la biodiversité devient une contrainte technique, elle devient tout autant une matière pour le paysagiste, un objet de pédagogie, un être qu'il faut accueillir et protéger.

Par ailleurs, le caractère historique de la SNCF lui confère une importance particulière dans la gouvernance urbaine. Les politiques environnementales de certaines de ses filiales peuvent trouver dans la gare un levier important pour le développement d'approches innovantes et favorables à la biodiversité urbaine, à l'instar de ce que l'on observe déjà sur la question du carbone. En attendant la généralisation des ambitions environnementales et des dispositifs de traduction adaptés à chaque filiale du groupe, les acteurs du ferroviaire procèdent par initiatives et expérimentations locales, souvent dépendantes de la commande d'acteurs publics ou internes à la SNCF, et donc des ambitions écologiques de ces derniers.

La démarche proposée dans cette thèse, qui mobilise les graphes paysagers, a visé à réintégrer la biodiversité dans un langage commun, tant spatial que temporel et fonctionnel, structuré autour de la négociation des expertises. La recherche a ainsi abouti à la production d'un outil utile et traduisible pour toutes les expertises, et pouvant servir à ces négociations, tout en se projetant dans un espace désirable et dans le collectif à accueillir au sein du quartier de gare.

Dans ce cadre, des ateliers participatifs ont été organisés pour reconsidérer la biodiversité non plus comme une contrainte, mais comme un atout à valoriser, ou comme quelque chose auquel les acteurs tiennent, puisqu'ils ont été impliqués dans son identification et dans la création des graphes. Lors de la production des graphes, des choix ont été faits dans l'objectif de trouver un équilibre entre les ressources (humaines, techniques et financières) disponibles et la possibilité de se rapprocher au plus près de la réalité des espèces et de leur perception. L'analyse des réseaux d'habitats n'est pas seulement orientée vers l'aménagement des quartiers pour la biodiversité, mais elle contribue également au processus même de gestion de projet. Il est plus intéressant de faire naître une relation au territoire à travers la co-élaboration, en ouvrant de nouvelles perspectives pour les acteurs, plutôt que de leur fournir des résultats normatifs qui ajoutent une contrainte désincarnée parmi d'autres.

À l'heure des défis posés par le changement climatique et l'érosion de la biodiversité, il devient crucial de représenter et réintégrer les collectifs écologiques dans l'espace urbain, en créant des cartographies potentielles (Aït-Touati *et al*, 2023), d'autant que celles-ci se font écho aux sciences des flux dont ces acteurs sont les experts. Les futurs travaux envisagés par AREP, au sein de laquelle cette recherche était hébergée, pourront développer cette approche. Il s'agira non seulement de proposer des dispositifs d'étude de la connectivité pouvant s'appuyer sur la théorie des graphes, mais aussi de les adapter au cœur des pratiques métiers de chaque acteur. La notion de conceptualisation a été essentielle dans ce cadre et rejoint l'idée du « faire commun » ; c'est-à-dire de la possibilité pour une entreprise ou un groupe de

disposer d'une stratégie qui respecte ce à quoi tiennent les acteurs, tout en réorientant leurs engagements en faveur de la biodiversité.

Bibliographie

- Act4Nature, 2018. *Act4Nature International Framework*.
- Adisson, F., 2015. De l'aménagement du territoire au réaménagement des terrains de l'État : Politiques et projets de reconversion urbaine du domaine ferroviaire en France et en Italie.
- Adolphson, M., Fröidh, O., 2019. Impact on urban form by the localization of railway stations : Evidence from Sweden, *Cities*, 95, 102362. doi : 10.1016/j.cities.2019.05.031.
- Adriaensen, F., Chardon, J. P., De Blust, G., Swinnen, E., Villalba, S., Gulinck, H., Matthysen, E., 2003. The application of 'least-cost' modelling as a functional landscape model, *Landscape and Urban Planning*, 64, 4, 233–247. doi : 10.1016/S0169-2046(02)00242-6.
- AFNOR, 1995a. *Fascicule de documentation FD X50-101 Analyse fonctionnelle. L'analyse fonctionnelle outil interdisciplinaire de compétitivité - AFNOR*. (online : <https://www.decitre.fr/livres/fascicule-de-documentation-fd-x50-101-analyse-fonctionnelle-5552120005915.html>).
- AFNOR, 1995b. Norme Afnor NF X50-100. (online : <https://cobaz.afnor.org/viewer-docs?urn=FA159967&type=norme&cleID=8500584>).
- AFP, 2022. Procès de Brétigny : pour SNCF Réseau, «l'impensable s'est produit», *Le Figaro*, 26 April. (online : <https://www.lefigaro.fr/actualite-france/proces-de-bretigny-pour-sncf-reseau-l-impensable-s-est-produit-20220426>).
- Agence MTDA, 2015. Schéma régional de cohérence écologique Poitou-Charentes.
- Ageron, P., 2014. Notion à la une : intermodalité, *Géoconfluences*, septembre. (online : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/a-la-une/notion-a-la-une/notion-a-la-une-intermodalite>).
- Akrich, M., 2010. Comment décrire les objets techniques ?, *Techniques & culture*, 54–55, 205–219. doi : 10.4000/tc.4999.
- Akrich, M., Callon, M., Latour, B., Strum, S., 2013. *Sociologie de la traduction Textes fondateurs*, Paris, Presses des Mines.
- Albert, C. H., Rayfield, B., Dumitru, M., Gonzalez, A., 2017. Applying network theory to prioritize multispecies habitat networks that are robust to climate and land-use change, *Conservation Biology*, 31, 6, 1383–1396. doi : 10.1111/cobi.12943.
- Albertelli, M., 2024. Les variations de l'insertion urbaine des gares françaises.

Alberti, M., Botsford, E., Cohen, A., 2001. Quantifying the urban gradient : Linking urban planning and ecology, in Marzluff, J. M., Bowman, R., and Donnelly, R. (Eds.), *Avian Ecology and Conservation in an Urbanizing World*, Boston, MA, Springer US, pp. 89–115. (online : https://doi.org/10.1007/978-1-4615-1531-9_5).

Alberti, M. J., 2008. *Advances in urban ecology : integrating humans and ecological processes in urban ecosystems*, New York, New York, USA, Springer.

Alberti, M., Marzluff, J., Shulenberger, E., Bradley, G., Ryan, C., ZumBrunnen, C., 2009. Integrating Humans Into Ecology : Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems, *BioScience*, 53, 1169–1179. doi : 10.1641/0006-3568(2003)053[1169 :IHIEOA]2.0.CO;2.

Allag-Dhuisme, F., Amsallem, J., Barthod, C., Deshayes, M., Graffin, Vf., Lefeuvre, C., Salles, E. (coord), Barnetche, C., Brouard-Masson, J., Delaunay, A., Garnier, C. C., Trouvilliez, J., 2010. *Guide méthodologique identifiant les enjeux nationaux et transfrontaliers relatifs à la préservation et à la remise en bon état des continuités écologiques et comportant un volet relatif à l'élaboration des schémas régionaux de cohérence écologique – deuxième document en appui à la mise en œuvre de la Trame verte et bleue en France*, MEEDDM ed.

Allag-Dhuisme, F., Barthod, C., Bielsa, S., Brouard-Masson, J., Graffin, V., Vanpeene, S. (coord), Chamouton, S., Dessarps, P.-M., Lansiart, M., Orsini, A., 2010. *Prise en compte des orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques par les grandes infrastructures linéaires de l'État et de ses établissements publics – troisième document en appui à la mise en œuvre de la Trame verte et bleue en France*, MEEDDM ed.

Allen, C. D., 2011. On Actor-Network Theory and landscape : On Actor-Network Theory and landscape, *Area*, 43, 3, 274–280. doi : 10.1111/j.1475-4762.2011.01026.x.

Allen T.F.H., Starr T.B, 1982. *Hierarchy : Perspectives for Ecological Complexity*, Chicago, University of Chicago Press.

Altwegg, R., Jenkins, A., Abadi, F., 2014. Nestboxes and immigration drive the growth of an urban Peregrine Falcon *Falco peregrinus* population, *Ibis*, 156, 107–115. doi : 10.1111/ibi.12125.

Amar, G., 1993. Pour une écologie urbaine des transports, *Les Annales de la Recherche Urbaine*, Persée - Portail des revues scientifiques en SHS, 59, 1, 141–151. doi : 10.3406/ar.1993.1736.

Amblard, H., 2005. *Les nouvelles approches sociologiques des organisations*. Troisième édition augmentée d'un chapitre inédit, Paris, Éditions du Seuil. (online : <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb399196931>).

Ament, R., Clevenger, A., Van Der Ree, R., Center for Large Landscape Conservation, 2023. *Addressing ecological connectivity in the development of roads, railways and canals*, Center for Large Landscape Conservation. doi : 10.53847/IUCN.CH.2023.PATRS.5.en.

Anand, M., Gonzalez, A., Guichard, F., Kolasa, J., Parrott, L., 2010. Ecological Systems as Complex Systems : Challenges for an Emerging Science, *Diversity*, 2, 3, 395–410. doi : 10.3390/d2030395.

Ananian, P., 2009. Choix, logiques et modalités des acteurs de la promotion immobilière résidentielle à Bruxelles, in Rammer, Y., Mazy, K., and Dechamps, Y. (Eds.), *DENSIFICATION DE LA VILLE & CONSTRUCTION DURABLE*.

Andis, A. Z., Huijser, M. P., Broberg, L., 2017. Performance of Arch-Style Road Crossing Structures from Relative Movement Rates of Large Mammals, *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5. (online : <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2017.00122>).

Antoni, J.-P., 2003. *Modélisation de la dynamique de l'étalement urbain : Aspects conceptuels et gestionnaires. Application à Belfort*, These de doctorat. Strasbourg 1. (online : <https://theses.fr/2003STR1GEO2>).

Antrop, M., 2000. Background concepts for integrated landscape analysis, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 77, 1–2, 17–28. doi : 10.1016/S0167-8809(99)00089-4.

Antrop, M., Balfors, B., Azcárate, J., Mörtberg, U., Karlson, M., Gordon, S. O., 2004. Landscape change and the urbanization process in Europe, *Handbook on Biodiversity and Ecosystem Services in Impact Assessment*, Edward Elgar Publishing, 67, 1–4, 9–26.

APUR, 2015. Observatoire des quartiers de gare du Grand Paris Analyse croisée des quartiers de gare de la ligne 14, 4.

Arab, N., 2004. *L'activité de projet dans l'aménagement urbain. Processus d'élaboration et modes de pilotage : Les cas de la ligne B du tramway strasbourgeois et d'Odysseum à Montpellier*, These de doctorat. Marne-la-vallée, ENPC. (online : <https://theses.fr/2004ENPC0032>).

Arab, N., 2007. Activité de projet et aménagement urbain : les sciences de gestion à l'épreuve de l'urbanisme, *Management & Avenir*, Soliers, Management Prospective Editions, 12, 2, 147–164. doi : 10.3917/mav.012.0147.

Arab, N., 2018. Pour une théorie du projet en urbanisme, *Revue européenne des sciences sociales. European Journal of Social Sciences*, Librairie Droz, 56–1, 219–240. doi : 10.4000/ress.4050.

Araldi, A., Perez, J., Fusco, G., Fuse, T., 2018. Multiple fabric assessment : focus on method versatility and.

AREP, 2008. *Jean-Marie Duthilleul and Etienne Tricaud - AREP*, Edited by J.-M. Duthilleul, E. Tricaud, and B. Browne, Mulgrave, Victoria, Images Publ. Group (The master architect series).

AREP, 2023. *Rapport de recherche AREP*. (online : https://www.arep.fr/app/uploads/2024/02/Rapport-recherche_2023_ECRAN-2.pdf).

Arnstein, S. R., 1969. A Ladder Of Citizen Participation, *Journal of the American Institute of Planners*, 35, 4, 216–224. doi : 10.1080/01944366908977225.

Arrêté du 20 avril 2017 relatif à l'accessibilité aux personnes handicapées des établissements recevant du public lors de leur construction et des installations ouvertes au public lors de leur aménagement, 2017. *Légifrance*, Journal Officiel de la République Française. (online : <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000034464838>).

Article 2 - Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature - *Légifrance*, 1976. (online : https://www.legifrance.gouv.fr/loda/article_lc/LEGIARTI000006846404/1976-07-13).

Article L441-4 - Code de l'urbanisme, 2018. (online : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000037666367).

Atanasova, N., Castellar, J. A. C., Pineda-Martos, R., Nika, C. E., Katsou, E., Istenič, D., Pucher, B., Andreucci, M. B., Langergraber, G., 2021. Nature-Based Solutions and Circularity in Cities, *Circular Economy and Sustainability*, 1, 1, 319–332. doi : 10.1007/s43615-021-00024-1.

Attitudes Urbaines, Sagacité, RRA, Futurbain, Synapse Production, 2013. *Restitution du Diagnostic et partage des enjeux : Projet urbain Gare-Bécannes*, La Verrière, France : Ville de La Verrière, Communauté d'Agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines.

Attitudes Urbaines, Sagacité, RRA, Synapse Production, 2013. *Charte d'Aménagement Durable : Projet d'aménagement durable Gare-Bécannes*, La Verrière, France : Ville de La Verrière, Communauté d'Agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines, ADEME.

Augé, M., 1992. *Non-lieux : une anthropologie de la surmodernité*, Paris, Editions du Seuil. (online : <http://banq.pretnumerique.ca/accueil/isbn/9782021290622>).

Auvray, A., 2024. Retour sur la journée d'étude « Qualifier l'interdisciplinarité : vocabulaires, réseaux, outils et indicateurs », *Natures Sciences Sociétés*, 32, 4, [to be added]-[to be added].

Awada, F., Barreiro, S., 2008. *Schéma Directeur de la Région Île-de-France (SDRIF) 2008*, Paris : L'INSTITUT PARIS REGION. (online : <http://www.institutparisregion.fr>).

Bagaturov, M. F., 2022. *Re : Bug Hotel = ecological efficiency in Insect Conservation ?* (online : https://www.researchgate.net/post/Bug_Hotel_ecological_efficiency_in_Insect_Conservation/62a25be05adb61089e5d

Baguette, M., Van Dyck, H., 2007. Landscape connectivity and animal behavior : Functional grain as a key determinant for dispersal, *Landscape Ecology*, 22, 117–1129. doi : 10.1007/s10980-007-9108-4.

Balfors, B., Mörtberg, U., Gontier, M., Brokking, P., 2005. IMPACTS OF REGION-WIDE URBAN DEVELOPMENT ON BIODIVERSITY IN STRATEGIC ENVIRONMENTAL ASSESSMENT, *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 07, 02, 229–246. doi : 10.1142/S1464333205002006.

Barbé, H., Frascaria-Lacoste, N., 2021. Integrating Ecology into Land Planning and Development : Between Disillusionment and Hope, Questioning the Relevance and Implementation of the Mitigation Hierarchy, 16.

Barber, C. P., Cochrane, M. A., Souza, C. M., Laurance, W. F., 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon, *Biological Conservation*, 177, 203–209. doi : 10.1016/j.biocon.2014.07.004.

Baron, N., Harroud, T., 2023. More mobile, less common ? The transit sociality of Rabat's Central train station, *The Journal of North African Studies*, 28, 1, 16–35. doi : 10.1080/13629387.2021.2020478.

Baron, N., Roseau, N., 2016. Les gares au miroir de l'urbain, *Flux*, Marne-la-Vallée, Université Gustave Eiffel, 103–104, 1–2, 1–8. doi : 10.3917/flux.103.0001.

Barreteau, O., Bots, P., Daniell, K., Etienne, M., Perez, P., Barnaud, C., Bazile, D., Becu, N., Castella, J.-C., Dare, W., Trebil, G., 2013. Participatory Approaches, in, *Simulating Social Complexity*, Berlin, Heidelberg, Springer, pp. 197–214. doi : 10.1007/978-3-540-93813-2_10.

Barreteau, O., Giband, D., Schoon, M., Cerceau, J., DeClerck, F., Ghiotti, S., James, T., Masterson, V. A., Mathevet, R., Rode, S., Ricci, F., Therville, C., 2016. Bringing together social-ecological system and territoire concepts to explore nature-society dynamics, *Ecology and Society*, 21, 4, art42. doi : 10.5751/ES-

08834-210442.

Barrière, N., Defrance, J., Gabillet, Y., 2000. La forêt : ‘Un écran anti-bruit météorologique’. 2ème partie : Campagne de mesures dans les Landes - Validation des méthodes de calcul, *Acoustique & Techniques*, France, SNECMA Moteurs, 24, 34.

Barthe, Y., de Blic, D., Heurtin, J.-P., Lagneau, É., Lemieux, C., Linhardt, D., Moreau de Bellaing, C., Rémy, C., Trom, D., 2013. Sociologie pragmatique : mode d’emploi, *Politix*, Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur, 103, 3, 175–204. doi : 10.3917/pox.103.0173.

Bastian, O., Haase, D., Grunewald, K., 2012. Ecosystem properties, potentials and services – The EPPS conceptual framework and an urban application example, *Ecological Indicators*, 21, 7–16. doi : 10.1016/j.ecolind.2011.03.014.

Batabyal, A., Balakrishna, S., Thaker, M., 2017. A multivariate approach to understanding shifts in escape strategies of urban lizards, *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 71, 5, 83. doi : 10.1007/s00265-017-2307-3.

Bayard, D., 1999. La ronde des agents d’accueil en gare du nord, in, *Villes en gares*, Lieu de publication (si disponible), Editions de l’Aube, p. Numéro de la première page du chapitre-Numéro de la dernière page du chapitre. (online : URL si disponible).

Bayette, S., Boulay, F., Cébile, O., Chevrier, L., Cottu, I., Contrepolis, A., Delpech, C., Macé, B., Mauroux, S., Schmi, P., 2021. Développer sans bétonner, *AdCF Intercommunalités de France*, France, AdCF, 261, Sébastien Martin (Directeur de la publication).

Beauregard, F., Blois, S. de, 2014. Beyond a Climate-Centric View of Plant Distribution : Edaphic Variables Add Value to Distribution Models, *PLOS ONE*, Public Library of Science, 9, 3, e92642. doi : 10.1371/journal.pone.0092642.

Belin, 2014. Les effets structurants des infrastructures de transport, *L’Espace géographique*, Paris, Belin, 43, 1, 51–67. doi : 10.3917/eg.431.0051.

Bélisle, M., 2005. Measuring Landscape Connectivity : The Challenge of Behavioral Landscape Ecology, *Ecology*, 86, 1988–1995. doi : 10.1890/04-0923.

Bellil, A., 2023. Des discours aux cartographies de la Trame Verte et Bleue : représentations et prises en compte de la connectivité écologique dans les Schémas de Cohérence Territoriale en région Bourgogne Franche-Comté.

Benson, E. S., 2014. Minimal Animal : Surveillance, Simulation, and Stochasticity in Wildlife Biology, *Antennae : The Journal of Nature in Visual Culture*, 30, 39–53.

Bergès, L., Avon, C., Bezombes, L., Clauzel, C., Duflo, R., Foltête, J.-C., Gaucherand, S., Girardet, X., Spiegelberger, T., 2019. Intégrer la connectivité paysagère dans la séquence ERC : une approche par la quantité d’habitat atteignable, *VertigO : La revue électronique en sciences de l’environnement*, VertigO, 19, 2. doi : 10.4000/vertigo.25733.

Bergsten, A., Galafassi, D., Bodin, Ö., 2014. The problem of spatial fit in social-ecological systems : detecting mismatches between ecological connectivity and land management in an urban region, *Ecology and Society*, 19, 4, art6. doi : 10.5751/ES-06931-190406.

Berkes, F., Colding, J., Folke, C., 2008. *Navigating social-ecological systems : building resilience for complexity and change*, Cambridge, Cambridge University Press.

Berkes, F., Folke, C. (Eds.), 1998. *Linking Social and Ecological Systems*, Cambridge, Cambridge University Press.

Bertolini, L., 1999. Spatial Development Patterns and Public Transport : The Application of an Analytical Model in the Netherlands, *Planning Practice and Research*, 14. doi : 10.1080/02697459915724.

Bertolini, L., 2008. Station areas as nodes and places in urban networks : An analytical tool and alternative development strategies, in Bruinsma, F., Pels, E., Rietveld, P., Priemus, H., and van Wee, B. (Eds.), *Railway Development*, Heidelberg, Physica-Verlag HD, pp. 35–57. (online : http://link.springer.com/10.1007/978-3-7908-1972-4_3).

Bessy, C., Chateauraynaud, F., 2014. *Experts et faussaires*, Pétra (Éditions). (online : <https://journals.openedition.org/lectures/14399>).

Beutel, R. G., Friedrich, F., Yang, X.-K., Ge, S.-Q., 2013. *Insect Morphology and Phylogeny : A textbook for students of entomology*, DE GRUYTER. doi : 10.1515/9783110264043.

Bierwagen, B. G., 2005. Predicting Ecological Connectivity in Urbanizing Landscapes, *Environment and Planning B : Planning and Design*, 32, 5, 763–776. doi : 10.1068/b31134.

Bihouix, P., 2014. *L'âge des low tech : vers une civilisation techniquement soutenable*, Paris, Éd. du Seuil (Anthropocène).

Bihouix, P., Guillebon, B. de, 2010. *Quel futur pour les métaux ? raréfaction des métaux : un nouveau défi pour la société*, Les Ulis, EDP sciences.

Bihouix, P., Jeantet, S., Selva, C. de, Klugstertz, E., 2022. *La ville stationnaire : comment mettre fin à l'étalement urbain ?*, Arles, Actes Sud (Domaine du possible).

Binder, C. R., Hinkel, J., Bots, P. W. G., Pahl-Wostl, C., 2013. Comparison of Frameworks for Analyzing Social-ecological Systems, *Ecology and Society*, 18, 4, art26. doi : 10.5751/ES-05551-180426.

Biotope, SNCF Réseau, 2018. *Analyse des continuités écologiques (Trames vertes et bleues) et des fonctionnalités avec le réseau francilien : Phase 5 - Programme d'actions, Secteur prioritaire 10*, France : SNCF Réseau.

Blanc, N., 2009. La blatte, ou le monde en images, in Frioux, S. and Pépy, É.-A. (Eds.), *L'animal sauvage entre nuisance et patrimoine*, ENS Éditions, pp. 103–114. (online : <http://books.openedition.org/enseditions/6498>).

Blanc, N., 2021. L'animal dans le viseur de l'écologie urbaine, in Salomon Cavin, J. and Granjou, C. (Eds.), *Quand l'écologie s'urbanise*, Grenoble, UGA Éditions, pp. 95–122.

Blanchard, G., 2018. *Comment la maîtrise d'ouvrage urbaine conçoit-elle les choix d'aménagement ? : élaboration et assemblage des choix énergétiques à Bordeaux Euratlantique*, phdthesis. Université Paris-Est. (online : <https://pastel.hal.science/tel-02121401>).

Blasdel, K. R., Morand, S., Laurance, S. G. W., Doggett, S. L., Hahs, A., Trinh, K., Perera, D., Firth, C., 2022. Rats and the city : Implications of urbanization on zoonotic disease risk in Southeast Asia,

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 119, 39, e2112341119. doi : 10.1073/pnas.2112341119.

Blaser, M., De la Cadena, M., 2017. Introduction aux incommuns, *Anthropologica*, 59, 2, 194–203. doi : 10.3138/anth.59.2.t02.

Bloor, D., 1999. Anti-Latour, *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 30, 1, 81–112. doi : 10.1016/S0039-3681(98)00038-7.

Bodin, Ö., 2017. Collaborative environmental governance : Achieving collective action in social-ecological systems, *Science*, 357, 6352, eaan1114. doi : 10.1126/science.aan1114.

Bodin, Ö., Alexander, S. M., Baggio, J., Barnes, M. L., Berardo, R., Cumming, G. S., Dee, L. E., Fischer, A. P., Fischer, M., Mancilla Garcia, M., Guerrero, A. M., Hileman, J., Ingold, K., Matous, P., Morrison, T. H., Nohrstedt, D., Pittman, J., Robins, G., Sayles, J. S., 2019. Improving network approaches to the study of complex social-ecological interdependencies, *Nature Sustainability*, 2, 7, 551–559. doi : 10.1038/s41893-019-0308-0.

Bodin, Ö., Crona, B., Thyresson, M., Golz, A.-L., Tengö, M., 2014. Conservation Success as a Function of Good Alignment of Social and Ecological Structures and Processes, *Conservation Biology*, 28, 5, 1371–1379. doi : 10.1111/cobi.12306.

Bodin, Ö., Saura, S., 2010. Ranking individual habitat patches as connectivity providers : Integrating network analysis and patch removal experiments, *Ecological Modelling*, 221, 19, 2393–2405. doi : 10.1016/j.ecolmodel.2010.06.017.

Bodin, Ö., Tengö, M., 2012. Disentangling intangible social-ecological systems, *Global Environmental Change*, 22, 2, 430–439. doi : 10.1016/j.gloenvcha.2012.01.005.

Boileau, J., 2022. Planification de l'aménagement des territoires et intégration des enjeux écologiques : améliorer l'application de la séquence Éviter-Réduire-Compenser par la modélisation écologique participative, 243.

Boltanski, L., Thévenot, L., 1991. *De la justification : les économies de la grandeur*. Nachdr., Paris, Gallimard (NRF essais).

Bolund, P., Hunhammar, S., 1999. Ecosystem services in urban areas, *Ecological Economics*, 29, 2, 293–301. doi : 10.1016/S0921-8009(99)00013-0.

Bonnet, E., Landivar, D., Monnin, A., 2021. *Héritage et fermeture : une écologie du démantèlement*, Paris, Éditions Divergences.

Bonneuil, C., Joly, P.-B., 2013. *Sciences, techniques et société*, Paris, La Découverte (Repères ; Sociologie, 620).

Bonte, D., Van Dyck, H., Bullock, J. M., Coulon, A., Delgado, M., Gibbs, M., Lehouck, V., Matthysen, E., Mustin, K., Saastamoinen, M., Schtickzelle, N., Stevens, V. M., Vandewoestijne, S., Baguette, M., Barton, K., Benton, T. G., Chaput-Bardy, A., Clobert, J., Dytham, C., Hovestadt, T., Meier, C. M., Palmer, S. C. F., Turlure, C., Travis, J. M. J., 2012. Costs of dispersal, *Biological Reviews*, 87, 2, 290–312. doi : 10.1111/j.1469-185X.2011.00201.x.

Bonthoux, S., Brun, M., Di Pietro, F., Greulich, S., Bouché-Pillon, S., 2014. How can waste-

lands promote biodiversity in cities? A review, *Landscape and Urban Planning*, 132, 79–88. doi : 10.1016/j.landurbplan.2014.08.010.

Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H. M. (Eds.), 2017. *Railway Ecology*, Cham, Springer International Publishing. (online : <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-57496-7>).

Borda-de-Água, L., Barrientos, R., Beja, P., Pereira, H. M., 2018. *Railway Ecology*. Softcover reprint of the original 1st ed. 2017 édition, Springer.

Bordes, C., Maurin, A., 2018. *Synthèse de l'étude Hirondelle de fenêtre en Île-de-France (2013-2017)*, France : LPO.

Boudouresque, C. F., 2014. Insights into the diversity of the biodiversity concept.

Boumoud, A., 2012. *La grande gare contemporaine et le labyrinthe du transport multimodal : vers une nouvelle approche de la lisibilité, l'exemple de la gare de la Part-Dieu à Lyon*, phdthesis. Université de Grenoble. (online : <https://theses.hal.science/tel-00956736>).

Bourdil, C., Vanpeene-Bruhier, S., 2013. SÉQUENCE ERC & CONTINUITÉS ÉCOLOGIQUES.

Bourgeois, M., 2024. *Territorialiser les réseaux écologiques*, thesis. Université Lyon 3 Jean Moulin. (online : <https://shs.hal.science/tel-04515749>).

Boutreux, T., Bourgeois, M., Bellec, A., Commeaux, F., Kaufmann, B., 2023. Addressing the sustainable urbanism paradox : tipping points for the operational reconciliation of dense and green morphologies. doi : 10.21203/rs.3.rs-3551977/v1.

Braaker, S., Moretti, M., Boesch, R., Ghazoul, J., Obrist, M. K., Bontadina, F., 2014. Assessing habitat connectivity for ground-dwelling animals in an urban environment, *Ecological Applications*, 24, 7, 1583–1595. doi : 10.1890/13-1088.1.

Brédif, H., 2004. *Le vivant, les hommes et le territoire : essai de biogéopolitique*, These de doctorat. Institut national agronomique Paris-Grignon (1971-2006). (online : <https://theses.fr/2004INAP0022>).

Brédif, H., 2008. La qualité comme moyen de repenser le développement durable d'un territoire, *EspacesTemps.net*. (online : <https://shs.hal.science/halshs-00730881>).

Brédif, H., De Montbel, A., 2019. Facilitations stratégiques : refonder l'action en commun dans les organisations et les territoires, Presses universitaires du Septentrion.

Brédif, H., Simon, L., 2021. *Biodiversité et stratégie : des équilibres dynamiques*, Versailles, Éditions Quae.

Breiman, L., 2001. Random Forests, *Machine Learning*, 45, 1, 5–32. doi : 10.1023/A :1010933404324.

Bresnihan, P., 2016. *Transforming the fisheries : neoliberalism, nature, and the commons*, Lincoln, University of Nebraska Press.

Breuste, J., Niemelä, J., Snep, R. P. H., 2008. Applying landscape ecological principles in urban environments, *Landscape Ecology*, 23, 10, 1139–1142. doi : 10.1007/s10980-008-9273-0.

Brit Ross Winthereik, 2020. Is ANT's radical empiricism ethnographic ?, in Anders Blok, I. F., Celia

Roberts (Ed.), *The Routledge Companion to Actor-Network Theory*, London, Routledge.

Brown, R. M., Gist, D. H., Taylor, D. H., 1995. Home Range Ecology of an Introduced Population of the European Wall Lizard *Podarcis muralis* (Lacertilia; Lacertidae) in Cincinnati, Ohio, *American Midland Naturalist*, 133, 2, 344. doi : 10.2307/2426399.

Bruckert-Strzelczyk, A., 2018. “ Fabrication de la ville ’ ’ à la SNCF.

Bruyas, T., 2015. De la complexité des projets de gares. Du traitement d’un objet urbain à la conduite de projet, 113.

Bucharčíková, O., Tokarčíková, E., 2016. Use of Participatory Methods in Teaching at the University, *International Journal of Management*, University of Žilina, Slovak Republic, 17, 1. (online : [Provide a valid URL if accessible online]).

Bueno, R., Labrousse, O., Flandin, J., 2024. *Étude « Cimetières vivants » : Résultats de l’analyse des données 2020 et 2022*.

Bulletin des lois de la République française, 1836, Paris, Imprimerie nationale des lois, Imprimerie nationale. (online : <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb32726274t>).

Bureau, D., 2022. *Le Grand Paris Express : les enjeux pour l’environnement*, Paris, Economica.

Buton, C., Chavaren, P., Fournier, M., Gaspard, J., Guernigou, A., Huertas, P., Jumeau, J., 2019. Clôtures routières et ferroviaires & faune sauvage - Critères de choix et recommandations d’implantation.

Buton, C., Nowicki, F., Sint-Andrieux, C., Sortais, C., 2022. Projet exploratoire ESCAPE XXL, Etat des connaissances et retour d’expérience sur les dispositifs de sortie des clôtures pour les ongulés sauvages, rapport final.

Cadenasso, M. L., Pickett, S. T. A., Schwarz, K., 2007. Spatial heterogeneity in urban ecosystems : reconceptualizing land cover and a framework for classification, *Frontiers in Ecology and the Environment*, Wiley, 5, 2, 80–88. doi : 10.1890/1540-9295(2007)5[80 :shiuer]2.0.co ;2.

Cadi, A., Joly, P., 2004. Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*), *Biodiversity and Conservation*, 13, 13, 2511–2518. doi : 10.1023/B :BIOC.0000048451.07820.9c.

Calabrese, J. M., Fagan, W. F., 2004. A comparison-shopper’s guide to connectivity metrics, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2, 10, 529–536. doi : [https://doi.org/10.1890/1540-9295\(2004\)002\[0529 :ACGTTCM\]2.0.CO ;2](https://doi.org/10.1890/1540-9295(2004)002[0529 :ACGTTCM]2.0.CO ;2).

Callicott, J. B., 1988. Animal Liberation and Environmental Ethics : Back Together Again, *Between the Species : An Online Journal for the Study of Philosophy and Animals*, 4, 3. doi : 10.15368/bts.1988v4n3.1.

Callon, M., 1986. Eléments pour une sociologie de la traduction : La domestication des coquilles Saint-Jacques et des marins-pêcheurs dans la baie de Saint-Brieuc, *L’Année sociologique (1940/1948-)*, 36, 169–208.

Callon, M., 2001. *La commande... de l’architecture à la ville. Tome 2, Evaluation des recherches*, La Défense, Plan Urbanisme Construction Architecture.

Callon, M., 2017. *L'emprise des marchés : comprendre leur fonctionnement pour pouvoir les changer*, Paris, La Découverte.

Callon, M., Lhomme, R., Fleury, J., 1999. Pour une sociologie de la traduction en innovation, Persée - Portail des revues scientifiques en SHS. doi : 10.3406/refor.1999.1574.

Calthorpe, P., 1995. *The Next American Metropolis : Ecology, Community, and the American Dream*. 3rd ed. édition, New York, Princeton Architectural Press.

Camagni, R., Gibelli, M. C., Rigamonti, P., 2002. Urban mobility and urban form : the social and environmental costs of different patterns of urban expansion, *Ecological Economics*, 40, 2, 199–216. doi : 10.1016/S0921-8009(01)00254-3.

Capon, M., 2022. Accueillir les mammifères sauvages en ville : jonctions et injonctions dans la métropole du Grand Paris.

Carlsson, L., Berkes, F., 2005. Co-management : concepts and methodological implications, *Journal of Environmental Management*, 75, 65–76.

Carlsson, L., Sandström, A., 2007. Network Governance of the Commons, *International Journal of the Commons*, 2, 1, 33–54. doi : 10.18352/ijc.20.

Carvalho, F., Santos, S., Mira, A., Lourenço, R., 2017. Methods to Monitor and Mitigate Wildlife Mortality in Railways, in, *Railway Ecology*, pp. 23–42. doi : 10.1007/978-3-319-57496-7_3.

Castagnino, F., 2017. *Les chemins de faire de la surveillance : une sociologie des dispositifs de sécurité et de sûreté ferroviaires en France*, thesis. Paris Est. (online : [https ://theses.fr/2017PESC1052](https://theses.fr/2017PESC1052)).

Caula, S. A., Sirami, C., Marty, P., Martin, J.-L., 2010. Value of an urban habitat for the native Mediterranean avifauna, *Urban Ecosystems*, 13, 1, 73–89. doi : 10.1007/s11252-009-0104-0.

Caula, S., Marty, P., Martin, J.-L., 2008. Seasonal variation in species composition of an urban bird community in Mediterranean France, *Landscape and Urban Planning*, 87, 1–9. doi : 10.1016/j.landurbplan.2008.03.006.

Cauquelin, A., 2013. *L'invention du paysage*. 4e édition, Paris, PUF.

Ceballos, G., Ehrlich, P. R., Dirzo, R., 2017. Biological annihilation via the ongoing sixth mass extinction signaled by vertebrate population losses and declines, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114, 30. doi : 10.1073/pnas.1704949114.

C.E.R.A., 2000. *Etude expérimentale du comportement de franchissement d'une clôture par des chevreuils par Meunier Francis : bon Couverture souple (2000) / Le-Livre*. (online : [https ://www.abebooks.fr/Etude-exp%C3%A9rimentale-comportement-franchissement-dune-cl%C3%B4ture/30606982435/bd](https://www.abebooks.fr/Etude-exp%C3%A9rimentale-comportement-franchissement-dune-cl%C3%B4ture/30606982435/bd)).

Cerema, 2021. Les passages à faune. Préserver et restaurer les continuités écologiques, avec les infrastructures linéaires de transport., (Références).

Certeau, M. de, Giard, L., Certeau, M. de, 2010. *Arts de faire*. Nouvelle éd, Paris, Gallimard (L'invention du quotidien / Michel de Certeau, 1).

Certu, 2005. Acteurs des pôles d'échanges, fiche n°2 Un pôle d'échanges en ville moyenne : la gare d'Auch.

Cervero, R., Kockelman, K., 1997. Travel demand and the 3 Ds : density, diversity, and design, *Transportation Research D*, 199–219.

Chadoin, O., 2002. Michel Bonnet (Dir.), La commande... de l'architecture à la ville, Tome 1 & 2, 2001, Persée - Portail des revues scientifiques en SHS. (online : https://www.persee.fr/doc/aru_0180-930x_2002_num_92_1_2470_t1_0160_0000_5).

Chalmandrier, M., Granjou, C., 2021. Faire de l'écologie en ville : témoignages de chercheurs, in Salomon Cavin, J. and Granjou, C. (Eds.), *Quand l'écologie s'urbanise*, Grenoble, UGA Éditions, pp. 211–236.

Chan, K. M. A., Satterfield, T., Goldstein, J., 2012. Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values, *Ecological Economics*, 74, 8–18. doi : 10.1016/j.ecolecon.2011.11.011.

Chapin, F. S., Power, M. E., Pickett, S. T. A., Freitag, A., Reynolds, J. A., Jackson, R. B., Lodge, D. M., Duke, C., Collins, S. L., Power, A. G., Bartuska, A., 2011. Earth Stewardship : science for action to sustain the human-earth system, *Ecosphere*, 2, 8, art89. doi : 10.1890/ES11-00166.1.

Charbonnier, P., 2015. *La fin d'un grand partage : nature et société, de Durkheim à Descola*, CNRS éditions.

Charbonnier, P., 2016. Après la modernité, la nature. L'anthropologie des modernes de Latour et Descola., *PHILOSOPHIE POLITIQUE DE LA NATURE*. (online : <https://natpol.hypotheses.org/28>).

Charbonnier, P., 2020. *Abondance et liberté : une histoire environnementale des idées politiques*, Paris, La Découverte.

Chauvigné, J., Berens, S., Caudron, E., Lemoine, G., 2019. *Comment concilier nature et chantiers urbains ?*, Edited by NNChico Mendès, LPO France, EPF NPdC, J. Chauvigné, S. Berens, and E. Caudron, Paris, EGF.BTP.

Chemla, P., 2018. Les projets connexes aux gares du Grand Paris Express sous maîtrise d'ouvrage de la Société du Grand Paris : Opportunités de valorisation foncière ou projets de valorisation urbaine ?, Université Paris-Sorbonne.

Cheptou, P.-O., Carrue, O., Rouifed, S., Cantarel, A., 2008. Rapid evolution of seed dispersal in an urban environment in the weed *Crepis sancta*, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 10, 3796–3799. doi : 10.1073/pnas.0708446105.

Chevassus-au-Louis, N., 2023. Faut-il arrêter la recherche ?, *Mediapart*. (online : <https://www.mediapart.fr/journal/culture-et-idees/030223/faut-il-arreter-la-recherche>).

Childers, D. L., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Marshall, V., McGrath, B., Pickett, S. T. A., 2015. An ecology for cities : a transformational nexus of design and ecology to advance climate change resilience and urban sustainability. *Sustainability* 7, 3774–3791.

Churko, G., Kienast, F., Bolliger, J., 2020. A Multispecies Assessment to Identify the Functional Connectivity of Amphibians in a Human-Dominated Landscape, *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9, 287. doi : 10.3390/ijgi9050287.

Claude, V., 2006. *Faire la ville : Les métiers de l'urbanisme au XXe siècle*, Marseille, Parenthèses Editions.

Clauzel, C., 2020. *Rapport du projet TRAMARE (2019-2022)*, Research Report. Ladyss ; Université de Paris, p. 34. (online : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03113687>).

Clauzel, C., 2022. Les réseaux écologiques, une stratégie de conservation pour concilier fonctionnalités écologiques et aménagement du territoire, *Géoconfluences*. (online : <https://geoconfluences.ens-lyon.fr/informations-scientifiques/dossiersthematiques/changement-global/articles-scientifiques/reseaux-ecologiques>).

Clauzel, C., Foltête, J.-C., Girardet, X., Vuidel, G., 2022. Graphab 2.8 Manuel d'utilisation.

Clauzel, C., Girardet, X., Foltête, J.-C., 2013. Impact assessment of a high-speed railway line on species distribution : Application to the European tree frog (*Hyla arborea*) in Franche-Comté, *Journal of Environmental Management*, 127, 125–134. doi : 10.1016/j.jenvman.2013.04.018.

Clauzel, C., Godet, C., 2020. Combining spatial modeling tools and biological data for improved multispecies assessment in restoration areas, *Biological Conservation*, 250, 108713. doi : 10.1016/j.biocon.2020.108713.

Clément, G., Lhuillier, S., 2020. *Je chemine avec...*, Paris, Éditions du Seuil (Je chemine avec).

Clergeau, P., 1993. Utilisation des concepts de l'écologie du paysage pour l'élaboration d'un nouveau type de passage à faune, *Gibier Faune Sauvage*, Office national de la chasse et de la faune sauvage, 10, 3, 47–57.

Clergeau, P., 2007. *Écologie du paysage urbain (Une)*. (online : <https://www.editions-apogee.com/architecture-urbanisme/157-ecologie-du-paysage-urbain-une.html>).

Clergeau, P., 2015. *Manifeste pour la ville biodiversitaire : changer pour un urbanisme inventif, écologique et adaptif*. Apogée.

Clergeau, P., 2019. Un projet urbain autour de la biodiversité, *URBIA. Les Cahiers du développement urbain durable*. (online : <https://hal.science/mnhn-02568498>).

Clergeau, P., Machon, N., 2014. *Où se cache la biodiversité en ville ? : 90 clés pour comprendre la nature en ville*, Versailles, Éd. Quæ. (online : <http://site.ebrary.com/lib/usherbrookemgh/Doc?id=10995936>).

Clergeau, P., Sauvage, A., Lemoine, A., Marchand, J.-P., Dubs, F., Mennechez, G., 1997. Quels oiseaux dans la ville ? Une étude pluridisciplinaire d'un même gradient urbain, *Les Annales de la recherche urbaine*, 74, 1, 119–130. doi : 10.3406/ar.1997.3127.

Clevenger, A., 2005. Conservation Value of Wildlife Crossings : Measures of Performance and Research Directions, *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 14, 124–129. doi : 10.14512/gaia.14.2.12.

Clobert, J., Danchin, E., Dhondt, A. A., Nichols, J. D., 2001. *Dispersal*, Oxford ; New York, Oxford University Press.

Communauté de Communes du Pays de l'Ourcq, 2022. Réunion du Comité de Pilotage du site Natura

2000 'Bois des Réserves, des Usages et de Montgé', in, Communauté de Communes du Pays de l'Ourcq, Natura 2000.

Compte Rendu de la Commission Mixte Paritaire du 17 mai 2010, 2010, Paris : Sénat Français. (online : <https://www.senat.fr/compte-rendu-commissions/20100517/cmp.html#toc4>).

Conover, W. J., 1999. *Practical nonparametric statistics*. 3rd ed, New York, Wiley (Wiley series in probability and statistics. Applied probability and statistics section).

Consalès, J.-N., 2020. *Vers une planification écologique*.

Consalès, J.-N., Girard, R., Romeyer, B., Tamisier, C., 2022. Former au paysagisme d'aménagement : du DESS PARME au parcours de master PPAU, trois décennies de collaboration entre Aix-Marseille université et l'École nationale supérieure de paysage Versailles-Marseille, *Projets de Paysage*, 2022. doi : 10.4000/paysage.27915.

Conseil de l'Union européenne, 1992. *Directive 92/43/CEE du Conseil, du 21 mai 1992, concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages*. (online : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A31992L0043>).

Conseil d'Etat, 2018. Fiche 14, Etablissements publics industriels et commerciaux.

Conseil Régional d'Île-de-France, 2023a. *Île-de-France 2040 : Un nouvel équilibre – Évaluation environnementale stratégique*, Paris : Institut Paris Region. (online : <https://www.institutparisregion.fr>).

Conseil Régional d'Île-de-France, 2023b. *Île-de-France 2040 : Un nouvel équilibre – Orientations réglementaires*, Paris : Institut Paris Region. (online : <https://www.iledefrance.fr>).

Conseil Régional d'Île-de-France, 2023c. *Île-de-France 2040 : Un nouvel équilibre – Projet d'aménagement régional*, Paris : Institut Paris Region. (online : <https://www.iledefrance.fr>).

Conticelli, E., Tondelli, S., 2011. Railway Station Role in Composing Urban Conflicts, *Tema. Journal of Land Use, Mobility and Environment*, 47-58 Paginazione. doi : 10.6092/1970-9870/530.

Cooke, S. C., Balmford, A., Donald, P. F., Newson, S. E., Johnston, A., 2020. Roads as a contributor to landscape-scale variation in bird communities, *Nature Communications*, 11, 1, 3125. doi : 10.1038/s41467-020-16899-x.

Cormier, L., 2015. Les urbanistes et l'approche écologique de la nature en ville : une conciliation possible ?, *Innovations Agronomiques*, INRAE. (online : <https://hal.science/hal-01597268>).

Cormier, L., Kenderesy, M., 2013. *Gouvernances des trames vertes et bleues urbaines. Analyse des modalités initiées lors de la mise en place d'une politique par des collectivités*, Rapport du Ladyss et de Plantes et Cité. (online : http://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/references_bibliographiques/synthese_gouvernance_trames_vertes_urbaines-2.pdf).

Cormier, L., Lajartre, A. B. D., Carcaud, N., 2010. La planification des trames vertes, du global au local : réalités et limites, *Cybergeo : European Journal of Geography*, CNRS-UMR Géographie-cités 8504. (online : <https://journals.openedition.org/cybergeo/23187>).

Cormier, T., Roger, R., Louchart, P., Cornet, N., Lesselier, S., Le Calvez, C., Riou, D., Sivasoubramaniane, I., Fouad, A., Barreiro, S., 2020. *Le développement urbain de l'ouest francilien : élé-*

ments pour la vision territoriale de l'EPI 78/92, Paris : L'INSTITUT PARIS REGION. (online : [http ://www.institutparisregion.fr](http://www.institutparisregion.fr)).

Cornet, M., 2020. *Boîte à outils « Découvrir, évaluer et accueillir la Biodiversité en gare »*, Ligue de protection des oiseaux Ile-de-France.

Corsand, D., 2014. Accident de train de Denguin : des rats à l'origine du dysfonctionnement, *France Bleu Béarn Bigorre*, 28 July. (online : [https ://www.francebleu.fr/infos/faits-divers-justice/accident-de-train-de-denguin-des-rats-l-origine-du-dysfonctionnement-1406525394](https://www.francebleu.fr/infos/faits-divers-justice/accident-de-train-de-denguin-des-rats-l-origine-du-dysfonctionnement-1406525394)).

Cossu, L., Morin, V., Crouvezier, V., Nancel, A., Bardoul, L., Pellet, M., 2024. *SNCF Réseau s'engage pour la biodiversité - Dossier de presse*, Metz : SNCF Réseau.

Couégnas, N., Fontanille, J., 2017. L'énonçabilité des mondes du sens, *Actes Sémiotiques*, 120, XX–XX.

Cour des Comptes, 2021. *Les gares ferroviaires de voyageurs*.

Couvet, D., 2021. Postface – Trois approches écologiques de la ville, in Salomon Cavin, J. and Granjou, C. (Eds.), *Quand l'écologie s'urbanise*, Grenoble, UGA Éditions, pp. 361–376.

Couvet, D., Ducarme, F., 2014. Reconciliation ecology, from biological to social challenges, *Revue d'ethnoécologie*, Laboratoire Éco-anthropologie et Ethnobiologie (UMR 7206), 6. doi : 10.4000/ethnoecologie.1979.

Cragg, J. G., 1971. Some Statistical Models for Limited Dependent Variables with Application to the Demand for Durable Goods, *Econometrica*, 39, 5, 829. doi : 10.2307/1909582.

Craven, D., Filotas, E., Angers, V. A., Messier, C., 2016. Evaluating resilience of tree communities in fragmented landscapes : linking functional response diversity with landscape connectivity, *Diversity and Distributions*, 22, 5, 505–518. doi : 10.1111/ddi.12423.

Cresswell, J. E., Osbourne, J. L., Goulson, D., 2000. An economic model of the limits to foraging range in central place foragers with numerical solutions for bumblebees, *Ecol Entomol*, 25, 249–55.

Crona, B., Ernstson, H., Prell, C., Reed, M., Hubacek, K., 2011. Combining social network approaches with social theories to improve understanding of natural resource governance, in Bodin, O. and Prell, C. (Eds.), *Social Networks and Natural Resource Management*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 44–72. (online : [https ://www.cambridge.org/core/product/identifier/CBO9780511894985A011/type/book_part](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/CBO9780511894985A011/type/book_part)).

Crona, B. I., Bodin, O., 2006. What you know is who you know? Patterns of communication as prerequisites for co-management, *Ecology and Society*, 11, 2.

Cros, A., 2018. Gérard Pouyatos raconte «l'esprit cheminot», *La Dépêche*, 22 April. (online : [https ://www.ladepeche.fr/article/2018/04/22/2784754-gerard-pouyatos-raconte-l-esprit-cheminot.html](https://www.ladepeche.fr/article/2018/04/22/2784754-gerard-pouyatos-raconte-l-esprit-cheminot.html)).

Cumming, G. S., Epstein, G., 2020. Landscape Sustainability and the Landscape Ecology of Institutions», *Landscape Ecology*, 35, 11, 2613–28. doi : 10.1007/s10980-020-00989-8.

Cushman, S. A., Landguth, E. L., 2010. Spurious correlations and inference in landscape genetics,

Molecular Ecology, 19, 17, 3592–3602. doi : 10.1111/j.1365-294X.2010.04656.x.

Cushman, S. A., McGarigal, K., Neel, M. C., 2008. Parsimony in landscape metrics : Strength, universality, and consistency, *Ecological Indicators*, 8, 5, 691–703. doi : 10.1016/j.ecolind.2007.12.002.

Dacheux-Auzière, B., Petit-Berghem, Y., 2017. Quelle écologisation de la pratique des paysagistes concepteurs ?, *Projets de paysage. Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace*, Agrocampus Angers, Ecole nationale supérieure du paysage, ENP Blois, ENSAP Bordeaux, ENSAP Lille, 16. doi : 10.4000/paysage.5536.

D'Amico, M., Périquet, S., Román, J., Revilla, E., 2016. Road avoidance responses determine the impact of heterogeneous road networks at a regional scale, *Journal of Applied Ecology*, Edited by M. Hayward, 53, 1, 181–190. doi : 10.1111/1365-2664.12572.

Daniel López-Gómez, 2020. What if ANT wouldn't pursue agnosticism but care ?, in Anders Blok, I. F., Celia Roberts (Ed.), *The Routledge Companion to Actor-Network Theory*, London, Routledge.

Davy, A.-C., Beaufils, S., 2022. *Habiter l'Ouest francilien : Forces et faiblesses, leçons de la crise sanitaire*, Paris : Institut Paris Region.

Debray, A., 2016. Les difficultés de la transposition communale des corridors écologiques. Analyses appliquées à trois communes de l'agglomération tourangelle, *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, Réseau « Développement durable et territoires fragiles », Vol. 7, n°3. doi : 10.4000/developpementdurable.11495.

Debrincat, M., Lenoir, J., 2016. BONNES PRATIQUES DE L'INTERMODALITÉ DANS LES GARES : L'ANALYSE DE LA FNAUT.

Decourval, E., Park, J.-G., Goude, C., 2021. *Homadata Insights*.

Décret qui approuve deux conventions passées en exécution de la loi du 13 mai 1851, relative au chemin de fer de l'Ouest : 16 juillet 1851, 1851, Paris : Imprimerie Nationale, pp. 133–145. (online : <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb391915081>).

Dehaut, S., 2023. Fondements pour une géographie plus qu'humaine du rewilding : revue de littérature et proposition de définition, *Natures Sciences Sociétés*, EDP Sciences, 31, 1, 3–17. doi : 10.1051/nss/2023023.

Delage, A., 2013. La gare au revers des villes : des territoires en situation de réversibilité limitée ?, in Scherrer F., V. M. (dir.) (Ed.), *Villes, Territoires, Réversibilités*, Éditions Hermann, Paris, pp. 111–121., Hermann, pp. 111–121. (online : <https://hal.science/hal-01859824>).

Delage, A., 2018. Gare au standard ! Les nouveaux quartiers de gare TGV, produit d'appel pour des territoires en mal de reconnaissance ?, *Persée - Portail des revues scientifiques en SHS*. doi : 10.3406/aru.2018.3280.

Demeulenaere, E., 2017. L'anthropologie au-delà de l'anthropos. Un récit par les marges de la discipline, 38.

Denayer, D., Collard, D., 2014. CE QUE GÉRER LA FAUNE IMPLIQUE : UNE APPROCHE PAR LA THÉORIE DE L'ACTEUR-RÉSEAU LE CAS DE LA CONSERVATION DE L'OURS BRUN DANS LES PYRÉNÉES FRANÇAISES, 118, (GÉRER ET COMPRENDRE). (online :

<https://www.anales.org/gc/2014/gc118/GC-118-DENAYER-COLLARD.pdf>).

Denis, J., Pontille, D., 2022a. 6. Tact, in, *Le soin des choses*, Paris, La Découverte (SH / Terrains philosophiques), pp. 245–304. (online : <https://www.cairn.info/le-soin-des-choses--9782348064838-p-245.htm>).

Denis, J., Pontille, D., 2022b. Introduction, in, *Le soin des choses*, Paris, La Découverte (SH / Terrains philosophiques), pp. 7–29. (online : <https://www.cairn.info/le-soin-des-choses--9782348064838-p-7.htm>).

Département des Yvelines, 2015. *Le Schéma des Déplacements des Yvelines : SDY 2020 - Mise à jour 2015*, Yvelines, France : Département des Yvelines.

Des Mesnards, P.-H., 2008. *Réussir l'analyse de la valeur*, Paris, Eyrolles-Éd. d'Organisation (Collection Mode projet).

Descartes, R., 1637. *Discours de la méthode*, Librairie des bibliophiles.

Descola, P., 2005. *Par-delà nature et culture. Bibliothèque des sciences humaines*, Paris ? NRF, Gallimard.

Descola, P., 2012. *Anthropologie de la nature : Les formes du paysage*, Collège de France.

Descola, P., 2021. *Les formes du visible : une anthropologie de la figuration*, Paris, Éditions du Seuil (Les livres du nouveau monde).

Descola, P., Pignocchi, A., 2022. *Ethnographies des mondes à venir*, Seuil (Anthropocène).

Desjardins, X., 2024. Ce que nous disent les débats sur le « Zéro artificialisation nette » des défis de la planification écologique, *Revue juridique de l'environnement*, Montrouge, JLE Editions, 49, 1, 9–12.

Despret, V., Galetic, S., 2007. Faire de James un « lecteur anachronique » de Von Uexküll : Esquisse d'un perspectivisme radical. (online : <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/137208/1/Perspect%20radical%20despret%20galetic.pdf>).

Detavernier, P., 2019. Accès aux quais et segmentation de la gare, *Transports urbains*, Groupement pour l'Étude des Transports Urbains Modernes, 135, 2, 13–17. doi : 10.3917/turb.135.0013.

Devictor, V., 2021. Gouverner la biodiversité ou comment réussir à échouer, in, *Gouverner la biodiversité ou comment réussir à échouer*, Versailles, Éditions Quæ (Sciences en questions), pp. 9–62. (online : <http://books.openedition.org/quae/39910>).

Devisme, L., 2000. Villes en gare (sous la direction de Isaac Joseph). (online : https://www.persee.fr/doc/flux_1154-2721_2000_num_16_39_1705).

Diamond, J., 2020. *De l'inégalité parmi les sociétés Essai sur l'homme et l'environnement dans l'histoire*, Paris (), Gallimard. (online : <https://go.openathens.net/redirector/umoncton.ca?url=https%3A%2F%2Fwww.cairn.info%2Fde-l-inegalite-parmi-les-societes--9782070347506.htm>).

Díaz, S., Settele, J., Brondízio, E. S., Ngo, H. T., Agard, J., Arneth, A., Balvanera, P., Brauman, K. A., Butchart, S. H. M., Chan, K. M. A., Garibaldi, L. A., Ichii, K., Liu, J., Subramanian, S. M., Midgley, G. F., Miloslavich, P., Molnár, Z., Obura, D., Pfaff, A., Polasky, S., Purvis, A., Razzaque, J., Reyers, B., Chowdhury, R. R., Shin, Y.-J., Visseren-Hamakers, I., Willis, K. J., Zayas, C. N., 2019. Pervasive

human-driven decline of life on Earth points to the need for transformative change, *Science*, 366, 6471, eaax3100. doi : 10.1126/science.aax3100.

Dietz, T., Ostrom, E., Stern, P. C., 2003. The struggle to govern the commons, *Science*, 302, 1907–1912.

Dikareva, N., Simon, K. S., 2019. Microplastic pollution in streams spanning an urbanisation gradient, *Environmental Pollution*, 250, 292–299. doi : 10.1016/j.envpol.2019.03.105.

Diogo, V., Koomen, E., 2016. *Land Cover and Land Use Indicators : Review of Available Data*, Paris : OECD Publishing. (online : <https://doi.org/10.1787/5jm5cgrhvpvb-en>).

Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt (DRIAf), 2007. *La forêt francilienne*, DRIAf Île-de-France. (online : https://driaaf.ile-de-france.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/_170_pdf_foRET_francilienne_DRIAfIledeFrance07_cle0ebbaa_cle437379.pdf).

Directive 91/440/CEE du Conseil du 29 juillet 1991 relative au développement de chemins de fer communautaires, 1991.

Dittmar, H., Ohland, G., 2003. The New Transit Town, 272.

Dominique Boullier, 1999. Les voyageurs et les objets en régime automatique, in, *Villes en gares*, Lieu de publication (si disponible), Editions de l'Aube, p. Numéro de la première page du chapitre-Numéro de la dernière page du chapitre. (online : URL si disponible).

Dondero, M. G., 2017. Énonciation et modes d'existence1, *Actes Sémiotiques*, 120, XX–XX.

Douglas, I., Goode, D., Houck, M., Wang, R. (Eds.), 2014. *The Routledge Handbook of Urban Ecology*. 1st edition, London, Routledge.

Drake, J., Lambin, X., Sutherland, C., 2022. The value of considering demographic contributions to connectivity : a review, *Ecography*, 2022, 6, e05552. doi : 10.1111/ecog.05552.

Dubost, F., 2010. Les paysagistes sous la bannière de l'écologie urbaine, *Ethnologie française*, Paris cedex 14, Presses Universitaires de France, 40, 4, 629–638. doi : 10.3917/ethn.104.0629.

Dubourg, K., 2023. MUR « MARTINETS » TOULON, 27 July. (online : <https://paca.lpo.fr/blogs/toulon/2023/07/27/mur-martinets-toulon/>).

Dubuisson, S., Hennion, A., Rabeharisoa, V., 1999. Passages et arrêts en gare : border son temps, flotter, se réengager, in, *Villes en gares*, Lieu de publication (si disponible), Editions de l'Aube, p. Numéro de la première page du chapitre-Numéro de la dernière page du chapitre. (online : URL si disponible).

Ducros, J., Paul, E., 2011. La méthode des prix hédoniques appliquée au logement, *Regards croisés sur l'économie*, Paris, La Découverte, 9, 1, 130–132. doi : 10.3917/rce.009.0130.

Duflot, R., Avon, C., Roche, P., Bergès, L., 2018. Combining habitat suitability models and spatial graphs for more effective landscape conservation planning : An applied methodological framework and a species case study, *Journal for Nature Conservation*, 46, 38–47. doi : 10.1016/j.jnc.2018.08.005.

Dufour, S., Lespez, L., 2019. Les approches naturalistes en géographie, vers un renouveau réflexif autour de la notion de nature ?, *Bulletin de l'association de géographes français. Géographies*, 96, 2,

319–343. doi : 10.4000/bagf.5196.

Duguet, A., Bouleau, M., Laurent, S., 2017. Articulation entre gares et quartiers de gare : la méthode node-place, 6.

Dumez, H., 2011. L’Actor-Network-Theory (ANT) comme technologie de la description, *Le Libellio d’AEGIS*, 7, 27–38.

Dunning, J. B., Danielson, B. J., Pulliam, H. R., 1992. Ecological Processes That Affect Populations in Complex Landscapes, *Oikos*, JSTOR, 65, 1, 169. doi : 10.2307/3544901.

Dupre, J., Brouca, M., Babin, L., 2023. *Jugement Correctionnel du Tribunal Judiciaire d’Angers, Chambre correctionnelle, N° 1119/2023*, Angers : Cour d’Appel d’Angers.

Dwiartama, A., Rosin, C., 2014. Exploring agency beyond humans : the compatibility of Actor-Network Theory (ANT) and resilience thinking, *Ecology and Society*, 19, 3, art28. doi : 10.5751/ES-06805-190328.

Edel-Garcia, I., 2021. Yvelines : les abords de la gare de Rambouillet bientôt transformés, *Cadre de Ville*, 23 February. (online : <https://www.cadredeville.com>).

Eigenbrod, F., Hecnar, S., Fahrig, L., 2009. Quantifying the Road-Effect Zone : Threshold Effects of a Motorway on Anuran Populations in Ontario, Canada, *Ecology and Society*, The Resilience Alliance, 14, 1. doi : 10.5751/ES-02691-140124.

Eilers, P., Marx, B., Durbán, M., 2015. Twenty years of P-splines, *SORT (Statistics and Operations Research Transactions)*, 39, 149–186.

Ellington, E. H., Gehrt, S. D., 2019. Behavioral responses by an apex predator to urbanization, *Behavioral Ecology*, 30, 3, 821–829. doi : 10.1093/beheco/arz019.

Elliott, C. P., Tomlinson, S., Lewandrowski, W., Miller, B. P., 2024. Species distribution and habitat attributes guide translocation planning of a threatened short-range endemic plant, *Global Ecology and Conservation*, 51, e02915. doi : 10.1016/j.gecco.2024.e02915.

Elmqvist, T., Fragkias, M., Goodness, J., Güneralp, B., Marcotullio, P. J., McDonald, R. I., Parnell, S., Schewenius, M., Sendstad, M., Seto, K. C., Wilkinson, C. (Eds.), 2013. *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services : Challenges and Opportunities*, Dordrecht, Springer Netherlands. doi : 10.1007/978-94-007-7088-1.

Eser, A., 2024. *Various Tree Species Display Diverse Average Tree Height Statistics*, WorldMetrics.org. (online : <https://www.worldmetrics.org/reports/2024/tree-heights>).

Étienne, M. (Ed.), 2014. *Companion Modelling : A Participatory Approach to Support Sustainable Development*, Dordrecht, Springer Netherlands. doi : 10.1007/978-94-017-8557-0.

European Environment Agency, 2020. Urban Atlas Street Tree Layer 2018 (vector), Europe, 6-yearly, Feb. 2021, European Environment Agency. doi : 10.2909/205691B3-7AE9-41DD-ABF1-1F60D72C8C.

Facchinetti-Mannone, V., Bavoux, J.-J., 2010. L’implantation des gares TGV en France : tensions interscalaires, jeux d’acteurs et recompositions spatiales, *Belgeo. Revue belge de géographie*, National Committee of Geography of Belgium / Société Royale Belge de Géographie, 1–2, 9–22. doi : 10.4000/bel-

geo.6638.

Fahrig, L., 2017. Ecological Responses to Habitat Fragmentation Per Se, *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Annual Reviews, 48, Volume 48, 2017, 1–23. doi : 10.1146/annurev-ecolsys-110316-022612.

Fall, A., Fortin, M.-J., Manseau, M., O'Brien, D., 2007. Spatial Graphs : Principles and Applications for Habitat Connectivity, *Ecosystems*, 10, 3, 448–461. doi : 10.1007/s10021-007-9038-7.

Farias, I., Roberts, C., Blok, A. (Eds.), 2020. *The Routledge companion to actor-network theory*, London ; New York, Routledge, Taylor & Francis Group.

Farina, A., 2006. *Principles and methods in landscape ecology : toward a science of landscape*, Dordrecht, Springer (Landscape series, v. 3).

Farina, A., 2010. *Ecology, cognition and landscape : linking natural and social systems*, Dordrecht ; New York, Springer (Landscape series, v. 11).

Fath, B. D., 2019. *Encyclopedia of ecology*. (online : <http://www.sciencedirect.com/science/referenceworks/9780444641304>).

Federau, A., 2011. La sociologie des objets, *La Vie des idées*. (online : <https://laviedesidees.fr/La-sociologie-des-objets.html>).

Feldman, M. J., Imbeau, L., Marchand, P., Mazerolle, M. J., Darveau, M., Fenton, N. J., 2021. Trends and gaps in the use of citizen science derived data as input for species distribution models : A quantitative review, *PLOS ONE*, Public Library of Science, 16, 3, e0234587. doi : 10.1371/journal.pone.0234587.

Feltoich, N., 2003. Nonparametric Tests of Differences in Medians : Comparison of the Wilcoxon–Mann–Whitney and Robust Rank-Order Tests, *Experimental Economics*, 6, 273–297. doi : 10.1023/A :1026273319211.

Fernández-Juricic, E., 2000. Avifaunal Use of Wooded Streets in an Urban Landscape, *Conservation Biology*, 14, 2, 513–521. doi : 10.1046/j.1523-1739.2000.98600.x.

Fernández-Juricic, E., Jokimäki, J., 2001. A habitat island approach to conserving birds in urban landscapes : case studies from southern and northern Europe, *Biodiversity & Conservation*, 10, 12, 2023–2043. doi : 10.1023/A :1013133308987.

Ferreira, A., Bertolini, L., Næss, P., 2017. Immutability as resilience ? A key consideration for transport policy and research, *Applied Mobilities*, 2, 1, 16–31. doi : 10.1080/23800127.2017.1283121.

Ferriot, L., Luquet, G. Chr., Morizot, J.-P., 2019. *Bilan des Suivis Hétérocères - Site Natura 2000 FR1100802 « Pelouses Calcaires du Gâtinais »*, Savigny-sur-Orge, France : NaturEssonne, pp. 1-[last page number].

Flandin, J., 2015. *Guide de conception et de gestion écologique des cimetières*, Natureparif. (online : <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-24009-guide-gestion-ecologique-cimetieres.pdf>).

Flégeau, M., 2020. *Formes urbaines et biodiversité : un état des connaissances*. Ministère de la Transition écologique Ministère de la Cohésion des Territoires et des Relations avec les collectivités territoriales Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature Plan urbanisme construction architect-

ture, La Défense, Plan urbanisme construction architecture (Réflexions en partage).

Fleureau, M., 2021. *FORMES URBAINES ET BIODIVERSITÉ, UN ÉTAT DES CONNAISSANCES*. (online : <https://www.fondationbiodiversite.fr/wp-content/uploads/2021/04/FRB-fiche-formes-urbaines-VF.pdf>).

Folke, C., 2006. Resilience : The emergence of a perspective for social–ecological systems analyses, *Global Environmental Change*, 16, 3, 253–267. doi : 10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002.

Folke, C., 2007. Social–ecological systems and adaptive governance of the commons, *Ecological Research*, 22, 1, 14–15. doi : 10.1007/s11284-006-0074-0.

Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Scheffer, M., Chapin, T., Rockström, J., 2012. Resilience thinking : integrating resilience, adaptability and transformability, *Ecology and Society*, 15.

Folke, C., Colding, J., Berkes, F., 2001. Synthesis : building resilience and adaptive capacity in social–ecological systems, in Berkes, F., Colding, J., and Folke, C. (Eds.), *Navigating Social-Ecological Systems*. 1st edn, Cambridge University Press, pp. 352–387. doi : 10.1017/CBO9780511541957.020.

Folke, C., Hahn, T., Olsson, P., Norberg, J., 2005. Adaptive governance of social–ecological systems, *Annual Review of Environmental Resources*, 30, 441–473.

Folléa, B., Gomel, C., Parrouffe, J.-M., Richard, N., Schmid, L., Thibault, J.-P., 2024. *Réussir la transition écologique par l'approche paysagère*, La Fabrique écologique.

Foltête, J.-C., Clauzel, C., Vuidel, G., 2012. A software tool dedicated to the modelling of landscape networks, *Environmental Modelling & Software*, 38, 316–327. doi : 10.1016/j.envsoft.2012.07.002.

Foltête, J.-C., Clauzel, C., Vuidel, G., Tournant, P., 2012. Integrating graph-based connectivity metrics into species distribution models, *Landscape Ecology*, 27, 557–569. doi : 10.1007/s10980-012-9709-4.

Foltête, J.-C., Vuidel, G., Savary, P., Clauzel, C., Sahraoui, Y., Girardet, X., Bourgeois, M., 2021. Graphab : An application for modeling and managing ecological habitat networks, *Software Impacts*, 8, 100065. doi : 10.1016/j.simpa.2021.100065.

Foresman, T., Pickett, S. T. A., Zipperer, W., 1997. Methods for spatial and temporal land use and land cover assessment for urban ecosystems and application in the greater Baltimore-Chesapeake region, *Urban Ecosystems*, 1. doi : 10.1023/A :1018583729727.

Forman, R. T. T., 1995. Some general principles of landscape and regional ecology, *Landscape Ecology*, Springer Science and Business Media LLC, 10, 3, 133–142. doi : 10.1007/bf00133027.

Forman, R. T. T., etc, 2002. *Road Ecology : Science and Solutions*. 2nd ed. édition, Washington, DC, Island Press.

Forman, R. T. T., Godron, M., 1986. *Landscape ecology*, New York, NY, Wiley.

Foucart, S., 2023. La Fresque du climat invisibilise les racines politiques et idéologiques du réchauffement, *Le Monde*, 23 April. (online : <https://www.lemonde.fr>).

Foucault, M., 2005. *Les mots et les choses : une archéologie des sciences humaines*, Paris, Gallimard.

Franchomme, M., auduit, C., Benchendikh, F., Delmer, S., Hinnewinkel, C., Litot, J.-B., Perrin, C., Schmitt, G., 2014. *Mise en synergie des réseaux : évaluer la contribution des emprises des infrastructures linéaires de RTE et de SNCF Réseau aux continuités écologiques*.

Frazier, A. E., Kedron, P., 2017. Landscape Metrics : Past Progress and Future Directions, *Current Landscape Ecology Reports*, 2, 3, 63–72. doi : 10.1007/s40823-017-0026-0.

Frecaut, G., Gali, P., Le Bon-Vuylsteke, M., Le Moinge, A., Bouleau, M., Laurent, S., Omhové, M., 2018. Quelles dynamiques urbaines autour des quartiers de gare ?, in, *SÉMINAIRE ENS-IAU DU 8 DÉCEMBRE 2017 SUR LES QUESTIONS URBAINES*, IAU île-de-France 15, rue Falguière 75740 Paris cedex 15. (online : https://www.iau-idf.fr/fileadmin/DataStorage/SavoirFaire/NosTravaux/gouvernance/SeminairesPolitiqueVille/2017/Actes_seminaire_Quartier_de_gare.pdf).

Friedlingstein, P., O’Sullivan, M., Jones, M. W., Andrew, R. M., Hauck, J., Olsen, A., Peters, G. P., Peters, W., Pongratz, J., Sitch, S., Le Quéré, C., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Alin, S., Aragão, L. E. O. C., Arneeth, A., Arora, V., Bates, N. R., Becker, M., Benoit-Cattin, A., Bittig, H. C., Bopp, L., Bultan, S., Chandra, N., Chevallier, F., Chini, L. P., Evans, W., Florentie, L., Forster, P. M., Gasser, T., Gehlen, M., Gilfillan, D., Gkritzalis, T., Gregor, L., Gruber, N., Harris, I., Hartung, K., Haverd, V., Houghton, R. A., Ilyina, T., Jain, A. K., Joetzjer, E., Kadono, K., Kato, E., Kitidis, V., Korsbakken, J. I., Landschützer, P., Lefèvre, N., Lenton, A., Lienert, S., Liu, Z., Lombardozzi, D., Marland, G., Metzl, N., Munro, D. R., Nabel, J. E. M. S., Nakaoka, S.-I., Niwa, Y., O’Brien, K., Ono, T., Palmer, P. I., Pierrot, D., Poulter, B., Resplandy, L., Robertson, E., Rödenbeck, C., Schwinger, J., Séférian, R., Skjelvan, I., Smith, A. J. P., Sutton, A. J., Tanhua, T., Tans, P. P., Tian, H., Tilbrook, B., Van Der Werf, G., Vuichard, N., Walker, A. P., Wanninkhof, R., Watson, A. J., Willis, D., Wiltshire, A. J., Yuan, W., Yue, X., Zaehle, S., 2020. Global Carbon Budget 2020, *Earth System Science Data*, 12, 4, 3269–3340. doi : 10.5194/essd-12-3269-2020.

Fusco, G., 2010. Les réseaux ferrés dans l’espace métropolitaine émergent des deux rivières, in, *Géographie des interfaces : une nouvelle vision des territoires (Quae)*, pp. 103–126.

Gabillet, M., Arpin, I., Prévot, A.-C., 2021. Peut-on s’occuper des papillons quand on est jardinier ? La mise en œuvre d’un programme de sciences participatives dans un service d’espaces verts urbains, in Salomon Cavin (Ed.).

Gallez, C., Thébert, M., 2013. *Les Contrats de développement territorial (CDT) du Grand Paris : une négociation multi-échelles de l’articulation urbanisme-transport ?*, report, p. 66. (online : <https://enpc.hal.science/hal-00960183>).

Gandy, M., Salomon Cavin, J. (traduction), 2021. Marginalia : esthétique, écologie et friches urbaines, in Salomon Cavin, J. and Granjou, C. (Eds.), *Quand l’écologie s’urbanise*, Grenoble, UGA Éditions, pp. 31–62.

Gangadharan, A., Pollock, S., Gilhooly, P., Friesen, A., Dorsey, B., St. Clair, C. C., 2017. Grain spilled from moving trains create a substantial wildlife attractant in protected areas, *Animal Conservation*, 20, 5, 391–400. doi : 10.1111/acv.12336.

Garfinkel, H., 1967. *Studies in Ethnomethodology*. Reprint édition, Cambridge, UK, Polity Press.

Gathof, A. K., Grossmann, A. J., Herrmann, J., Buchholz, S., 2022. Who can pass the urban filter ? A multi-taxon approach to disentangle pollinator trait–environmental relationships, *Oecologia*. doi : 10.1007/s00442-022-05174-z.

Gazette Nationale ou Le Moniteur Universel, 1836. Moniteur Universel, 13 June, p. [Indiquer les pages si connues].

Georgii, B., 1980. Home range patterns of female red deer (*Cervus elaphus* L.) in the Alps, *Oecologia*, 47, 2, 278–285. doi : 10.1007/BF00346833.

Geslin, B., Gauzens, B., Thébault, E., Dajoz, I., 2013. Plant Pollinator Networks along a Gradient of Urbanisation, *PLOS ONE*, 8, 5, e63421. doi : 10.1371/journal.pone.0063421.

Gibson, J. J., 1979. *The Ecological Approach to Visual Perception : Classic Edition*. 1st edn, Psychology Press. doi : 10.4324/9781315740218.

Gil-Fernández, M., Harcourt, R., Newsome, T., Towerton, A., Carthey, A., 2020. Adaptations of the red fox (*Vulpes vulpes*) to urban environments in Sydney, Australia, *Journal of Urban Ecology*, 6, 1–9. doi : 10.1093/jue/juaa009.

Gille, B., 2018. L'onto-hétérologie. La chose en soi des anthropologues, in, *Choses en soi*, Paris cedex 14, Presses Universitaires de France (MétaphysiqueS), pp. 447–462. doi : 10.3917/puf.alloa.2018.01.0447.

Gilligan, C., Kwiatek, A., Laugier, S., Paperman, P., 2008. *Une voix différente : pour une éthique du care*, Paris, Flammarion (Champs).

Girardet, X., Foltête, J.-C., Clauzel, C., 2013. Designing a graph-based approach to landscape ecological assessment of linear infrastructures, *Environmental Impact Assessment Review*, 42, 10–17. doi : 10.1016/j.eiar.2013.03.004.

Glatron, S., Hector, A., Meinard, Y., Philippot, V., Georges, J.-Y., 2021. Réinterroger ce qu'est la nature en ville avec les tortues exotiques des parcs publics de Strasbourg, in Salomon Cavin, J. and Granjou, C. (Eds.), *Quand l'écologie s'urbanise*, Grenoble, UGA Éditions, pp. 157–182.

Godard, O., 1990. Environnement, modes de coordination et systèmes de légitimité : analyse de la catégorie de patrimoine naturel, *Revue économique*, 41, 2, 215–242. doi : 10.3406/reco.1990.409208.

Godard, O., 2004. De la pluralité des ordres – Les problèmes d'environnement et de développement durable à la lumière de la théorie de la justification, *Géographie, économie, société*, Vol. 6, 3, 303–330.

Goodwin, B. J., Fahrig, L., 2002. How does landscape structure influence landscape connectivity?, *Oikos*, 99, 552–570. doi : 10.1034/j.1600-0706.2002.11824.x.

Grafmeyer, Y., 1991. *Habiter Lyon, Habiter Lyon*, Lyon, Presses universitaires de Lyon (Hors collection). (online : <https://books.openedition.org/pul/8660>).

Graitson, E., 2006. Répartition et écologie des reptiles sur le réseau ferroviaire en Wallonie.

Grand Paris Seine & Oise, 2023. *Projet urbain quartier de gare et Pôle d'Echanges Multimodal : Projet de Délibération*, Département des Yvelines, Communes d'Épône et de Mézières : Grand Paris Seine & Oise Communauté Urbaine.

Grand Paris Seine & Oise, Tautou, P., 2020. *Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUi) - Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) : Partie 2 - OAP de secteurs à Enjeux Métropolitains*, Yvelines, France : Grand Paris Seine & Oise Communauté Urbaine.

Granjou, C., Salomon Cavin, J., Boisvert, V., 2021. Introduction – Les sciences de la nature aux prises avec la ville, in Salomon Cavin, J. and Granjou, C. (Eds.), *Quand l'écologie s'urbanise*, Grenoble, UGA Éditions, pp. 5–28.

Green, R., Cornell, S., Scharlemann, J., Balmford, A., 2005. Farming and the Fate of Wild Nature, *Science (New York, N.Y.)*, 307, 550–5. doi : 10.1126/science.1106049.

van der Grift, E. A., Kuijsters, R., 1998. Mitigation measures to reduce habitat fragmentation by railway lines in the Netherlands, in, *International Conference on Wildlife Ecology and Transportation (ICOWET 1998) Florida Department of TransportationUS Department of TransportationUS Forest ServiceDefenders of Wildlife*. (online : <https://trid.trb.org/View/639949>).

Grose, M. J., 2014. Gaps and futures in working between ecology and design for constructed ecologies, *Landscape and Urban Planning*, 132, 69–78. doi : 10.1016/j.landurbplan.2014.08.011.

Grossetti, M., Milard, B., Maisonobe, M., 2015. Une approche socio-historique pour l'étude spatiale des sciences, *Histoire de la recherche contemporaine. La revue du Comité pour l'histoire du CNRS*, Comité pour l'histoire du CNRS, Tome IV-N°2, 142–151. doi : 10.4000/hrc.1105.

Guinchard, C., Kouassi, G. N., Moine, A., 2023. Jalons pour une géographie de la traduction : Mieux comprendre le territoire du lac de Buyo, *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 23 Numéro 2. doi : 10.4000/vertigo.41606.

Gustafson, E. J., 2019. How has the state-of-the-art for quantification of landscape pattern advanced in the twenty-first century?, *Landscape Ecology*, 34, 9, 2065–2072. doi : 10.1007/s10980-018-0709-x.

Haase, D., Nuissl, H., 2010. The urban-to-rural gradient of land use change and impervious cover : a long-term trajectory for the city of Leipzig, *Journal of Land Use Science*, 5, 2, 123–141. doi : 10.1080/1747423X.2010.481079.

Hahn, T., Olsson, P., Folke, C., Johansson, K., 2006. Trust-building, knowledge generation and organizational innovations : the role of a bridging organization for adaptive comanagement of a wetland landscape around Kristianstad, Sweden, *Human Ecology*, 34, 573–592.

Halkidi, M., Batistakis, Y., Vazirgiannis, M., 2002. Cluster Validity Methods : Part I, *SIGMOD Record*, 31. doi : 10.1145/565117.565124.

Hall, L., 2006. La négociation médiée et le conflit quotidien, *Négociations*, Louvain-la-Neuve, De Boeck Supérieur, 6, 2, 41–49. doi : 10.3917/neg.006.49.

Hallmann, C. A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas, *PloS one*, Public Library of Science San Francisco, CA USA, 12, 10, e0185809.

Hallmann, C. A., Ssymank, A., Sorg, M., De Kroon, H., Jongejans, E., 2021. Insect biomass decline scaled to species diversity : General patterns derived from a hoverfly community, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118, 2, e2002554117. doi : 10.1073/pnas.2002554117.

Han, J., Kamber, M., 2012. *Data mining : concepts and techniques*. 3rd ed, Burlington, MA, Elsevier.

Hanski, I., 1998. Metapopulation Dynamics, *Nature*, 396, 6706, 41–49. doi : 10.1038/23876.

- Hanski, I., 1999. *Metapopulation Ecology*, Oxford, Oxford University Press, U.S.A.
- Hardin, G., 1968. The Tragedy of the Commons, *Science*, American Association for the Advancement of Science (AAAS), 162, 3859, 1243–1248. doi : 10.1126/science.162.3859.1243.
- Hasiak, S., Richer, C., Rodes, A., Perrin, E., Bentayou, G., 2012. *Les typologies de gares : Quels enjeux ? Quelles méthodes ?*, Cete Nord-Picardie, Cete de Lyon, Certu.
- Hastings, A., Hom, C. L., Ellner, S., Turchin, P., Godfray, H. C. J., 1993. Chaos in Ecology : Is Mother Nature a Strange Attractor ?, *CHAOS IN ECOLOGY*.
- Helldin, J. O., 2019. Predicted impacts of transport infrastructure and traffic on bird conservation in Swedish Special Protection Areas, *Nature Conservation*, 36, 1–16. doi : 10.3897/natureconservation.36.31826.
- Hennion, A., 2012. La gare en action. Hautes turbulences et attentions basses, *Communications*, 90, 1, 175–195. doi : 10.3406/comm.2012.2660.
- Hennion, A., 2013. D’une sociologie de la médiation à une pragmatique des attachements, *SociologieS*. doi : 10.4000/sociologies.4353.
- Hennion, A., Maisonneuve, S., Gomart, E., 2000. *Figures de l’amateur : formes, objets, pratiques de l’amour de la musique aujourd’hui*, Paris, La Documentation Française.
- Héran, F., 2011. *La ville morcelée : effets de coupure en milieu urbain*, Paris Direction de la recherche et de l’innovation, Économica (Méthodes et approches).
- Heydorff-decaux, T., 2022. *Transparence écologique du réseau SNCF, continuités écologiques et mesures d’atténuation du risque de collisions.*, These en préparation. Université Paris Cité. (online : <https://theses.fr/s357560>).
- Hinchliffe, S., Kearnes, M. B., Degen, M., Whatmore, S., 2005. Urban Wild Things : A Cosmopolitical Experiment, *Environment and Planning D : Society and Space*, 23, 5, 643–658. doi : 10.1068/d351t.
- Hodgetts, T., 2018. Connectivity as a multiple : In, with and as ‘nature’, *Area*, 50, 1, 83–90. doi : 10.1111/area.12353.
- Holm, N., 2012. Consider the squirrel : Freaks, vermin, and value in the ruin(s) of nature, *Cultural Critique*, 80, 56–95.
- Hornecker, E., 2004. Role Playing a Design Game on Participatory Urban Planning for System Evaluation.
- Hosy, C., Urbano, S., Guerrero, A., Oumhand, A., 2012. *BIODIVERSITÉ ET GRANDS PROJETS FERROVIAIRES INTÉGRER LES ENJEUX ÉCOLOGIQUES DÈS LE STADE DES ÉTUDES*. (online : http://www.gpso.fr/guide_biodiversite_projets_ferroviaires.pdf).
- Howard, E., 2003. Garden Cities Of To-Morrow, *Organization & Environment*, 16, 1, 98–107. doi : 10.1177/1086026602250259.
- Hulot, N., 2017. *Plan Climat 2017*, France : Ministère de la Transition écologique et solidaire. (online : <https://www.vie-publique.fr/discours/203096-conseil-des-ministres-du-12-juillet-2017-le-plan-climat>).

- Hummel, C., Desaleux, D., 2018. *Mustang, la mécanique de la passion*, Lyon, Libel.
- Humphrey, J. E., Haslem, A., Bennett, A. F., 2023. Avoid, adapt or exploit : Re-visiting bird responses to urbanization using a novel landscape approach, *Global Ecology and Conservation*, 48, e02735. doi : 10.1016/j.gecco.2023.e02735.
- Huriez, M., 2016. Bienvenue à bord du train ‘nature et patrimoine’ !, *Région Île-de-France*, 19 December. (online : <https://www.iledefrance.fr>).
- IAU Île-de-France, 2017. *Articulation entre gares et quartiers de gare : La méthode Node-Place*, IAU Île-de-France, p. 6. (online : https://www.iau-idf.fr/fileadmin/DataStorage/SavoirFaire/NosTravaux/gouvernance/SeminairePolitiqueVille/2017/Actes_seminaire_Quartier_de_gare.pdf).
- IAU île-de-France, 2018. Quelles dynamiques urbaines autour des quartiers de gare ? Actes du séminaire ENS-IAU du 8 décembre 2017 sur les questions urbaines. (online : https://www.iau-idf.fr/fileadmin/DataStorage/SavoirFaire/NosTravaux/gouvernance/SeminairesPolitiqueVille/2017/Actes_seminaire_Quartier_de_gare.pdf).
- Ibraeva, A., Correia, G. H. de A., Silva, C., Antunes, A. P., 2020. Transit-oriented development : A review of research achievements and challenges, *Transportation Research Part A : Policy and Practice*, 132, 110–130. doi : 10.1016/j.tra.2019.10.018.
- IDFM, 2021. *Rapport sur la situation en matière de développement durable*, France : IDFM.
- IGN, 2014. BD Forêt® Version 2. (online : <https://www.ign.fr/bdforet>).
- IGN, 2023. BD TOPO® Version 3.2. (online : <https://www.ign.fr/bdtopo>).
- IGN, 2024. *Registre Parcellaire Graphique Version 2.0 : Descriptif de contenu et de livraison de l'IGN*, France : Institut National de l'Information Géographique et Forestière.
- Inglehart, R., Appel, D., 1989. The rise of postmaterialist values and changing religious orientations, gender roles, and sexual norms, *International Journal of Public Opinion Research*, 1, 1, 45–75. doi : 10.1093/ijpor/1.1.45.
- Ingold, T., 1996. Hunting and Gathering as Ways of Perceiving the Environment, in Ellen, R. F. and Fukui, K. (Eds.), *Redefining Nature : Ecology, Culture, and Domestication*, Berg, pp. 117–155.
- Ingold, T., 2000. Perception of the Environment Essays on livelihood, dwelling and skill.
- INSEE, 2021. Le département des Hauts-de-Seine (92) en 2021. (online : <https://www.insee.fr/fr/statistiques/2011101?geo=DEP-92#consulter-sommaire>).
- Isaac, J., 1999. *Villes en gares*, La Tour d'Aigues, France, Editions de l'Aube.
- Isaac, J., RATP, TECHNIQUES, D. D. L. R. E. D. A. S. E., TERRESTRES, P. D. R. E. D. D. L. T., 1999. *Gares intelligentes, accessibilité urbaine et relais de la ville dense.*, DRAST. Paris (Recherche Transport). (online : <https://side.developpement-durable.gouv.fr/Default/doc/SYRACUSE/307076/gares-intelligentes-accessibilite-urbaine-et-relais-de-la-ville-dense>).
- Isaac, M. E., Erickson, B. H., Quashie-Sam, S. J., Timmer, V. R., 2007. Transfer of knowledge on

agroforestry management practices : the structure of farmer advice networks, *Ecology & Society*, 12, 32.

IUCN, 2023. The IUCN Red List of Threatened Species. (online : <https://www.iucnred.org>).

Iuell, B., 2003. Wildlife and traffic - A European handbook for identifying conflicts and designing solutions.

James, W., 1909. *A pluralistic universe*;, New York [etc.] Longmans, Green, and co. (online : <http://archive.org/details/pluralisticunive00jamerich>).

James, W., 1997. *The Meaning of Truth*, Prometheus.

Japiot, X., du Plessis, A., 2015. Etude des services écologiques rendus par la Petite Ceinture ferroviaire de Paris. Biodiversité et continuité écologiques.

Jéhel, P., 2022. *MINERVE : Collaborative Project on French Railways Sector*, SNCF Réseau, SNCF Gares & Connexions, AREP, CentraleSupélec, Colas Rail, RATP, KAYRROS, IREX, AREP.

Jensen, T., Sandström, J., 2020. Organizing rocks : Actor-network theory and space, *Organization*, 27, 5, 701–716. doi : 10.1177/1350508419842715.

Jerolmack, C., 2008. How pigeons became rats : the cultural-spatial logic of problem animals, *Social Problems*, 55, 72–94.

Johnson, J. A., Ruta, G., Baldos, U., Cervigni, R., Chonabayashi, S., Corong, E., Gavryliuk, O., Gerber, J., Hertel, T., Nootenboom, C., Polasky, S., Gerber, J., Ruta, G., Polasky, S., 2021. *The Economic Case for Nature : A Global Earth-Economy Model to Assess Development Policy Pathways*, Washington, DC, World Bank. (online : <http://hdl.handle.net/10986/35882>).

Joimel, S., Cortet, J., Jolivet, C. C., Saby, N. P. A., Chenot, E. D., Branchu, P., Consalès, J. N., Lefort, C., Morel, J. L., Schwartz, C., 2016. Physico-chemical characteristics of topsoil for contrasted forest, agricultural, urban and industrial land uses in France, *Science of The Total Environment*, 545–546, 40–47. doi : 10.1016/j.scitotenv.2015.12.035.

Jongman, R. H. G., Pungetti, G., 2004. Introduction : ecological networks and greenways, in, *Ecological Networks and Greenways*, Cambridge University Press, pp. 1–6. doi : 10.1017/cbo9780511606762.003.

José Ossandón, 2020. How to write after performativity ?, in Anders Blok, I. F., Celia Roberts (Ed.), *The Routledge Companion to Actor-Network Theory*, London, Routledge.

Joseph, I., 1995. *Gare du Nord, mode d'emploi : Programme de recherches concertées, Plan urbain-RATP-SNCF*, Paris, Recherches éditions.

Jurdant, 2022. Une entente de sourds : David Graeber et Eduardo Viveiros de Castro, *Anthropologie décoloniale*. (online : <https://anthropodeco.hypotheses.org/323>).

Kabouche, B., Bayeul, J., Zimmermann, L., Bayle, P., 2006. *Mortalité des oiseaux sur le réseau électrique aérien Enjeux et perspectives en région Provence-Alpes-Côte d'Azur*. (online : https://paca.lpo.fr/images/mediatheque/fichiers/section_etudes/reseau_electriques/documentation/mortalite_des_oiseaux_reseau_electrique_aerien_enjeux_et_perspectives_en_region_paca_2007.pdf).

Kale-Lostuvali, E., 2016. Two Sociologies of Science in Search of Truth : Bourdieu Versus Latour, *Social Epistemology*, Routledge, 30, 3, 273–296. doi : 10.1080/02691728.2015.1015062.

Keller, F., 2009. *La gare contemporaine - Rapport Keller au Premier Ministre*. (online : <https://www.vie-publique.fr/files/rapport/pdf/094000109.pdf>).

Kindlmann, P., Burel, F., 2008. Connectivity measures : A review, *Landscape Ecology*, 23, 879–890. doi : 10.1007/s10980-008-9245-4.

Kininmonth, S., Bergsten, A., Bodin, Ö., 2015. Closing the collaborative gap : Aligning social and ecological connectivity for better management of interconnected wetlands, *AMBIO*, 44, S1, 138–148. doi : 10.1007/s13280-014-0605-9.

Kirwan, S., Dawney, L., Brigstocke, J., 2015. The more-than-human commons : From commons to commoning, *Space, Power and the Commons*, 105.

Knaapen, J. P., Scheffer, M., Harms, B., 1992. Estimating habitat isolation in landscape planning, *Landscape and Urban Planning*, 23, 1, 1–16. doi : 10.1016/0169-2046(92)90060-D.

Koch, A., 2005. Autopoietic spatial systems : the significance of actor network theory and system theory for the development of a system theoretical approach of space, *Social Geography*, 1, 1, 5–14. doi : 10.5194/sg-1-5-2005.

Kohler, F., Andrieu, D., Bois, E., Cloiseau, G., Drelon, S., Eggert, C., Guetemme, G., Luglia, R., Pughe, T., Serrano, J., 2023. Our Neighbor the Beaver : Anthropomorphism to Facilitate Environmental Mediation in Rural France, *Human Ecology*. doi : 10.1007/s10745-023-00406-z.

Kohler, M., Tannier, C., Blond, N., Aguejdad, R., Clappier, A., 2017. Impacts of several urban-sprawl countermeasures on building (space heating) energy demands and urban heat island intensities. A case study, *Urban Climate*, Elsevier, 19, 92–121. doi : 10.1016/j.uclim.2016.12.006.

Kokoreff, Steinauer, M., Odile, 2000. *Anatomie d'un 'quartier de gares' : recompositions urbaines, logiques d'acteurs et pratiques d'espace dans la métropole lilloise*, *yumpu.com*. (online : <https://www.yumpu.com/fr/document/read/17074368/anatomie-dun-quartier-de-gares-recompositions-urbamet>).

Kool, J. T., Moilanen, A., Treml, E. A., 2013. Population connectivity : recent advances and new perspectives, *Landscape Ecol*, 29, 9819. doi : 10.1007/s10980-012-9819-z.

Kuebbing, S. E., Reimer, A. P., Rosenthal, S. A., Feinberg, G., Leiserowitz, A., Lau, J. A., Bradford, M. A., 2018. Long-term research in ecology and evolution : a survey of challenges and opportunities. doi : 10.1002/ecm.1289.

Kupfer, J. A., 2012. Landscape ecology and biogeography : Rethinking landscape metrics in a post-FRAGSTATS landscape, *Progress in Physical Geography : Earth and Environment*, 36, 3, 400–420. doi : 10.1177/0309133312439594.

Lagadeuc, Y., Chenorkian, R., 2009. Les systèmes socio-écologiques : vers une approche spatiale et temporelle, *Natures Sciences Sociétés*, 17, 2, 194–196. doi : 10.1051/nss/2009032.

LaPoint, S., Balkenhol, N., Hale, J., Sadler, J., Ree, R. van der, 2015. Ecological connectivity research in urban areas, *Functional Ecology*, 29, 7, 868–878. doi : <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12489>.

Lapostre, D., Goix, M.-H., Beauvois, P., Dehay, C., 2019. *Des pigeons dans la ville*, Paris, Editions AERHO.

Latour, B., 1984. *Pasteur : Guerre et paix des microbes*, Paris, Éditions La Découverte.

Latour, B., 1990. On Actor-Network Theory. A Few Clarifications, Plus More Than a Few Complications, *Philosophical Literary Journal Logos*, 27, 1, 173–197. doi : 10.22394/0869-5377-2017-1-173-197.

Latour, B., 1992. *Aramis, ou, L'amour des techniques*, Paris, La Découverte (Textes à l'appui).

Latour, B., 1993. *Nous n'avons jamais été modernes : essai d'anthropologie symétrique*. Nachdr., Paris, Editions La Découverte [u.a.].

Latour, B., 1995. Moderniser ou écologiser ? À la recherche de la septième cité», *Écologie politique*, vol, 5–27.

Latour, B., 2004a. *Politiques de la nature*, Paris, La Découverte.

Latour, B., 2004b. Why Has Critique Run out of Steam ? From Matters of Fact to Matters of Concern.

Latour, B., 2005. *Reassembling the social : an introduction to actor-network-theory*, New York, New York, USA, Oxford University Press.

Latour, B., 2006a. Entretien avec Bruno Latour. (online : <https://journals.openedition.org/traces/158?file=1>).

Latour, B., 2006b. «Les 'vues' de l'esprit». Une introduction à l'anthropologie des sciences et des techniques, in Akrich, M., Callon, M., and Latour, B. (Eds.), *Sociologie de la traduction*, Presses des Mines, pp. 33–69. (online : <http://books.openedition.org/pressesmines/1191>).

Latour, B., 2012. *Enquête sur les modes d'existence : une anthropologie des modernes*, Paris, La Découverte.

Latour, B., 2013. Jusqu'où faut-il mener l'histoire des découvertes scientifiques ?, in, *Chroniques d'un amateur de sciences*, Paris, Presses des Mines (Sciences sociales), pp. 51–53. (online : <http://books.openedition.org/pressesmines/170>).

Latour, B., 2018. Il faut faire coïncider la notion de territoire avec celle de subsistance, *Le Monde*, 21 July. (online : <https://www.lemonde.fr>).

Latour, B., Biezunski, M., 2005. *La science en action : Introduction à la sociologie des sciences*, Paris, La Découverte.

Latour, B., Woolgar, S., Latour, B., 2013. *La vie de laboratoire : la production des faits scientifiques*. Nachdr., Paris, La Découverte (La Découverte/Poche Sciences humaines et sociales, 18).

Latour, B., Yaneva, A., 2008. «DONNEZ-MOI UN FUSIL ET JE FERAI BOUGER TOUS LES BÂTIMENTS» : LE POINT DE VUE D'UNE FOURMI SUR L'ARCHITECTURE, *Explorations in Architecture : Teaching, Design, Research*, (Geiser, Reto), 80–89.

Lausch, A., Blaschke, T., Haase, D., Herzog, F., Syrbe, R.-U., Tischendorf, L., Walz, U., 2015. Understanding and quantifying landscape structure – A review on relevant process characteristics, data models

and landscape metrics, *Ecological Modelling*, 295, 31–41. doi : 10.1016/j.ecolmodel.2014.08.018.

Law, J., 1992. Notes on the theory of the actor-network : Ordering, strategy, and heterogeneity, *Systems practice*, 5, 4, 379–393. doi : 10.1007/BF01059830.

Law, J., Mol, A., 2001. Situating Technoscience : An Inquiry into Spatialities, *Environment and Planning D : Society and Space*, 19, 5, 609–621. doi : 10.1068/d243t.

Le Bot, N., 2019. *Quel avenir pour les gares métropolitaines françaises et allemandes ? analyse prospective de la dialectique “ système gare ” : ville, face au devenir des politiques publiques françaises & allemandes en matière de transport*, Theses. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II ; Universität Potsdam. (online : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02417572>).

Le Corbusier, 1941. *La Charte d’Athènes*, Paris, Editions de Minuit.

Le Fillâtre, C., Pancarte, K., 2019. *Un rayonnement économique de l’agglomération parisienne plus intense vers l’ouest*, Insee Île-de-France.

Le Lay, M., 2019. Réseau ferré et collisions avec la faune : concilier régularité des trains et continuités écologiques. (online : https://www.trameverteetbleue.fr/sites/default/files/Journee_echange/9_le_lay_jet_collisions_02072019_mieux_connaître3.pdf).

Le Provost, G., 2020. *La vieille gare Montparnasse*, Paris, Éditions XYZ. (online : <http://www.editionsxyz.com/livres/la-vieille-gare-montparnasse>).

Lecourt, A., 2003. Les conflits d’aménagement : analyse théorique et pratique à partir du cas breton.

Legenne, C., Bordes-Pagès, E., Fillastre, A., Lerolle, H., Perrin, L., Tricaud, P.-M., Corbillé, C., Saigault, J.-F., Thibault, C., Laruelle, N., Riou, D., Faguer, E., Vivien, J.-F., Laruelle, N., 2005. *La Ceinture Verte d’Île-de-France : un espace de vie à réinventer*, Paris : IAURIF.

Leger-Smith, A., 2013. Analyse interprétative du discours du Landscape Urbanism et impact sur le développement des pratiques des paysagistes dans le contexte français, *Projets de paysage. Revue scientifique sur la conception et l’aménagement de l’espace*, Agrocampus Angers, Ecole nationale supérieure du paysage, ENP Blois, ENSAP Bordeaux, ENSAP Lille, 9. doi : 10.4000/paysage.12682.

Lemoine, O., 2017. *Gare Montparnasse Biodiversité : BREEAM In Use Thème Land Use & Ecology - Rapport Ecologue : Diagnostic et préconisations*, ELAN.

Léo, A., 1838. *Chemin de fer de Paris à Versailles (rive gauche) : [pétition à la Chambre des députés signée : l’administrateur général Léo]*, Paris, Impr. d’Ad. Éverat et Comp. (online : <http://catalogue.bnf.fr/ark:/12148/cb32373272r>).

Lesueur, T. (Directeur de la publication), Deronzier, P., Agnès, L. (I3DPP), Soleille, P. (QV), Thiollière, B., Berlin, N., ADAGE Environnement, Oliveto-Erviti, N. (SGEvT), Didier, N. (SGEvT), Benoît, F. (Comité de pilotage), Catot, D. (Comité de pilotage), Khallouki, D. (Comité de pilotage), Maupilier, I. (Comité de pilotage), Millard, F. (Comité de pilotage), Ramaye, J. (Comité de pilotage), Robin, S. (Comité de pilotage), Rouzière, G. (CGDD) (Comité de pilotage), Chaufaux, E. (DHUP) (Comité de pilotage), Compagnet, O. (DHUP) (Comité de pilotage), Mantziaras-Conreaux, L. (DHUP) (Comité de pilotage), Millet, L. (DHUP) (Comité de pilotage), Allag D’huisme, F. (MRAe P. de la L., Corse) (Comité de pilotage), Daligaux, J. (MRAe P.-A. C. d’Azur) (Comité de pilotage), Dhenein, P. (MRAe B.

F.-C. (Comité de pilotage), Larrue, C. (MRAe C. V. de L. (Comité de pilotage), Van Compennolle, A. (MRAe G.-E. (Comité de pilotage), Cretin, B. (DREAL P. de L. (Comité de pilotage), Dargirolle, V. (DREAL N.-A. (Comité de pilotage), Ornaghi, J. (DREAL N.-A. (Comité de pilotage), Le Saout, M. (DREAL N.-A. (Comité de pilotage), Delfau, S. (DDT S. (Comité de pilotage), Fournier, L. (DDT S. (Comité de pilotage), Faucon, M. (DREAL A. R. A. (Comité de pilotage), Hesse, P. (DDT M. (Comité de pilotage), Jory, I. (DREAL O. (Comité de pilotage), Saint-Jean-Thérèse, C. (DRIEE d'Ile-de-F. (Comité de pilotage), 2019. *Guide sur l'évaluation environnementale des documents d'urbanisme*, Repère 21.

Levé, M., 2021. Faire une écologie urbaine avec la ville : un parcours à partir des jardins privés, in Salomon Cavin, J. and Granjou, C. (Eds.), *Quand l'écologie s'urbanise*, Grenoble, UGA Éditions, pp. 183–210.

Levé, M., Colléony, A., Conversy, P., Torres, A.-C., Truong, M.-X., Vuillot, C., Prévot, A.-C., 2019. Convergences and divergences in understanding the word biodiversity among citizens : A French case study, *Biological Conservation*, 236, 332–339. doi : 10.1016/j.biocon.2019.05.021.

Levin, S. A., 1992. The problem of pattern and scale in ecology, *Ecology*, 73, 1943–1967.

Levin, S. A., 2023. *Encyclopedia of Biodiversity*, Edited by 3rd, New York, Academic Press.

Levins, R., 1966. The Strategy of Model Building in Population Biology, *American Scientist*, 54, 4, 421–431.

Levins, R., 1969. Some Demographic and Genetic Consequences of Environmental Heterogeneity for Biological Control, *Bulletin of the Entomological Society of America*, 15, 3, 237–240.

Levinson, E., 2014. *La facilitation stratégique au service de la gestion du vivant : définition, objectifs, savoir-faire et savoirs-être du facilitateur externe*", ABIES/ AgroParisTech.

Lévi-Strauss, C., 1962. *La pensée sauvage*. Revised édition, Paris, Pocket.

Lévy, J., Lussault, M., 2013. *Dictionnaire de la géographie et l'espace des sociétés*. Nouvelle édition revue et augmentée, Paris, Belin.

L'Hostis, A., 2003. Théorie des graphes et représentations des distances : chronocartes et autres représentations, in Mathis, P. (Ed.), *Graphes et réseaux, modélisation multiniveau*, Lavoisier (Information Géographique et Aménagement du Territoire), pp. 215–230. (online : <https://hal.science/hal-00315310>).

Li, H., Chen, H., Wu, M., Zhou, K., Zhang, X., Liu, Z., 2022. A Dynamic Evaluation Method of Urban Ecological Networks Combining Graphab and the FLUS Model, *Land*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, 11, 12, 2297. doi : 10.3390/land11122297.

Liliana Doganova, 2020. What is the value of ANT research into economic valuation devices?, in Anders Blok, I. F., Celia Roberts (Ed.), *The Routledge Companion to Actor-Network Theory*, London, Routledge.

Lindenmayer, D., Manning, A., Smith, P., Possingham, H., Fischer, J., Oliver, I., McCarthy, M., 2002. The Focal-Species Approach and Landscape Restoration : A Critique, *Conservation Biology*, 16. doi : 10.1046/j.1523-1739.2002.00450.x.

Linét, M., de Crest de Villeneuve, S., Beti, J.-P., Caillaud, C., Gilles, A., Guillaumo, M., Hazan, J., Kmonk, K., Scheiber, G., 2024a. *Révision du Plan Local d'Urbanisme Bioclimatique de Paris : Tome*

2/6 *Avis et Observations Recueillies MRAe et PPA*, Paris : Mairie de Paris. (online : <http://dematads-mod.paris.fr/public/PLU/EP/Tome%202-6%20Rapport%20CE.pdf>).

Linet, M., de Crest de Villeneuve, S., Beti, J.-P., Caillau, C., Gilles, A., Guillamo, M., Hazan, J., Kmonk, K., Scheiber, G., 2024b. *Révision du Plan Local d'Urbanisme Bioclimatique de Paris : Tome 3/6 Examen des Observations du Public - Thèmes Généraux*, Paris : Mairie de Paris. (online : <http://dematads-mod.paris.fr/public/PLU/EP/Tome%203-6%20Rapport%20CE.pdf>).

Linet, M., de Crest de Villeneuve, S., Beti, J.-P., Caillau, C., Gilles, A., Guillamo, M., Hazan, J., Kmonk, K., Scheiber, G., 2024c. *Révision du Plan Local d'Urbanisme Bioclimatique de Paris : Tome 4/6 Examen des Observations du Public - Thèmes Localisés*, Paris : Mairie de Paris. (online : <http://dematads-mod.paris.fr/public/PLU/EP/Tome%204-6%20Rapport%20CE.pdf>).

Lizée, M.-H., Bourdil, C., Barthélémy, C., Deschamps-Cottin, M., 2014. Approche socio-écologique des parcs publics marseillais : Relations entre gestion et biodiversité urbaine, *Méditerranée*, 123, 123–132. doi : 10.4000/mediterranee.7470.

Loi n° 85-704 du 12 juillet 1985 relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'oeuvre privée., 1985.

LOI n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles (1), 2014. 2014-58.

LOI n° 2014-366 du 24 mars 2014 pour l'accès au logement et un urbanisme rénové (1), 2014. 2014-366.

LOI n° 2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République (1), 2015. 2015-991.

LOI n° 2016-1087 du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages, 2016. 2016-1087.

LOI n° 2018-515 du 27 juin 2018 pour un nouveau pacte ferroviaire, 2018.

LOI n° 2018-938 du 30 octobre 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine, durable et accessible à tous (1), 2018. 2018-938.

Long, G., 1969. Conceptions générales sur la cartographie biogéographique intégrée de la végétation et de son écologie, *Persée - Portail des revues scientifiques en SHS*. doi : 10.3406/geo.1969.15865.

Louis-lucas, T., Clauzel, C., Mayrand, F., Clergeau, P., Machon, N., 2022. Role of green roofs in urban connectivity, an exploratory approach using landscape graphs in the city of Paris, France, *Urban Forestry & Urban Greening*, 78, 127765. doi : 10.1016/j.ufug.2022.127765.

Louison, F., 2023. Écopâturage : la guerre des moutons. (online : <https://www.mediapart.fr/journal/ecologie/200823/ecopaturage-la-guerre-des-moutons>).

Lowry, H., Lill, A., Wong, B., 2012. Behavioural responses of wildlife to urban environments, *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 88. doi : 10.1111/brv.12012.

LPO Île-de-France, 2014. *Synthèse Biodiversité des gares Ligne D & E suite à la visite des gares 2014*, Île-de-France, France : LPO Île-de-France.

Luck, M., Wu, J., 2002. A Gradient Analysis of Urban Landscape Pattern : A Case Study from the Phoenix Metropolitan Region, Arizona, USA, *Landscape Ecology*, 17, 327–339. doi : 10.1023/A :1020512723753.

Luginbuhl, Y., Bontron, J. C., Cros, Z., 2004. *Méthode pour des atlas de paysages : Identification et qualification*, Paris, Ministère de l'écologie.

Magura, T., Tóthmérész, B., Molnár, T., 2004. Changes in carabid beetle assemblages along an urbanisation gradient in the city of Debrecen, Hungary, *Landscape Ecology*, 19, 747–759. doi : 10.1007/s10980-005-1128-4.

Marco, A., Bertaudière-Montès, V., Deschamps-Cottin, M., Robles, C., Laffont-Schwob, I., Vila, B., 2021. Dix années de recherche en écologie urbaine sur la ville de Marseille : pour quels enseignements disciplinaires ?, in Salomon Cavin, J. and Granjou, C. (Eds.), *Quand l'écologie s'urbanise*, Grenoble, UGA Éditions, pp. 125–156.

Marcus, L., 2015. Towards a social-ecological urban morphology : integrating urban form and landscape ecology, 14.

Marcus, L., Balfors, B., Haas, T., 2013. A Sustainable Urban Fabric : The development and application of Analytical Urban Design Theory, in Metzger, J. and Olsson, A. R. (Eds.), *Sustainable Stockholm : Exploring urban sustainability in Europe's greenest city*, London, and New York Routledge.

Marcus, L., Pont, M. B., Barthel, S., 2019. Towards a socio-ecological spatial morphology : integrating elements of urban morphology and landscape ecology, *Urban Morphology*, 23, 2, 115–124. doi : 10.51347/jum.v23i2.4084.

Maris, V., 2010. *Philosophie de la biodiversité : petite éthique pour une nature en péril*, Paris, Buchet-Chastel (Écologie).

Martí Arís, C., Moneo, R., Grassi, G., 2021. *Les variations de l'identité : le type en architecture*, Paris, éditions Cosa Mentale.

Martin, F.-M., 2023. Analyse des enjeux liés à la description des formes urbaines pour l'étude de la biodiversité, . *Introduction*.

Martouzet, D., 2002. Normativité et interdisciplinarité en aménagement-urbanisme, *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, Paris, Armand Colin, octobre, 4, 619–642. doi : 10.3917/reru.024.0619.

Marty, P., Sahraoui, Y., Le Bot, N., Auvray, A., 2020. Projet de recherche Frugacité : FoRmes Urbaines des quartiers de GAre ou à fortes Contraintes et biodiversITÉ, PUCA / OFB / AREP / Université Paris 1. (online : http://www.urbanisme-puca.gouv.fr/IMG/pdf/slides_2_frugacite_141220.pdf).

Mathevet, R., 2011. *La solidarité écologique : ce lien qui nous oblige*, Arles, Actes Sud.

Mathevet, R., Poulin, B., 2006. De la biologie à la géographie de la conservation (From conservation biology to conservation geography), Persée - Portail des revues scientifiques en SHS. doi : 10.3406/bagf.2006.2520.

Maulat, J., 2014. *Coordonner urbanisme et transport ferroviaire régional : le modèle à l'épreuve des pratiques. Etude croisée des métropoles de Toulouse et Nantes.*, phdthesis. Université Paris 1. (online : <https://shs.hal.science/tel-01287375>).

Maulat, J., Bognon, S., Magnan, M., 2020. *Urbanisme et aménagement : Théories et débats*, Armand Colin. doi : 10.3917/arco.bogno.2020.01.

Mauz, I., Granjou, C., 2015. Horns, Fangs and People.

Mayr, E., 2015. *Principles of Systematic Zoology*, Scientific Publishers.

McDonnell, M. J., Pickett, S. T. A., 1990. Ecosystem Structure and Function along Urban-Rural Gradients : An Unexploited Opportunity for Ecology, *Ecology*, 71, 4, 1232–1237. doi : 10.2307/1938259.

McDonnell, M. J., Pickett, S. T. A., Pouyat, R. V., 1993. The Application of the Ecological Gradient Paradigm to the Study of Urban Effects, in McDonnell, M. J. and Pickett, S. T. A. (Eds.), *Humans as Components of Ecosystems*, New York, NY, Springer New York, pp. 175–189. (online : [http ://link.springer.com/10.1007/978-1-4612-0905-8_15](http://link.springer.com/10.1007/978-1-4612-0905-8_15)).

McDonnell, M., Pickett, S. T. A., Groffman, P., Bohlen, P., Pouyat, R., Zipperer, W., Parmelee, R., Carreiro, M., Medley, K., 2008. Ecosystem Processes Along an Urban-to-Rural Gradient, in, *Urban Ecosystems*, pp. 299–313.

McGinnis, M., Ostrom, E., 2014. Social-ecological system framework : initial changes and continuing challenges, *Ecology and Society*, The Resilience Alliance, 19, 2. doi : 10.5751/ES-06387-190230.

Mckinney, M. L., 2002. Urbanization, Biodiversity, and Conservation, *BioScience*, Oxford University Press (OUP), 52, 10, 883. doi : 10.1641/0006-3568(2002)052[0883 :ubac]2.0.co;2.

McRae, B.H., Dickson, B. G., Keitt, T. H., Shah, V. B., 2008. Using circuit theory to model connectivity in ecology, evolution and conservation, *Ecology*, 89, 2712–2724.

McRae, Brad H., Dickson, B. G., Keitt, T. H., Shah, V. B., 2008. USING CIRCUIT THEORY TO MODEL CONNECTIVITY IN ECOLOGY, EVOLUTION, AND CONSERVATION, *Ecology*, 89, 10, 2712–2724. doi : 10.1890/07-1861.1.

Mell, H., Fack, V., Percevault, L., Vanpeene, S., Bertheau, Y., Coulon, A., De Lachapelle, F. F., Guinard, E., Jeusset, A., Le Mitouard, E., Ouédraogo, D.-Y., Vargac, M., Sordello, R., Reyjol, Y., Touroult, J., Filoche, S., Hendoux, F., 2024. Can linear transportation infrastructure verges constitute a habitat and/or a corridor for vascular plants in temperate ecosystems? A systematic review, *Environmental Evidence*, 13, 1, 4. doi : 10.1186/s13750-024-00328-3.

Menant, P.-A., 2017. *La petite ceinture de Paris et la ligne d’Auteuil*, Saint-Jean-des-Mauvrets, Éditions du Petit pavé.

Ménard, R., 2018. *Energie, Matière, Architecture*, phdthesis. Université Paris-Est. (online : [https ://hal.science/tel-03475897](https://hal.science/tel-03475897)).

Ménard, R., 2023. *Atlas bioclimatique des grandes gares parisiennes : Stratégie et plan d’action d’aujourd’hui à 2050*, France, AREP éditions.

Menerault, P., Barré, A., 1999. Gares et quartier de gares : Signes et marges, Lille Rennes et expériences internationales (Italie, Japon, Pays-Bas), in, *Actes du séminaire international du 22 mars 1999 (Villeneuve d’Ascq)*, Villeneuve-d’Ascq, PUCA – La Défense. (online : [https ://www.ifsttar.fr/fileadmin/user_upload/editions/inrets/Actes/Actes_INRETS_A77.pdf](https://www.ifsttar.fr/fileadmin/user_upload/editions/inrets/Actes/Actes_INRETS_A77.pdf)).

Mermet, L., Billé, R., Leroy, M., Narcy, J.-B., Poux, X., 2005. Strategic Environmental Management Analysis : a Framework for Assessing Effectiveness in the Pursuit of Ecological Goals, *Natures Sciences Societes*, 13, 2, 127–137.

Ministère de la Transition Écologique, 2023. *Projet annuel de performances : Annexe au projet de loi de finances pour 2024, Budget général, Mission interministérielle : Écologie, développement et mobilité durable*, Paris, France : Ministère de la Transition Écologique. (online : [Insert the URL of the document here]).

Minor, E. S., Urban, D. L., 2008. A Graph-Theory Framework for Evaluating Landscape Connectivity and Conservation Planning, *Conservation Biology*, 22, 2, 297–307. doi : 10.1111/j.1523-1739.2007.00871.x.

Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) Île-de-France, 2022. *Avis délibéré sur le projet « PRD Montparnasse » de restructuration d'un immeuble de bureaux, place Raoul Dautry à Paris (75)*, Paris, France : MRAe Île-de-France.

MNHN, SNCF Gares & Connexions, SNCF Transilien, 2012. *Espaces verts des gares transiliennes. Etat des lieux et stratégie pour une prise en compte de la biodiversité*, France : Muséum National d'Histoire Naturelle.

Moal, H., Lavis, V., Meyrueis, M., Tarabon, S., Moal, H., 2023. Indice de connectivité écologique : le potentiel d'interactions à la loupe, 13 October. (online : <https://www.construction21.org/france/articles/h/indice-de-connectivite-ecologique-le-potentiel-d-interactions-a-la-loupe.html>).

Moilanen, A., 2011. On the limitations of graph-theoretic connectivity in spatial ecology and conservation, *Journal of Applied Ecology*, 48, 6, 1543–1547. doi : 10.1111/j.1365-2664.2011.02062.x.

Moilanen A, Nieminen M, Hanski I. A, 2002. Simple connectivity measures in spatial ecology, *Ecology*, 83, 147–151, 1131–45. doi : 10.1034/j.

Mol, A., 2003. *The Body Multiple : Ontology in Medical Practice*, Durham, NC, Duke University Press (Science and Cultural Theory).

Montgolfier, J. de, Natali, J.-M., 1987. *Le patrimoine du futur : approches pour une gestion patrimoniale des ressources naturelles*, Paris, Economica (Collection Economie agricole & agro-alimentaire).

Morin, S., Bonthoux, S., Clergeau, P., 2014. *Paysage et Ecologie en Projet*. (online : https://ittecop.fr/images/docman-files/docman-files/rapport-final/2014/RF_2014_PEP.pdf).

Morin, S., Bonthoux, S., Clergeau, P., 2016. Le paysagiste et l'écologue : comment obtenir une meilleure collaboration opérationnelle ?, *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Les éditions en environnements VertigO, Hors-série 24. doi : 10.4000/vertigo.17356.

Morizot, B., 2016. *Les diplomates : cohabiter avec les loups sur une autre carte du vivant*, Paris, Éditions Wildproject (Collection 'Domaine sauvage').

Moss, T., 2003. Solving problems of 'fit' at the expense of problems of 'interplay'? The spatial reorganisation of water management following the EU Water Framework Directive, in Breit, H., Engels, A., Moss, T., and Troja, M. (Eds.), *How institutions change*, Cham, Springer.

Moss, T., 2012. Spatial fit, from panacea to practice : Implementing the EU water framework.

- Moudon, A. V., 1997. Urban morphology as an emerging interdisciplinary field, *Urban morphology*, 8.
- Mougenot, C., Melin, E., 2000. Entre science et action : le concept de réseau écologique, 11.
- Moulherat, S., de Roince, C., Remon, J., Le Gallic, Y., Baguette, M., Prunier, J., 2017. MÉTHODES ET RÉSULTATS DU PROGRAMME CIRFE - Cumul d'infrastructures linéaires de transports terrestres et relations écologiques fonctionnelles.
- Moulherat, S., Soret, M., Gourvil, P.-Y., Paris, X., de Roince, C. B., 2023. Net loss or no net loss? Multiscalar analysis of a gas pipeline offset efficiency for a protected butterfly population, *Environmental Impact Assessment Review*, 100, 107028. doi : 10.1016/j.eiar.2022.107028.
- Mounet, C., 2007. Les territoires de l'imprévisible. Conflits, controverses et ‘‘vivre ensemble’’ autour de la gestion de la faune sauvage. Le cas du loup et du sanglier dans les Alpes françaises.
- Mugerauer, R., 2010. Toward a theory of integrated urban ecology : complementing Pickett, *et al.* 15. *Moscovici S*, 15, 4, 31.
- Müller, M., 2015. A half-hearted romance? A diagnosis and agenda for the relationship between economic geography and actor-network theory (ANT), *Progress in Human Geography*, 39, 1, 65–86. doi : 10.1177/0309132513518833.
- Müller, S. M., 2023. A qualitative exploration of actors' power resources and relations in Swiss transit station district planning, *Urban, Planning and Transport Research*, 11, 1, 2151504. doi : 10.1080/21650020.2022.2151504.
- Mumme, R. L., Schoech, S. J., Woolfenden, G. E., Fitzpatrick, J. W., 2000. Life and Death in the Fast Lane : Demographic Consequences of Road Mortality in the Florida Scrub-Jay, *Conservation Biology*, 14, 2, 501–512. doi : 10.1046/j.1523-1739.2000.98370.x.
- Murdoch, J., 1998. The spaces of actor-network theory, *Geoforum*, 29, 4, 357–374. doi : 10.1016/S0016-7185(98)00011-6.
- Najdovski, C., 2022. Le projet urbain Maine-Montparnasse : Réunion Publique de clôture de la concertation, in, *Réunion Publique de clôture de la concertation*, Paris, France, Mairie de Paris, p. 19 :00.
- Narayanan, Y., Bindumadhav, S., 2019. ‘Posthuman cosmopolitanism’ for the Anthropocene in India : Urbanism and human-snake relations in the Kali Yuga, *Geoforum*, 106, 402–410. doi : 10.1016/j.geoforum.2018.04.020.
- NatureParif, 2011. *Pigeon en ville : écologie de la réconciliation et gestion de la nature*, Groupe de recherche interdisciplinaire et interprofessionnel. (online : [http ://pigeons.mnhn.fr/](http://pigeons.mnhn.fr/)).
- Network Rail Media Centre, 2023. Badgers sett to keep their homes as railway works around, 9 October. (online : [https ://www.networkrailmediacentre.co.uk/news/badgers-sett-to-keep-their-homes-as-railway-works-around](https://www.networkrailmediacentre.co.uk/news/badgers-sett-to-keep-their-homes-as-railway-works-around)).
- Newman, L., Dale, A., 2007. Homophily and agency : creating effective sustainable development networks, *Environment, Development and Sustainability*, 9, 79–90.
- Nikolaeva, A., Adey, P., Cresswell, T., Lee, J., Nóvoa, A., Temenos, C., 2019. Commoning mobility : Towards a new politics of mobility transitions, *Transactions (Institute of British Geographers)*, 0. doi :

10.1111/tran.12287.

Nimmo, R., 2011. Actor-Network Theory and Methodology : Social Research in a More-Than-Human World, *Methodological Innovations Online*, 6, 3, 108–119. doi : 10.4256/mio.2011.010.

Noblet, C., 2010. *Neutraliser les pièges mortels pour la faune sauvage*. (online : <https://alsace.lpo.fr/images/stories/Articles/docLPO/Brochure-protection-contre-les-pieges.pdf>).

Norton, B. A., Evans, K. L., Warren, P. H., 2016. Urban Biodiversity and Landscape Ecology : Patterns, Processes and Planning, *Current Landscape Ecology Reports*, 1, 4, 178–192. doi : 10.1007/s40823-016-0018-5.

Nouveau pôle gare de La Verrière, 2023. (online : <https://www.youtube.com/watch?v=8wIEW113dSQ>).

November, V., 2010. Les territoires, acteurs du changement ? Quelle place pour les sciences de l'action dans l'ère territoriale ?, in, Grenoble, Institut de Géographie Alpine.

Obin, O., 2013. Territoires en construction : de la géographie sociale à l'acteur-réseau : une lecture des dynamiques sportives de nature dans les Grands Causses.

Offner, J.-M., 1993. Les « effets structurants » du transport : mythe politique, mystification scientifique, Persée - Portail des revues scientifiques en SHS. doi : 10.3406/spgeo.1993.3209.

Oliveira, V., 2016. *Urban Morphology*, Cham, Springer International Publishing (The Urban Book Series). (online : <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-32083-0>).

OLLAGNON, H., 1986. *Propositions pour une gestion patrimoniale des eaux souterraines : l'expérience de la nappe phréatique d'Alsace*. (online : <https://side.developpement-durable.gouv.fr/Default/doc/SYRACUSE/175924/propositions-pour-une-gestion-patrimoniale-des-eaux-souterraines-l-experience-de-la-nappe-phreatique>).

Ollagnon, H., 1989. Une approche patrimoniale de la qualité du milieu naturel, in Mathieu, N. and Jollivet, M. (Eds.), *Du rural à l'environnement. La question de la nature aujourd'hui*, Paris, ARF Ed. L'Harmattan, pp. 258–268.

Osseni, A. A., 2014. *Analyse spatiale du gradient d'urbanisation dans la ville de Porto-Novo : Implication pour l'aménagement du territoire*, Research-Gate. (online : https://www.researchgate.net/publication/343450450_Analyse_spatiale_du_gradient_d'urbanisation_dans_la_ville_de_Porto-Novo_Implication_pour_l'amenagement_du_territoire).

Ostrom, E., 1990. *Governing the Commons : The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge, Cambridge University Press.

Ostrom, E., 1998. A behavioral approach to the rational choice theory of collective action : presidential address, American Political Science Association, 1997, *Am Polit Sci Rev*, 92.

Ostrom, E., 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems, *Science*, 325.

Ostrom, E., 2012. Why do we need to protect institutional diversity ?, *European Political Science*, 11, 128–147.

Ouédraogo, D.-Y., Villemey, A., Vanpeene, S., Coulon, A., Azambourg, V., Hulard, M., Guinard, E., Bertheau, Y., Flamerie De Lachapelle, F., Rael, V., Le Mitouard, E., Jeusset, A., Vargac, M., Witté, I., Jactel, H., Touroult, J., Reyjol, Y., Sordello, R., 2020. Can linear transportation infrastructure verges constitute a habitat and/or a corridor for vertebrates in temperate ecosystems? A systematic review, *Environmental Evidence*, 9, 1, 13. doi : 10.1186/s13750-020-00196-7.

Ouin A., Aviron S., Dover J., Burel F, 2004. Complementation / supplementation of resources for butterflies in agricultural landscapes, *Agriculture Ecosystems & Environment*, 103, 473–479.

Padilla, B., Herard, K., Hulin, V., 2020. Manifeste pour une séquence CERCA (Connaître, Éviter, Réduire puis Compenser et Accompagner) territorialisée : initiatives pour l'action, *Sciences Eaux & Territoires*, Paris, Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), Numéro 31, 1, 18–23. doi : 10.3917/set.031.0018.

Padilla, B., Tarabon, S., Moulherat, S., Boileau, J., Soret, M., Papet, G., Bergès, L., 2022. Planification de la séquence « Éviter-Réduire-Compenser » à l'échelle du paysage : quel apport de la modélisation des réseaux écologiques à la mise en œuvre des sites naturels de compensation ?, *Sciences Eaux & Territoires*, 38, 56. doi : 10.14758/SET-REVUE.2022.1.08.

Palau, F., Palau, M., 1995. *Le rail en France - Les 80 premières lignes 1828-1851*, Paris, F. et M. Palau (217 p.).

Palau, F., Palau, M., 2004. *Le rail en France : le Second Empire. Tome 3, 1864-1870*, Paris, F. et M. Palau (239 p.).

Palazzo, E., 2022. Bridging urban morphology and urban ecology : a framework to identify morpho-ecological periods and patterns in the urban ecosystem, *Journal of Urban Ecology*, 8, 1, juac007. doi : 10.1093/jue/juac007.

Park, K., Park, S., Lee, T. J., 2020. Analysis of a spatial network from the perspective of actor-network theory, *International Journal of Tourism Research*, 22, 5, 653–665. doi : 10.1002/jtr.2363.

Parris, K. M., 2015. Ecological Impacts of Road Noise and Options for Mitigation, in Van Der Ree, R., Smith, D. J., and Grilo, C. (Eds.), *Handbook of Road Ecology*. 1st edn, Wiley, pp. 151–158. doi : 10.1002/9781118568170.ch19.

Pech, P., About, C., Frascaria-Lacoste, N., Jacob, P., Simon, L., 2017. Projet RENATU : RAPPORT FINAL Septembre 2017, 151.

Pech, P., Lefebure, A., Thuillier, L., About, C., Frascaria-Lacoste, N., Jacob, P., Riboulot-Chetrit, M., Simon, L., 2024. RENATU : a tool for assessing the ecological potential of an industrial or urban site for non-specialist users, *Revue Française de Gestion Industrielle*, 38, 1, 35–56. doi : 10.53102/2024.38.01.1109.

Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., Blondel, M., Prettenhofer, P., Weiss, R., Dubourg, V., Vanderplas, J., Passos, A., Cournapeau, D., Brucher, M., Perrot, M., Duchesnay, É., 2011. Scikit-learn : Machine Learning in Python, (*Journal of Machine Learning Research*). (online : <https://scikit-learn.org/stable/>).

Pellow, D., 2009. *Lawn People : How Grasses, Weeds, and Chemicals Make Us Who We Are*. By Paul Robbins. Philadelphia : Temple University Press, 2007. Pp. 186. \textdollar23.95 (paper)., *American Journal of Sociology*, University of Chicago Press, 114, 4, 1199–1200. doi : 10.1086/599136.

Pénone, C., 2012. *Fonctionnement de la biodiversité en ville : contribution des dépendances vertes ferroviaires*, MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE.

Penteado, H. M., 2021. Urban open spaces from a dispersal perspective : lessons from an individual-based model approach to assess the effects of landscape patterns on the viability of wildlife populations, *Urban Ecosystems*, 24, 4, 753–766. doi : 10.1007/s11252-020-01074-3.

Perreault, T. A., Bridge, G., McCarthy, J. (Eds.), 2015. *The Routledge handbook of political ecology*, London ; New York, NY, Routledge, Taylor & Francis Group (Routledge international handbooks).

Philo, C., 1995. Animals, Geography, and the City : Notes on Inclusions and Exclusions., *Environment and Planning D : Society and Space*, 13, 655–81.

Picard, A. (1844-1913), 1884. *Les chemins de fer français : étude historique sur la constitution et le régime du réseau. Tome 1*, Paris, J. Rothschild (6 vol. ; 22 cm).

Picard, S., Dorolle, A., 2016. *Vingt-cinq années de transport intérieur de voyageurs.*, Ministère de l'environnement. Paris (Etudes et documents du CGDD). (online : [https ://side.developpement-durable.gouv.fr/ACCRDD/doc/SYRACUSE/351893/vingt-cinq-annees-de-transport-interieur-de-voyageurs](https://side.developpement-durable.gouv.fr/ACCRDD/doc/SYRACUSE/351893/vingt-cinq-annees-de-transport-interieur-de-voyageurs)).

Pickering, A., 1995. *The mangle of practice : time, agency, and science*, University of Chicago Press, Chicago, Illinois, USA.

Pickett, S. T. A., 2016. *Dynamic heterogeneity : a framework to promote integration and hypothesis generation in urban systems. Urban Ecosystems, in press.*

Pickett, S. T. A., Burch, J. W. R., Dalton, S. E., Foresman, T. W., Grove, J. M., Rowntree, R., 1997. A conceptual framework for the study of human ecosystems in urban areas, *Urban Ecosys.*, 1. doi : 10.1023/A :1018531712889.

Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Childers, D. L., McDonnell, M. J., Zhou, W., 2016. Evolution and future of urban ecological science : ecology in, of, and for the city, *Ecosystem Health and Sustainability*, 2, 7, e01229. doi : 10.1002/ehs2.1229.

Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Groffman, P. M., Band, L. E., Boone, C. G., Burch, W. R., Grimmond, C. S. B., Hom, J., Jenkins, J. C., Law, N. L., Nilon, C. H., Pouyat, R. V., Szlavecz, K., Warren, P. S., Wilson, M. A., 2008. Beyond Urban Legends : An Emerging Framework of Urban Ecology, as Illustrated by the Baltimore Ecosystem Study, *BioScience*, 58, 2, 139–150. doi : 10.1641/B580208.

Pickett, S. T. A., Cadenasso, M. L., Grove, J. M., Nilon, C. H., Pouyat, E. V., Zipperer, W. C., Constanza, B., 2001. Urban ecological systems. Linking terrestrial ecological, physical, and socioeconomic components of metropolitan areas, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32, 127–157.

Picot, D., 2024. Petit à petit, l'écologue s'inscrit dans le paysage, *La Gazette des Communes*, 15 March. (online : [https ://www.lagazettedescommunes.com/917367/petit-a-petit-lecologue-sinscrit-dans-le-paysage/?abo=1](https://www.lagazettedescommunes.com/917367/petit-a-petit-lecologue-sinscrit-dans-le-paysage/?abo=1)).

Pierik, M. E., Dell'Acqua, M., Confalonieri, R., Bocchi, S., Gomarasca, S., 2016. Designing ecological corridors in a fragmented landscape : A fuzzy approach to circuit connectivity analysis, *Ecological Indicators*, 67, 807–820. doi : 10.1016/j.ecolind.2016.03.032.

Pimm, S. L., 1982. Food webs, in Pimm, S. L. (Ed.), *Food Webs*, Dordrecht, Springer Netherlands, pp. 1–11. doi : 10.1007/978-94-009-5925-5_1.

Plantec, Q., Cabanes, B., Weil, B., Le Masson, P., Thomas, M., 2021. Caractérisation et performances des collaborations science industrie : le cas des thèses CIFRE.

Ponlevé, P., 2022. *Le projet de la ZAC Gare-Bécannes fait basculer La Verrière dans une nouvelle ère*, La Gazette de Saint-Quentin-en-Yvelines. (online : <https://lagazette-sqy.fr/2022/12/06/votreville/la-verriere/le-projet-de-la-zac-gare-becannes-fait-basculer-la-verriere-dans-une-nouvelle-ere/>).

Porter, W. P., 2002. Physiology on a Landscape Scale : Plant-Animal Interactions, *Integrative and Comparative Biology*, 42, 3, 431–453. doi : 10.1093/icb/42.3.431.

Porter, W. P., Budaraju, S., Stewart, W. E., Ramankutty, N., 2000. Calculating Climate Effects on Birds and Mammals : Impacts on Biodiversity, Conservation, Population Parameters, and Global Community Structure, *American Zoologist*, Oxford University Press (OUP), 40, 4, 597–630. doi : 10.1093/icb/40.4.597.

Potter, J., Edwards, D., Ashmore, M., 1994. The Bottom Line : The Rhetoric of Reality Demonstrations, *Configurations*, 2, 1, 1–14. doi : 10.1353/con.1994.0001.

Powell, R. A., Mitchell, M. S., 2012. What is a home range ?, *Journal of Mammalogy*, 93, 4, 948–958. doi : 10.1644/11-MAMM-S-177.1.

Poyat, Y., 2024. *Outil Terres Végétales Terasol*. (online : https://www.linkedin.com/posts/yannick-poyat-5622515b_outil-terrev%C3%A9g%C3%A9tale-terasol-activity-7206890549826519040-OS3N/).

Prugh, T., 1999. *Natural Capital and Human Economic Survival*. 2nd edn, Boca Raton, CRC Press. doi : 10.1201/9780367801908.

PUCA, 2020. BAUM – Biodiversité, aménagement urbain et morphologie Appel à projets de recherche.

Pulliam, H. R., Dunning, J. B., Liu, J., 1992. Population Dynamics in Complex Landscapes : A Case Study, *Ecological Applications*, Ecological Society of America, 2, 2, 165–177. doi : 10.2307/1941773.

Purser, R. E., Park, C., Montuori, A., 1995. Limits to Anthropocentrism : Toward an Ecocentric Organization Paradigm ?, *The Academy of Management Review*, Academy of Management, 20, 4, 1053–1089. doi : 10.2307/258965.

Ratzel, F., 1897. *Politische Geographie, oder, die Geographie der Staaten, des Verkehrs und des Krieges*, München, Oldenbourg.

Redman, C., Grove, M., Kuby, L., 2004. Integrating Social Science into the Long-Term Ecological Research (LTER) Network : Social Dimensions of Ecological Change and Ecological Dimensions of Social Change, *Ecosystems*, 7, 161–171. doi : 10.1007/s10021-003-0215-z.

van der Ree, R., Bennett, A. F., 2003. Home range of the squirrel glider (*Petaurus norfolcensis*) in a network of remnant linear habitats, *Journal of Zoology*, Cambridge University Press, 259, 4, 327–336.

Reid, W. V., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D., Carpenter, S. R., Chopra, K., Dasgupta, P., Dietz, T., Duraipappah, A. K., Hassan, R., Kasperson, R., Leemans, R., May, R. M., McMichael, A. J., Pingali, P., Samper, C., Scholes, R., Watson, R. T., Zakri, A. H., Shidong, Z., Ash, N. J., Bennett, E., Kumar,

P., Lee, M. J., Raudsepp-Hearne, C., Simons, H., Thonell, J., Zurek, M. B., 2005. *Millennium Ecosystem Assessment*, Washington, DC, Island Press. (online : <https://www.millenniumassessment.org/>).

Rejmanek, M., Richardson, D. M., 1996. What attributes make some plant species more invasive ?, *Ecology*. doi : 10.2307/2265768.

Renault, O., 2024. *Agriculture et biodiversité : Mobiliser et favoriser la biodiversité dans les systèmes agricoles*.

République Française, 2022. *Article R. 2231-2 du Code des Transports*, Code des Transports, France, Légifrance. (online : <https://www.legifrance.gouv.fr>).

Riaz, F., Ali, K. M., 2011. Applications of Graph Theory in Computer Science, in, *2011 Third International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks*, 2011 Third International Conference on Computational Intelligence, Communication Systems and Networks, pp. 142–145. doi : 10.1109/CICSyN.2011.40.

Ribeill, G., 1989. Cultures d'entreprises : le cas des cheminots, des compagnies à la SNCF, in de Bonnault-Cornu, P., Charrasse, D., Herberich-Marx, G., Lamy, Y., Lazier, I., Mairot, P., Morel, A., Périssère, M., Raphaël, F., Salmeron, P., and Vant, A., , *Cultures du travail : Identités et savoirs industriels dans la France contemporaine*, Paris, Éditions de la Maison des sciences de l'homme (Ethnologie de la France), pp. 251–265. doi : 10.4000/books.editionsmsmh.3759.

Richer, C., Bentayou, G., Dépigny, B., 2017a. *Les pôles d'échanges au service de l'intermodalité et de la ville durable*, Lyon, Cerema, Territoires et villes (Références).

Richer, C., Bentayou, G., Dépigny, B., 2017b. Les pôles d'échanges multimodaux au service de l'intermodalité et de la ville durable, Lyon, éditions du Cerema.

Riitters, K. H., O'Neill, R. V., Jones, K. B., 1997. Assessing habitat suitability at multiple scales : A landscape-level approach, *Biological Conservation*, 81, 1, 191–202. doi : 10.1016/S0006-3207(96)00145-0.

Riot, E., 2015. *L'agencement des grandes gares historiques pour le marché ferroviaire européen : analyse comparée de l'intégration des principes concurrentiels dans l'aménagement et la gestion des gares de London St Pancras, Paris Nord et Milano Centrale*, phdthesis. Université Paris-Est. (online : <https://pastel.hal.science/tel-01398417>).

Riou, A., 2023. Ils sont payés pour protéger la nature, mais travaillent pour des entreprises qui l'abiment, ce sont les écologues, *France 3 Occitanie*, 11 September. (online : <https://france3-regions.francetvinfo.fr/occitanie/haute-garonne/toulouse/les-ecologues-a-la-fois-defenseurs-de-l-environnement-et-salaries-d-entreprises-qui-abiment-la-nature-2837453.html>).

Risser, P., Karr, J., Forman, R. T. T., 1984. *Landscape ecology : directions and approaches*. Illinois Natural History Survey, Champaign (Special Publication, Number 2.). (online : http://www.edc.uri.edu/nrs/classes/nrs534/nrs_534_readings/RISSER.pdf).

Ritzel, K., Gallo, T., 2020. Behavior Change in Urban Mammals : A Systematic Review, *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 576665. doi : 10.3389/fevo.2020.576665.

Rockström, J., 2009. A safe operating space for humanity, *Nature*, 461, 7263, 472–475.

Rode, S., 2023. *Écologiser l'urbanisme : pour un ménagement de nos milieux de vie partagés*, Lormont,

le Bord de l'eau (En Anthropocène).

Romon, C., 2019. *Guide à l'intention des maîtres d'ouvrage publics pour la négociation des rémunérations de maîtrise d'oeuvre*, Paris, Mission interministérielle pour la qualité des constructions publiques.

Ropars, L., Dajoz, I., Fontaine, C., Muratet, A., Geslin, B., 2019. Wild pollinator activity negatively related to honey bee colony densities in urban context, *PloS one*, Public Library of Science, 14, 9, e0222316.

Roport, P., 2017. *City booster : les gares à l'aube d'une révolution*, Paris, Débats Publics (Sens).

Rosenberg, D. K., Noon, B. R., Meslow, E. C., 1997. Biological Corridors : Form, Function, and Efficacy, *BioScience*, 47, 10, 677–687. doi : 10.2307/1313208.

Rosenzweig, M. L., 2003. Reconciliation ecology and the future of species diversity, *Oryx*, Cambridge University Press (CUP), 37, 2, 194–205. doi : 10.1017/s0030605303000371.

Roudier, É., Avide, É., 2019. De la doctrine à la conception : comment les gares du Grand Paris Express renouvellent (ou pas) la fabrique urbaine?, *Flux*, Marne-la-Vallée, Université Gustave Eiffel, Pub. anticipées, 4, I–XX. doi : 10.3917/flux1.pr1.0006.

Royle, N. J., 2013. An Introduction to Behavioural Ecology, *Animal Behaviour*, 85, 3, 686–687. doi : 10.1016/j.anbehav.2013.01.003.

Rudnick, D., Ryan, S. J., Beier, P., Cushman, S. A., Dieffenbach, F., Epps, C., Gerber, L. R., Hartter, J. N., Jenness, J. S., Kintsch, J., Merenlender, A. M., Perkl, R. M., Perziosi, D. V., Trombulack, S. C., 2012. The Role of Landscape Connectivity in Planning and Implementing Conservation and Restoration Priorities. *Issues in Ecology*, 23.

Ruming, K., 2009. Following the Actors : mobilising an actor-network theory methodology in geography, *Australian Geographer*, 40, 4, 451–469. doi : 10.1080/00049180903312653.

Rüter, S., Opdam, P., 2019. Habitat Capacity, in von Haaren, C., Lovett, A. A., and Albert, C. (Eds.), *Landscape Planning with Ecosystem Services : Theories and Methods for Application in Europe*, Dordrecht, Springer Netherlands, pp. 277–299. doi : 10.1007/978-94-024-1681-7_18.

Ryckman, M. J., Rosatte, R. C., McIntosh, T., Hamr, J., Jenkins, D., 2010. Postrelease Dispersal of Reintroduced Elk (*Cervus elaphus*) in Ontario, Canada, *Restoration Ecology*, 18, 2, 173–180. doi : 10.1111/j.1526-100X.2009.00523.x.

Sahraoui, Y., 2016. *Le paysage, entre esthétique & écologie*, Theses. Université de Bourgogne Franche-Comté. (online : <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01481018>).

Sahraoui, Y., Foltête, J.-C., Clauzel, C., 2017. A multi-species approach for assessing the impact of land-cover changes on landscape connectivity, *Landscape Ecology*, 32, 9, 1819–1835. doi : 10.1007/s10980-017-0551-6.

Sahraoui, Y., Leski, C. de G., Benot, M.-L., Revers, F., Salles, D., Halder, I. van, Barneix, M., Carassou, L., 2021. Integrating ecological networks modelling in a participatory approach for assessing impacts of planning scenarios on landscape connectivity, *Landscape and Urban Planning*, 209, 1. doi : 10.1016/j.landurbplan.2021.104039.

Salès, K., 2023. *La compensation écologique : le droit face aux contraintes territoriales et aux dynamiques écologiques : France, Colombie et Pérou*, These de doctorat. Paris 1. (online : <https://theses.fr/2023PA01H032>).

Salès, K., 2024. Objectivation de l'évaluation environnementale : regards croisés France – Colombie – Pérou, *Revue juridique de l'environnement*, Montrouge, JLE Editions, Hors-série, HS1, 201–214.

Salomon Cavin, J., 2021. Mesurer le potentiel écologique des projets d'aménagement urbains, une étape vers la ville biodiversitaire ? Entretien avec Pascal Martin et Nicolas Wyler, in Salomon Cavin, J. and Granjou, C. (Eds.), *Quand l'écologie s'urbanise*, Grenoble, UGA Éditions, pp. 239–264.

Salomon Cavin, J., 2022. *Indésirables !? les animaux mal-aimés de la ville*, Lausanne, Éditions 41.

Salomon, J., Granjou, C., 2021. *Quand l'écologie s'urbanise*.

Sander, A., 1996. Gares et quartiers de gares I & II (Architecture Intérieure Créé, N° 262), *FLUX Cahiers scientifiques internationaux Réseaux et Territoires*, 12, 25, 50–52.

Saner, M., Wilson, J., 2003. Stewardship, Good Governance and Ethics.

Saura, S., Pascual-Hortal, L., 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning : Comparison with existing indices and application to a case study, *Landscape and Urban Planning*, 83, 2–3, 91–103. doi : 10.1016/j.landurbplan.2007.03.005.

Saura, S., Rubio, L., 2010. A common currency for the different ways in which patches and links can contribute to habitat availability and connectivity in the landscape, *Ecography*. doi : 10.1111/j.1600-0587.2009.05760.x.

Savary, P., Tannier, C., Foltête, J.-C., Bourgeois, M., Vuidel, G., Khimoun, A., Moal, H., Garnier, S., 2024. How does dispersal shape the genetic patterns of animal populations in European cities? A simulation approach, *Peer Community Journal*, 4, e40. doi : 10.24072/pcjournal.407.

Scalenghe, R., Marsan, F. A., 2009. The anthropogenic sealing of soils in urban areas, *Landscape and Urban Planning*, 90, 1, 1–10. doi : 10.1016/j.landurbplan.2008.10.011.

Scapino, J., 2021. Aménager la friche : paysagisme et écologie sur la petite ceinture (Paris XVe), in Salomon Cavin, J. and Granjou, C. (Eds.), *Quand l'écologie s'urbanise*, Grenoble, UGA Éditions, pp. 265–292.

Schinko, T., Bednar-Fiedl, B., 2022. Fostering social learning through role-play simulations to operationalize comprehensive climate risk management : Insights from applying the RESPECT role-play in Austria, *Climate Risk Management*, 35, 100418. doi : 10.1016/j.crm.2022.100418.

Schmidt-Kloiber, A., Nijboer, R. C., 2004. The effect of taxonomic resolution on the assessment of ecological water quality classes, *Hydrobiologia*, 516, 1–3, 269–283. doi : 10.1023/B :HYDR.0000025270.10807.10.

Scholz, J. T., Wang, C.-L., 2006. Cooptation or transformation? Local policy networks and federal regulatory enforcement, *American Journal of Political Science*, 50, 81–97.

Schooley, R. L., Wiens, J. A., 2003. Finding habitat patches and directional connectivity, *Oikos*, 102, 559–570. doi : 10.1034/j.1600-0706.2003.12490.x.

Schorung, M., 2021. L'aménagement des gares du Grand Paris Express face à la gouvernance complexe de la région-capitale. L'instrument du comité de pôle comme réponse pour une meilleure coordination des acteurs ?, *L'Espace Politique. Revue en ligne de géographie politique et de géopolitique*, 42. doi : 10.4000/espacepolitique.9214.

Schtickzelle, N., Mennechez, G., Baguette, M., 2006. Dispersal depression with habitat fragmentation in the bog fritillary butterfly, *Ecology*, 87, 1057–65. doi : 10.1890/0012-9658(2006)87[1057 :DDWHFI]2.0.CO ;2.

Schumaker, N. H., 1996. Using Landscape Indices to Predict Habitat Connectivity, *Ecology*, 77, 4, 1210–1225. doi : 10.2307/2265590.

Schusler, T. M., Decker, D. J., Pfeffer, M. J., 2003. Social learning for collaborative natural resource management, *Society and Natural Resources*, 16, 4, 309–326.

Sen, A. K., 2000. *Repenser l'in ? ?galité ? ?*

Seoane, J., Bustamante, J., Díaz-Delgado, R., 2005. Effect of Expert Opinion on the Predictive Ability of Environmental Models of Bird Distribution, *Conservation Biology*, 19, 2, 512–522. doi : 10.1111/j.1523-1739.2005.00364.x.

Serres, M., 1987. *Statues : le second livre des fondations*, Paris, Bourin.

Serret, H., 2021. *Quartiers de gare : Diagnostics écologiques et préconisations d'aménagements*, Meudon, France : Nabi Ecology.

Serret, H., Raymond, R., Foltête, J.-C., Clergeau, P., Simon, L., Machon, N., 2014. Potential contributions of green spaces at business sites to the ecological network in an urban agglomeration : The case of the Ile-de-France region, France, *Landscape and Urban Planning*, 131, 27–35. doi : 10.1016/j.landurbplan.2014.07.003.

Shackelford, N., Standish, R. J., Lindo, Z., Starzomski, B. M., 2018. The role of landscape connectivity in resistance, resilience, and recovery of multi-trophic microarthropod communities, *Ecology*, 99, 5, 1164–1172. doi : 10.1002/ecy.2196.

Simkin, R. D., Seto, K. C., McDonald, R. I., Jetz, W., 2022. Biodiversity impacts and conservation implications of urban land expansion projected to 2050, National Academy of Sciences. doi : 10.1073/pnas.2117297119.

Singh, D. K., Choudhury, P., 2023. Chapter Thirteen - Community detection in large-scale real-world networks, in Patgiri, R., Deka, G. C., and Biswas, A. (Eds.), *Advances in Computers*, Elsevier (Principles of Big Graph : In-depth Insight), pp. 329–352. doi : 10.1016/bs.adcom.2021.10.007.

Skandrani, Z., Lepetz, S., Prévot-Julliard, A.-C., 2014. Nuisance Species : Beyond the ecological perspective, *Ecological Processes*, 3, 3, 1–12.

Smallidge, P. J., Leopold, D. J., 1997. Vegetation management for the maintenance and conservation of butterfly habitats in temperate human-dominated landscapes, *Landscape and Urban Planning*, (Wildlife Habitats in Human-Dominated Landscapes), 38, 3, 259–280. doi : 10.1016/S0169-2046(97)00038-8.

SNCF Réseau, 2021. *Rapport financier Annuel*. (online : [https ://medias.sncf.com/sncfcom/ese/Rapport_financier_annuel_SNCF_Reseau_2021.pdf](https://medias.sncf.com/sncfcom/ese/Rapport_financier_annuel_SNCF_Reseau_2021.pdf)).

SNCF Réseau, 2023. *La maîtrise de la végétation sur les voies et aux abords des voies*, La Plaine Saint-Denis, France : SNCF Réseau.

Snep, R. P. H., Clergeau, P., 2020. Biodiversity in Cities, Reconnecting Humans with Nature, in Loftness, V. (Ed.), *Sustainable Built Environments*, New York, NY, Springer US (Encyclopedia of Sustainability Science and Technology Series), pp. 251–274. (online : https://doi.org/10.1007/978-1-0716-0684-1_296).

Société des Grands Projets, Île-de-France Mobilités, TVK, TN+, Nivet, S., Ville Ouverte, Fleury, A., Texier-Rideau, G., Ballan, É., ON, RR&A, Franck Boutté Consultants, Yes We Camp, Transamo, 2016. *PLACES DU GRAND PARIS : Principes de conception pour les espaces publics du Grand Paris Express*, Paris, France : Société du Grand Paris.

Sordello, R., Jeusset, A., 2015. Projet COHNECS-IT.

Sordello, R., Reyjol, Y., Amsallem, J., Bas, Y., Billon, L., Borner, L., Comolet-Tirman, J., Daloz, A., Dugué, A.-L., Guinard, É., Julien, J.-F., Lacoëuilhe, A., Lombard, A., Marmet, J., Mars, B., Marx, G., Ménard, C., Paquier, F., Schweigert, N., Thierry, C., Vanpeene, S., Vignon, V., Siblet, J.-P., 2022. Les déplacements des espèces volantes : vers la mise en œuvre d’une « Trame aérienne » dans le cadre de la politique Trame verte et bleue ?, *Naturae*, France, [Publisher Unknown], [Volume Number Unknown], [Page Numbers Unknown].

Soule, M. E., Wilcox, B. A., 1980. *Conservation Biology : An Evolutionary-Ecological Approach*, Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates.

Souriau, É., Stengers, I., Latour, B., 1943. *Les différents modes d’existence suivi de Du mode d’existence de l’oeuvre à faire*, Paris, Presses universitaires de France (MétaphysiqueS).

Star, S. L., Griesemer, J. R., 1989. Institutional Ecology, ‘Translations’ and Boundary Objects : Amateurs and Professionals in Berkeley’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39, *Social Studies of Science*, Sage Publications, Ltd., 19, 3, 387–420.

Stathopoulos, N., Peny, A., Amar, G., 1993. Formes et fonctions des points-de-réseaux, *Flux*, 9, 12, 29–45. doi : 10.3406/flux.1993.952.

Stengers, I., 2022. *Cosmopolitiques*, Paris Le Plessis-Robinson, les Empêcheurs de penser en rond-la Découverte (Les empêcheurs de penser en rond).

Stengers, I., Latour, B., 2009. Le sphinx de l’oeuvre, in, *Les différents modes d’existence*, Paris cedex 14, Presses Universitaires de France (MétaphysiqueS), pp. 1–75. (online : <https://www.cairn.info/les-differents-modes-d-existence--9782130574873-p-1.htm>).

Stenner, P., 2011. James and Whitehead, *European Journal of Pragmatism and American Philosophy*, Associazione Pragma, III, 1. doi : 10.4000/ejpap.874.

Subra, P., 2016. Chapitre 3. L’analyse des conflits d’aménagement : enjeux, acteurs, modes d’action, représentations, in, *Géopolitique locale*, Paris, Armand Colin (Collection U), pp. 63–84. doi : 10.3917/arco.subra.2016.01.0063.

Sugy, P., 2023. Des militants animalistes manifestent ce samedi à Paris pour «défendre les rats», *Le Figaro*, 18 March. (online : <https://www.lefigaro.fr>).

Sukopp, H., 1998. Urban ecology-Scientific and practical aspects, in Breuste, J., Feldmann, H., and Uhlmann, O. (Eds.), *Urban Ecology*, Berlin, Germany, Springer.

Tannier, C., Foltête, J.-C., Girardet, X., 2012. Assessing the capacity of different urban forms to preserve the connectivity of ecological habitats, *Landscape and Urban Planning*, 105, 1–2, 128–139. doi : 10.1016/j.landurbplan.2011.12.008.

Tarabon, S., 2020. *La prise en compte des fonctionnalités écologiques dans l'aménagement des territoires et l'application de la séquence Éviter-Réduire-Compenser : De l'échelle projet à la planification*, Université d'Avignon. (online : <https://theses.hal.science/tel-03179882v3>).

Tarabon, S., Bergès, L., Dutoit, T., Isselin-Nondedeu, F., 2019. Environmental impact assessment of development projects improved by merging species distribution and habitat connectivity modelling, *Journal of Environmental Management*, 241, 439–449. doi : 10.1016/j.jenvman.2019.02.031.

Tarabon, S., Godet, C., Coskun, T., Clauzel, C., 2022. Coupling spatial modeling with expert opinion approaches to restore multispecies connectivity of major transportation infrastructure, *Landscape and Urban Planning*, 221, 104371. doi : 10.1016/j.landurbplan.2022.104371.

Taylor, P. D., Fahrig, L., Henein, K., Merriam, G., 1993. Connectivity Is a Vital Element of Landscape Structure, *Oikos*, 68, 3, 571. doi : 10.2307/3544927.

Terrade, A., 2021. *Effarouchement acoustique des grands mammifères terrestres : développement d'un outil applicable aux réseaux ferroviaires.*, These en préparation. Saint-Etienne. (online : <https://theses.fr/s279369>).

Terrin, J.-J., Marie, J.-B., Leheis, S. (Eds.), 2011. *Gares et dynamiques urbaines : les enjeux de la grande vitesse = Railway stations and urban dynamics : high-speed issues : Barcelona, Lille, Lyon, Marseille, Rotterdam, Torino*, Marseille, Parenthèses (Collection La ville en train de se faire).

Theodoropoulou, E., 1999. Review of Rural/Urban Problem from an Interdisciplinary Perspective. Mediterranean Perspectives and Proposals, *Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment*, 3, 24–32.

Theys, J., 1992. *ENVIRONNEMENT SCIENCE ET POLITIQUE LES EXPERTS SONT FORMELS*.

Tiry-Ono, C., 2017. *L'architecture des déplacements : gares ferroviaires du Japon*, Gollion (Suisse) [Paris], Infolio (Collection Archigraphy).

Tischendorf, L., 2001. Can landscape indices predict ecological processes consistently?, *Landscape Ecology*, 16, 3, 235–254. doi : 10.1023/A:1011112719782.

Tischendorf, L., Fahrig, L., 2000. On the usage and measurement of landscape connectivity, *Oikos*, 90, 1, 7–19. doi : 10.1034/j.1600-0706.2000.900102.x.

Tischendorf, L., Fahrig, L., 2001. On the use of connectivity measures in spatial ecology. A reply, 4.

Tock, A., 2021. *Utilisation d'abris temporaires par le Crapaud calamite (Epidalea calamita), l'Alyte accoucheur (Alytes obstetricans) et d'autres amphibiens ciblés par le Life in Quarries*, Master en bioingénieur : gestion des forêts et des espaces naturels, à finalité spécialisée. (online : <http://hdl.handle.net/2268.2/13950>).

Tom Lehrer - Poisoning Pigeons In The Park, 2007. (online : <https://www.youtube.com/watch?v=yhuMLpdnOjY>).

Tournay, V., Latour, B., 2014. *L'effet Latour : ses modes d'existence dans les travaux doctoraux*, Paris, Éd. Glyphe.

Treml, E. A., Fidelman, P. I. J., Kininmonth, S., Ekstrom, J. A., Bodin, Ö., 2015. Analyzing the (mis)fit between the institutional and ecological networks of the Indo-West Pacific, *Global Environmental Change*, 31, 263–271. doi : 10.1016/j.gloenvcha.2015.01.012.

Tricaud, P.-M., Festal, M., Legenne, C., Bardon, A., Tricaud, P.-M., Festal, M., Legenne, C., Bardon, A., Opigez, X., Mauclair, C., Wateau, L., IAU-îdF, 2010. *Unités paysagères de la région d'Île-de-France : Méthodologie, notice d'utilisation de la base de données et atlas*, Île-de-France : IAU-îdF.

Tsing, A. L., 2015. The mushroom at the end of the world : on the possibility of life in capitalist ruins.

Tsing, A. L., Pignarre, P., 2017. *Le champignon de la fin du monde : sur la possibilité de vivre dans les ruines du capitalisme*, Paris, les Empêcheurs de penser en rond-la Découverte (Collection dirigée par Philippe Pignarre).

Tsing, A. L., Pignarre, P., Stengers, I., Martin, N., 2020. *Friction : délires et faux-semblants de la globalité*, Paris, les Empêcheurs de penser en rond (Collection dirigée par Philippe Pignarre).

Turnbull, L., Hütt, M.-T., Ioannides, A. A., Kininmonth, S., Poepl, R., Tockner, K., Bracken, L. J., Keesstra, S., Liu, L., Masselink, R., Parsons, A. J., 2018. Connectivity and complex systems : learning from a multi-disciplinary perspective, *Applied Network Science*, 3, 1, 11. doi : 10.1007/s41109-018-0067-2.

UCLA Statistical Consulting Group, 2021. *Lesson 3 : Logistic Regression Diagnostics*, UCLA Institute for Digital Research and Education. (online : <https://stats.oarc.ucla.edu/stata/webbooks/logistic/chapter3/lesson-3-logistic-regression-diagnostics-2/>).

Uexküll, J. von (1864-1944) A., 1984. *Mondes animaux et monde humain : suivi de Théorie de la signification*, Denoël. Paris.

UIC Sustainability, Yilmazer, P., Franzoni, L., Below, M., Schuh, T., Pywell, R., Ollerton, J., 2023. *UIC Guidelines on Managing Railway Assets for Biodiversity*, 978-2-7461-3283-2. Paris : International Union of Railways (UIC), p. 64.

UNEP-WCMC, Global Canopy, UNEP Finance Initiative, 2024. *Explanatory note on the updated ENCORE knowledge base outlining business dependencies and impacts on nature*, UNEP-WCMC.

United Nations, 1992. *Convention on Biological Diversity*, Report. United Nations.

Unnithan Kumar, S., Turnbull, J., Hartman Davies, O., Hodgetts, T., Cushman, S. A., 2022. Moving beyond landscape resistance : considerations for the future of connectivity modelling and conservation science, *Landscape Ecology*, 37, 10, 2465–2480. doi : 10.1007/s10980-022-01504-x.

Urban, D. L., Keitt, T., 2001. Landscape connectivity : a graph-theoretic perspective, *Ecology*, Young, O.R., Lambin, E.F., Alcock, F., 82, 5, 1205–1218.

Valler, D., Phelps, N. A., 2018. Framing the Future : On Local Plan-

ning Cultures and Legacies, *Planning Theory & Practice*, Routledge. (online : <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14649357.2018.1537448>).

Vallet, J., 2009. Gradient d'urbanisation et communautés végétales d'espaces boisés : Approche à plusieurs échelles dans trois agglomérations du Massif armoricain, 299.

Van Dyck, H., Baguette, M., 2005. Dispersal behaviour in fragmented landscapes : Routine or special movements ?, *Basic and Applied Ecology*, 6, 535–545. doi : 10.1016/j.baae.2005.03.005.

Vandeveld, J.-C., 2012. Les instruments d'évaluation des impacts sur la biodiversité : entre aménagement du territoire et conservation, 267.

Vandeveld, J.-C., Pénone, C., 2017. *Ecological Roles of Railway Verges in Anthropogenic Landscapes : A Synthesis of Five Case Studies in Northern France*, *springerprofessional.de*. (online : <https://www.springerprofessional.de/en/ecological-roles-of-railway-verges-in-anthropogenic-landscapes-a/15120140>).

Vandeveld, J.-C., Penone, C., Le Viol, I., Kerbiriou, C., 2012. Grandes infrastructures de transport et biodiversité. Quelle prise en compte ?, in, pp. 195–209.

Vanier, M., 2009. *Territoires, territorialité, territorialisation : controverses et perspectives actes des Entretiens de la Cité des territoires, Grenoble, 7 et 8 juin 2007, Territoires, territorialité, territorialisation, et après ?*, Rennes, Presses universitaires de Rennes (Espace et territoires).

Ville de Paris, 2022. *Stratégie de Résilience de Paris*, Ville de Paris. (online : <https://www.paris.fr/pages/la-resilience-ou-comment-paris-affronte-les-defis-25>).

Ville d'Épône, 2021. Aménagement du quartier Gare, *Épône Magazine*, Épône, Ville d'Épône, 19, 19, 1–32.

Villemey, A., Jeusset, A., Vargac, M., Bertheau, Y., Coulon, A., Touroult, J., Vanpeene, S., Castagneyrol, B., Jactel, H., Witte, I., Deniaud, N., Flamerie De Lachapelle, F., Jaslier, E., Roy, V., Guinard, E., Le Mitouard, E., Rael, V., Sordello, R., 2018. Can linear transportation infrastructure verges constitute a habitat and/or a corridor for insects in temperate landscapes ? A systematic review, *Environmental Evidence*, 7, 1, 5. doi : 10.1186/s13750-018-0117-3.

Vincent, Q., Mangin, N., Rigolot, R., Blanchart, A., 2021. Étude de la biodiversité des sols (macrofaune épi-gée) urbains et péri-urbains dans le cadre de la création d'une trame brune, 29, 275–294.

Vinck, D., 2009. De l'objet intermédiaire à l'objet-frontière, *Revue d'anthropologie des connaissances*, Société d'Anthropologie des Connaissances, 3, 1. doi : 10.3917/rac.006.0051.

Viveiros De Castro, E., 2002. O nativo relativo, *Mana*, 8, 1, 113–148. doi : 10.1590/S0104-93132002000100005.

Vulbeau, A., 2014. La maîtrise d'usage, entre ingénierie participative et travail avec autrui, *Recherche sociale*, FORS-Recherche Sociale, 209, 1, 62–75. doi : 10.3917/recsoc.209.0062.

Ware, H. E., McClure, C. J. W., Carlisle, J. D., Barber, J. R., 2015. A phantom road experiment reveals traffic noise is an invisible source of habitat degradation, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112, 39, 12105–12109. doi : 10.1073/pnas.1504710112.

Watkin, Y., Delaville, D., Dugué, R., 2019. *Les tissus urbains franciliens (TUF) Note méthodologie*, Institut Paris Region.

Watson, R. T., Baste, I. A., Larigauderie, A., Leadley, P., Pascual, U., Baptiste, B., Demissew, S., Dziba, L., Erpul, G., Fazel, A., Fischer, M., Hernández, A. M., Karki, M., Mathur, V., Pataridze, T., Pinto, I. S., Stenseke, M., Török, K., Vilá, B., 2019. IPBES (2019) : Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. , and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages., 60.

Webster, M., Marra, P., Haig, S., Bensch, S., Holmes, R., 2002. Links Between Worlds : Unravelling Migratory Connectivity, *Trends in Ecology & Evolution*, 17, 76–83. doi : 10.1016/S0169-5347(01)02380-1.

Whatmore, S., 1997. Dissecting the Autonomous Self : Hybrid Cartographies for a Relational Ethics, *Environment and Planning D : Society and Space*, 15, 1, 37–53. doi : 10.1068/d150037.

Whatmore, S., 2002. *Hybrid geographies : Natures cultures spaces*, Sage.

Whittington, J., St. Clair, C. C., Mercer, G., 2005. SPATIAL RESPONSES OF WOLVES TO ROADS AND TRAILS IN MOUNTAIN VALLEYS, *Ecological Applications*, 15, 2, 543–553. doi : 10.1890/03-5317.

Wilson, E. O., 1988. *Biodiversity*, National Academy Press.

With, K. A., Gardner, R. H., Turner, M. G., 1997. Landscape connectivity and population distributions in heterogeneous landscapes, *Oikos*, 78, 151–169. doi : 10.2307/3545811.

Wittig, R., 1998. Urban Development and the Integration of Nature : Reality or Fiction ?, in Breuste, J., Feldmann, H., and Uhlmann, O. (Eds.), *Urban Ecology*, Berlin, Heidelberg, Springer, pp. 593–599. doi : 10.1007/978-3-642-88583-9_118.

Wood, S. N., 2017. *Generalized Additive Models : An Introduction with R*, Boca Raton, FL, CRC Press.

Worster, D., 1990. The Ecology of Order and Chaos, *Environmental History Review*, 14, 1–2, 1–18. doi : 10.2307/3984623.

Wu, J., David, J. L., 2002. *A spatially explicit hierarchical approach to modeling complex ecological systems : theory and applications*, *Ecological Modeling*.

Young, O. R., 1999. *Governance in world affairs*, Ithaca, New York, USA, Cornell University Press.

Zelezny, R., 2013. Insertion urbaine des pôles d'échanges : outil d'un urbanisme "orienté vers le rail" ?, *Géotransports*, Commission de Géographie des Transports, 1, 1–2, 77–90.

Zeller, K. A., McGarigal, K., Whiteley, A. R., 2012. Estimating landscape resistance to movement : a review, *Landscape Ecology*, 27, 6, 777–797. doi : 10.1007/s10980-012-9737-0.

Zeller, K. A., Vickers, T. W., Ernest, H. B., Boyce, W. M., 2017. Multi-level, multi-scale resource selection functions and resistance surfaces for conservation planning : Pumas as a case study, *PLOS ONE*, Edited by M. S. Boyce, 12, 6, e0179570. doi : 10.1371/journal.pone.0179570.

Zellner, M. L., Lyons, L. B., Hoch, C. J., Weizeorick, J., Kunda, C., Milz, D. C., 2012. Modeling,

learning, and planning together : An application of participatory agent-based modeling to environmental planning, *Urisa Journal*, Urban and Regional Information Systems Association (URISA), 24, 1, 77–93.

Zetterberg A., Mörtberg U.M., Balfors B, 2010. Making graph theory operational for landscape ecological assessments, planning, and design, *Landscape and Urban Planning*, 95, 181–191.

Annexes

Annexe A

Approfondissements théoriques développant la posture de recherche adoptée

Appréhender les réseaux des acteurs depuis les perspectives de ceux-ci.

Identifier les composantes du réseau de chaque acteur et parvenir à suivre la manière par laquelle ils les lient sont néanmoins deux tâches différentes. Si la situation donnée et la créativité peuvent éventuellement permettre d'esquisser le tableau des entités en présence, il est nécessaire de disposer d'un outillage adapté pour comprendre comment chacun des acteurs les perçoit, organise son action autour d'eux et les remobilise pour donner du sens à leurs actions. Cet équipement doit reconnaître les manières par lesquelles chacun appréhende son environnement, entre dans sa perspective.

Il y a là un élément théorique ontologique important aux conséquences très pratiques pour le chercheur. De nombreuses doctrines philosophiques modernes soulignent l'existence d'une réalité immanente, par essence objectivable. Sous cette acception, il est possible pour le chercheur de déployer des dispositifs pratiques et conceptuels qui lui permettent d'expliquer les actions des acteurs à leur place et de mettre en lumière les grandes lois sociales ou naturelles qui régissent la manière qu'ils ont de tracer leur réseau. Si au contraire, comme la partie suivante va le développer, la réalité n'est jamais immanente, mais est construite lorsque les réseaux des acteurs se croisent et s'entrechoquent, il n'y a plus de fondement tangible, de substance sociale à déceler ou expliquer. La réalité n'apparaît que dans l'épreuve : dans la construction du fait par le scientifique, dans sa perception ou dans la manifestation de son souvenir. En d'autres termes, il n'y a pas de réalité objectivable existant hors des manières par lesquelles on la connaît. Il n'y a pas de meuble avant qu'on tape sa main dessus (Potter *et al.*, 1994). Le chercheur est alors obligé de reconnaître que chaque acteur ne déploie son réseau qu'à partir des moyens qui lui sont disponibles. Par extension, le seul qui peut avoir accès au réseau d'un acteur autre est l'acteur lui-même, et toute tentative d'explication n'est que le tracé d'un réseau parallèle, celui du chercheur.

Cela n'interdit néanmoins pas l'ambition de toute explication. La construction de nouveaux savoirs revient à proposer, à mettre à disposition un acteur nouveau sous forme d'un fait, possiblement « empruntable », mobilisable pour les réseaux des autres acteurs. Cette conception rend par contre nécessaire un soin particulier porté par le chercheur aux dispositifs qu'il mobilise et engage.

Si la question de recherche porte bel et bien un axe normatif, c'est donc davantage d'un point de vue ontologique (« de quoi est faite la réalité ») que moral. Je propose de revenir brièvement sur les références qui m'ont poussé à adopter un paradigme perspectiviste. Je m'attacherai aussi à revenir sur sa mise en œuvre pour l'étude du non-humain dans la géographie plus qu'humaine, puis à développer les conséquences d'une telle approche sur la méthodologie proposée.

Un paradigme relativiste ou relationnaliste

L'adoption d'une telle approche perspectiviste résulte d'un cheminement intellectuel personnel marqué par des lectures autour des relations entre les humains et leur environnement. Ces lectures ont débuté par les *bests sellers* Anglo-saxons qui font des conditions et ressources environnementales, la principale puissance explicative de l'inégalité entre les sociétés (Diamond, 2020). La littérature anthropologique française classique marquée par une vision sociocentrique des rapports à l'environnement m'a donc été peu familière. Elle s'inscrit en effet totalement en faux par rapport au déterminisme environnemental jugé réductionniste, dans la mesure où elle considère que les logiques régissant le fonctionnement sociétal entre humains sont mobilisées pour régir le monde extérieur avec l'environnement (Charbonnier, 2016).

Dans ce contexte, l'anthropologie de Descola (2005), qui interroge les rapports des sociétés à leur milieu à travers le prisme particulier de la remise en question des concepts de Nature et de Culture (Demeulenaere, 2017), propose une perspective inspirante, échappant à cette opposition binaire. Cette approche m'a permis de saisir l'inconfort causé par la division dualiste entre Nature et Culture, ou entre homme et animal, qui résulte avant tout d'un processus historique construit, et non d'une donnée *a priori*. Cette dichotomie se manifeste dans trois champs de réflexion où elle engendre des problèmes insolubles si l'on persiste à la maintenir : l'étude des sociétés dites primitives par l'anthropologie, l'éthologie qui s'intéresse au comportement animal, et la philosophie de la perception.

Les débats philosophiques à partir des Lumières ont opposé une vision de l'Homme qui en faisait un animal comme les autres à une autre pour laquelle il est parvenu à s'extraire de la nature au moyen de ses capacités cognitives, de son système moral ou religieux (Descartes, 1637). Cette dernière conception a globalement remporté la bataille des idées et s'est institutionnalisée. Le contexte social reste jusqu'à aujourd'hui ce qu'on qualifie de « naturaliste » : le concept de nature joue un rôle d'organisateur des controverses, consciemment ou non, il définit les questions qui sont autorisées, et le nombre de réponses possibles et les manières d'y répondre (Charbonnier, 2015). Or, il existe d'autres ontologies qui se dispensent de l'opposition Homme/Nature ou de l'identification de propriétés mentales pour proposer une répartition des rôles de sujet ou d'objet ou sujet au sein de la société (Descola, 2005). Les systèmes sociaux ainsi formés sont tout aussi cohérents et durables que les systèmes modernes. La principale différence réside dans la capacité de l'ontologie moderne dichotomique à faire fonctionner ensemble un nombre particulièrement élevé d'humains (Latour, 1993), et de sa propension à s'imposer souvent par la force aux collectifs déployant d'autres ontologies (Tsing *et al.*, 2020). Ces propriétés n'en font pas un cadre conceptuel parfait ni ne rendent caduques les autres systèmes. D'autant que l'ontologie moderne, en faisant de la science une discipline d'orientation de l'expérience (Charbonnier, 2015) ne peut fournir de cadre unitaire assez performant pour tout englober. En effet, la science occulte volontairement (dans son compte-rendu a minima) le rapport sensible au monde qui structure pourtant l'expérience dans ce qu'elle a de plus quotidien. Preuve en est que les débats sociétaux actuels remettent en question ce partage classique : attribution de statut juridique aux rivières, éthiques animales et consommation carnée, etc. La dualité Nature/Culture peine à recouvrir toutes les relations au monde des acteurs la flexibilité, et n'est surtout que le produit de contingences historiques et spatiales.

C'est en tout cas ce que les anthropologues qui ont initié ou se rattachent au tournant ontologique ont

cherché à montrer. Leurs réflexions se sont tournées vers l'extérieur des sociétés classiques, s'intéressant à une altérité issue d'un éloignement géographique. Les sociétés qui proposaient des schèmes sociétaux inexplicables dans le langage des Modernes ont été le substrat de développement de cadres innovants questionnant les paradigmes philosophiques classiques. Les théories anthropologiques ne se sont pas émancipées aussitôt des représentations qui leur étaient contemporaines. Mais à force de fréquenter ces collectifs, le décalage entre les comptes-rendus occidentaux ethnocentrés et les mécanismes locaux est devenu trop évident : il n'était possible d'expliquer les ressorts de la pensée magique à partir de la pensée rationnelle qu'en la renvoyant à sa propre altérité, c'est-à-dire à son irrationalité. Or, un tel degré d'explication n'a pas semblé très pertinent ni aux yeux des acteurs étudiés ni à ceux des chercheurs qui les côtoyaient. La qualité de la démarche scientifique repose sur le fait qu'elle s'autorise à échouer, et c'est aussi la seule manière par laquelle elle peut devenir politiquement pertinente (Perreault *et al.*, 2015). S'il s'agit simplement d'aller voir nos voisins pour étudier en quoi ils sont primitifs et pourquoi ils se trompent, on leur refuse une capacité à déployer un bon sens qui selon les propres mots des théories occidentales serait le mieux partagé entre les hommes. L'absence de remise en question du système de valeur face à l'altérité, ou le renvoi infantilisant à l'irrationalité ont été le moteur et la conséquence du processus de colonisation, avec lequel ces anthropologues souhaitaient rompre.

Historiquement, plusieurs approches ont été proposées pour reconnaître la pertinence des systèmes conceptuels et sociaux des sociétés primitives. Les anthropologues tels que Durkheim ou Mauss ont justifié les raisonnements primitifs en lui attribuant une rationalité moderne sous-jacente, qui ne sait pas son nom et ne connaît pas sa positivité (Charbonnier, 2015). Les anthropologues du tournant ontologique, parmi lesquels Descola, Viveiro de Castro ou encore Ingold, abandonnent eux l'idée qu'il est possible de rendre compte de l'altérité des mondes non modernes à partir des termes endogènes aux sociétés occidentales (Charbonnier, 2015). Dans la pratique, il devient impossible de définir un savoir subjectif ou une vérité transcendante. Pour Descola, l'intersubjectivité devient une relation par défaut instaurée par l'esprit avant que le rapport d'objet n'apparaisse (Charbonnier, 2016). Il n'y a plus d'intérêt de partir d'un schéma ontologique minimal, mais plutôt d'offrir une vision panoptique des registres ontologiques qui structurent les relations nature-société à travers le monde et de souligner leurs différences (Descola, 2005), et expliquer par exemple les différences de constitution ou de rôle social que jouent des objets matériels bien spécifiques comme les images (Descola, 2021).

Tout l'enjeu de ces nouvelles visions reste alors leur transfert dans nos propres sociétés modernes, par la constitution de politiques, qui intègrent ces entités dans le contrat social que l'ontologie moderne et naturaliste avait exclues : « Un sujet politique est ainsi un brouilleur de frontière qui, par sa situation ou son action, recompose les mondes : en redistribuant les éléments dont ils sont faits et leurs relations, en exploitant consciemment ou inconsciemment la diversité des matériaux sur lequel il agit. C'est dans ce sens qu'un milieu de vie, un glacier ou un jade peuvent-être des sujets politiques : ils instituent des relations nouvelles que d'autres sont incapables de faire advenir. » (Descola and Pignocchi, 2022). Ces politiques se basent sur le fait que reconnaître la multiplicité des mondes n'implique pas une position qui fait de l'arbitraire sa valeur cardinale, mais plutôt qui reconnaît dans ces divergences la seule manière de procéder. Aussi, pour Viveiro de Castro « Le perspectivisme n'est pas relativisme, c'est-à-dire l'affirmation de la relativité de la vérité, mais plutôt si l'on veut un "relationalisme", par lequel on peut affirmer que la vérité du relatif, c'est la relation. » (Viveiros De Castro 2002 cité par Park 2022). Il n'est pas possible d'expliquer l'autre monde, mais simplement de tirer les conséquences de sa rencontre avec le nôtre (Jurdant, 2022).

Ces changements de paradigme ne se sont pas produits uniquement de manière externe aux collectifs modernes. Les sciences qui se sont attachées à la description de l'altérité animale se sont retrouvées confrontées aux limites des approches dichotomiques. Despret et Galetic (2007) soulignent le choix longtemps imposé aux chercheurs en éthologie entre deux positions conceptuelles inconfortables. La première

consiste à admettre que le langage ou les formalisations d'origine humaine ne peuvent pas rendre compte des mondes qui étaient perçus par les animaux. Elle est donc objectivante et propose une formulation du monde animal dans des termes anthropogéniques qu'elle lui sait impropres. La seconde affirme qu'il est nécessaire au contraire de prêter nos propres significations à l'animal, assumant ainsi son anthropomorphisme, c'est-à-dire la validité de l'extension à des acteurs non-humains de descriptions valides pour parler d'humains. L'approche perspectiviste qui refuse ces deux extrêmes a de nouveau été proposée pour échapper à ces antagonismes insolubles. Von Uexküll, biologiste allemand né en 1864, développe à partir de l'exemple de la temporalité des tiques le constat que « toute perception est et n'est que perception de signification » (Uexküll 1984, cité par Despret et Galetic 2007). Descola considèrerait que les schèmes de perception précèdent aux schèmes d'identification, c'est-à-dire que l'on perçoit l'altérité avant de lui attribuer un statut — d'objet ou de sujet notamment (Descola, 2005). Von Uexküll propose de faire de ce temps une synchronie : il y a co-construction de la perception et de la signification. Les mondes des animaux et des humains sont donc des mondes différents, multiples, tout comme l'étaient ceux des sociétés animiste ou totémiste vis-à-vis des sociétés modernes. Une fois de plus, la multiplicité n'implique pas un relativisme (rien n'est absolu), mais un relationnisme : une compréhension par la relation. L'anthropologie et l'éthologie soulignent l'importance de l'implication du chercheur comme condition de la compréhension de ces mondes autres : il n'est possible d'appréhender cette relation uniquement que lorsque l'on en fait l'expérience. Cette expérience, pour être captée et considérée correctement, doit s'adapter aux interlocuteurs. Pour les animaux, le chercheur doit déployer des dispositifs non rigides, qui s'adaptent au contenu de l'expérience en même temps que celle-ci apparaît. Les animaux ne sont muets que dans la mesure où ils sont forcés de s'exprimer dans notre langue.

Tout opérateur qui infère de la relation au monde d'un animal met ainsi en jeu à la fois les mécanismes d'attribution de sens pour l'animal, mais aussi pour lui-même. En effet, le monde est dépourvu de substance puisque seule la relation donne accès au monde. La relation elle-même ne possède pas de substance puisqu'il n'est possible que d'y avoir accès à travers une seconde relation, celle de l'observateur à l'observé agissant. Ce dont le chercheur peut rendre compte, ce n'est donc que l'évolution de son propre monde sous l'influence de la reconnaissance des mondes-relations d'autrui. La seule connaissance possible est donc une connaissance par familiarité, de proche en proche, et non pas une connaissance transcendantale et conceptuelle (Despret and Galetic, 2007). Le perspectivisme n'est ni un relativisme, ni une reconnaissance d'un monde objectif indépendant de l'épreuve à laquelle il est soumis et des manières de le connaître : dire que la réalité est indépendante signifie simplement qu'il y existe quelque chose qui échappe à notre contrôle arbitraire (James 1997 cité par Despret et Galetic 2007).

La philosophie de la perception ne trouve plus l'origine de sa réflexion autour plus des sociétés distantes ou des individus non-humains, mais prend directement l'humain pour point de départ. Elle arrive pourtant à la même conclusion, à savoir l'absence de réalité indépendante. William James (1842-1810), philosophe et psychologue, propose un perspectivisme radical, définissant toute réalité comme expérientielle (James, 1909). La réalité se manifeste au moment où elle advient et est mise à l'épreuve. De plus, dans la mesure où les conditions liées au vécu unique de chaque individu modèlent, les conditions de l'expérience, les réalités ainsi saisies, endurées, sont forcément multiples. Whitehead étend le noyau perspectiviste de James au-delà de l'expérience humaine consciente (Stenner, 2011). La notion d'expérience devient pour lui un concept ontologique qui est impliqué dans tous les événements, peu importe leurs natures (Stenner, 2011). En mettant au cœur de l'expérience la réalisation de possibilités en réalités — puisque c'est bien ça que font les différents acteurs vivants du point de vue perspectiviste, il est possible d'étendre le concept d'entité à tous les êtres, même au non-vivant. Notons que tous les auteurs mentionnés ne sont pas d'accord sur l'extension du statut ontologique d'entité ou de sujet aux non-humains. Il existe une sorte de gradation d'acceptation du perspectivisme entre les auteurs. Certains conçoivent l'agentivité (*agency*), c'est-à-dire la puissance d'agir, comme une propriété issue de l'attribution par des collectifs. Cela leur attribue une

réalité, mais laisse l'homme comme seul décideur de l'attribution des rôles de sujets ou d'objets. On retrouve par exemple l'adoption d'une théorie de l'action située dans la sociologie pragmatique (Barthe *et al.*, 2013) ou pour Descola, pour qui la puissance d'agir des images est « une agence déléguée par des humains à des artefacts au moyen complexe d'enchaînements institutionnels » (Descola, 2021). Pour d'autres, le relationnalisme est bien plus généralisé, et les concepts de sujets et d'objets sont des résultats d'une action conjointe entre eux plutôt que des prémices, et doivent/peuvent être abandonnés (Stengers et Latour 2009 ; Latour 2012 ; Ingold 2000).

Les relations entre collectifs, entre humains, entre humains et non-humains vivant ou non sont donc autant de moments au cours desquels un acteur prête un sens à l'autre pour arriver à l'exprimer de son propre point de vue. Lors de la mise à l'épreuve, c'est-à-dire lors de la rencontre des collectifs, de l'étude éthologique ou lorsque la main rencontre la table, il y a donc actualisation d'une réalité. Et cette réalité est la seule réalité possible puisqu'elle mobilise les seuls éléments que les acteurs sont capables de produire ou de capter. C'est le sens qu'il faut accorder à la phrase de Latour : « Ramsès II est bien tombé malade 3 000 ans après sa mort » (Latour, 2013) : faits naturels et sociaux doivent être réhistorisés et respatialisés, remis dans le contexte des acteurs en présence, et ne sont en aucun cas transcendants.

Comprendre c'est suivre

L'approche géographique française, de par les conditions historiques de sa naissance, a eu l'occasion d'esquiver le faux dilemme nature/culture. Dans le possibilisme vidalien, les conditions biogéologiques forment une toile de fond que les sociétés humaines peuvent actualiser ou laisser inertes. Pas de socio-centrisme français ni de déterminisme environnemental anglo-saxon, pas de visée explicative, mais une focalisation sur une approche descriptive (Charbonnier, 2015). La géographie moderne a conservé cette ambition ainsi que la volonté d'englober à la fois les dimensions matérielles et idéelles de l'environnement (Dufour and Lespez, 2019). Cela en fait un terreau fertile pour développer des approches adaptées au suivi des non-humains, vivants ou non vivants. D'autant que les géographes sont systématiquement confrontés aux produits de forces conjointes ou antagonistes humaines ou environnementales. Les systèmes fluviaux, les assemblages de plantes sont des objets entre écosystèmes naturels et anthromes, biomes modifiés ou créés par l'activité humaine. L'esprit reste le seul endroit où résident encore une nature véritable et l'action humaine dans ce qu'elle a de plus pur ; elle a disparu des paysages du monde réel ou n'y a jamais existé (Dufour and Lespez, 2019).

Les géographie-plus-qu'humaines ou géographies hybrides (Whatmore, 2002, Hinchliffe *et al.*, 2005, Dehaut, 2023) ont justement été développées dans cette optique. Les géographes anglo-saxons qui se revendiquent de cette approche portent un projet de cosmopolitique (Stengers, 2022). Ils reconnaissent que confier à la science le rôle de circonscrire le collectif qui mérite d'intégrer le contrat social limite largement l'ouverture de celui-ci aux assemblages interspécifiques qui ne demandent pourtant qu'à faire parti de nos mondes sociaux (Whatmore, 1997). La science permet certes une réintégration dans le collectif qui se définit et se prend en charge politiquement, mais à la marge : elle participe à une intégration des non-humains dans les collectifs humains au moyen de dispositifs qui ne sont conçus que pour ces derniers. Il s'agit par exemple d'offrir des statuts juridiques aux animaux lorsqu'on leur reconnaît la capacité à souffrir en leur reconnaissant des propriétés similaires à la souffrance humaine. Cette approche ne permet une inclusion que trop accessoire des non-humains et les auteurs proposent une solution alternative : dans la nouvelle forme de définition des collectifs appelée cosmopolitique, l'écologisation de la politique fait place à la politisation de l'écologie. Il s'agit d'offrir des représentations plus adaptées à des objets qui expriment leurs mondes sur un plan autre que les conceptions classiques des sociétés humaines (Hinchliffe *et al.*, 2005). L'adjectif « plus qu'humain » réintègre l'agentivité des non-humains dans les perspectives humanistes modernes (Dehaut, 2023). Ces géographies plus qu'humaines explorent principalement deux

axes. D'une part, elles proposent une réflexion sur le renouveau du rôle du chercheur, et d'autre part, elles engagent une analyse sur la nouvelle définition d'humanité impliquée par ces nouveaux collectifs.

La pratique du géographe dans les géographies-plus-qu'humaines doit donc se baser sur un engagement ontologique avec les êtres suivis, pour in fine adapter le système de représentation moderne. La capacité à connaître les non-humains prend pour condition de possibilité la réintégration de la dimension sensible, le rapport corporel à l'objet d'étude. Elle nécessite d'adapter les outils de connaissances à la différence manifeste, à tirer un peu plus la ligne de front vers les non-humains. Elle implique de s'autoriser à voir la chose étudiée bouleverser la connaissance déjà établie. La critique de Mugerauer (2010) sur l' *ecology for the city*, présentée dans le chapitre 3, s'inscrit déjà dans cette optique. L'auteur demandait aux écologues de s'engager ontologiquement avec le vivant urbain et dénonce les dysfonctionnements issus de catégories analytiques qui s'appuient sur la dichotomie Nature/Culture. La représentation ne peut plus être réduite à la découverte d'éléments qui existeraient de manières antérieures et indépendantes de la présence d'interprètes (Mugerauer, 2010). Des changements méthodologiques sont donc nécessaires et l'interdisciplinarité n'est plus optionnelle. De plus, les approches naturalistes doivent s'intéresser réflexivement aux constructions qu'ils emploient, en évaluant les limites de celle-ci. Par exemple la notion de socioécosystème traite conjointement mais pas encore tout à fait sur un pied d'égalité les composantes selon qu'elles viennent de la nature ou de la société humaines, en leur conférant des propriétés fondamentalement différentes (Berkes, Colding, et Folke 2008 ; Folke, Colding, et Berkes 2001). Réciproquement, les approches constructivistes doivent se rapprocher de la matérialité de leurs sujets d'étude (Dufour and Lespez, 2019). Cela rend nécessaire un engagement assez intense du chercheur, allant jusqu'à sa corporalité même, avec le terrain de recherche. Il s'agit d'appréhender et de pratiquer la géographie comme un artisanat (*a craft*) [Whatmore 2002]. Hinchliffe et al. (2005) insistent par exemple sur les reconfigurations cognitives qui émergent lorsque les *Arvicola* (rongeurs) sont suivis à partir des différentes traces qu'ils laissent (les traces de pas dans la glaise, les fèces et leurs odeurs, les comportements de déplacements qui reflètent de l'appréhension des organismes à travers le micropaysage). Ce travail minutieux, à l'échelle des individus, donne à voir la manière dont ceux-ci font l'expérience de leurs milieux à partir de significations qui leur sont propres. Elles témoignent des affordances (Gibson, 1979) du paysage pour l'animal, c'est-à-dire du rapport entre les potentialités d'actions et les comportements qui en découlent depuis le point de vue d'un acteur donné. De manière similaire, Dehaut (2023) propose d'expérimenter des pratiques de terrain hybrides en binôme avec une chienne pour identifier la spatialité autre qu'humaine, notant ce que cette dernière semble percevoir pour organiser son monde, c'est-à-dire, pour reprendre les termes précédents, retracer son réseau.

Suivre les non-vivants nécessite le même type d'engagement. Ces derniers déploient en effet aussi un réseau, dont les composantes spatiales peuvent être suivies géographiquement (espace euclidien) et topologiquement (espace du réseau hétérogène formant le monde de l'intéressé). Jensen et Sandström (2020) décrivent ce réseau pour une mine d'extraction de minerais en Suède. Ils montrent comment cet objet technique structure l'espace géographique, et pointent les différentes manifestations non spatialisable de la mine. Les irrptions de la mine dans le monde social forment ce que l'on appelle ses *enactment* (notion qui pourrait être traduite par irruption, institution ou réalisation). Pour les identifier, il faut consigner les inscriptions que la mine laisse. Pour les opérateurs humains, il s'agit de troubles du sommeil ou de la santé engendrés par le travail physique. Pour les populations de rennes locales, il s'agit de leurs mouvements suite aux perturbations sonores et sismiques ; pour les peuples samis autochtones, des changements de rythme de vie occasionnés par les mouvements de ces troupeaux avec qui ils coexistent.

L'espace euclidien est donc un des supports de mondes des acteurs puisqu'il agit comme support médian et substrat qui va permettre d'actualiser les réalités pour chacun. Cependant, ce n'est pas le seul support qu'ils ont à leur disposition pour déployer leurs mondes. Les réseaux des acteurs déploient

des ramifications hors de cet espace 3D : ils sont composés d'assemblages hétérogènes dont la spatialité géographique n'est parfois qu'accessoire ou inexistante. La description de l'espace euclidien ne suffit pas à rendre compte de ces *enactments* : il est nécessaire de retracer tous les espaces dans lesquels les humains ou les non-humains s'actualisent. La mine (Jensen and Sandström, 2020), le corps humain de (Mol, 2003) ou le bâtiment (Latour and Yaneva, 2008) se manifestent sous forme de traces sur des plans très variés. En outre, le substrat spatial et matériel est appréhendé différemment dans les mondes de chaque acteur, en fonction des dispositifs qu'ils ont à leur disposition pour pouvoir le capter et s'en emparer.

Ainsi, au croisement de l'étude de la spatialité des mondes et d'une approche perspectiviste, on trouve une géographie possibiliste, qui reconnaît que les mondes des acteurs sont interreliés, notamment parce qu'ils partagent in fine le même espace géographique. Le terme de possibiliste, que je propose ici, souligne le fait que l'actualisation d'une possibilité pour un acteur, c'est-à-dire la mise à l'épreuve et la concrétisation d'une réalité particulière, va conditionner les possibilités de réalisation des mondes des autres. Lorsque la mine déploie son réseau technique, lorsqu'elle rend nécessaire le creusage de tunnels, la mise en place d'une logistique véhiculée pour extraire les gravats et minerais, elle engendre des risques sismiques ressentis par les troupeaux de cervidés qui modifient en conséquence leurs comportements. C'est bien la mine qui agit ici, qui laisse des traces dans son monde et dans celui des autres. L'approche perspectiviste est donc multiplicative : la réalité est plus qu'une, mais moins que plusieurs (Mol, 2003). Plus qu'une parce que chacun la capte à l'aide de ses propres dispositifs ; moins que plusieurs parce que les *enactments* (spatiaux ou non) donnent forme aux mondes des autres si ceux-ci peuvent les capter. C'est bien repolitiser l'enquête que d'étudier comment la réalisation d'un monde, *l'enactment* d'un acteur, empêche ou favorise la réalisation des mondes des autres acteurs.

Annexe B

Contribution des variables aux axes de la FAMD et résultats du CAH par k-means

ANNEXE B. CONTRIBUTION DES VARIABLES AUX AXES DE LA FAMD ET RÉSULTATS DU CAH PAR K-MEANS

Espèces de milieux forestiers

Variables		Variables quantitatives					Variables qualitatives		
		dim 1	dim 2	dim 3	dim 4	dim 5			
Variables quantitatives	Distance de dispersion	0,19078874	0,03435073	0,27017038	0,07982565	0,03270114			
	Forêt mixte	0,17725227	0,00347806	0,02601175	0,38789652	0,10733556			
	Forêt de feuillus	0,00645375	0,05529272	0,02082126	0,00483628	0,458325			
	Forêt de conifères	0,17557188	0,00232427	0,03148315	0,38946455	0,08317218			
	Espaces ouverts	0,33653605	0,03330507	0,11164612	0,00929888	0,1633775			
	Landes	0,14218976	0,08664121	0,16894168	0,01259306	0,1440834			
	Prairie	0,11119759	0,08257936	0,14896753	0,00462238	0,02697576			
	Haie	0,23527925	0,06129828	0,02361223	0,01275279	9,4275E-06			
	Forêt sans couvert arboré	0,02587543	0,01775689	0,04888411	0,06939042	0,1611753			
	Cultures	0,19747572	0,11692005	0,1584006	0,09754467	0,00011132			
	Herbace artificiel	0,03162829	0,12580236	0,13383617	0,02701178	0,3560629			
	Berge	0,5970525	0,04596855	0,00395829	0,10706902	0,00689817			
	Plan eau	0,5502385	0,22380641	0,09608062	0,00059489	0,05554239			
	Cours eau	0,5180474	0,28098332	0,08432113	0,00200848	0,05536364			
	Habitat	0,47808460	0,17025712	0,04975208	0,11125167	0,01286504			
Variables qualitatives	Bat	0,17245622	0,29172603	0,06222518	0,00601027	0,00014468			
	Activité	0,33845978	0,44598791	0,13315705	0,03412301	0,00035565			
	Équipement	0,33845978	0,44598791	0,13315705	0,03412301	0,00035565			
	Autres surfaces artificialisées	0,33845978	0,44598791	0,13315705	0,03412301	0,00035565			
	Voies ferrées	0,00147806	0,45207695	0,11835522	0,02391495	0,03190215			
	Lignes à Grande Vitesse	0,1043625	0,66014638	0,05002003	0,04216016	0,00025149			
	Routes1	0,09993195	0,24005986	0,29506382	0,10703443	0,01040604			
	Routes2	0,00177578	0,22206499	0,50646045	0,00953272	0,00159113			
	Autoroute	0,13115875	0,63972827	0,02968595	0,08240154	0,03730999			
	Habitat = Forêt mixte	0,00397063	9,78E-05	0,14897183	0,40099477	0,03940302			
	Habitat = Forêt de feuillus	0,15575695	1,12E-02	0,00016918	0,04541541	0,28788721			
	Habitat = Forêt de conifères	0,04889723	2,58E-02	0,11627351	0,48181414	0,02562276			
		FAMD + CAH nombre de classes libre				FAMD + CAH nombre de classes imposé			
Espèce		Atelier participatif							
Bouvreuil_Pivoine		1				1		1	1
Grosbec_casse-noyaux		1				1		1	1
Fauvette_a_tete_noire		2				1		2	2
Mesange_noire		2				1		2	2
Mesange_nonnette		2				1		1	1
Pouillot_veloce		2				1		1	1
Gobemouche_gris		2				1		2	2
Mesange_bleue		2				1		2	2
Sittelle_torchepot		3				1		1	1
Grimpereau_des_jardins		3				1		1	1
Troglodyte_mignon		3				1		2	2
Roitelet_a_triple_bandes		3				1		2	2
Noctule_lejser		4				2		3	3
Grenouille_agile		4				1		1	1
Troscius		4				1		4	4
Herisson_d_europe		4				1		5	5
Écureuil_gris		5				1		6	6
Écureuil_roux		6				1		6	6
Blaireau_europeen		6				1		6	6
Chèvreuil		7				1		7	7
Cerv_elaphe		7				2		3	3
Sanglier_d_europe		7				1		7	7
Fouine		8				1		6	6
Martre_des_pins		8				2		8	8

Espèces de milieux ouverts ou semi-ouverts

Variables		Variables quantitatives					Variables qualitatives		
		dim 1	dim 2	dim 3	dim 4	dim 5			
Variables quantitatives	Distance de dispersion	0,08953393	0,10272816	0,2099312	0,33633739	0,02338947			
	Forêt mixte	0,1303684	0,23327986	0,00409883	0,02305593	0,00712039			
	Forêt de feuillus	0,0846012	0,21122065	2,369E-05	0,01586699	0,01118938			
	Forêt de conifères	0,66809487	0,5802073	0,0177656	0,01695314	0,01458019			
	Espaces ouverts arborés ou arborés	0,08504823	0,2379151	0,1456935	0,21812064	1,703E-05			
	Landes	0,74754615	0,18825973	0,0023991	0,00122924	0,014381			
	Prairie	0,014762	0,14047442	0,1737739	0,00070631	0,00572892			
	Haie	0,0300857	0,15579888	0,0067197	0,00033148	0,1753561			
	Forêt sans couvert arboré	0,00038087	0,0524293	0,07317931	0,28828835	0,0311158			
	Cultures	0,00195513	0,10215885	0,071278	0,00207734	0,1985205			
	Herbace artificiel	0,01257763	0,03667995	0,4043933	0,00327	0,1460238			
	Berge	0,08701304	0,05987936	0,1625883	0,00149461	0,08727051			
	Plan eau	0,02967171	0,00138666	0,7763957	0,01735663	0,00255033			
	Cours eau	0,0473892	0,1817534	0,6027968	0,01739631	0,07774634			
	Habitat	0,37508627	0,01740163	0,02382211	0,01677452	0,34973769			
Variables qualitatives	Bat	0,04504897	0,00054701	0,1447141	0,46646938	0,13864846			
	Activité	0,58222009	0,06869885	0,0104397	0,0639422	0,00067678			
	Équipement	0,54222009	0,06869885	0,0104398	0,0639422	0,00067678			
	Autres surfaces artificialisées	0,82120533	0,10802843	0,00425984	0,00046746	0,00748178			
	Voies ferrées	0,09019775	0,31724316	0,00930405	0,04792003	0,1130133			
	Lignes à Grande Vitesse	0,23312357	0,41964252	0,02542852	0,14053812	0,00048000			
	Routes1	0,84629099	0,32515131	0,00242341	0,08417064	0,0574777			
	Routes2	0,05724034	0,40055162	0,00201707	0,08614810	0,23996006			
	Autoroute	0,23312357	0,41964252	0,02542852	0,14053812	0,00048000			
	Habitat = Prairies	0,0005816	0,05336355	0,14002756	0,13228502	0,00992201			
	Habitat = Landes ligueuses	0,16446746	0,27082141	0,10456318	0,33864387	0,3448946			
	Habitat = Cultures	0,13087565	0,06898118	0,014745895	0,01233338	0,01286426			
	Habitat = Forêts ouverts arborés ou arborés	0,00147552	0,10725466	0,01701941	0,18540858	0,16565231			
	Habitat = Haie	0,02361839	0,00281112	0,04172335	0,01230210	0,00206515			
	Habitat = Berges	0,00122958	0,09736696	0,0783682	0,00198991	0,0937047			
	Habitat = Herbace artificiel	0,22458477	0,05422437	0,01935778	0,20388515	0,08257008			
		FAMD + CAH nombre de classes libre				FAMD + CAH nombre de classes imposé			
Espèce		Atelier participatif							
Lezard_vert_occidentale		1				1		1	1
Coronelle_fisse		1				1		2	2
Vipere_aspic		1				1		2	2
Lezard_vulgaire		1				1		2	2
Lezard_jaune		1				1		2	2
Couleuvre_d_escalape		1				1		1	1
Lezard_des_murailles		1				1		1	1
Vipere_pelade		1				2		2	2
Collier_de_coral		1				1		2	2
Tancer_patte		2				1		3	3
Alouette_des_champs		2				1		3	3
Bruant_zib		2				1		3	3
Chardonneret_nigant		2				1		3	3
Pipita_farouge		2				1		3	3
Linotte_melodieuse		2				1		3	3
Accenteur_mouchet		3				1		3	3
Hypolaïs_polyglotte		3				1		3	3
Grand_murle		3				1		2	2
Barbastelle_d_europe		4				1		3	3
Lapin_de_garanne		4				1		2	2
Graculac_muscule		4				1		4	4
Livree_d_europe		4				1		2	2
Cams_geographique		5				1		2	2
Aurone		5				1		2	2
Osmie_comie		5				1		4	4
Collete_du_liege		5				1		4	4
Robert_le_diable		5				1		2	2
Perdrix_de_la_vau		5				1		4	4
Culvre_commun		5				2		5	5

Espèces de milieux humides

Variables quantitatives	Variables quantitatives					Espèce	Atelier participatif	FAMD + CAH nombre de	FAMD
	dim 1	dim 2	dim 3	dim 4	dim 5			classes libre	de clas
Variables quantitatives	Distance de dispersion	0,5045307	0,08206793	0,04231573	0,02502489	0,06039582			
	Forêt mixte	0,6779639	0,00016232	0,0532451	0,18288634	0,00218381			
	Forêt de feuillus	0,6780256	0,00036649	0,053267	0,19418925	0,00221312			
	Forêt de conifères	0,6949332	0,0001616	0,045022	0,17967862	0,00189046			
	Espaces ouverts arborisés ou arborés	0,00143359	0,0528552	0,7632237	0,02541633	0,08253117			
	Landes	0,00143359	0,0528553	0,7632237	0,02541633	0,08253117			
	Prairie	0,1627381	0,01208358	0,0821517	0,39998852	0,04737588			
	Haie	0,1271562	4,188E-05	0,18352669	0,00010527	0,13064288			
	Forêt sans couvert arboré	0,0487962	0,00576097	0,83583388	0,0213971	0,00390453			
	Cultures	0,19895957	0,00212928	0,11825003	0,13308299	0,00584558			
	Herbace artificiel	0,1288972	0,480658	0,00385738	0,00146935	0,22222256			
	Berge	4,9794E-05	0,08296457	0,28028283	0,11006695	0,44432932			
	Plan eau	0,1419686	0,00264406	0,2280029	0,00138736	0,00539263			
Variables qualitatives	Cours eau	0,11958612	0,05026752	0,29848478	0,02649804	0,0296722			
	Habitat	0,04733331	0,08942793	0,00313028	0,00259173	0,01310764			
	Aut	0,5884725	0,02192322	0,01555169	0,13318866	0,03121828			
	Activité	0,04733331	0,08942793	0,00313028	0,00259173	0,01318764			
	Équipement	0,04733331	0,08942793	0,00313028	0,00259173	0,01318764			
	Autres surfaces artificialisées	0,04733331	0,08942793	0,00313028	0,00259173	0,01318764			
	Voies, forêts	0,5087677	0,02816331	0,0058725	0,17682188	0,01675186			
	Lignes à Grande Vitesse	0,0275623	0,1888917	0,05622167	0,00043136	0,01397978			
	Routec1	0,5412865	0,01216403	0,00038358	0,29830371	0,06712427			
	Routec2	0,5412865	0,01216403	0,00038358	0,29830371	0,06752427			
	Autoroute	0,6299293	0,1888912	0,0562167	0,00049136	0,01397978			
	Habitat - Plan eau	0,3342385	0,02367078	4,71E-03	0,02461389	0,02808507			
	Habitat - Cours eau	0,2251862	0,0350025	1,09E-01	0,06385156	0,05482146			
Habitat - Berne	0,1411677	0,1934546	5,89E-05	0,00095009	0,02618273				

Annexe C

Espèces virtuelles, valeurs attribuées

ANNEXE C. ESPÈCES VIRTUELLES, VALEURS ATTRIBUÉES

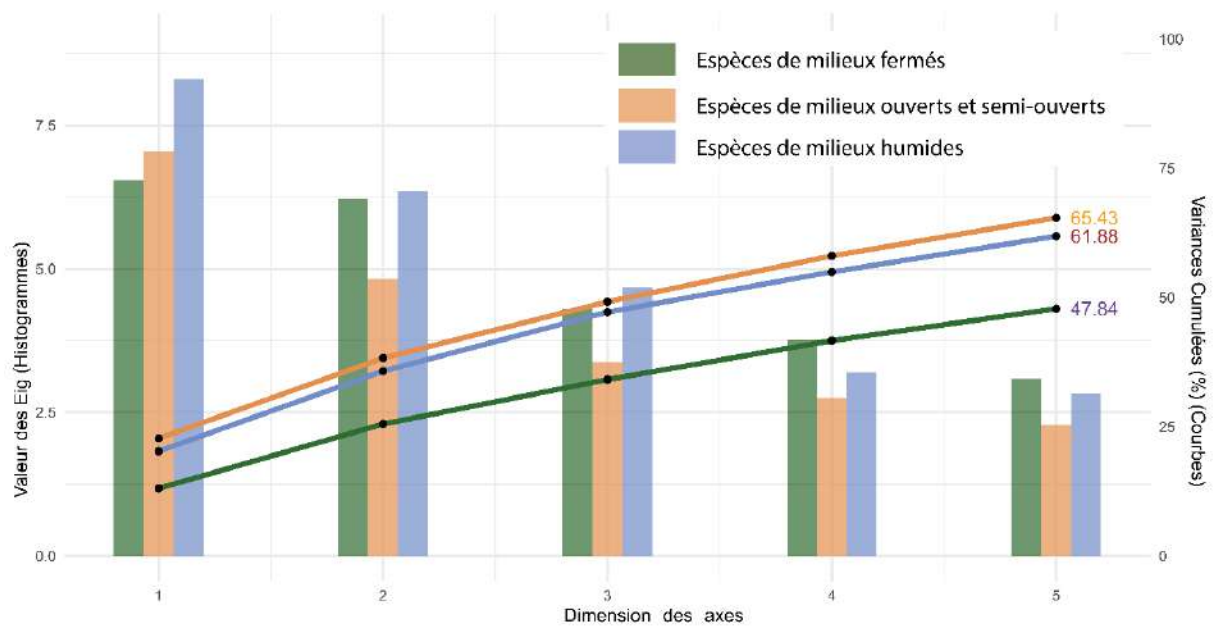
Nom	Milieux	Habitat	Distance de Dispersion	Mean ou max	Habitat minimum	Forêt Mixte	Forêt de feuillus	Forêt de conifère	Espaces ouverts	Landes	Prairies	Haies
Bourreuil, Pivine	Milieu forestier	Forêts mixtes	12,59046715	Mean	>1ha	50	10	100	10	10	10	1
Grandes, casse-moyens	Milieu forestier	Forêts mixtes	18,41444035	Mean	<1ha	100	100	100	100	100	10	1
Mesange nonnette	Milieu forestier	Forêts mixtes, Forêts de feuillus	6,90180346	Mean	nb	10	10	10	10	10	100	10
Pouillat vélosse	Milieu forestier	Forêts mixtes, Forêt de feuillus, forêts de conifères	13	Mean	0,1 ha	55	10	100	100	100	100	10
Stellula tachetée	Milieu forestier	Forêt mixtes	18,82181124	Mean	1 ha	1	1	1	100	100	100	1
Grimpereau des jardins	Milieu forestier	Forêt mixtes	5,706792551	Mean	1ha	1	1	1	100	100	100	1
Grenouille agile	Milieu forestier	Forêt, haies, prairies	0,194	Max	500m2	10	1	100	10	10	10	10
Espèce virtuelle 1	Milieu forestier	Forêt mixte, Forêts de feuillus, Forêt de conifères	0,192	Max	1ha	100	100	100	100	100	100	10
Fauvette à tête noire	Milieu semi ouvert	Forêts sans couverts arborés, Prairies	8,988878379	Mean	1 ha	5	1	10	10	10	100	1
Mesange noire	Milieu forestier	Forêts de conifères	6,146362962	Mean	nb	10	10	10	10	10	100	10
Gobemouche gris	Milieu forestier	Forêts de feuillus	8,052476436	Mean	1 ha	500	1	1000	10	10	10	10
Mesange bleue	Milieu forestier	Forêt de feuillus	6,574555889	Mean	0,5ha	10	10	10	10	10	100	1
Tragodyte mince	Milieu forestier	Forêt mixtes	6,185403023	Mean	1 ha	1	1	1	1	1	100	1
Roitelet à triple bandeau	Milieu forestier	Forêts de conifères	4,388616566	Mean	1 ha	1	1	1	10	10	100	1
Espèce virtuelle 2	Milieu forestier	Forêts de feuillus, forêts de conifères, forêts mixtes	4,386616566	Mean	1ha	500	10	1000	10	10	100	10
Noctule de Leisler	Milieu forestier	Forêt de feuillus	19,7	Mean	1	1	1	1	1	100	100	100
Coréliape	Milieu forestier	Forêts	30	Mean	60ha	1	1	1	1	1	10	10
Espèce virtuelle 3	Milieu forestier	Forêts de feuillus, forêts mixtes, forêts de conifères	19,7	Mean	80 ha	1	1	1	1	100	100	100
Espèce virtuelle 4: Tircis	Milieu forestier	Forêts de feuillus, prairies	9,3	Max	2ha	1	1	1	10	10	10	10
Espèce virtuelle 5: Hérisson d'Europe	Milieu forestier	Forêt de feuillus, cultures, Prairies, Haies	7,742087488	Mean	2ha	500	1	1000	100	100	1	1
Escarvill gris	Milieu forestier	Forêts de conifères et mixtes	12	Mean	1,5 ha	1	1	1	10	10	10	10
Escarvill roux	Milieu forestier	Forêts mixtes et parcs urbains	2,01	Max	1	1	1	1	100	100	10	1
Fusée	Milieu forestier	Forêts de feuillus	8,453424674	Mean	20ha	5	1	10	100	100	1	1
Blairius europaeus	Milieu forestier	Forêts tous types et parcs urbains, milieux ouverts herbacés, clairières	2,62182984	Max	1	1	1	1	100	100	100	1
Espèce virtuelle 6	Milieu forestier	Forêts mixtes, Forêts de conifères, forêts de feuillus, espaces herbacés artificiels	2,01	Max	1,5 ha	5	1	10	100	100	100	10
Chevreuil	Milieu forestier	Forêt mixte, feuillue et conifère	1,89	Mean	<20 ha	1	1	1	10	10	10	100
Sanglier d'Europe	Milieu forestier	Forêts feuillues, mixtes ou conifères	2,5	Mean	0,3 ha	1	1	1	1	1	10	10
Espèce virtuelle 7	Milieu forestier	Forêts mixtes et tous types	1,81	Mean	10ha	1	1	1	10	10	100	100
Espèce virtuelle 8: Martre des pins	Milieu forestier	Forêts mixtes et tous types	8,964439555	Mean	30ha	1	1	1	100	100	100	1
Lézard vert occidental	Milieu ouvert	Prairies et landes	0,2	Max		100	100	1000	10	10	1	10
Ceuleure d'Escalage	Milieu ouvert	Milieux clairs et ensoleillés	2	Max	1,14ha	10	10	100	10	10	10	10
Lézard des merisiers	Milieu ouvert	Prairies, cultures, landes, esp ouverts	2	Max	25m2	500	10	1000	10	10	1	10
Crocidura muscetta	Milieu ouvert	Milieux ouverts (prairies, zones herbacées, cultures, végétation basse)	1,5	Mean	2ha	100	100	1000	10	1	10	1
Espèce virtuelle 9	Milieu ouvert	Prairies, cultures	0,3	Max	2ha	500	100	1000	10	10	10	10
Oncorhiza liosa	Milieu ouvert	Prairie	0,3	Max	100	100	100	100	1	1	1	1
Vipère aspic	Milieu ouvert	Milieux broussailloux chauds et secs	0,7	Max		100	100	100	1	1	1	10
Lézard vivipare	Milieu ouvert	Prairies	0,1	Max	20m2	10	10	10	1	1	1	1
Lézard agile	Milieu ouvert	Prairie	0,5	Max	0,1 ha	100	100	100	10	10	10	1
Vipère péliade	Milieu ouvert	Milieu herbacé	0,15	Mean	1ha	10	10	10	1	1	1	1
Coluber de Corai	Milieu ouvert	Pelouse sèche, cultures	0,15	Mean	1000	1000	1000	1000	100	100	10	100
Grand Merle	Milieu ouvert	Prairies de basse coupe d'altitude, forêts de feuillus	20	Mean		1	1	10	1	1	10	10
Lapin de Gommie	Milieu ouvert	Milieux semi-ouverts: cultures, plaines avec haies, bocage, Forêts parfois	3,36	Mean	1 ha	10	10	10	10	10	10	10
Carte géographique	Milieu ouvert	Usières, prairies humides, prairies, clairières	1	Mean		1	1	1	10	1	1	100
Auure	Milieu ouvert	Usières, Pâturages, prairies	0,3	Mean		1	1	1	10	1	1	100
Rubert le diable	Milieu ouvert	Clairières, fourrés, lisières, prairies, landes	1	Mean		1	1	1	1	1	1	100
Espèce virtuelle 10	Milieu ouvert	Prairies	0,1	Mean	1ha	1000	1000	1000	100	100	100	100
Tarier Pâtre	Milieu ouvert	Prairies, cultures, landes, esp ouverts	7,714533321	Mean	<1ha	1000	1000	1000	1	1	1	1
Alouette des champs	Milieu ouvert	Prairies, cultures, landes, esp ouverts	14,40209957	Mean	<1ha	1000	1000	1000	10	10	1	10
Bruant zizi	Milieu ouvert	Prairies et landes	10,71	Mean	<1ha	1000	1000	1000	1	1	1	1
Chardonneret élégant	Milieu ouvert	Prairies, cultures, landes, esp ouverts	8,316940438	Mean	<1ha	1000	1000	1000	1	1	1	1
Pyrre farinose	Milieu ouvert	Prairies et landes	9,267303553	Mean	<1ha	1000	1000	1000	10	10	1	100
Linotte mélodieuse	Milieu ouvert	Prairies, cultures, landes, esp ouverts	9,390378376	Mean	<1ha	1000	1000	1000	1	1	1	1
Accenteur mouchet	Milieu ouvert	Prairies et landes	9,98915333	Mean	<1ha	50	10	100	1	1	1	1
Hypolaïs polyglotte	Milieu ouvert	Prairies, cultures, landes, esp ouverts	7,119037989	Mean	<1ha	50	10	100	1	1	1	1
Barbastelle d'Europe	Milieu ouvert	Boisements, jardins, bosquets	20	Mean		1	1	10	1	1	10	10
Espèce virtuelle 11	Milieu ouvert	Prairies, cultures, landes, esp ouverts	7,119037989	Mean	1ha	1000	1000	1000	10	10	100	100
Léon d'Europe	Milieu ouvert	Prairies, landes, friches	2	Mean		1000	100	1000	1000	10	10	10
Osmie corusc.	Milieu ouvert	Milieu urbain, parcs, jardins, chemins	0,2	Mean		1	1	1	10	10	10	10
Collette de lierre	Milieu ouvert	Talus argilo-sablon (Berges)	1	Mean		1	1	1	10	10	10	10
Pieride de la rive	Milieu ouvert	Pelouse, pré, prairies, jardins	0,7	Mean		1000	1000	1000	1000	10	10	100
Espèce virtuelle 12	Milieu ouvert	Espaces herbacés artificiels, Prairies	0,2	Mean	1 ha	1000	1000	1000	1000	10	100	100
Espèce virtuelle 13: Cérès commun	Milieu ouvert	Prairies, grandes humides	1	Mean	1ha	10000	10000	10000	100	10000	1	10
Campagnol amphibie	Milieu humide	Plans d'eau et cours d'eau, Rives de milieux aquatiques (ruisseaux, marais)	1,93	Mean	<8ha	100	100	100	100	100	100	100
Overt commun	Milieu humide	Milieu humide	0,13	Mean		10	10	10	1	1	1	1
Ceuleure helvétique	Milieu humide	Milieu humide	0,13	Mean		10	10	10	1	1	1	1
Grenouille lisse	Milieu humide	Marais forestiers, espaces forestiers peu denses, arbustes, prairies	4,6	Max		1	1	1	10	10	10	1
Triton alpestre	Milieu humide	Berges, Marais, milieux aquatiques, haie, bosquet, milieu forestier	0,3	Max		100	100	100	100	100	100	10
Salamandre tachetée	Milieu humide	Plans d'eau	0,075	Max		10	10	10	100	100	100	10
Crapaud commun	Milieu humide	Plans d'eau	1,35	Max		10	10	10	10	10	100	10
Triton crêté	Milieu humide	Plans d'eau	0,3	Max		100	100	100	10	10	10	1
Rainette arboricole	Milieu humide	Plans d'eau	2,25	Max		100	100	100	10	10	10	10
Alyte accrescheur	Milieu humide	Plans d'eau	0,125	Max		100	100	100	10	10	10	10
Espèce virtuelle 14	Milieu humide	Plans d'eau	0,675	Max	8ha	100	100	100	100	100	100	100
Martin-pêcheur d'Europe	Milieu humide	Plans d'eau et cours d'eau	3,25	Mean		1000	1000	1000	50	50	100	10
Crapaud calamite	Milieu humide	Plans d'eau	1,35	Max		1000	1000	1000	10	10	10	100
Bergonnette des ruisseaux	Milieu humide	Cours d'eau	6,77	Mean	> 1 ha	1000	1000	1000	100	100	1	100
Bruant des roseaux	Milieu humide	Zones humides avec végétation buissonnante	9,48	Mean	<1 ha	1000	1000	1000	1	1	1	1
Chevêche guignette	Milieu humide	Plans d'eau et cours d'eau	17,05	Mean	<1 ha	1000	1000	1000	10	10	1	100
Grenouille rieuse	Milieu humide	Plans d'eau et cours d'eau	0,2	Max		100	100	100	100	100	1	100
Triton palmé	Milieu humide	Plans d'eau	0,4	Max		10	1	100	100	100	1	100
Espèce virtuelle 15	Milieu humide	Plans d'eau	0,2	Max	1ha	1000	1000	1000	100	100	100	100
Torose de Floride	Milieu humide	Milieux aquatiques (tous types)	1,5	Max		100	100	100	10	10	10	100
Aplon de Mercure	Milieu humide	petit cours d'eau avec végétation herbacée et milieux ouverts à côté	2	Max		1000	1000	1000	10	10	10	10
Espèce virtuelle 16	Milieu humide	Cours d'eau	1,5	Max	<20ha	1000	1000	1000	10	10	10	100

ANNEXE C. ESPÈCES VIRTUELLES, VALEURS ATTRIBUÉES

Nom	Forêt sans couvert arboré	Cultures	Surfaces herbacées artificielles	Berges	Plan d'eau	Cours d'eau	Habitat	Bâtiment	Activité	Équipement	Autres espaces artificialisés	Voies ferrées	Lignes ferroviaires à Grande Vitesse	Routes de type 1	Routes de type 2	Autoroute
Bouvreuil, Pivine	10	100	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Grèbe, casse-moyaux	100	10	100	1000	1000	100	100	1000	100	100	100	100	100	100	100	100
Mésange nonette	10	100	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Pouillot véloce	100	100	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Sticte torche-pot	100	100	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Grimpereau des jardins	100	100	1000	100	100	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Grenouille agile	1	10	100	1	1	1	1000	10000	1000	1000	1000	100	100	100	100	1000
Espèce virtuelle 1	100	100	1000	1000	1000	100	1000	10000	1000	1000	1000	1000	100	1000	100	1000
Fauvette à tête noire	10	100	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	1000	100	100	1000
Mésange noire	10	100	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Gobemouche gris	10	100	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Mésange bleue	10	100	1000	1000	1000	100	1000	10000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Trigodyte nain	1	100	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Picéte à triple bandeau	10	100	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Espèce virtuelle 2	10	100	1000	1000	1000	100	1000	10000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	1000
Nectaire de Lozier	100	1000	1000	1	1	1	10000	1000	10000	10000	10000	10000	1000	1000	1000	1000
Curli éolien	100	10	1000	10	100	100	1000	10000	10000	10000	10000	10000	1000	10000	10000	10000
Espèce virtuelle 3	100	1000	1000	10	100	100	1000	10000	10000	10000	10000	10000	1000	10000	10000	10000
Espèce virtuelle 4 : Tirois	10	1000	100	100	100	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000	10000
Espèce virtuelle 5 : Hérisson d'Europe	100	10	100	10000	10000	10000	100	10000	100	100	100	100	1000	1000	1000	10000
Écureuil gris	1000	10	1000	100	10000	10000	10000	1000	10	1000	1000	1000	100	1000	100	10000
Écureuil roux	100	100	1000	10000	10000	10000	1000	10000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	1000	10000
Fouine	100	10	1000	10000	10000	10000	100	10000	100	100	100	1000	10000	10	1000	10000
Blarina européen	100	100	1000	10000	10000	10000	1000	10000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000
Espèce virtuelle 6	1000	100	1000	10000	10000	10000	1000	10000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000
Chèvrol	100	10	100	1	100	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000
Sanglier d'Europe	100	10	1000	10	100	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000
Espèce virtuelle 7	100	10	1000	10	100	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000
Espèce virtuelle 8 : Martre des pins	100	100	100	100	10000	10000	100	10000	10000	10000	10000	10000	10000	1000	1000	10000
Lézard vert occidental	10	1000	10	1	10000	10000	100	10000	100	100	100	100	100	1000	100	1000
Couleuvre d'Europe	100	100	100	1000	10000	10000	100	10000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	10000
Lézard des murailles	10	100	100	10000	10000	10000	100	10000	100	100	100	100	100	1000	100	1000
Cracière musette	1	10	10	1000	1000	1000	100	10000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	10000
Espèce virtuelle 9	100	1000	100	10000	10000	10000	100	10000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	10000
Coronelle lisse	1	1000	1000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	10000
Vipère aspic	1	10	1000	100	100	1000	10000	10000	10000	10000	10000	1000	1000	10000	1000	10000
Lézard vivipare	1	100	1000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	10000
Lézard agile	1	100	1000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	100	10000
Vipère paléale	1	100	1000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	10000
Coluber de Cerat	10	100	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	10000
Grand Murin	100	10	1000	10	100	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	10000
Lapin de Garenne	10	100	1000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	1000	1000	1000	100	10000	100	10000
Carte géographique	10	10	10	100	1000	1000	10000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000
Aurère	10	100	100	100	1000	1000	10000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000
Robert le diable	10	100	100	100	1000	1000	10000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000
Espèce virtuelle 10	100	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000	10000	10000	1000	1000	10000	10000	10000
Tatier Pétre	1	1	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100
Alouette des champs	1	1	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100
Bramet (St)	1	1	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100
Chardonneret élégant	1	1	100	100	100	100	100	1000	100	100	100	100	100	100	100	100
Pipit farouche	10	10	100	1000	1000	100	100	1000	100	100	100	100	100	100	100	100
Linotte maladroite	1	1	100	100	100	100	100	1000	100	100	100	100	100	100	100	100
Accenteur mouchet	1	100	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Hypolaïs polyglotte	1	100	1000	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Espèce virtuelle 11	100	10	1000	10	100	100	100	100	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Uivens d'Europe	100	100	100	100	10000	1000	10000	100	1000	1000	1000	1000	10000	10000	1000	10000
Ombre courue	10	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000
Collette du lierre	10	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000
Pieride de la rive	10	1000	1000	100	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000	10000
Espèce virtuelle 12	100	1000	1000	1000	10000	1000	10000	1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000	10000
Espèce virtuelle 13 : Oulvère commun	10	100	100	1000	1000	1000	1000	10000	1000	10000	10000	10000	1000	10000	1000	10000
Campagnol amphibie	1	1000	10	1	1	10	1000	10000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	1000	10000
Orvet commun	1	10	10	10	100	100	1000	10000	1000	1000	1000	1000	10	10000	1000	10000
Couleuvre helvétique	1	100	1000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10000
Grenouille Rousse	10	10	100	10	1	10	100	10000	100	100	100	100	10000	100	100	10000
Triton alpestre	10	100	100	100	1	100	100	10000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	10000
Salamandre tachetée	100	1000	1000	10	10	10	1000	10000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	1000	10000
Crapaud commun	10	100	100	100	1	100	100	10000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	10000
Triton crêté	10	10	100	10	1	10	100	10000	100	100	100	100	10000	100	100	10000
Rainette arboricole	10	1000	1000	10	10	10	1000	10000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	1000	10000
Alyte accoucheur	10	100	100	10	10	10	100	10000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	10000
Espèce virtuelle 14	100	1000	1000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	1000	1000	10000	1000	1000	10000
Martre pêcheur d'Europe	50	100	1000	1	1	1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	10	1000	1000	1000
Crapaud calamite	10	100	100	10	10	10	100	10000	100	100	100	1000	10000	1000	1000	10000
Bergeronnette des ruisseaux	100	10	1000	100	100	1	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100	100
Bruant des roseaux	10	1	100	1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	100	100	100	100
Chevalier guignette	10	1	100	1	1	1	100	1000	100	100	100	100	100	100	100	100
Grenouille rieuse	100	10	1000	1	1	1	1000	10000	1000	1000	1000	100	1000	100	100	1000
Triton palmé	100	10	1000	1	1	1	1000	10000	1000	1000	1000	100	1000	100	100	1000
Espèce virtuelle 15	100	100	1000	100	1000	100	10									

Annexe D

Variance cumulée et eigenvalue par axe pour la FAMD



Espèce	Atelier participatif	FAMD + CAH nombre de classes libre	FAMD + CAH nombre de classes imposé
Bouvreuil_Pivoine	1	1	1
Grosbec_casse-noyaux	1	1	1
Fauvette_a_tete_noire	2	1	2
Mesange_noire	2	1	2
Mesange_nonnette	2	1	1
Pouillot_veloce	2	1	1
Gobemouche_gris	2	1	2
Mesange_bleue	2	1	2
Sitelle_torchepot	3	1	1
Grimpereau_des_jardins	3	1	1
Troglodyte_mignon	3	1	2
Roi_telet_a_triple_bandeau	3	1	2
Noctule_de_leider	4	2	3
Grenouille_agile	4	1	1
Tircis	4	1	4
Herisson_d_europe	4	1	5
Ecureuil_gris	5	1	6
Ecureuil_roux	6	1	6
Blaireau_europeen	6	1	6
Chevreuil	7	1	7
Cerf_elaphe	7	2	3
Sanglier_d_europe	7	1	7
Fouine	8	1	6
Martre_des_pins	8	2	8

Espèces de milieux fermés

Espèce	Atelier participatif	FAMD + CAH nombre de classes libre	FAMD + CAH nombre de classes imposé
Campagnol_amphibie	1	1	1
Martin-pecheur_d'Europe	1	2	2
Onet_commun	1	1	1
Couleuvre_helvetique	1	1	1
Grenouille_Rousse	1	1	1
Triton_alpestre	1	1	1
Salamandre_tachetee	1	1	1
Crapaud_Commune	1	1	1
Crapaud_calamite	1	2	2
Triton_crete	1	1	1
Ranette_arboricole	1	1	1
Alyte_accoucheur	1	1	1
Bergeronnette_des_ruisseaux	2	2	2
Bruant_des_roseaux	2	2	2
Chevalier_guignette	2	2	2
Triton_palmé	2	2	2
Grenouille_rieuse	2	2	2
Tortue_de_Floride	3	2	3
Agriote_Mercure	3	2	3

Espèces de milieux humides

Espèce	Atelier participatif	FAMD + CAH nombre de classes libre	FAMD + CAH nombre de classes imposé
Lezard_vert_occidental	1	1	1
Coronelle_lisse	1	1	2
Vipere_aspic	1	1	2
Lezard_vivipare	1	1	2
Lezard_agile	1	1	2
Couleuvre_d_esculape	1	1	1
Lezard_des_murailles	1	1	1
Vipere_pellade	1	1	2
Collier_de_corail	1	1	2
Tarier_patre	2	1	3
Alouette_des_champs	2	1	3
Bruant_zizi	2	1	3
Chardonneret_elegant	2	1	3
Pipit_farlouse	2	1	3
Linotte_melodieuse	2	1	3
Accenteur_mouchet	3	1	3
Hypolaïs_polyglotte	3	1	3
Grand_murin	3	1	2
Barbastelle_d_europe	3	1	3
Lapin_de_garenne	4	1	2
Crocidure_musette	4	1	1
Lievre_d_europe	4	1	4
Carte_geographique	5	1	2
Aurore	5	1	2
Osmie_cornue	5	1	4
Collete_du_lierre	5	1	4
Robert_le_diable	5	1	2
Pteride_de_la_rave	5	1	4
Cuivre_commun	5	2	5

Espèces de milieux ouverts et semi-ouverts

Annexe E

Table des résultats significatifs des tests de wilcoxon

ANNEXE E. TABLE DES RÉSULTATS SIGNIFICATIFS DES TESTS DE WILCOXON

Type	CAN4 ou 8w	y	group1	group2	group1group2	n1	n2	statistic	p.adjusted	significance	diff#ence_mediane	diff#ence_moyenne
HI Fermées	3	dPC_Intra	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	437	455	74381	8,35E-10	***	-9,70E-08	-3,69E-04
HI Fermées	4	dPC_Intra	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	3235	1816	3235945	1,93E-08	***	2,25E-07	-4,51E-05
HI Fermées	2	dPC_Flux	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	2250	1231	1291312,5	8,65E-03	**	-1,94E-05	1,27E-03
HI Fermées	3	dPC_Flux	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	437	455	51710	2,92E-34	***	-5,52E-05	-2,85E-03
HI Fermées	3	dPC_Con	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	437	455	87981	1,58E-02	*	-4,21E-09	-7,17E-04
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Intra	1	2	12	33	2250	15732,5	3,68E-07	***	-2,08E-07	-4,13E-04
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Intra	1	3	13	33	437	4574	7,80E-03	**	-2,70E-08	-2,03E-05
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Intra	1	4	14	33	3235	20566,5	3,51E-08	***	-3,84E-07	-2,80E-04
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Intra	2	3	23	2250	437	632645	6,80E-20	***	1,81E-07	3,92E-04
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Intra	2	4	24	2250	3235	3457195,5	3,00E-02	*	-1,76E-07	1,32E-04
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Intra	3	4	34	437	3235	463788	5,36E-30	***	-3,57E-07	-2,60E-04
HI Fermées	intersect_gare	dPC_Intra	1	2	12	20	1231	5298,5	2,68E-04	***	-3,52E-07	-2,11E-04
HI Fermées	intersect_gare	dPC_Intra	1	3	13	20	455	2187,5	1,52E-03	**	-1,21E-07	-3,89E-04
HI Fermées	intersect_gare	dPC_Intra	1	4	14	20	1816	8558	9,32E-04	***	-1,56E-07	-3,25E-04
HI Fermées	intersect_gare	dPC_Intra	2	4	24	1231	1816	1219865,5	3,82E-04	***	1,96E-07	-1,15E-04
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Flux	1	2	12	33	2250	16221,5	7,42E-07	***	-2,39E-05	-2,85E-03
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Flux	1	3	13	33	437	4817,5	1,80E-02	*	-2,85E-08	-3,88E-04
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Flux	1	4	14	33	3235	16818	3,72E-10	***	-5,32E-05	-2,41E-03
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Flux	2	3	23	2250	437	650269,5	3,67E-25	***	2,13E-05	2,47E-03
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Flux	2	4	24	2250	3235	3186842,5	1,36E-13	***	-2,93E-05	4,40E-04
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Flux	3	4	34	437	3235	970566	2,98E-57	***	-5,86E-05	-2,82E-03
HI Fermées	intersect_gare	dPC_Flux	1	2	12	20	1231	4510,5	2,80E-05	***	-4,35E-05	-1,58E-03
HI Fermées	intersect_gare	dPC_Flux	1	3	13	20	455	1598	1,85E-06	***	-5,81E-05	-3,23E-03
HI Fermées	intersect_gare	dPC_Flux	1	4	14	20	1816	6601	2,44E-05	***	-4,97E-05	-2,38E-03
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Con	2	4	24	2250	3235	3419438	1,38E-03	**	-9,41E-09	-1,38E-04
HI Fermées	intersect_echantillon	dPC_Con	3	4	34	437	3235	610802,5	4,01E-05	***	-8,31E-09	-4,91E-04
HI Fermées	intersect_gare	dPC_Con	2	4	24	1231	1816	1012884,5	1,05E-04	***	-1,81E-08	-2,56E-04
HI Humides	4	dPC_Intra	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	482	376	100736	3,96E-02	*	2,20E-05	1,56E-02
HI Humides	3	dPC_Flux	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	44	56	800	1,11E-02	*	-2,41E-06	-3,26E-03
HI Humides	intersect_echantillon	dPC_Flux	2	4	24	240	482	47825,5	1,21E-03	***	-1,10E-05	-1,82E-03
HI Humides	intersect_echantillon	dPC_Flux	3	4	34	44	482	6618,5	3,51E-04	***	-1,10E-05	-3,85E-03
HI Humides	intersect_gare	dPC_Flux	2	4	24	88	376	12042,5	6,73E-04	***	-1,05E-05	-2,22E-03
HI Humides	intersect_echantillon	dPC_Con	2	4	24	240	482	51682,5	1,28E-02	*	0,00E+00	-5,41E-06
HI Humides	intersect_gare	dPC_Con	2	4	24	88	376	13484,5	3,39E-03	**	0,00E+00	-1,22E-05
HI Ouvertes	3	dPC_Intra	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	380	468	67862	3,49E-08	***	-6,80E-06	-1,15E-05
HI Ouvertes	3	dPC_Flux	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	380	468	76791,5	5,91E-03	**	-9,76E-06	-1,46E-04
HI Ouvertes	2	dPC_Con	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	1778	589	569929,5	1,55E-03	**	0,00E+00	2,70E-05
HI Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Intra	1	2	12	48	1778	27627	7,80E-04	***	-3,07E-06	-1,33E-04
HI Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Intra	1	3	13	48	380	6498	2,30E-02	*	-2,02E-06	-1,23E-04
HI Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Intra	1	4	14	48	3347	46159	1,21E-05	***	-5,42E-06	-1,56E-04
HI Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Intra	2	4	24	1778	3347	2710725,5	4,68E-06	***	-2,34E-06	-2,36E-05
HI Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Intra	3	4	34	380	3347	525489	8,86E-07	***	-3,39E-06	-3,33E-05
HI Ouvertes	intersect_gare	dPC_Intra	2	3	23	589	468	115303,5	1,33E-04	***	-5,93E-06	-7,46E-05
HI Ouvertes	intersect_gare	dPC_Intra	2	4	24	589	2248	590964	1,48E-03	***	-2,44E-06	-1,07E-04
HI Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Flux	1	4	14	48	3347	48661	1,30E-05	***	-2,85E-05	-3,16E-04
HI Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Flux	2	4	24	1778	3347	2478051,5	1,29E-21	***	-2,24E-05	-1,07E-04
HI Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Flux	3	4	34	380	3347	516423	5,18E-08	***	-2,07E-05	-1,52E-04
HI Ouvertes	intersect_gare	dPC_Flux	1	4	14	12	2248	6500,5	4,40E-02	*	-3,71E-05	-3,13E-04
HI Ouvertes	intersect_gare	dPC_Flux	2	3	23	589	468	113029	1,21E-05	***	-1,53E-05	-1,53E-04
HI Ouvertes	intersect_gare	dPC_Flux	2	4	24	589	2248	513629	1,14E-15	***	-3,12E-05	-1,54E-04
HI Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Con	2	4	24	1778	3347	2812893	5,78E-03	**	0,00E+00	-8,23E-06
HI Ouvertes	intersect_gare	dPC_Con	2	3	23	589	468	124990,5	4,40E-02	*	0,00E+00	-1,95E-05
HI Ouvertes	intersect_gare	dPC_Con	2	4	24	589	2248	559471	1,14E-09	***	0,00E+00	-2,99E-05
H2 Fermes	4	dPC_Intra	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	1598	1773	1568659,5	6,41E-07	***	2,16E-07	2,15E-04
H2 Fermes	4	dPC_Flux	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	1598	1773	1545125	3,65E-05	***	4,14E-05	1,60E-03
H2 Fermes	4	dPC_Con	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	1598	1773	1544334	2,65E-05	***	3,53E-07	3,06E-04
H2 Fermes	intersect_echantillon	dPC_Flux	2	4	24	746	1598	540397	3,96E-03	**	-3,93E-05	-2,23E-03
H2 Fermes	intersect_echantillon	dPC_Con	2	4	24	746	1598	521735	9,42E-06	***	-3,68E-07	-3,88E-04
H2 Humides	intersect_echantillon	dPC_Flux	2	4	24	57	258	5569	4,20E-02	*	-9,24E-06	-2,11E-04
H2 Humides	intersect_echantillon	dPC_Con	2	4	24	57	258	5889,5	4,35E-03	**	0,00E+00	-6,02E-06
H2 Ouvertes	4	dPC_Intra	intersect_echantillon	intersect_gare	intersect_echantillonintersect_gare	1847	2248	2209032	3,70E-03	**	1,86E-06	5,29E-05
H2 Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Intra	2	3	23	439	272	48286	2,15E-04	***	-7,37E-06	-1,41E-05
H2 Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Intra	2	4	24	439	1847	363546	7,57E-03	**	-2,34E-06	-1,42E-04
H2 Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Flux	2	3	23	439	272	52567,5	4,90E-02	*	-1,60E-05	2,92E-05
H2 Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Flux	2	4	24	439	1847	329737,5	1,51E-06	***	-3,50E-05	-1,31E-04
H2 Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Con	2	4	24	439	1847	357422,5	1,52E-04	***	0,00E+00	-1,62E-05
H2 Ouvertes	intersect_echantillon	dPC_Con	3	4	34	272	1847	223537,5	8,35E-03	**	0,00E+00	-1,22E-05

Annexe F

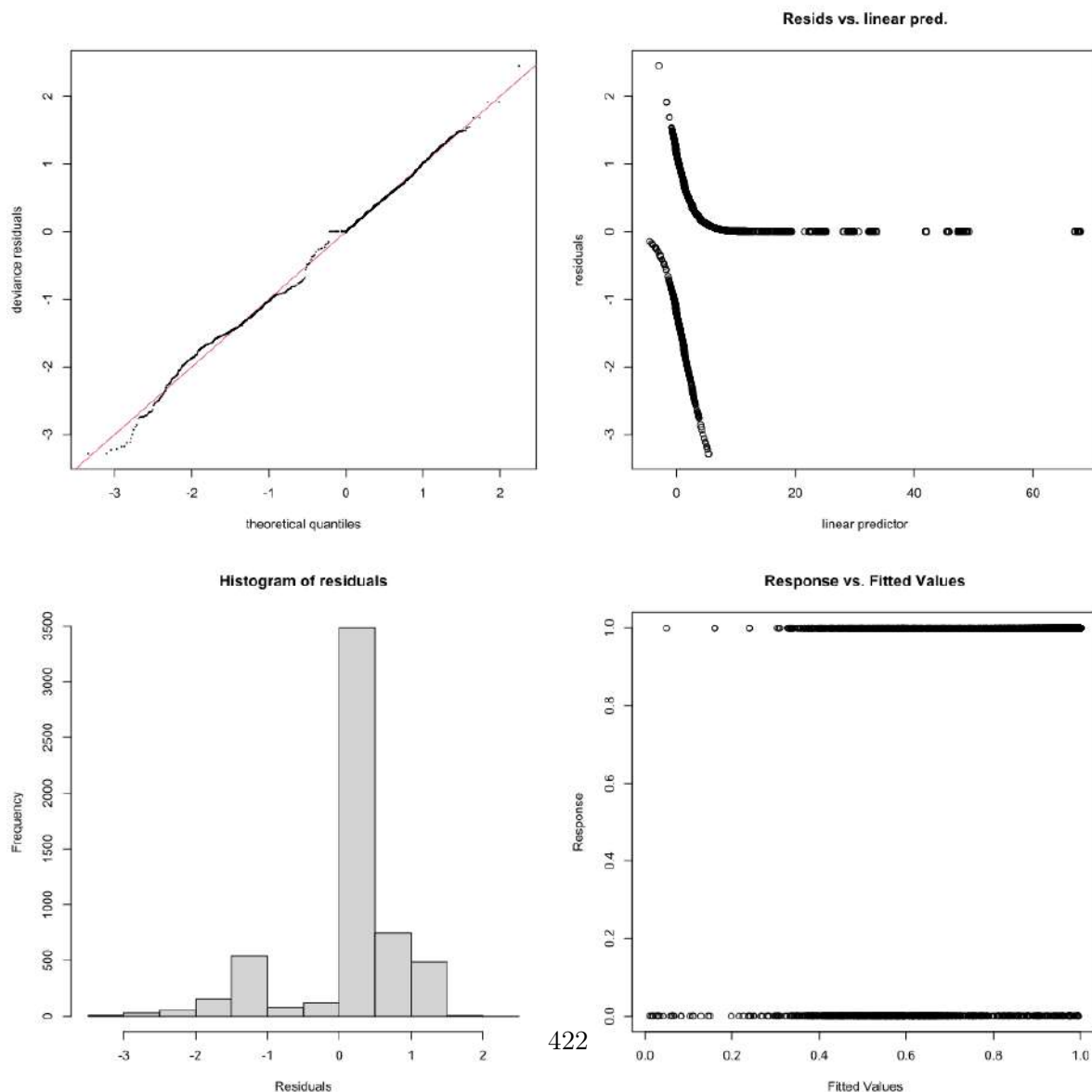
Résultat des Random Forests



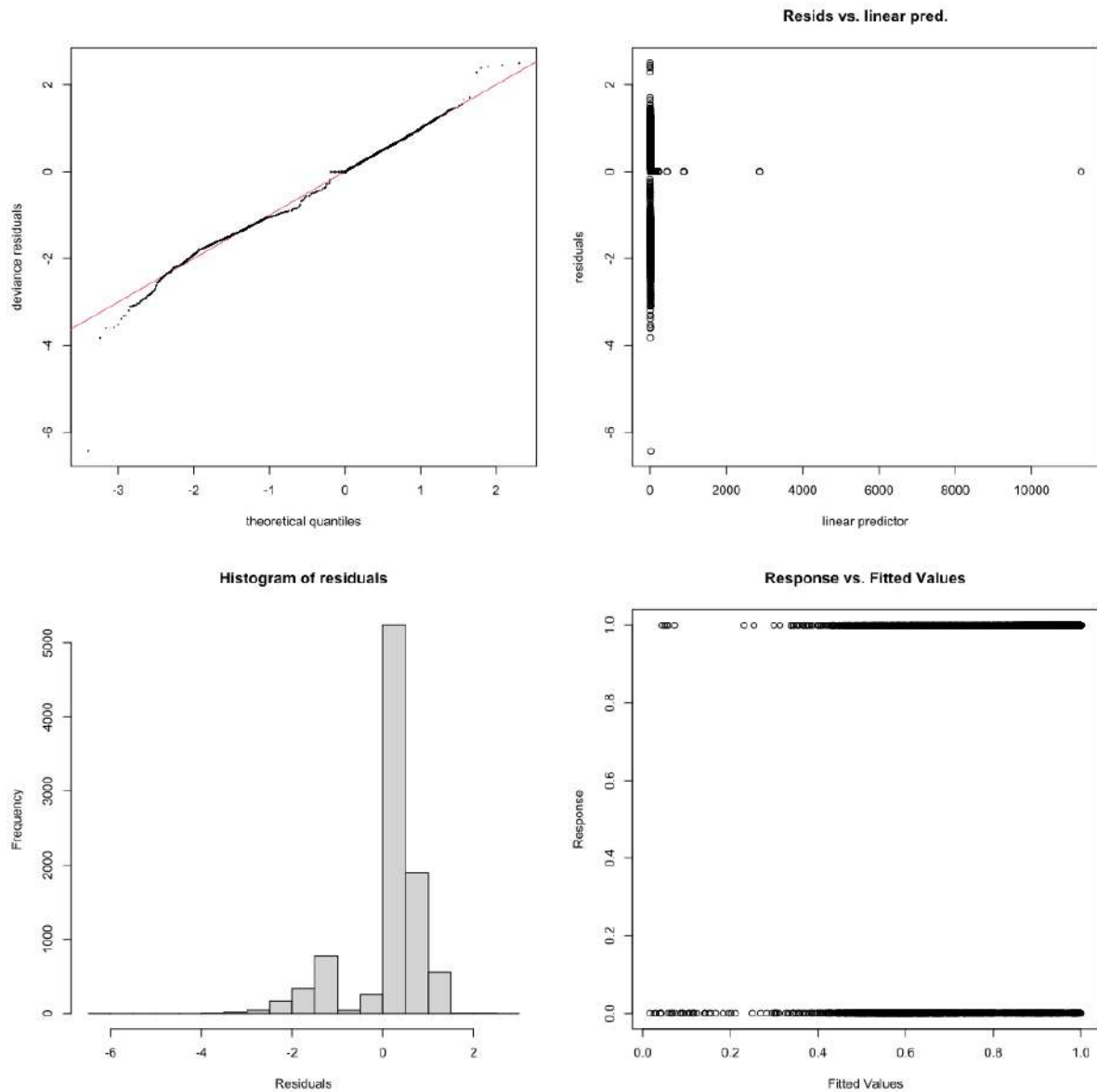
Annexe G

Vérification des conditions de validité des modèles

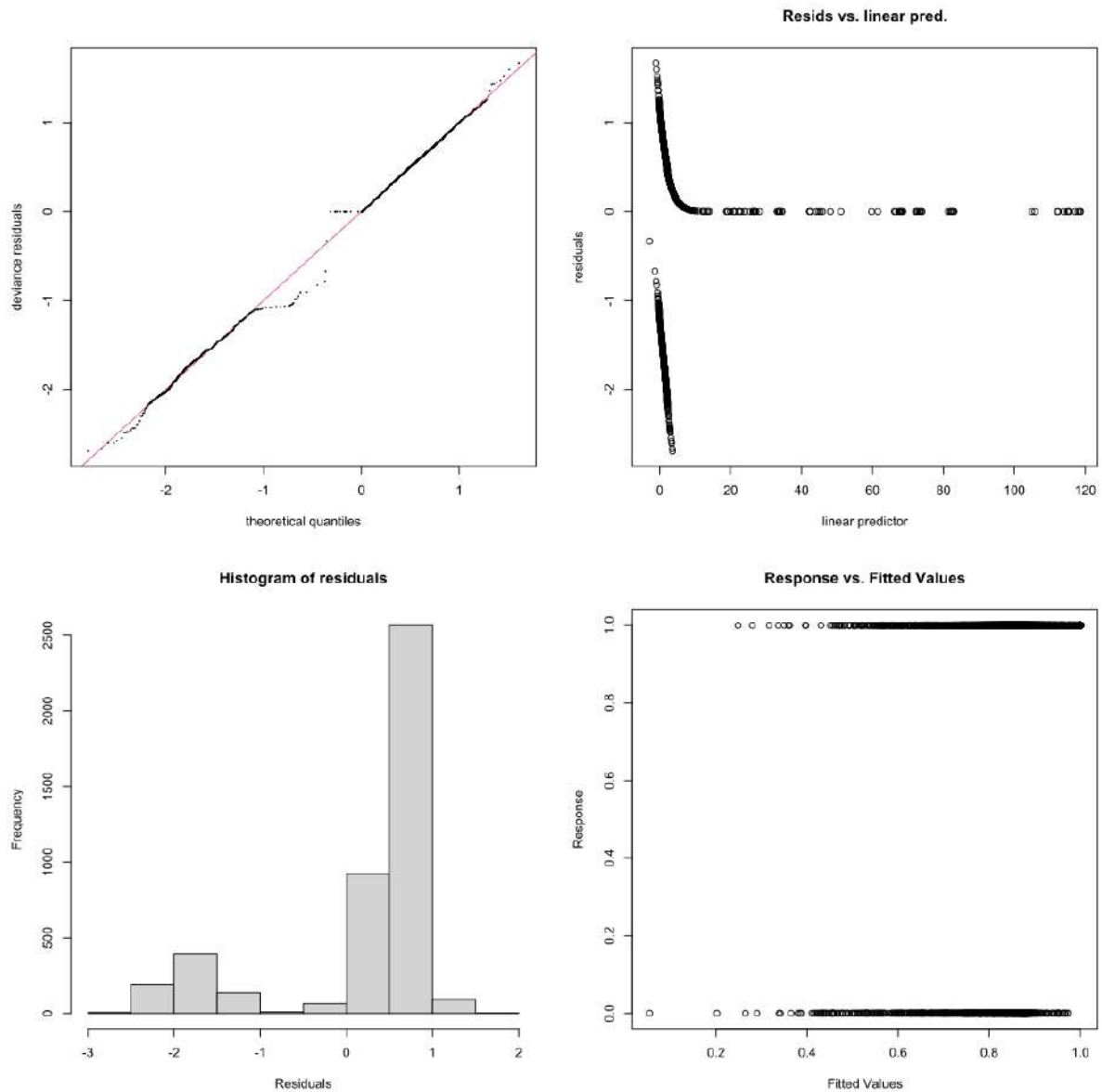
Régression Binomiale pour les tâches du quartier de gare



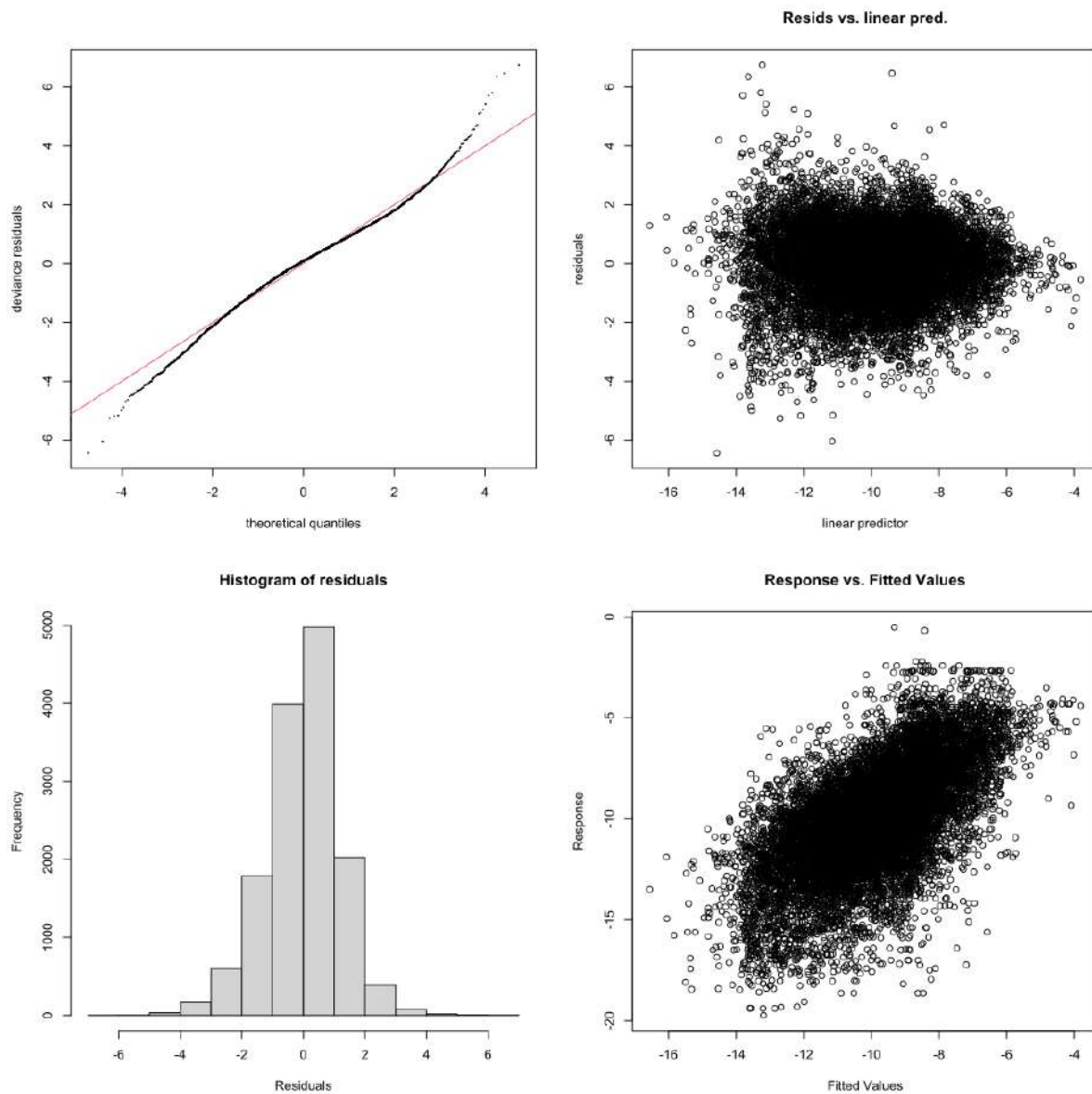
Régression Binomiale pour les tâches de l'échantillon H1



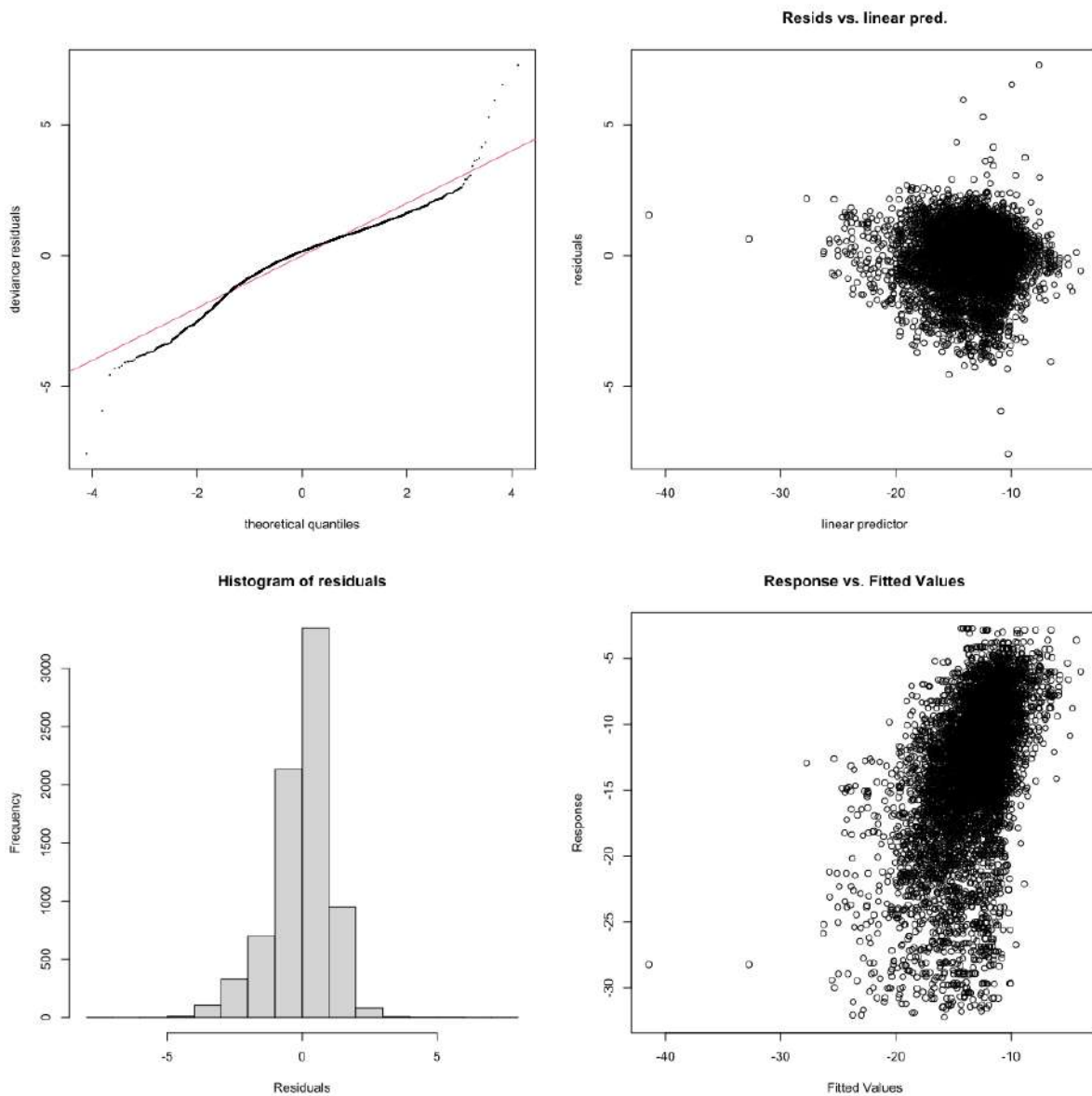
Régression Binomiale pour les tâches de l'échantillon H2



Régression Continue pour dPC_Flux



Régression Continue pour dPC_Con



Annexe H

Guide d'entretien

Présentation : Alexandre AUVRAY, doctorant Université Paris 1. Thèse CIFRE, salarié d'AREP, filiale de la SNCF.

Sujet de la thèse vulgarisé : « Quelle intégration des enjeux de biodiversité dans les quartiers à fortes contraintes techniques : une étude dans les quartiers de gare »

Sujet de l'entretien : Votre point de vue sur les questions liées à la biodiversité, à la gare et au quartier de gare.

Sujet de thèse complet : « Quelle intégration des enjeux de biodiversité dans l'aménagement des quartiers à fortes contraintes techniques ? Une analyse des qualités éco-paysagères des quartiers de gare.

Nos sujets d'étude sont les quatre quartiers de gare (QdG) situés sur la ligne N, choisis, car ils font représentatifs du gradient d'urbanité de l'ouest parisien : Montparnasse, La verrière, Rambouillet, Epône-Mézières

Cadre de l'entretien (repris de l'audit patrimonial) :

- Entretiens personnels, libres et volontaires
- Garantie de stricte confidentialité des propos. (pas de transmission des comptes rendus des entretiens bruts ou élagués à mon employeur)
- Aucun engagement dans une obligation d'agir pour aucune des parties
- Compte-rendu fidèle des éléments recueillis et respect des paroles de lors de la rédaction du (ou des) manuscrit(s).
- Durée a peu près : 1 heure ? Plus si nécessaire.
- Ne pas hésiter à dire si vous ne savez pas, n'avez pas d'idée, ou que vous trouvez que la question n'est pas pertinente. À l'inverse, il n'y a absolument aucune mauvaise réponse.

Intro

J'aimerais que nous abordions au cours de l'entretien des liens entre la **gare**, son **quartier**, et la **biodiversité** qu'on peut y trouver, et que vous aimeriez y trouver. Je peux vous proposer de parcourir différentes thématiques.

N. B. Les questions n'ont pas forcément vocation à être posées telles quelles, mais à servir de points

de relance dans la conduite d'un entretien semi-directif.

En rouge : Questions qui se posent sous la méthodologie SES, dans le cadre d'un problème environnemental de gouvernance

En bleu : remise en question des catégories avec l'ANT.

Trajectoire professionnelle et présentation de l'enquête

a. Profil socio-démographique de l'enquête :

- i. âge
- ii. profession
- iii. lieu de résidence
- iv. lieu où vous avez grandi
- v. Présence d'animaux domestiques
- vi. Résidence en appartement ou maison

b. Lien avec le quartier de gare de X : professionnel, habitant, usager, etc. ?

- i. Si professionnel.le de l'aménagement ou membre d'un établissement public : depuis combien de temps, quel poste ou quelle fonction précise ? Formation, antériorité pro ? Activités de la structure, et particulièrement celles en lien avec la biodiversité ?
- ii. Si professionnel.le/bénévole dans un domaine de l'environnement : depuis combien de temps, quel poste ou quelle fonction précise dans la structure ? Activité professionnelle en lien ou antériorité ? Activités de la structure, et particulièrement celles en lien avec la gare ou son quartier ?
- iii. Si habitant : combien de temps ? Implication dans des structures relatives à la gare ou au quartier de gare ?

c. Quels rapports entretenez-vous avec nos cas d'étude ?

1. Identification de la gare, de son quartier et de la biodiversité en ville

a. Quelle est votre définition de la biodiversité ?

- i. Notion stable ou controversée
- ii. Rôle/importance/enjeux associés
- iii. Explication du positionnement (évolution, légitimée) ?

b. Y a-t-il aujourd'hui un problème autour de la biodiversité ? Quel est-il ? En quoi est-ce un problème ?

c. Quelle est votre définition du quartier de gare ?

- i. Notion stable/intelligible ou controversée
- ii. Rôle/importance/enjeux associés
- iii. Explication du positionnement (évolution, légitimée) ?

d. Y a-t-il aujourd'hui un problème autour du quartier de gare ? Quel est-il ? En quoi est-ce un problème ?

2. La biodiversité au sein du quartier de gare : un problème environnemental

a. Système écologique :

- i. Où se trouve la biodiversité dans le quartier de gare ? Est-elle de même valeur/qualité partout ?
- ii. Spécificité du QdG pour la biodiversité du pdv écologique. Par rapport aux autres espaces urbains et ruraux ? Par rapport à la ligne ferroviaire ? Variations selon gradient urbain/rural

b. Système humain :

- i. Identification des responsables de la gestion des espaces de biodiversité
- ii. Vous considérez vous être un acteur en charge de la biodiversité dans le quartier de gare ? Vous êtes responsables/agissez sur un espace important pour la biodiversité ? Qui sont les (autres) acteurs en charge de la biodiversité dans le quartier de gare ?
- iii. Comment interagissez-vous avec eux ? Comment interagissent-ils entre eux ?
- iv. Est-ce que ces dynamiques et structures changent et évoluent selon le gradient urbain/rural ? Selon d'autres paramètres ?
- v. Certaines structures d'acteurs sont-elles propres aux quartiers de gare ? Pourquoi ? Du fait d'acteurs particuliers ? Du fait d'association d'acteurs ?

c. Interdépendances

- i. Quelles sont vos pratiques de gestion de la biodiversité sur vos espaces/votre terrain d'influence ?
- ii. Sont-elles dues spécifiquement à la présence ou à l'action d'autres acteurs ?
- iii. Influencez-vous les pratiques d'autres acteurs ?

d. Diagnostic et prospective :

- i. Au global, la gestion de la biodiversité est-elle bien faite dans le quartier de gare ? Mieux que dans d'autres quartiers ?
- ii. Comment améliorer l'adoption de bonnes pratiques pour la biodiversité par la collaboration ?
- iii. Comment la situation de biodiversité dans le QdG va-t-elle évoluer ? Proposez un scénario du pire, du mieux ?

3. Les manières « d'habiter avec » et l'agentivité des non-humains

a. La biodiversité au sein du quartier de gare : quel fond du problème ?

- i. Comment se pose le problème de biodiversité dans les termes du Qdg ? Se démarque-t-elle de votre première définition ?
- ii. Est-ce que l'identité de la gare a elle changé devant les enjeux de biodiversité ? Qu'est-ce qui n'a pas changé ?
- iii. Comment la gare peut-elle être perçue dans le problème de biodiversité en général ?
- iv. Pourrait-on imaginer une « gare biodiversitaire » ? Qu'est-ce que ça signifierait ? Est-ce désirable/pertinent ?

- b. Quelles sont les différences entre les manières de parler de biodiversité hors et dans le QdG ?
 - i. Au niveau de ceux qui sont légitimes
 - ii. Au niveau du registre à employer, etc. (juridique, urbanisme, scientifique, sensible, éthiques, pratique, etc.) ?
 - iii. Pourquoi ?
- c. L'action de la gare sur les manières « d'habiter avec » la biodiversité
 - i. Actuellement, devez-vous plus défendre la gare face à la biodiversité ou la biodiversité face à la gare ? Ou les deux face à d'autres contraintes ?
 - ii. Dans vos pratiques, avec quoi devez-vous mettre la biodiversité en balance/arbitrage ?
 - iii. Trouvez-vous vos pratiques liées à la biodiversité idéales ? Le mieux possible au vu du contexte actuel ? Qu'est-ce qui les empêche d'être idéales ?
 - iv. Est-ce que vous comprenez le positionnement des gens qui ne sont pas d'accord avec vous ? Qu'est-ce qui peut les motiver à avoir des opinions différentes ? Qu'est-ce qui vous réassure dans vos opinions et vos positionnements ?
- 4. Y a-t-il des éléments que vous souhaitez rajouter, que nous n'avons pas abordés ?
- 5. Auriez-vous d'autres personnes vers lesquelles m'orientez que vous pensez pertinentes et accessibles ?

Annexe I

Vérification du respect des exigences de l'ANT identifié dans la littérature

ANNEXE I. VÉRIFICATION DU RESPECT DES EXIGENCES DE L'ANT IDENTIFIÉ DANS LA LITTÉRATURE

Source	Critère	Exemple de questions			
		Gare	Quartier de gare	Biodiversité	Pratiques/manières de vivre avec
Identifier et déponctualiser					
Latour 2005	« Confrontés à un objet, portons d'abord notre attention sur les associations dont il se compose, et considérons dans un deuxième temps les diverses manières dont elles peuvent avoir éventuellement renouvelé le répertoire standardisé des liens sociaux. »	Comment la gare prend-elle sa place socialement ?	Comment le quartier de gare prend-il sa place socialement ?	Comment la biodiversité prend-elle sa place socialement ?	
	Regarder si les réseaux sont stabilisés ou ne le sont pas, s'ils ont toujours tendance à être réouverts	Vous interrogez-vous sur l'identité ou le concept de gare, de quartier de gare, ou de biodiversité ?			Avez-vous déjà envisagé de changer de pratiques de gestion ou d'aménagement ?
Latour 2005	Déponctualiser les éléments ponctualisés pour étudier les articulateurs ou localisateurs, c'est-à-dire les éléments dont les effets de présence font intervenir d'autres éléments ; en quelque sorte qui agit comme délégation de ces autres éléments, bref qui tissent leur réseau.	Qu'est-ce qui vous fait penser à la gare de cette manière ? Comment la gare intervient elle — concrètement (ou idéellement) — dans vos pratiques/votre manière d'habiter avec ? Sous quelle forme ? Qu'est-ce qu'elle embarque avec elle dans la discussion, l'éléphant dans la pièce dont on ne pas passer à côté dès qu'on l'aborde ?	Qu'est-ce qui vous fait penser au quartier de gare de « cette » manière ? Comment intervient-il concrètement (ou idéellement) dans vos pratiques ? Sous quelle forme ? Qu'est-ce qu'il embarque avec elle dans la discussion, l'éléphant dans la pièce dont on ne pas passer à côté dès qu'on l'aborde	Qu'est-ce qui vous fait penser à la biodiversité de cette manière ? Comment intervient-elle concrètement (ou idéellement) dans vos pratiques/votre manières d'habiter avec ? Sous quelle forme ? Qu'est-ce qu'elle embarque avec elle dans la discussion, l'éléphant dans la pièce dont on ne pas passer à côté dès qu'on l'aborde ?	Avez-vous déjà envisagé de changer de pratiques de gestion ou d'aménagement ?
Hennion 2013	Éprouver les choses : mettre à l'épreuve	Comment votre relation à la gare a-t-elle changé avec le temps ?	Comment votre relation au quartier de gare a-t-elle changé avec le temps ?	Comment votre relation à la biodiversité a-t-elle changé avec le temps ?	Sauriez-vous retracer le chemin qu'ont pris vos catégories de pensée, les pratiques que vous avez mises en œuvre ? Est-ce que c'est la biodiversité/la gare/le quartier de gare elle-même qui vous a amené à la regarder sous un angle différent, ou plutôt des éléments extérieurs ? Est-ce que sans vous, la biodiversité ou le quartier de gare seraient tout à fait pareils ?
	Faire un focus sur l'identification des identités spatiales des acteurs-réseaux pertinents ? Parce qu'au final c'est peut-être ça qu'attendent ceux qui vont l'aménager, restreindre le mode d'existence des entités au seul domaine où ils pensent pouvoir agir : l'espace	Dans quel(s) domaine(s) se jouent les problématiques qui ont trait à la gare ? Juridique, technique, spatial, etc. ?	Dans quel(s) domaine(s) se jouent les problématiques qui ont trait au quartier de gare ? Juridique, technique, spatial, etc. ?	Dans quel(s) domaine(s) se jouent les problématiques qui ont trait à la biodiversité ? Juridique, technique, spatial, etc. ?	

ANNEXE I. VÉRIFICATION DU RESPECT DES EXIGENCES DE L'ANT IDENTIFIÉ DANS LA LITTÉRATURE

Source	Critère	Exemple de question			
		Gare	Quartier de gare	Biodiversité	Pratiques/manières de vivre avec
Mettre à jour le moment du social					
Akrich 2010	Déterminer frontalement la partition des rôles, et comment ces rôles évoluent dans les différentes situations éventuellement.	Etes vous un usager de la gare, ou un habitant du quartier de gare, un aménageur ? Qu'êtes-vous par rapport à la gare et son quartier ? Et par rapport à la biodiversité ? Vous vous positionnez en défenseur ? Comment ces deux positions se rejoignent elles ?			
Nimmo 2011	Prendre les relations sociales non comme isolées, mais en lien avec tous les réseaux humains et non-humains	Par quoi passent les relations que vous entretenez avec la gare ?	Par quoi passent les relations que vous entretenez avec le quartier de gare ?	Par quoi passent les relations que vous entretenez avec la biodiversité ?	
Tournay (2014)	Qu'est-ce qui va définir les catégories employées, et donc fixer les identités, au niveau de la question du partage de(s) espaces(s) : quels sont les critères d'acceptation et d'exclusion et comment circulent-ils ?	Avec qui êtes-vous prêt à partager l'espace, et pourquoi ? Quelles sont les concessions que vous avez fait pour partager l'espace de la gare, et quelles sont celles que vous êtes ou n'êtes pas prêts à faire pour la biodiversité ?			
	Définir avec quels acteurs les enquêtés tracent leurs réseaux, qu'ils soient humains ou non-humains	Quels sont les enjeux qui pèsent sur le quartier de gare comme espace de vie ?			
Identifier médiateurs et intermédiaires dans la situation entre biodiversité et gare					
Latour et Stengers 2006	Regarder ce qui a été instauré : c'est-à-dire choisi, trié, jeté au panier. (mais pas par la pensée, par l'instauration)	Comment avez-vous vécu les changements de relations ? Vous vivez bien la situation actuelle ? À quoi faites-vous référence quand vous examinez les différences par rapport à une situation antérieure ?			
Latour 2005	Si les objets techniques ont tendance à devenir rapidement intermédiaire (on le voit bien chez Hennion 2012), leur statut va-t-il changer avec l'arrivée de la biodiversité ? Ou non ?	Comment est-ce que la biodiversité transforme t-elle la gare pour vous ?	Comment est-ce que la gare/le quartier de gare/la contrainte technique/la ville (?) transforme t-elle la biodiversité ?		
Brit Ross Winthereik 2020	Quels sont les marchandages que les acteurs sont prêts à faire pour faire coexister la gare et la biodiversité ? Car les acteurs sont capables de mobiliser des non-humains extrêmement connectés comme la France, la Raison, pour juste après accepter les marchandages locaux ; Il faut donc étudier ce changement d'échelle	Quels sont les éléments que vous ne pourrez jamais marchander relativement à la gare et à la biodiversité ? Quelles sont les situations dans laquelle vous avez été amenés à la marchander (effectivement, la on atteint peut être la limite de ce qu'on peut obtenir à travers juste un entretien et non plus en suivant les pratiques elle mêmes). Dans la pratique, comment vous en sortez-vous vis à vis des problématiques posées par la gare et la biodiversité ?			
Latour 2005	Latour propose de déterminer les flux subtils qui nous permettent d'accorder ou non une intériorité, de regarder ou se trouvent distribuer dans l'environnement formaté nos facultés cognitives. Mais retrouver le grand partage moderne dans la gare n'est peut être pas la priorité, tant cela semble évident... Néanmoins, c'est peut être une piste pour s'engager vraiment dans le retracé du réseau : on peut peut-être le faire pour les contraintes techniques	Qu'est-ce qui vous donne la capacité de croire que vous êtes à même de donner la bonne définition de la gare, de la biodiversité, ou des contraintes techniques ? Qu'est-ce qui vous autorise à parler en leur nom ? Pourquoi et à partir de quoi vous constituez-vous porte-parole ?			
	Regarder comment chaque acteur peut délimiter et délimite le domaine de sa légitimité d'action	Pour changer éventuellement la situation vers quelque chose qui vous conviendrait, quels sont les éléments que vous pensez pouvoir mettre en place ? Sous quelles conditions ? Pourquoi pensez-vous que ce type d'action est votre domaine d'action légitime ?			
Müller 2015	Capter le pouvoir, c'est-à-dire : « décrire les manières par lesquels les acteurs sont définis, associés et simultanément obligés de rester fidèles à leurs alliances. » Le pouvoir a une médiation, il n'irradie pas simplement d'un centre décisionnel mais nécessite la mise en réseau d'un ensemble d'actions et d'actants qui lui confèrent du pouvoir.	Qu'est-ce qui maintient actuellement la situation en place pour la biodiversité dans le quartier de gare, qu'elle soit exclue ou bien intégrée ? Qu'est-ce qui empêche de faire autrement ?			

ANNEXE I. VÉRIFICATION DU RESPECT DES EXIGENCES DE L'ANT IDENTIFIÉ DANS LA LITTÉRATURE

Tester la reconfiguration posée par la nouvelle ponctualisation					
Hennion 2012	Les frictions quand tous les éléments se rencontrent au même endroit.	Est-ce que pour vous le sauvage et la technique peuvent cohabiter ? Est-ce que la biodiversité et l'homme peuvent cohabiter dans un espace fonctionnel ou dans un espace de vie ? Comment les compromis que vous êtes prêts à faire dans l'espace de la gare sont-ils affectés, par rapport par exemple à la promiscuité avec les gens ou le bruit ? Quel compromis seriez-vous prêt à faire avec les animaux dans la gare ?			
Mol 1998, Hennion 2014, Nimmo 2011	Développer un focus sur les pratiques à deux niveaux : routinières et changement de pratiques (ou transfert de technologies) : cela engage deux moments différents.	Sommes-nous pour vous à un moment clef de changement concernant le lien qu'entretiennent la gare et la biodiversité ? Quels sont les changements qui se jouent actuellement, par quoi sont-ils soutenus/supportés/médiés, et qu'est ce qui s'y oppose ?			
	Tester l'ouverture de la controverse, la remise en cause de ses paramètres, voir si elle est déjà ouverte ou déjà refermée pour certains.	Quels sont les grands enjeux de la gare aujourd'hui ?	Quels sont les grands enjeux du quartier de gare aujourd'hui ?	Quels sont les grands enjeux liés à la biodiversité aujourd'hui ?	Est-ce que vous pensez que vous pourriez changer d'avis ? Vous êtes plus sensibles à certains arguments qu'à d'autres ?
Hennion 2012	Tester la pertinence de l'ANT sur un objet technique comme la gare, qui en tant que tel ne reforme plus de réseaux complètement nouveaux (ça a été « absorbé »), mais dont la forme « écologique » reste à construire, en lien avec la technique écologique (low-tech, SFN, architecture bioclimatique, etc.) qui reste d'ailleurs à construire	est-ce qu'une « gare écologique » a un sens pour vous ? Une gare biodiversitaire ? Un quartier de gare biodiversité/écologique ?			
Jensen et Sandström 2020	Faire apparaître l'élément intéressant qui n'existe pas encore dans le monde social, concrètement, pour le tester.	Qu'est-ce que le quartier de gare adapté aux enjeux de biodiversité pour vous ? Qu'est-ce que la gare adaptée aux enjeux de biodiversité ?			
Évaluer la coexistence des mondes multiples					
Hinchliffe et Whatmore 2005	Quelles sont les conditions par lesquelles les acteurs seraient prêts à écologiser les politiques, et non pas politiser les écologies ? C'est-à-dire ne pas représenter par des dispositifs destinés à dessiner le vivre ensemble pour des humains uniquement, mais bien proposer des manières de changer les engagements, c'est-à-dire proposer de nouveaux modes de « vivre avec » qui se satisfassent des nouveaux modes d'être des non-humains impliqués.	Si vous considérez que votre point de vue est le bon, pourquoi ? Comment le transmettre aux autres personnes impliquées ? Qu'est-ce qui vous a fait connaître la gare/la biodiversité ? Quel effet ça a eu sur votre manière de penser à ces êtres, de penser ces êtres ?			

ANNEXE I. VÉRIFICATION DU RESPECT DES EXIGENCES DE L'ANT IDENTIFIÉ DANS LA LITTÉRATURE

Source	Critère	Traduction pratique dans le questionnaire
(Callon 1986)	Prendre au sérieux + Symétrie généralisée (appliquée à l'entretien) + laisser fluctuer les identités.	
(Hinchliffe et whatmore 2005)	Prendre le risque d'intégrer dans nos savoirs des savoirs non scientifiques	
Latour 2005	Mise en œuvre d'un infralangage	Pas de question jargonnante. Emploi de vocabulaire pauvre.
Callon 1998	Pour éviter le dualisme, bannir toute explication qui sépare les agents de leurs réseaux, et en particulier, éviter les concepts de ressources ou de capital social.	
Latour 1990	Ne pas chercher la montée en généralité dans l'explication : aller voir les contingences locales comme des particularismes qui devraient être éliminées ou protégées, ça part plutôt de localités non connectées, incommensurables, irréductibles, qui au prix de grands efforts, finissent parfois par former des connexions commensurables et provisoires.	Centrer les questions autour de gares particulières, autour du territoire, pour éviter de trop faire appel à des panoramas de la part des interviewés, et pour leur donner une chance de montrer les arbitrages locaux. Les mots « biodiversité », « gare » ou « quartier de gare » doivent pouvoir être déponctualisés à tout instant. Par exemple bien mentionner « dans la gare d'épône mézières ».
Latour 2005	Découper l'interaction, afin qu'elle ne soit jamais prise comme ni isotopique (ce qui agit dans un lieu donné provient au même moment d'autres lieux), ni synchronique (l'action ne peut se dérouler qu'en déléguant le fardeau des connexions à des entités dotées d'autres formes de temporalité), ni synoptique (seules quelques-unes des entités qui participent sont visibles à un moment donné.), ni homogène (le social passe par plein d'associations qui se manifeste sous des formes différentes), ni isobarique (certains participants imposent leur présence avec force, exigent d'être entendus, pris en considération, tandis que d'autres ne sont que des routines relayées par des habitudes corporelles sans aucune visibilité)	Toujours demander en quoi l'élément évoqué par les interviewés se distingue d'autres éléments, déponctualiser pour trouver l'irréductibilité
Latour 2005, Daniel López-Gómez 2020, Latour 2004	Recherche la proximité critique et le care... Voir déployer un répertoire moins « pauvre » mais qui laisse plus de place pour le care ?	S'éloigner d'un vocabulaire trop pauvre insensible pour aller vers une posture du care ?

Annexe J

Compte rendu des retours des participants face à chacune des modélisations et proposition de reformulation graphique

Au cours de l'atelier 4, plusieurs représentations obtenues à partir de modélisation du réseau écologique avec Graphab ont été présentées aux participants. Un premier couple de représentations formalisées de manière similaire, mais réalisées pour deux espèces virtuelles différentes étaient présentées (Figure J.1). Dans la première, le graphe sous forme de nœud et de lien a été superposé à la carte du paysage et à la forme géographique des habitats. Face à cette représentation, certains membres d'associations environnementales ont pointé la différence entre l'échelle de ces représentations et celles qu'ils avaient l'habitude d'utiliser, plus adaptées à des espèces en particulier et donc cadrées autour de leurs territoires de vie spécifique. Les acteurs ont considéré qu'une si grande emprise pour la modélisation risquait de diluer l'information pertinente, et que sa création nécessitait de concessions envers le réalisme (choix des occupations du sol, résolution nécessaire pour identifier les habitats ou les propriétés particulières des habitats comme les lisières, etc.). Si l'échelle semble appropriée pour les planificateurs dans la mesure où elle correspond à leur axe d'analyse, les aménageurs et concepteurs ont manifesté leurs attentes vis-à-vis d'un focus plus local sur les opportunités de restauration. L'articulation entre la représentation à cette échelle globale et le focus local a été le sujet de questionnement principal pour les acteurs : pourquoi zoomer et où ?

La représentation suivante (Figure J.2) visait à offrir une information sur le rôle des habitats dans la connectivité, permettant de distinguer les taches très empruntées des taches moins empruntées. Elle mobilisait pour cela la métrique BC cartographiée à l'échelle des taches d'habitat. Cette formalisation est restée assez complexe à saisir pour les participants. L'articulation des enjeux de connectivité de l'échelle macro à l'échelle micro a été identifiée comme un enjeu clef, notamment par les aménageurs et concepteurs. « *On a des hirondelles à Marne-la-Vallée Chessy. C'est improbable, parce que quand tu vas à Marne-la-Vallée, c'est un truc complètement Disney, machin. Par exemple on choisit cette gare. Moi ce qui m'intéresserait, c'est de savoir : pourquoi 1 c'est venu comme ça, et 2 comment je préserve ça.* » (Participant - SNCF Gares & Connexions). Ces professionnels sont en effet en attente

ANNEXE J. COMPTE RENDU DES RETOURS DES PARTICIPANTS FACE À CHACUNE DES MODÉLISATIONS ET PROPOSITION DE REFORMULATION GRAPHIQUE

d'une capacité à réduire au maximum le nombre d'expertises requises, donc des formalisations les plus synthétiques possibles proposant une traduction concrète spatiale. Ils ne sont pas forcément demandeurs d'une visualisation qui retrace l'ensemble du mécanisme effectué et souhaitent un résultat plutôt brut. Ils ont alors suggéré la création d'une représentation synthétique pour toutes les espèces, agrégeant les informations de tous les milieux, similaire à l'interpolation des métriques proposée par Sahraoui, Foltête, et Clauzel (2017) ou l'indice de connectivité écologique proposé par ARP-Astrance (Moal et al. 2023). Si l'indicateur de centralité propose de transférer des propriétés complexes à des unités locales, il ne génère pas encore d'indications assez directives et son interprétation reste compliquée : les acteurs se sont demandé s'il fallait davantage prioriser la protection d'une tache à forte centralité ou remédier à la faible centralité d'une autre. De plus, cette métrique calculée sur les taches met davantage le focus sur les propriétés de celles-ci au détriment d'une insistance sur les espaces anthropiques alentour. La formalisation proposée accentue cette impression.

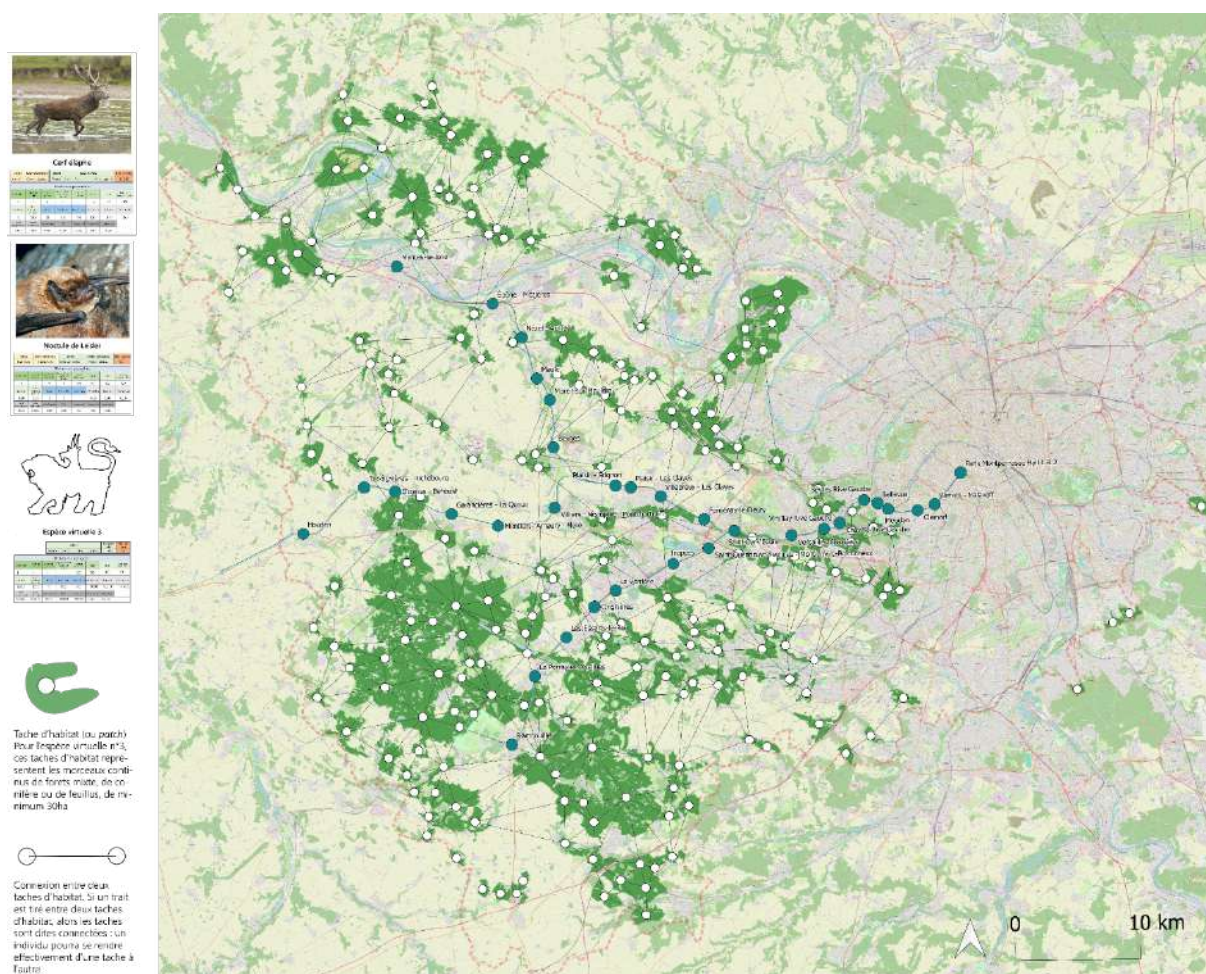


FIGURE J.1 – Première cartographie proposée lors de l'atelier 4 : modélisation sous forme de nœuds et de liens du réseau écologique de l'espèce virtuelle n°3

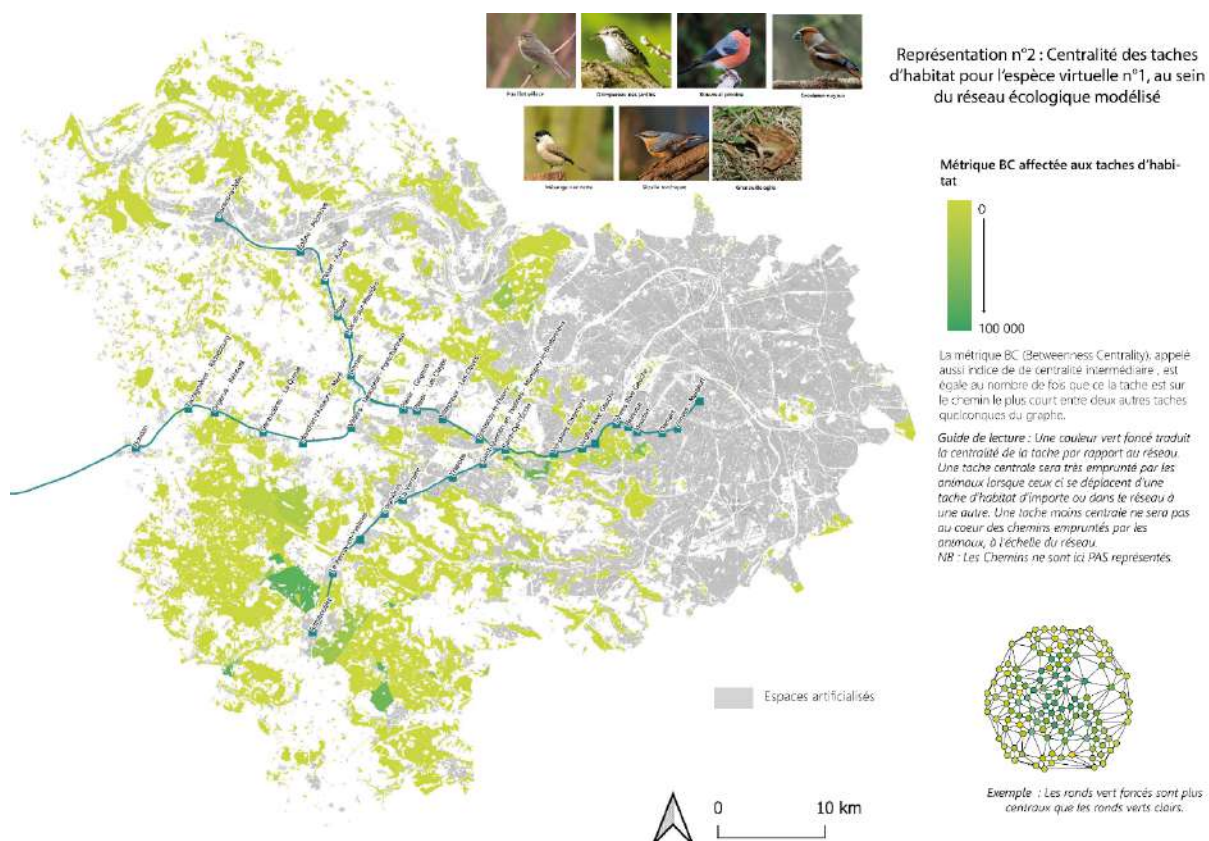


FIGURE J.2 – Deuxième cartographie proposée lors de l'atelier 4 : centralité des taches d'habitat pour l'espèce virtuelle n°1

Suite à ces retours, j'ai pu proposer *a posteriori* deux nouvelles représentations offrant les mêmes objectifs. La première modélisation s'attache à introduire la connectivité, mais évacue la question de l'ancrage géographique pour permettre une vision épurée du réseau et développer un pouvoir d'évocation plus immédiat (Figure J.3). La seconde cherche à familiariser le non-expert avec le sens des métriques. Le degré d'abstraction croissant est alors compensé par une représentation plus fidèle des trajets potentiellement parcourus par les organismes entre les patchs au sein du territoire (Figure J.4). Les valeurs de la métrique ont été discrétisées en trois catégories (faible, moyenne, et forte valeur de la métrique), afin de réduire le degré de complexité. En distinguant les zones de faible et de forte valeur de centralité (calculée à l'aide de la métrique BC), les participants sont rapidement amenés à reprendre les questionnements sur la stratégie à adopter, qu'ils proposaient spontanément : faut-il privilégier les zones à forte connectivité en développant un réseau qui repose sur ces zones, ou au contraire, concentrer les efforts de restauration dans les zones où la centralité, calculée avec BC, est la plus faible ?

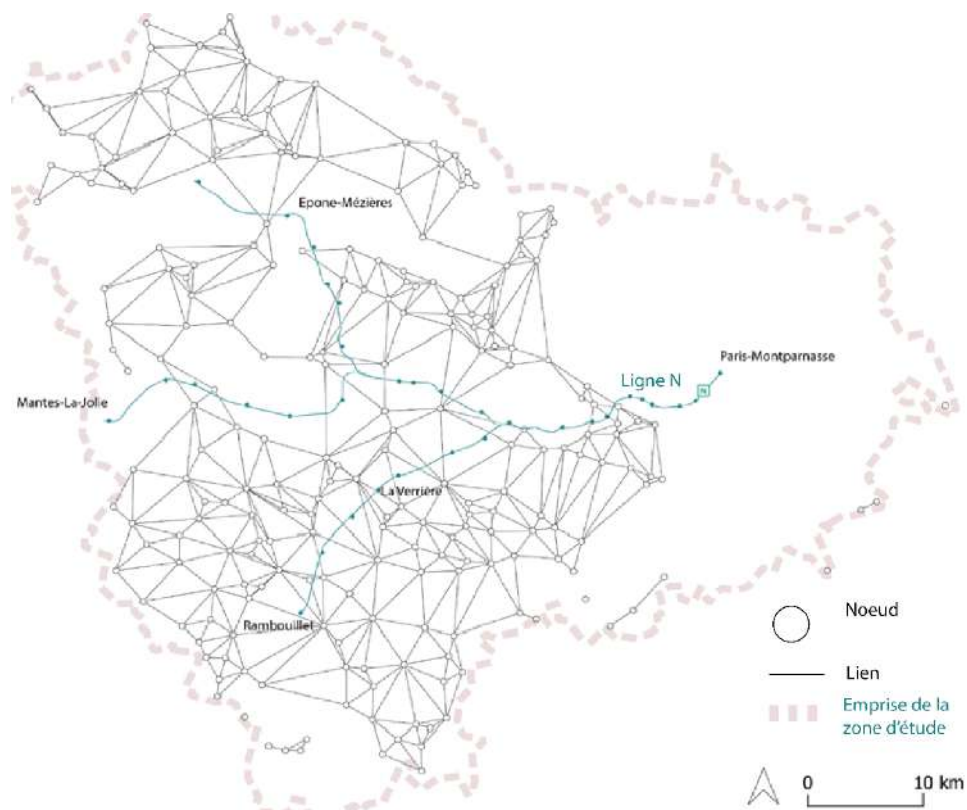


FIGURE J.3 – Proposition d'une formalisation du réseau écologique simplifié

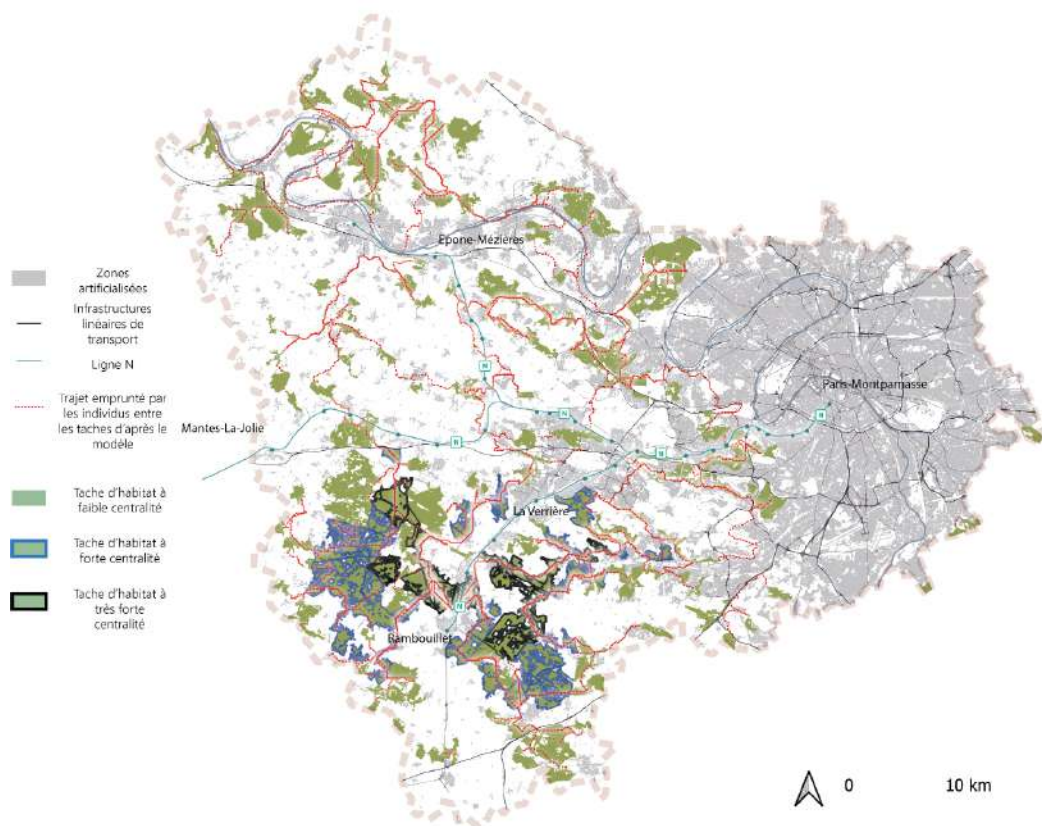


FIGURE J.4 – Proposition d'une formalisation du réseau écologique visant à familiariser les acteurs avec l'usage de métriques

Le troisième type de représentation proposé visait à hiérarchiser les gares en fonction de l'importance de leur quartier dans la connectivité écologique. L'objectif était de traduire les enjeux écologiques à l'échelle des quartiers de gare. Cette hiérarchisation se basait sur un numéro attribué à chaque quartier, représentant son rang au sein d'un panel de 100 espaces aléatoires sur le territoire. Le classement était déterminé par la valeur moyenne de la dPC (différence de Probabilité de Connectivité) pour les tâches écologiques situées à moins de 2 km de la gare, en comparaison avec les échantillons aléatoires.

Il a été mentionné que l'échelle territoriale proposée ici semblait trop large pour proposer des déclinaisons d'aménagement locales. Toutefois, cette approche de relocalisation de la connectivité a été jugée plus facilement applicable à des actions concrètes, car elle permet d'identifier des espaces « stratégiques ». En complément de la métrique BC, qui reflète une propriété structurale du réseau, le dPC ajoute une dimension d'« efficacité », en mesurant la probabilité de rencontre d'espèces en fonction d'une tâche focale. De plus, le dPC introduit une dimension prospective à travers la notion de perte de connectivité par rapport à un état de référence.

Les acteurs impliqués dans la planification urbaine ont manifesté leur volonté de prioriser les actions en se concentrant sur les zones à la connectivité la plus faible, c'est-à-dire situées dans les contextes les plus artificialisés ou fragmentés ou fragmentés du fait d'infrastructure de transport. À l'inverse, les porte-parole de l'environnement ont exprimé leur intention d'utiliser ces résultats pour protéger, voire sanctuariser, les zones les plus performantes. Si ces deux propositions peuvent être réfléchies ensemble et ne sont pas fondamentalement incompatibles, aucun acteur ne s'est positionné pour articuler spontanément ces deux stratégies.

Cette formalisation permet d'avancer dans la synthèse des données à travers l'agrégation des différents types d'habitat, puisque les résultats sont attribués directement aux quartiers de gare. Cette considération permet de répondre aux exigences des acteurs impliqués dans la programmation et la conception à l'échelle des gares. Si l'information écologique méritait selon eux d'être synthétisée plus encore, évitant de répéter l'analyse pour tous les types d'espèces, ces acteurs sont soucieux de distinguer les gares selon leurs contextes. Cela leur paraît essentiel pour proposer des solutions d'aménagement adaptées aux exigences locales en matière de flux et d'intégration fonctionnelle et paysagère.

En revanche, les acteurs représentant la biodiversité ont suggéré d'ajouter des données sur la présence effective des espèces pour éviter la vision seule de l'écologie du paysage jugée comme déconnectée de la réalité du terrain. Ils ont souhaité insister sur la différence de cette approche avec la leur, qui insiste sur les relevés de terrains et l'identification des composantes fonctionnelles des écosystèmes.

L'utilisation d'un score a été jugée préférable à celle d'un classement par rang, dans le but de favoriser une vision plus positive. Pour les participants, principalement ceux en charge des gares, la mention d'un score faible incite à évaluer les marges de progression dans une optique d'amélioration. Le rang semblait être connoté plus négativement, dans la mesure où un classement ne semblait pas forcément prendre de sens au vu des contextes différents dans lesquels s'inscrivent les quartiers de gare. Il pourrait stigmatiser certaines gares, ce qui aurait pu démotiver ou froisser les équipes qui les exploitent. La représentation créée après l'atelier s'est basée sur cette réflexion, pour proposer une nouvelle catégorisation des scores afin de faciliter la lecture des résultats. Celle-ci présente un score attribué au quartier de gare, calculé comme l'inverse du classement, à partir de la métrique dPC (Figure J.6).

ANNEXE J. COMPTE RENDU DES RETOURS DES PARTICIPANTS FACE À CHACUNE DES MODÉLISATIONS ET PROPOSITION DE REFORMULATION GRAPHIQUE

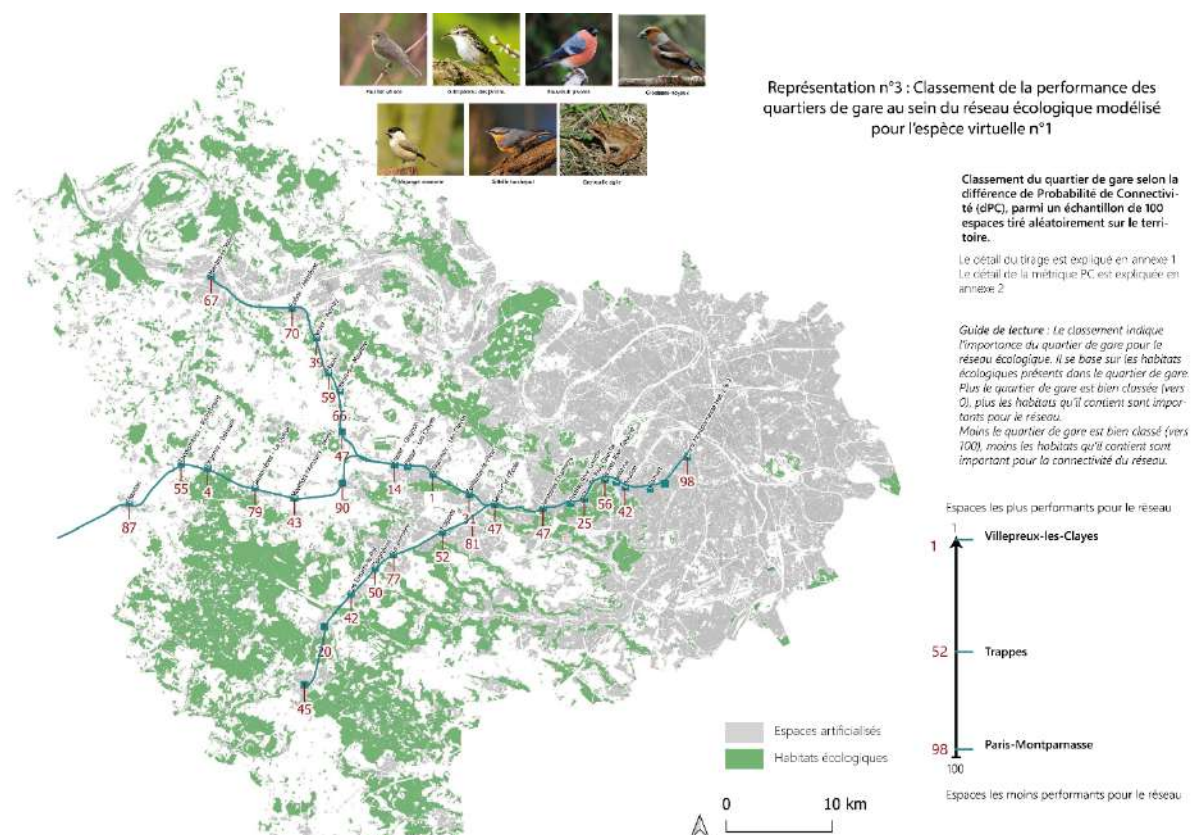


FIGURE J.5 – Troisième cartographie proposée lors de l'atelier 4 : Classement de la performance des quartiers de gare au sein du réseau écologique pour l'espèce virtuelle n°1

ANNEXE J. COMPTE RENDU DES RETOURS DES PARTICIPANTS FACE À CHACUNE DES MODÉLISATIONS ET PROPOSITION DE REFORMULATION GRAPHIQUE

de communication envers des partenaires tiers comme les communes par exemple. « *Par exemple, quand vous faites un projet [...] dans ce cercle-là vous pouvez analyser ce genre de trucs, mais à un moment, vous pouvez aussi voir que c'est plutôt à l'extérieur que ça se passerait s'il y avait des dégâts. Il faut mettre en garde la commune en disant attention, notre truc, il tient encore un peu dans ce cercle-là parce qu'à l'extérieur de ce cercle-là, il y a des choses très importantes et fondamentales. [...] Veuillez à ne pas les dégrader sinon, sinon, ça va aussi, on va se retrouver dans ce cercle-là dans la même situation que dans celui-là* ». (Participant - SNCF Réseau).

La présentation sous forme de boîtes à moustaches, externes au support cartographique, ne facilitait pas forcément la lecture et le lien avec les enjeux spatiaux. Ces indicateurs, s'ils semblent pertinents pour évaluer les différences entre les quartiers de gare et le reste du territoire, perdent la dimension stratégique apportée par la précédente représentation. La comparaison avec les points de référence d'autres gares, plutôt qu'un focus sur une gare unique, permettrait pour les acteurs qui interviennent à l'échelle du territoire ou de la ligne entière de se réengager dans une situation d'action. Ces éléments ont été repris dans une nouvelle proposition (Figure J.8).

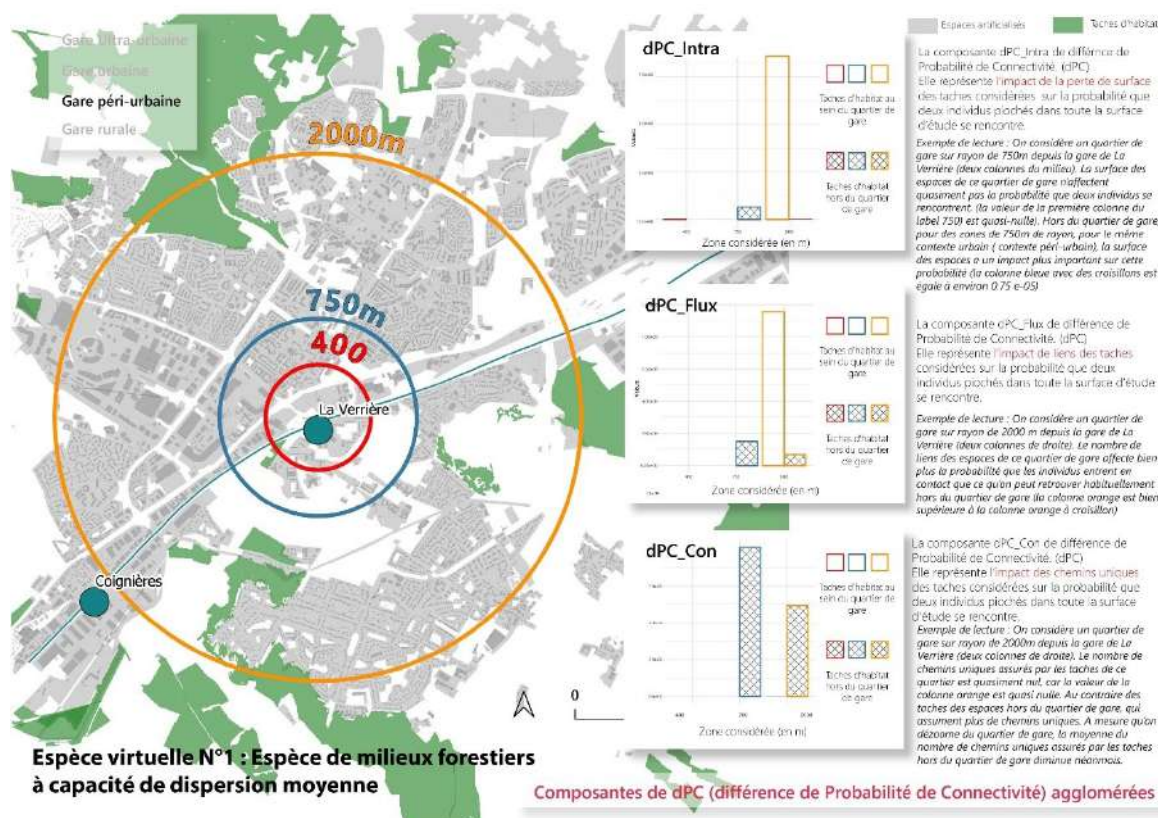


FIGURE J.7 – Quatrième cartographie présentée durant l'Atelier 4 : Comparaison des composantes de dPC pour les taches situées à différentes distances de la gare

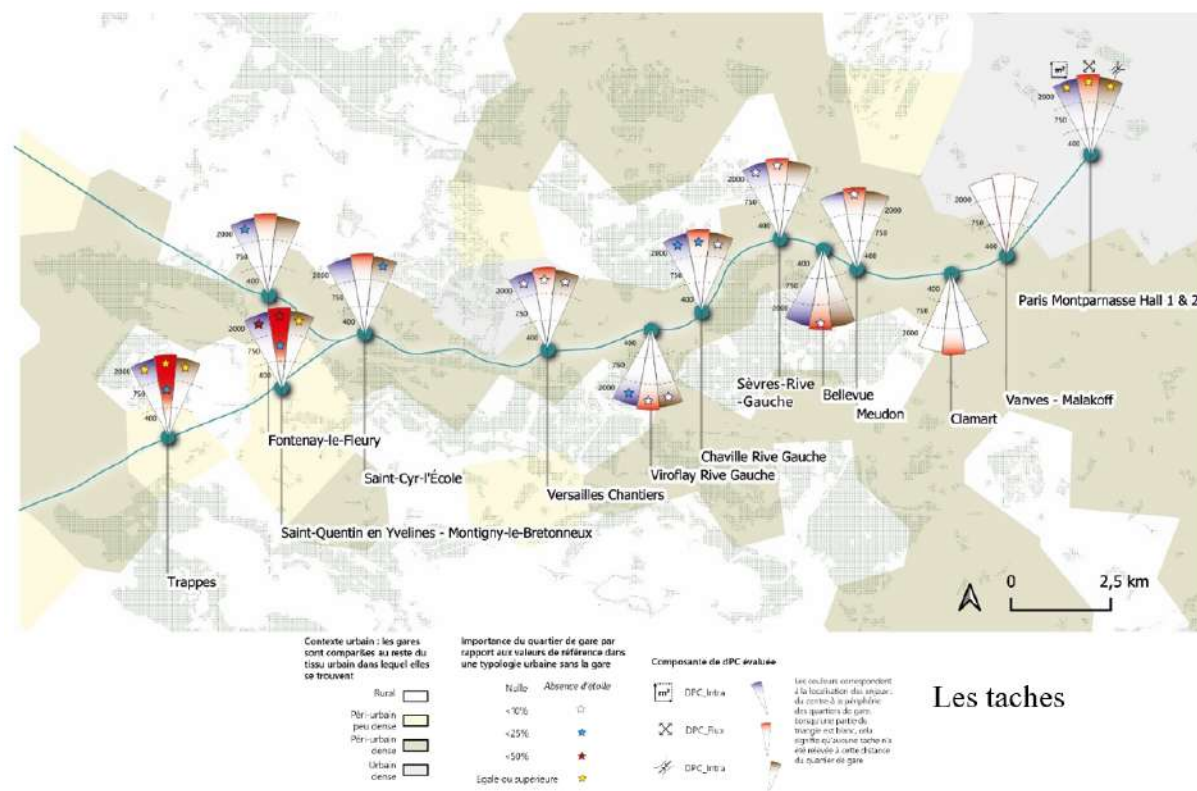


FIGURE J.8 – Proposition pour la quatrième représentation : Comparaisons des composantes de dPC avec les échantillons de référence, par contexte urbain, à l'échelle de la ligne

La cinquième représentation (Figure J.9) représentait les corridors de déplacement pour l'espèce virtuelle n°1 (espèce de milieux forestiers de moyenne dispersion) et la grenouille agile en considérant leurs zones de déplacement potentielles d'une tache d'habitat à une autre. Elle combinait des modélisations à l'échelle régionale et locale (5km de rayon autour de la gare). Les corridors, correspondant aux chemins empruntables entre les taches, étaient caractérisés par la métrique de centralité BC à l'échelle locale.

Les établissements publics et les acteurs des collectivités, impliqués dans la planification urbaine, ont souligné l'intérêt potentiel de ces représentations vis-à-vis de la définition des Trames Vertes et Bleues.

Pour certains acteurs de la préservation de l'environnement, le choix de se concentrer sur une seule espèce et d'adopter une représentation à l'échelle locale semblait justifié et plus pertinent que l'approche basée sur des espèces virtuelles. L'utilisation de ce type de carte comme support pour les stratégies d'inventaires terrain était également jugée appropriée.

À l'inverse, les aménageurs préféraient maintenir un effort de synthèse à cette échelle dans une optique de récréation de corridors écologiques. Selon eux, les actions coûteuses de ce type devaient privilégier l'efficacité. Par conséquent, les actions ciblant une seule espèce apparaissaient moins envisageables, bien qu'elles puissent s'avérer pertinentes dans une perspective de gestion des risques liés à la colonisation des chantiers par des espèces protégées.

En étendant les zones à enjeux au-delà des tâches d'habitat pour englober l'ensemble du tissu urbain ou rural, les corridors permettaient de passer d'un périmètre physique souvent restreint à un périmètre fonctionnel beaucoup plus vaste. Ces corridors permettaient également d'élargir la légitimité des campagnes d'inventaires pour les acteurs du ferroviaire, lesquelles étaient souvent difficiles à mener en dehors

ANNEXE J. COMPTE RENDU DES RETOURS DES PARTICIPANTS FACE À CHACUNE DES MODÉLISATIONS ET PROPOSITION DE REFORMULATION GRAPHIQUE

du périmètre appartenant à la SNCF. De même, certains acteurs ont proposé de mobiliser ce type de support pour susciter des discussions multi-acteurs en montrant aux particuliers ou aux communes que l'enjeu écologique n'est pas uniquement localisé sur certaines emprises. Enfin, les corridors s'intégraient particulièrement bien dans les visions holistiques adoptées par les praticiens paysagers.

Pour les planificateurs et aménageurs, il était nécessaire de faire évoluer cette représentation afin de la croiser avec les enjeux prospectifs. Face au SDRIF-E, qui identifiait les gares comme des espaces à enjeux pour la construction, ou face aux évolutions de l'offre de service ayant un impact sur la chalandise des gares, la vision statique des corridors n'était pas suffisante. Les acteurs ont dès lors mentionné des attentes vis-à-vis de l'adaptation de ces corridors selon plusieurs scénarios qui seraient coconstruits avec les acteurs du territoire.

L'approche par les chemins de moindre coût utilisée au sein de Graphab n'est pas destinée à identifier des chemins précis par lesquels passent les espèces, et les corridors ne sont ainsi pas des représentations extrêmement précises des espaces dans lesquels des individus pourraient être observés. La reprise de la formalisation a proposé de réinscrire le corridor dans une réalité écologique, en indiquant les observations d'individus (tirées de la Base Cettia) [FigureJ.10].

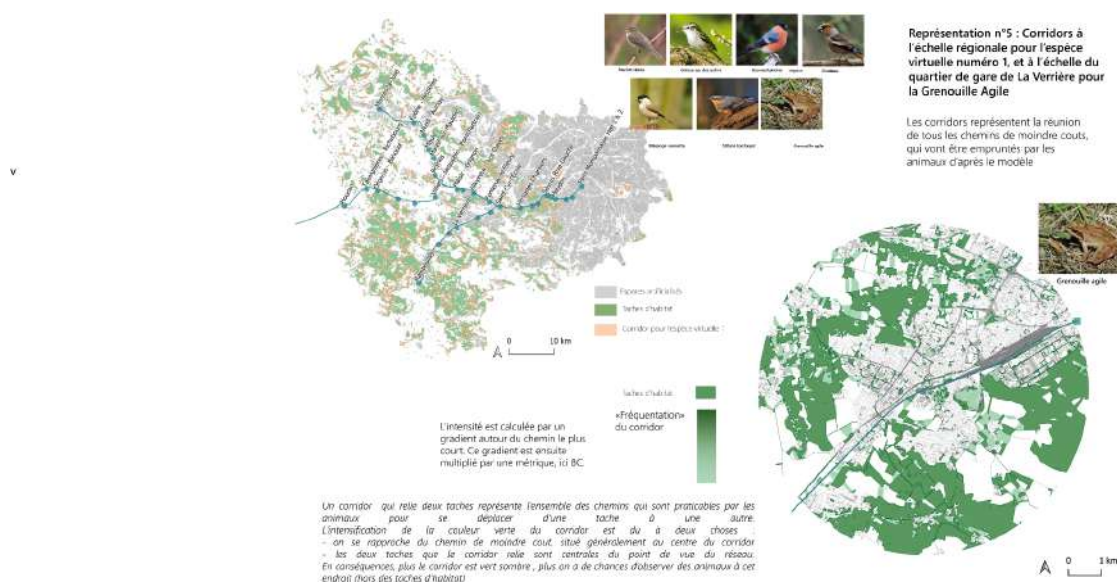


FIGURE J.9 – Cartographie présentée lors du cinquième temps de l'atelier : Fonctionnalité du corridor à l'échelle régionale et locale

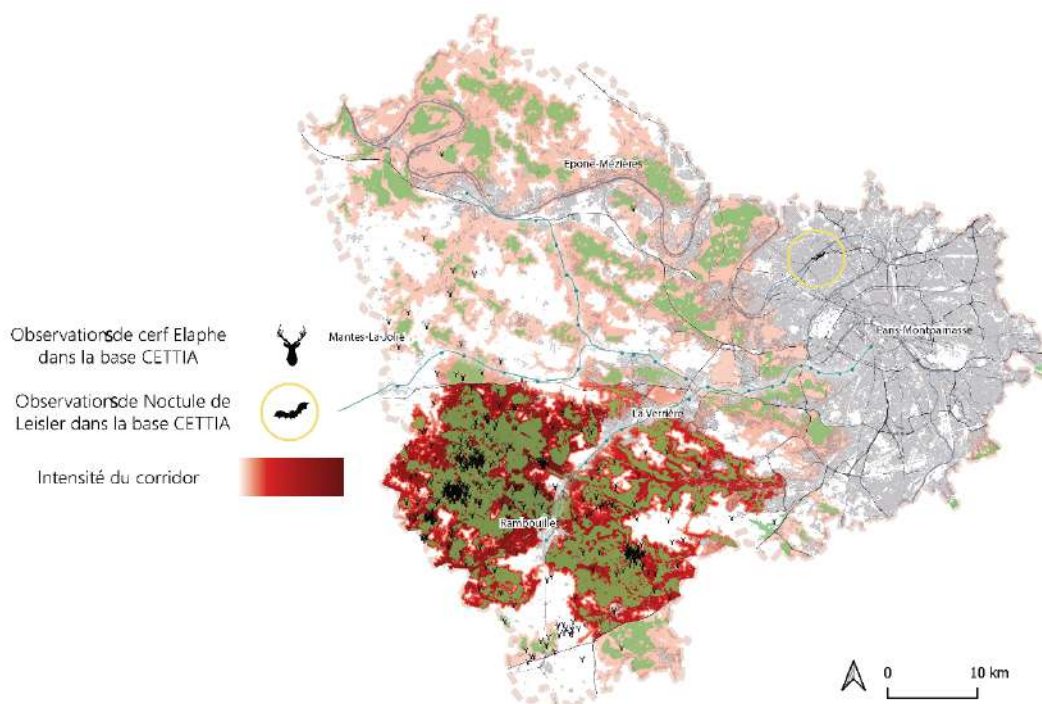


FIGURE J.10 – Proposition pour la quatrième représentation, présentant les corridors pour l'espèce virtuelle n°3 (composée de la noctule de Leisler et du cerf Élaphe) à l'échelle régionale

La dernière représentation a eu pour objectif de rechercher des emplacements optimaux pour de nouvelles tâches d'habitat, afin de maximiser l'amélioration de la connectivité écologique (Figure J.11). Plusieurs tâches d'habitat virtuelles, c'est-à-dire absentes de l'occupation réelle des sols, ont été ajoutées manuellement. Cette intégration n'a pas pris en compte la faisabilité réelle de l'intégration desdites tâches. Leur intérêt était pédagogique, et les deux tâches ont été rajoutées pour présenter des approches de manière archétypale. La première tâche a été positionnée sur l'emprise de la gare, simulant la végétalisation du toit du bâtiment voyageur (en tenant compte de la présence d'une rampe permettant l'accès des espèces à la toiture). La seconde a été placée sur une surface plus étendue, au sud de la gare, dans un quartier pavillonnaire. L'augmentation de la valeur de la métrique de connectivité EC (Connectivité Equivalente) a ensuite été comparée pour chaque tâche ajoutée. L'ajout de la première tâche, de surface réduite, entraîne un gain de la métrique EC puisque la gare se situe à proximité d'un autre habitat forestier et qu'elle peut être rejointe. Le second habitat ajouté, malgré sa taille, n'entraîne pas de gain car il est entouré d'un tissu urbain trop dense pour être rejointe par un individu.

Cette représentation a intéressé de nombreux participants, car elle a permis de fournir une aide à la décision spatialisée. L'idée d'intégrer ce type de fonctionnalité dans la séquence ERC (Éviter, Réduire, Compenser) a ainsi été évoquée, et l'on retrouve ces réflexions chez les auteurs de l'écologie du paysage (Tarabon 2020 ; Padilla et al. 2022 ; Bergès et al. 2019). Toutefois, la question de l'arbitrage entre une approche synthétique et une approche à l'espèce des espèces individuelles a été un sujet de discussion une nouvelle fois pour les participants dans ce type de représentation.

Deux stratégies ont été proposées par les participants : d'une part, des modélisations à l'échelle d'espèces spécifiques, afin de garantir que la création d'un nouvel habitat réponde à l'ensemble de leurs besoins (taille suffisante de l'habitat, bonne connectivité des tâches). D'autre part, une approche multispécifique, faisant appel à des espèces virtuelles, a permis d'offrir une solution plus généraliste, adaptée à une maîtrise d'ouvrage moins concernée par les spécificités d'une espèce particulière. Dans ce cas, l'habitat a

ANNEXE J. COMPTE RENDU DES RETOURS DES PARTICIPANTS FACE À CHACUNE DES MODÉLISATIONS ET PROPOSITION DE REFORMULATION GRAPHIQUE

été conçu pour être potentiellement colonisé par plusieurs espèces, sans certitude que l'une d'entre elles l'adopte réellement. Dans un contexte où le temps et les moyens alloués à ces questions ont été limités, cette option est apparue plus généralisable que la première.

Cet outil a également ouvert le débat sur le souhait ou non de voir certaines espèces apparaître en milieu urbain. En représentant concrètement les probabilités de présence ou d'absence d'espèces particulières, il a obligé à discuter de la désirabilité de ces espèces. Leur présence sur la représentation n'a plus été seulement théorique : les conséquences, positives ou négatives, ont déjà été esquissées, incitant ainsi à un débat éclairé sur l'aménagement urbain et la biodiversité.

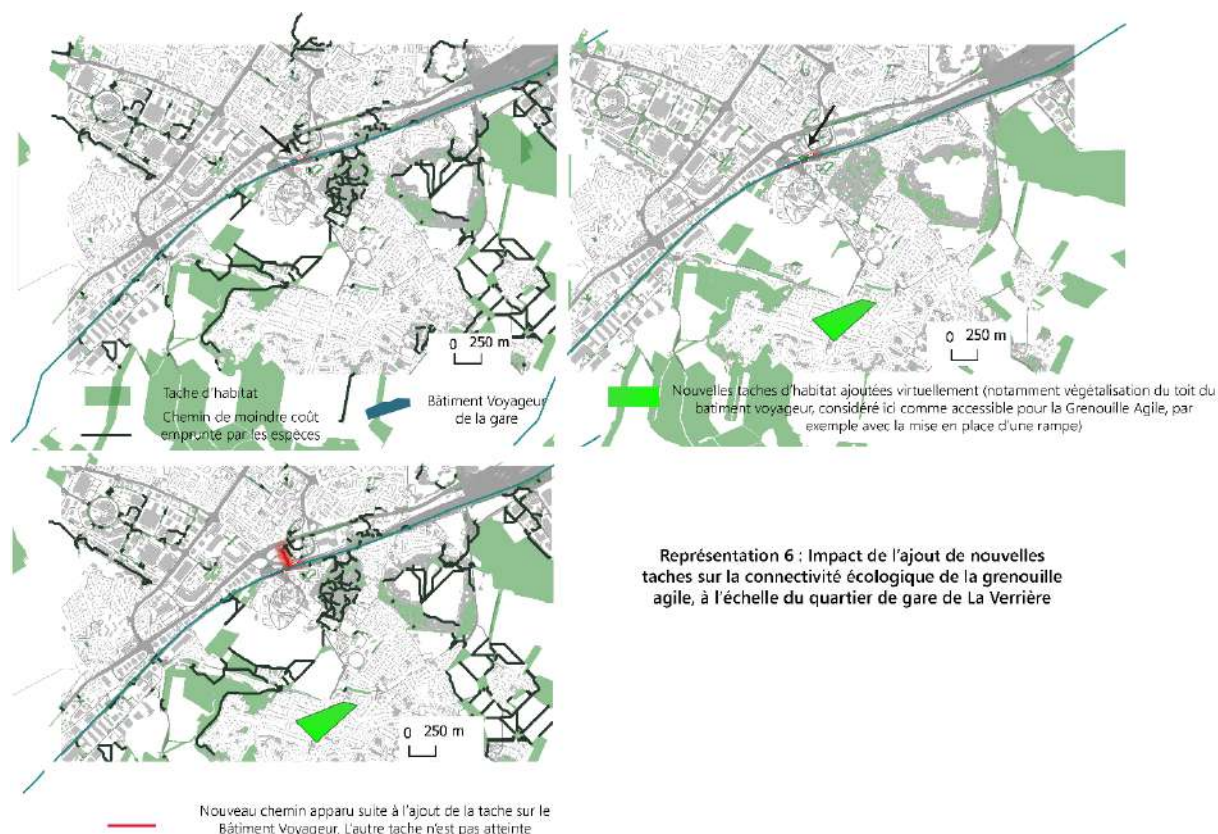


FIGURE J.11 – Sixième cartographie présentée durant l'Atelier 4 : ajout de tache et conséquences sur le réseau

Annexe K

Typologie des habitats présents dans les quartiers de gare (Serret 2021)

Les habitats des quartiers de gare

5.1. Les pelouses urbaines

Faciès



La Verrière



Tacoignières



La Verrière



Caractéristiques générales

- ✓ Strate végétale basse due à des tontes régulières
- ✓ Espaces ouverts
- ✓ Plantations fréquentes d'arbres d'ornement, de haies arbustives, de massifs horticoles
- ✓ Diversité floristique liée à l'utilisation de produits phytosanitaires ou au piétinement

Cortège floristique associé

Habitats dominés par le Ray Grass anglais (*Lolium perenne*), achillée millefeuille (*Achillea millefolium*), pissenlit (*Taraxacum ruderales*), trèfle blanc (*Trifolium repens*), luzerne lupuline (*Medicago lupulina*), torilis noueux (*Torilis nodosa*), geranium mou (*Geranium molle*), pâturin annuel (*Poa annua*), pâquerette (*Bellis perennis*), brunelle commune (*Prunella vulgaris*), porcelle enracinée (*Hypochaeris radicata*), lamier pourpre (*Lamium purpurea*), véronique des champs (*Veronica arvensis*).

Intérêts pour la faune urbaine

- ✓ Oiseaux associés : espèces spécialistes des milieux bâtis ou espèces généralistes comme les moineaux domestiques, pigeons biset, merles, mésanges bleues, mésanges charbonnières
- ✓ Insectes floricoles et pollinisateurs sauvages
- ✓ Petits mammifères terrestres

Gares dont les quartiers contiennent cet habitat

- ✓ La Verrière
- ✓ Montparnasse
- ✓ Tacoignières
- ✓ Vanves
- ✓ Epônes-Mézières
- ✓ Saint-Quentin

5.2. Les friches ferroviaires

Faciès



Rambouillet



Vanves



Rambouillet



Mantes-la-Jolie

Caractéristiques générales

- ✓ Zones délaissées sur les voies ferrées ou sur les bordures des quais
- ✓ Strates herbacées, arbustives et arborées
- ✓ Proportion très significative d'espèces invasives

Cortège floristique associé

Présence significatrice d'espèces invasives comme le buddleja (*Buddleia davidii*), le robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*), le séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*), l'ailante (*Ailantus altissima*), vergerette du Canada (*Conysa canadensis*), vergerette de Sumatra (*Conysa sumatrensis*), renouée du Japon (*Reynoutria japonica*).

Intérêts pour la faune urbaine

- ✓ Insectes floricoles et pollinisateurs : habitats et zone de nourrissage
- ✓ Oiseaux : zone de nourrissage
- ✓ Petits mammifères terrestres

Gares dont les quartiers contiennent cet habitat

- ✓ Toutes

5.3. Les prairies urbaines

Faciès



Mantes-la-Jolie



Mantes-la-Jolie



Meudon



Montparnasse



Epône-Mézières

Caractéristiques générales

- ✓ Strate végétale haute due à des tontes moins fréquentes que les pelouses
- ✓ Zones de pelouses non gérées évoluant en prairies
- ✓ Grande variété de richesse floristique, présence d'orchidées sauvages

Cortège floristique associé

Habitats dominées par les graminées comme le ray grass anglais (*Lolium perenne*), le dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*), le pâturin des champs (*Poa pratensis*), le pâturin commun (*Poa trivialis*), la fétuque élevée (*Lolium arundinaceum*), le brome mou (*Bromus hordeaceus*), le brome stérile (*Anisantha sterilis*)

On y observe des espèces caractéristiques comme la carotte sauvages (*Daucus carotta*), le trèfle des champs (*Trifolium pratensis*), le séneçon jacobée (*Senecio jacobea*), la centaurée noire (*Centaurea nigra*), l'orchis bouc (*Himantoglossum hircinum*), l'ophrys abeille (*Ophrys apifera*), l'orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*), vipérine commune (*Echium vulgare*), plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*), le coquelicot (*Papaver rhoeas*), l'achillée millefeuille (*Achillea millefolium*), la centranthe rouge (*Centranthus ruber*).

Intérêts pour la faune urbaine

- ✓ Insectes floricoles et pollinisateurs : habitats et zone de nourrissage
- ✓ Oiseaux : zone de nourrissage et habitats dans des massifs arbustifs en bordure de prairie
- ✓ Petits mammifères terrestres
- ✓ Chiroptères : zones de nourrissage

Gares dont les quartiers contiennent cet habitat

- ✓ Epônes-Mézières
- ✓ La Verrière
- ✓ Mantes
- ✓ Meudon
- ✓ Montparnasse
- ✓ Rambouillet
- ✓ Saint-Quentin
- ✓ Tacoignières

5.4. Les friches urbaines

Faciès



La Verrière



Epône-Mézières



Caractéristiques générales

- ✓ Zones occupant de grandes surfaces sur des terrains abandonnés
- ✓ Présence de strates herbacées, arbustives, arborées, plantes grimpantes
- ✓ Présence marquée d'espèces exotiques envahissantes

Cortège floristique associé

Les strates herbacées sont composées d'espèces typiques des prairies comme le dactyle aggloméré (*Dactylis glomerata*), l'orge des rats (*Hordeum murinum*), le brome mou (*Bromus hordeaceus*), le brome stérile (*Anisantha sterilis*), le coquelicot (*Papaver rhoeas*), le cirse commun (*Cirsium vulgare*), le cirse des champs (*Cirsium arvensis*), la vesce commune (*Vicia sativa*). On y trouve aussi des espèces herbacées invasives comme la vergerette du Canada (*Conyza canadensis*), la vergerette de Sumatra (*Conyza sumatrensis*) ou encore le séneçon du Cap (*Senecio inaequidens*).

Les strates arbustives et arborées sont composées d'espèces horticoles, indigènes et invasives comme le cornouiller sanguin (*Cornus mas*), le sureau noir (*Sambucus nigra*), la ronce commune (*Rubus fruticosus*), le buddleja (*Buddleia davidii*), le robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*).

Intérêts pour la faune urbaine

- ✓ Insectes floricoles et pollinisateurs : habitats et zone de nourrissage
- ✓ Oiseaux : zone de nourrissage et habitats dans des massifs arbustifs et les ronciers
- ✓ Habitats et zones de nourrissage pour des petits mammifères terrestres
- ✓ Chiroptères : zones de nourrissage

Gares dont les quartiers contiennent cet habitat

- ✓ Epônes-Mézières
- ✓ La Verrière
- ✓ Mantes
- ✓ Rambouillet
- ✓ Tacoignières
- ✓ Vanves

5.5. Les boisements urbains

Faciès



Tacoignières

Caractéristiques générales

- ✓ Zones arborées plus ou moins denses
- ✓ Espaces ombragés
- ✓ Couvert végétal dépendant des pratiques de gestion et de l'accessibilité

Cortège floristique associé

Nombreuses espèces d'arbres plantés ou indigènes comme les chênes (*Quercus sp.*), les cerisiers (*Prunus sp.*), les érables sycomores (*Acer pseudoplatanus*), tilleuls (*Tilia sp.*) et autres espèces communément plantées en ville

Intérêts pour la faune urbaine

- ✓ Oiseaux : zones de nidification et de nourrissage
- ✓ Chauves-souris : gîtes d'hiver et d'été dans des cavités d'arbres
- ✓ Insectes floricoles : en fonction des espèces mellifères présentes

Gares dont les quartiers contiennent cet habitat

- ✓ La Verrière
- ✓ Meudon

5.6. Les pieds d'arbres

Faciès



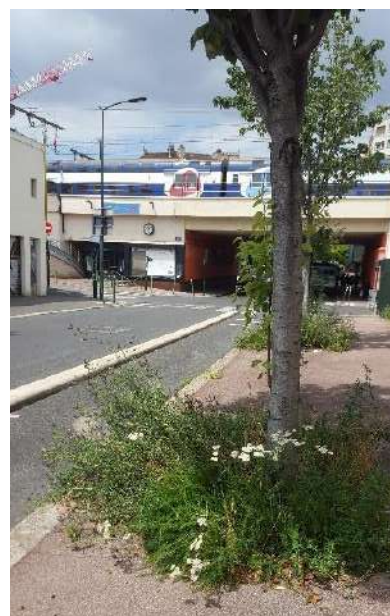
Mantes



Montparnasse



Meudon



Vanves

Caractéristiques générales

- ✓ Espaces plantés par des particuliers ou par les collectivités locales
- ✓ Espaces tantôt laissés « en friche » tantôt jardinés
- ✓ Grande diversité d'espèces plantées et sauvages

Cortège floristique associé

Dépend des plantations réalisées, espèces horticoles

Espèces rudérales pionnières comme l'orge des rats (*Hordeum murinum*), folle avoine (*Avena fatua*), vesce commune (*Vicia sativa*), achillée millefeuille (*Achillea millefolium*), rorippe (*Rorippa sylvestris*).

Intérêts pour la faune urbaine

- ✓ Insectes floricoles
- ✓ Petits mammifères terrestres

Gares dont les quartiers contiennent cet habitat

- ✓ Mantes
- ✓ Montparnasse
- ✓ Vanves
- ✓ Meudon

Sommaire

— Résumé	2
— Remerciements	4
— Table des matières	6
— Table des figures	14
— Table des sigles et acronymes	15
— Introduction	18
— Partie I : Les effets de la gare sur la biodiversité comme combinatoire d’effets paysagers et urbains	25
— Chapitre 1 : Appréhender les impacts du linéaire ferroviaire sur la biodiversité	26
— Chapitre 2 : Impacts réciproques de la ville et de l’écologie	50
— Chapitre 3 : Production et gestion des gares et quartiers de gare	72
— Partie II : Fréquentation des quartiers de gare par les non-humains : ancrage géographique de la question de recherche et modélisation de la connectivité écologique	96
— Chapitre 4 : Présentation de la question de recherche	97
— Chapitre 5 : Présentation des terrains	108
— Chapitre 6 : L’emploi des graphes pour modéliser le réseau écologique	137
— Partie III : Analyse des enjeux sociaux liés à l’intégration de la biodiversité dans les quartiers de gare	197
— Chapitre 7 : Méthodologie de suivi des acteurs sociaux	198
— Chapitre 8 : Retracer les réseaux de la gare et de la biodiversité	228
— Chapitre 9 : Aborder conjointement la gare et la biodiversité : Mode d’existence, organisation et supports	300
— Conclusion	349
— Bibliographie	352
— Annexes	402