SYNERGIE

MISE EN SYNERGIE DES RESEAUX : EVALUER LA CONTRIBUTION DES EMPRISES DES INFRASTRUCTURES LINEAIRES DE RTE ET DE SNCF RESEAU AUX CONTINUITES ECOLOGIQUES

Coordination scientifique : Magalie Franchomme

MCF, Géographie-Aménagement
TVES - Laboratoire Territoires, Villes, Environnement et Société,
Université de Lille

Auteurs : Magalie Franchomme, Christelle Audouit, François Benchendikh, Sylvie Delmer, Christelle Hinnewinkel, Jean-Baptiste Litot, Céline Pernin, Guillaume Schmitt

RAPPORT FINAL
18 SEPTEMBRE 2018

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie

ITTECOP
Infrastructures de transports terrestres écosystèmes et paysages

TVES
TERRITOIRES VILLES ENVIRONNEMENT & SOCIÉTÉ EA 4477

LGCgE
Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement
Lille Nord de France

Ceraps
UMR 8026 – CNRS

calhiste

Equipe scientifique

Christelle Audouit
François Benchendikh
Elodie Castex
Sylvie Delmer
Sylvain Demuynck
Fabienne Grumiaux
Christelle Hinnewinkel
Marie Laboureur
Jean-Baptiste Litot
Céline Pernin
Guillaume Schmitt
Clémentine Thierry

CEREMA

Florian Fournier
Anne-Claire De Rouck

Asconit Consultants

Laure Belmont
Cécile Martin

Stagiaires

Anaïs Bonnet
Camille Cinquin
Jérémy Duvivier
Olivier Lecoq
Cyprien Ghesquière
Marie Rousselou
Florian Stevance
Adrien Watel

TABLE DES MATIERES

Table des illustrations 6
Acronymes 10
INTRODUCTION : LE PROJET SYNERGIE 11
Contexte general 11
les ambitions du projet synergie 13
le contexte de l'ex. Region nord-pas de calais : élèments d'etat des lieux 13

PARTIE 1.LE PROJET SYNERGIE : PRESENTATION GENERALE 17
1. Objectifs et organisation du projet 18
2. Composition de l'equipe et animation de l'interdisciplinarite 19
2.1. Une equipe pluridisciplinaire 19
2.2. Interdisciplinarite de la recherche : mise en place d'un outil collaboratif, seminaires et thesaurus 21
2.2.1. Organisation de séminaires et objectifs 21
2.2.2. Plateforme collaborative et site internet 23
3. Choix des sites d'étude 24
3.1. Pre-identification des secteurs a l'echelle regionale 25
3.2. Presentation des sites d'etude 27
4. Faire avec les aléas d'un projet de recherche 36
4.1. Recomposition de l'équipe de recherche 36
4.2. Faire face à un contexte institutionnel et réglementaire changeant 37
4.3. Relations et gestion du projet en interne et avec les acteurs des ILTe 38
5. Valorisations du projet 39

PARTIE 2. CONNECTIVITE ECOLOGIQUE DANS LE NORD DE LA FRANCE : POTENTIALITES DES ILTE 43
1. Modélisation de la matrice paysagère 44
1.1. Collecte et harmonisation des donnees 44
1.2. Des indicateurs de qualité caractérisant la biodiversité du paysage 45
1.3. Des indicateurs de forme pour caractériser la fragmentation et la connectivité du paysage 48
1.4. Des indicateurs de configuration comme révélateurs de la situation des habitats 49
1.5. Pondération des indicateurs pour construire un indice composite de biodiversité potentielle (icbp) ... 49
2. Modélisation de la connectivité du paysage dans le nord de la france 50
2.1. Les méthodes d'identification des corridors 51
2.2. Méthodes de calcul de la connectivité potentielle du paysage du nord de la france 52
3. Simulations de l'amélioration de la connectivité écologique à partir d'une bonification de l'icbp des emprises foncières des ilte 54
3.1. Les scénarii de bonification des emprises foncières des réseaux techniques 54
3.2. Les effets des bonifications : faible gain de connectivité régionale mais nette amélioration de la porosité locale du paysage 57
3.3. Contribution de la synergie des deux ilte : réduction de l'effort global de bonification 58
3.4. Modélisation de la connectivité paysagère comme outil de médiation 60
4. Conclusion de partie 61

PARTIE 3. PRISE EN COMPTE DE LA BIODIVERSITE DANS LES PRATIQUES D'ENTRETIEN DES DEPENDANCES VERTES : CONTRAINTES ET LEVIERS 67

1. Démarche 68
1.1. Lecture des documents juridiques 69
1.2. Étude des pratiques d'entretien du couvert végétal et des représentation de la biodiversité et du paysage 70
1.3. Restitutions des résultats du projet auprès des gestionnaires 72
2. Résultats 73
2.1. Inventaire des pratiques d'entretien du couvert végétal des ILTe 73
2.2. Enjeux juridiques des obligations environnementales en faveur de la biodiversité 74
2.3. Typologie des pratiques d'entretien du couvert végétal au regard des obligations 77
2.3.1. Des pratiques liées aux obligations réelles 78
2.3.2. Des pratiques qui ressemblent à des obligations réelles 81
3.2.3.3. Des pratiques innovantes 87
2.4. Prise en compte de la biodiversité dans les pratiques : contraintes et leviers 93
2.4.1. Obligations : maîtriser la végétation et respecter les normes environnementales 94
2.4.2. Contraintes organisationnelles : un vaste territoire ou de multiples gestionnaires 94
2.4.3. Évolution des représentations de la biodiversité des dépendances vertes des ILTe 95
3.2.5. Pistes pour généraliser la prise en compte de la biodiversité dans les pratiques 102

PARTIE 4. POUR DES PRECONISATIONS DE GESTION : MESURE DE LA BIODIVERSITE ET DE LA FONCTIONNALITE DES INFRASTRUCTURES 105
1. Analyse du paysage 106
1.1. Méthodologie 106
1.2. Description des indicateurs de structure du paysage 107
1.3. Résultats 108
2. Suivi de la faune circulante 117
2.1. Méthodologie 117
2.1.1. Étude préliminaire des sites 117
2.1.2. Pièges photographiques : suivi des mammifères terrestres 117
2.1.3. Inventaires complémentaires 119
2.2. Modalités prévisionnelles d'interprétation des résultats 120
2.3. Résultats 120
2.3.1. Site de bailleul 120
2.3.2. Site de ruminghem 126
3. Fonctionnement écologique des sites d'étude 133
3.1. Site de Bailleul 133
3.1.1. Périodes d'activité 133
3.1.2. Sens de déplacement 135
3.1.3. Nature de l'activité 137
3.2. Site de Ruminghem 137
3.2.1. Périodes d'activité 137
3.2.2. Sens de déplacement 138
3.2.3. Nature de l'activité 139
3.3. Analyse et confrontation entre sites 141
3.3.1. Confrontation des sites du point de vue écologique et insertion dans la matrice paysagère 141
3.3.2. Confrontation dans le fonctionnement des sites 141
3.3.3. Enseignements et discussions 142

3.4. Conclusions 142
4. Suivi de la faune du sol au niveau des infrastructures 143
4.1. Bioindicateurs utilisés 143
4.2. Stations d'étude et protocole de suivi 145
4.3. Résultats 147
4.3.1. Réseau RTE 147
4.3.2. Réseau SNCF 151
4.4. Discussion - Conclusion 152
4.5. Bilan 153

PARTIE 5. POUR CONCLURE : FABRIQUE DE L'INTERDISCIPLINARITE 155

BIBLIOGRAPHIE 164
ANNEXES 170

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1. Un terrain d'étude caractérisé par la forte présence et la forte densité des réseaux électriques HT et THT et ferrées. 14
Figure 2. Proximité des emprises foncières des infrastructures linéaires de transports avec le SRCE du Nord et du Pas-de-Calais. 15
Figure 3 : Structuration et organisation du projet SYNERGIE. 20
Figure 4. Les outils de partage de la recherche mis en place pour le projet SYNERGIE. 23
Figure 5. Les outils de valorisation mis en place pour le projet SYNERGIE. 24
Figure 6. Illustration du « flou spatial » appliqué lors du séminaire d'équipe sur la présentation des secteurs de concentrations des « points de rencontre » des 3 réseaux. 26
Figure 7. Carte de synthèse des secteurs de concentration des points de rencontre des 3 opérateurs. 27
Figure 8. Contraintes d'accessibilité du site d'Aubry-du-Hainaut. 28
Figure 9. Localisation des deux sites retenus pour les investigations terrain. 28
Figure 10. Site de Bailleul : aux croisements des réseaux. 29
Figure 11. Prise de vue du site de Bailleul. 30
Figure 12. Localisation des 2 stations d'étude et des pylônes suivis à Bailleul. 31
Figure 13. Carte des continuités écologiques et des espaces à renaturer du SRCE-TVB sur la Flandre Intérieure. 31
Figure 14. Photos du site de Bailleul le 21/05/2017. 32
Figure 15. Site de Ruminghem : aux croisements des réseaux. 33
Figure 16. Prise de vue du site de Ruminghem. 34
Figure 17. Carte des continuités écologiques et des espaces à renaturer du SRCE-TVB sur le calaisis. 35
Figure 18. Photos du site de Ruminghem le 24/05/2017. 35
Figure 19. Illustration de la fragmentation du paysage de la zone d'étude : des tâches majoritairement de faible superficie (Réalisation : Schmitt, 2018). 48
Figure 20. Modélisation des chemins de moindre coût des réseaux écologiques élémentaires et secondaires. 53
Figure 21. Simulations d'amélioration de la connectivité du réseau écologique élémentaire après bonification des emprises foncières des ILTe. 55
Figure 22. Simulations d'amélioration de la connectivité du réseau écologique élémentaire après bonification des emprises foncières des réseaux des deux ILTe. 56
Figure 23. Contributions respectives des deux ILTe à la simulation par bonification de 20 % de leurs emprises à la connectivité écologique du Nord de la France. 59
Figure 24. Conception d'un outil de médiation : l'atlas numérique et interactif. 60
Figure 25.Extraits de l'atlas numérique. 63
Figure 26 : Les trois objectifs spécifiques de l'axe 2. 68
Figure 27 : Démarche mise en place par l'axe 2. 69
Figure 28. Construction de la typologie : inventaire des pratiques. 74
Figure 29. Typologie des pratiques d'entretien du couvert végétal au regard des obligations. 78
Figure 30. Pratiques d'entretien de la végétation des dépendances vertes des voies ferrées en application de la Servitude T1 : formations végétales visées et techniques - Source : RFF, Plaquette « Maîtrise de la végétation le long des voies ferrées » - (D. Llorens, chargé de mission environnement – RFF Région Rhône-Alpes-Auvergne). 80
Figure 31. Distances à respecter entre les lignes électriques et la végétation selon l'AT et selon le cahier des CCGLA. 87
Figure 32. La hauteur maximale de la végétation des pieds de pylônes selon les règles définies par le cahier des charges générales lignes aériennes – Source : RTE. 88
Figure 33. Les mots les plus fréquents des 14 entretiens menés avec les gestionnaires. 93
Figure 34. La gestion du couvert végétal : une contrainte pour l'opérateur SNCF un vaste réseau de dépendances vertes soumis à l'embroussaillement. 95
Figure 35. Espèce animales citées par les agriculteurs. 98
Figure 36. Les déplacements des mammifères selon un agriculteur du site de Ruminghem. 101
Figure 37. Les déplacements des mammifères selon un agriculteur du site de Bailleul. 101

Figure 38. Pratiques sur lesquelles les opérateurs peuvent agir pour améliorer la prise en compte de la biodiversité. 102
Figure 39. Composition paysagère du pylône 1082 à Bailleul. 110
Figure 40. Composition paysagère du pylône 1083 à Bailleul. 111
Figure 41. Composition paysagère du pylône 5 à Ruminghem. 114
Figure 42. Composition paysagère du pylône 6 à Ruminghem. 115
Figure 43. Positions retenues des pièges photo en place en juillet 2017 sur le site de Bailleul (Coordonnées GPS : 50.7161726, 2.7041630). 118
Figure 44. Positions retenues des pièges photo en place en juillet 2017 sur le site de Ruminghem (Coordonnées GPS : 50.8463054, 2.1908761). 118
Figure 45. Extraction Google Map sur laquelle est reporté le trajet de recherches d'indices à Bailleul. 119
Figure 46. Extraction Google Map sur laquelle est reporté le trajet de recherches d'indices à Ruminghem. 119
Figure 47. Récapitulatif des sens de circulation préférentiels de la faune au droit des différents appareils photo sur le site de Bailleul 136
Figure 48. Récapitulatif des sens de circulation préférentiels de la faune au droit des différents appareils photo sur le site de Bailleul. 140
Figure 49. NMDS (*non-metric multidimensional scaling)* sur les communautés de carabes en fonction des modalités de gestion. 148
Figure 50. Abondance et richesse spécifique moyenne des cloportes sur les parcelles en friche en fonction de la distance au pylône (1 : sous-pylône, 2 : 5 m et 3 : 15 m). 149
Figure 51. Abondances moyennes des différentes catégories écologiques des collemboles en prairie en fonction de la distance au pylône 149
Figure 52. Abondance relative des différentes catégories écologiques de collemboles sur les différentes modalités de gestion. 150
Figure 53. Abondances moyennes des cloportes et des vers de terre sous les pieds de pylônes en friche (F) sur parcelles cultivées C en fonction de la distance au pylône (1 : sous-pylône, 2 : 5 m et 3 : 15 m). 150
Figure 54. Abondances moyennes des carabes sous les pieds de pylônes en friche (F) sur parcelles cultivées C en fonction de la distance au pylône (1 : sous-pylône, 2 : 5 m et 3 : 15 m). 151
Figure 55. Abondance relative des différents types écologique des collemboles sur Bailleul et Ruminghem 151
Figure 56. Boussole d'évaluation de l'interdisciplinarité intra-axes du projet SYNERGIE. 160
Figure 57. Boussole d'évaluation de l'interdisciplinarité inter-axes du projet SYNERGIE. 162

Tableau 1. Synthèse des séminaires et relevés des principales décisions. 22
Tableau 2. Les données opérateurs et CR Nord-Pas de Calais mobilisées pour l'identification des secteurs de concentration des « points de rencontre ». 26
Tableau 3. Fiche d'identité du site de Bailleul. 30
Tableau 4. : Fiche d'identité du site de Ruminghem. 34
Tableau 5. Calendrier de collecte des données. 45
Tableau 6. Les zonages et labels environnementaux présents sur le secteur d'étude et leurs poids définis à dires d'experts dans l'indicateur de biodiversité potentielle. 47
Tableau 7. Pondération des indicateurs de qualité, de forme et de configuration (exposition) pour la réalisation d'un indice composite de biodiversité potentielle (ICBP). 50
Tableau 8. Évolution du coût des chemins du réseau écologique élémentaire après bonification de l'ICBP des emprises des deux ILTe. 57
Tableau 9. Évolution du coût des chemins du réseau écologique secondaire après bonification de l'ICBP des emprises des deux ILT. 57
Tableau 10. Évolution du nombre de chemins du réseau écologique élémentaire après bonification de l'ICBP des emprises des deux ILTe. 57
Tableau 11. Évolution du nombre de chemins du réseau écologique secondaire après bonification de l'ICBP des emprises des deux ILTe. 58
Tableau 12. Évolution du coût des chemins des réseaux écologiques élémentaire et secondaire après bonification conjointe des emprises des deux ILTe. 59

Tableau 13. Evolution du nombre de chemins des réseaux écologiques élémentaire et secondaire après bonification conjointe des emprises des deux ILTe. 59
Tableau 14. Les 14 entretiens auprès des gestionnaires (opérateurs et agriculteurs). 70
Tableau 15. Techniques d'entretien et types de formation végétale des pieds de pylône – Source : entretien avec les agriculteurs concernés par l'étude. 79
Tableau 16. Techniques d'entretien de la végétation des voies ferrées et de leurs dépendances vertes selon le classement ou non en zone prioritaire – Source : SNCF (entretien). 80
Tableau 17. Techniques d'entretien de la végétation des voies ferrées et de leurs dépendances vertes dans les zones de non traitement (ZNT) – Source : SNCF (entretien). 81
Tableau 18 : Typologie nationale de l'inventaire végétation de RTE et les techniques d'entretien – Source : RTE (entretiens). 89
Tableau 19. Description du paysage autour des ILTe par les agriculteurs. 97
Tableau 20. 4 espèces animales disparaissent et 3 espèces sont affectées par les lignes électriques selon les agriculteurs. . 98
Tableau 21. 11 espèces animales causent des dégâts selon les agriculteurs. 98
Tableau 22. 5 espèces animales sont utiles selon les agriculteurs. 99
Tableau 23. 9 autres espèces citées par les agriculteurs. 100
Tableau 24. Les types de milieux où les agriculteurs ont observés les espèces citées. 100
Tableau 25. Hypothèses à propos des externalités des pratiques d'entretien de végétation sur la biodiversité. 103
Tableau 26. Impulsions et freins idéels à la prise en compte de la biodiversité dans les pratiques d'entretien du couvert végétal des dépendances vertes. 103
Tableau 27. Opportunités et freins à la prise en compte de la biodiversité dans les pratiques d'entretien du couvert végétal des dépendances vertes. 104
Tableau 28. Valeurs des différents indices mesurés pour le paysage autour du pylône 1082 à Bailleul. 110
Tableau 29. Valeurs des différents indices mesurés pour le paysage autour du pylône 1083 à Bailleul. 112
Tableau 30. Valeurs des différents indices mesurés pour le paysage autour du pylône 5 à Ruminghem. 114
Tableau 31. Valeurs des différents indices mesurés pour le paysage autour du pylône 6 à Ruminghem 116
Tableau 32. Récapitulatif de la flore relevée sur le site de Bailleul. 121
Tableau 33. Liste des espèces contactées par les pièges photos, période de contact et localisation sur le site de Bailleul .. 122
Tableau 34. Liste des oiseaux identifiés sur le site de Bailleul (méthode IPA) 123
Tableau 35. Liste des arthropodes identifiés sur le site de Bailleul (méthode filet) 124
Tableau 36. Liste des espèces identifiées à vue sur le site de Bailleul 124
Tableau 37. Récapitulatif de la flore relevée sur le site de Ruminghem 126
Tableau 38. Liste des espèces contactées par les pièges photos, période de contact et localisation sur le site de Ruminghem 128
Tableau 39. Liste des oiseaux identifiés sur le site de Ruminghem (méthode IPA) 130
Tableau 40. Liste des espèces d'arthropodes identifiés sur le site de Ruminghem (méthode filet). 131
Tableau 41. Liste des espèces identifiées à vue sur le site de Ruminghem 132
Tableau 42: Récapitulatif des points et des modes de gestion 146
Tableau 43. Modalités de gestion des différentes parcelles d'étude 147
Tableau 44. Principaux paramètres agronomiques des sols étudiés 147
Tableau 45. Abondance et richesse spécifique des taxons étudiés 148

Annexe 1. Exposition XPERIUM : découvrir la recherche et l'innovation. 171
Annexe 2. Les conséquences financières pour les communes présentant sur leur territoire un ouvrage électrique. 172
Annexe 3. Liste des espèces végétales identifiées sur le site de Bailleul. 173
Annexe 4. Liste des espèces animales photographiées lors des campagnes été et automne sur le site de Bailleul pour chaque appareil photographique. 174
Annexe 5. Liste récapitulative des espèces animales identifiées sur le site de Bailleul, toutes méthodes réunies. 176
Annexe 6. Liste des espèces végétales identifiées sur le site de Ruminghem. 177

Annexe 7. Liste des espèces photographiées lors des campagnes été et automne sur le site de Ruminghem pour chaque appareil photographique. 178
Annexe 8. Liste récapitulative des espèces animales identifiées sur le site de Ruminghem, toutes méthodes réunies. 181
Annexe 9. Tableaux détaillant les moments de la journée où la faune est en activité pour les 5 appareils photos sur le site de Bailleul. 183
Annexe 10. Tableaux détaillant le sens des déplacements de faune photographiée pour les 5 appareils photos sur le site de Bailleul 184
Annexe 11. Tableaux détaillant la nature des déplacements de faune photographiée pour les 5 appareils photos sur le site de Bailleul 185
Annexe 12. Tableaux détaillant les moments de la journée où la faune est en activité pour les 5 appareils photos sur le site de Ruminghem. 187
Annexe 13. Tableaux détaillant le sens des déplacements de faune photographiée pour les 5 appareils photos sur le site de Ruminghem 188
Annexe 14. Tableaux détaillant la nature des déplacements de faune photographiée pour les 5 appareils photos sur le site de Ruminghem. 189

ACRONYMES

ADEME : Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie
APCA : Assemblée permanente des chambres d'agriculture
AT : arrêté technique
BdP : Bande de proximité
CADA : Commission d'accès aux documents administratifs
CALHISTE : Cultures, Arts, Littératures, Histoire, Imaginaires, Sociétés. Territoires, Environne- ment
CCGA : charges générales lignes électriques
CCGLA : cahier des charges générales lignes aériennes
CEN : conservatoire des espaces naturels
CERAPS : Centre d'Études et de Recherches Administratives, Politiques et Sociales
CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
COMOP-TVB : Comité opérationnel Trame verte et bleue
DCE : Directive cadre sur l'eau
DV : dépendance verte
FNE : France Nature Environnement
FNPNR : Fédération nationale des Parcs naturels régionaux
FNSEA : Fédération nationale des syndicats des exploitants agricoles
Hdf : Hauts-de-France
HT : haute tension
HTH : haute et très haute tension
ILTe : infrastructures linéaires de transport et leurs emprises
ITTECOP : Infrastructures de Transports Terrestres, Paysages et ECOsystèmes
JO : Journal officiel
LGCgE : Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement
LGV : Ligne à grande vitesse
LPO : Ligue de Protection des Oiseaux
MNHN : Muséum national d'histoire naturelle
MTES : ministère de la transition écologique et solidaire
OGE : Opération de grande envergure
ONF : office national des forêts
PLUi : Plan local d'urbanisme intercommunal
RFF : Réseau ferré de France
RTE : Réseau de transport d'électricité
SNCF : Société nationale des chemins de fer français
SRCE : Schéma Régional de Cohérence Ecologique
THT : très haute tension
TVB : trame verte et bleue
TVES : Laboratoire Territoires, Villes, Environnement et Société
ZNT : Zones de Non Traitement

INTRODUCTION : LE PROJET SYNERGIE

Le projet SYNERGIE est soutenu par le programme incitatif de recherche ITTECOP (Infrastructures de Transports Terrestres, Paysages et ECOsystèmes, http://ittecop.fr), conduit par le ministère de la transition écologique et solidaire (MTES), en coordination avec l'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME). Ce programme soutient des projets interdisciplinaires centrés sur les relations entre paysages, écosystèmes et ILTe (infrastructures linéaires de transport et leurs emprises) routières, ferrées, fluviales ou énergétiques. Depuis sa création en 2008, ce sont plus de 30 projets de recherche qui ont été soutenus (Luginbühl, 2013).

SYNERGIE s'inscrit pleinement dans les objectifs du l'APR 2014 « Infrastructures linéaires de transport, biodiversités et paysages » tant par le sujet de recherche interrogé, que la composition interdisciplinaire de l'équipe, composée de chercheurs et ingénieurs en sciences humaines et sociales, sciences de la nature, juristes et architectes. L'objectif général du projet est **d'évaluer si et comment les ITL peuvent participer au maintien ou au rétablissement des continuités écologiques constitutives de la Trame Verte et Bleue, et estimer les conditions d'une interaction viable entre la biodiversité, les ILTe et les contraintes réglementaires et de gestion qu'elles sous-tendent**.

CONTEXTE GENERAL

Le paysage français actuel a connu au cours du XXème siècle de profondes mutations. La croissance et l'étalement urbain, le remembrement agricole, le développement de zones industrielles et commerciales et surtout la densification des infrastructures de transports en tous genres sont les principaux facteurs de fragmentation du paysage. Plusieurs études ont mis en évidence les multiples effets des ILTe sur les flux de certaines populations animales, et donc sur le bon fonctionnement des écosystèmes.

La connectivité paysagère participe au bon fonctionnement des écosystèmes (Fahrig et *al.*, 1995 ; Huijser et Bergers, 2000 ; Serrano et a*l.*, 2002 ; Kaczensky et *al.*, 2003 ; Jinxing et *al.*, 2008). La viabilité d'une espèce dépend, effectivement, de sa capacité à se déplacer entre les différentes tâches d'habitat d'un territoire fragmenté, en empruntant les connexions existantes (With et *al.*, 1997 ; Taylor et *al.*, 2006). Or, les ILTe fragmentent les habitats naturels en parcelles isolées et peuvent créer des différences importantes entre elles (Forman, 1995). Ce phénomène peut avoir deux effets principaux : i) une réduction de la taille des habitats de telle sorte que les populations ne peuvent plus y vivre ; ii) un isolement parcellaire de sorte que les individus ne peuvent ainsi plus se déplacer de l'une à l'autre. Les espèces peuvent alors se retrouver menacées d'extinction locale ou régionale (Cushman, 2006 ; Coffin, 2007 ; Scherer et *al.*, 2012).

De ce fait, l'implantation d'ILTe et les phénomènes secondaires qui en découlent sont devenus le principal danger qui pèse sur la biodiversité actuellement à échelle mondiale (SETRA, 2011). Les voies ferrées, par exemple, ont fait l'objet de nombreuses analyses pour leur impact sur la biodiversité et sur les communautés animales et végétales (Berthoud, 2006). Le programme ITTECOP a contribué à cette somme de connaissance, notamment en précisant et quantifiant ses effets sur la présence d'espèces animales (Foltête, 2011 ; Deshaies et *al.*, 2015 ; SNCF Réseau et *al., 2015*). Il en ressort que, comme la plupart des ILTe, elles peuvent induire des effets directs ou indirects, à court ou long terme :

- ✓ **Les effets directs** concernent les écosystèmes dont la superficie a été réduite par ces infrastructures et entrainent alors des pertes d'habitats (De Saadeler et *al., 2003*). Cela englobe les mortalités par collision, ainsi que l'effet barrière (Jackson, 2000 ; Clevenger et *al., 2001 ;* Clevenger et *al., 2003 ;* Coffin, 2007 ; Glista et *al., 2007*). Il semblerait également, d'après Maillard (2014), que ce ne soit pas la vitesse des trains qui jouerait un rôle majeur, mais plutôt la fréquence des passages et surtout le nombre de voies qui influenceraient la faune de part et d'autre de la ligne.

- ✓ **Les effets indirects** concernent la fragmentation et la dégradation des écosystèmes (Forman et Alexander, 1998 ; Vandewoestijne et *al.*, 2005 ; Lidenmayer et Fischer, 2006 ; Maillard, 2014), que ce soit par le bruit des trains par exemple, ou par les perturbations des infrastructures engendrées par leur construction. De plus, il a été démontré que plus les espèces ont une distance de dispersion importante, moins elles seront présentes aux abords des ILTe (Girardet *et al*., 2013).

Récemment, le regard porté sur les ILTe a considérablement évolué ; des effets positifs sur la biodiversité génétique, spécifique, écosystémique ou fonctionnelle leur sont aujourd'hui reconnus (Ranta, 2008 ; Penone et *al.*, 2012 ; Vergnes et *al*., 2013 ; Clevenot et *al.*, 2017). Ils restent ponctuels et apparaissent souvent lors des efforts de compensation et d'accompagnement mis en œuvre lors de l'élaboration des mesures. Certaines études révèlent des résultats tout à fait positifs de ces infrastructures. Des ouvertures de milieux causées par la construction d'infrastructures peuvent permettre à une biodiversité de milieux ouverts de réapparaître. C'est le cas, par exemple, du papillon azuré des mouillères (*Maculinea alcon*), ou encore de la gentiane des marais (*Gentiana pneumonanthe*) dans les landes comme l'a relevé le Conseil Régional d'Espaces Naturels (CREN) d'aquitaine en 2010 (Dupont, 2010). Les dépendances vertes, c'est-à-dire les espaces techniques nécessaires à la gestion et à la sécurité de l'infrastructure ferroviaire, routière ou électrique deviennent ainsi lieux d'expression de la biodiversité ordinaire comme d'habitats originaux (Baker et *al.*, 2007 ; Williams et Jackson, 2007 ; Byrne et *al.*, 2008 ; Grimm et *al.*, 2008). Leur contribution à la préservation de la biodiversité locale et régionale est désormais établie, en particulier dans les territoires fortement artificialisés et urbanisés (Penone, 2012 ; Vergnes et *al.*, 2013). Elles peuvent constituer un corridor écologique longitudinal, en fonction des gestions pratiquées par les opérateurs et ainsi renforcer le réseau écologique existant. Les schémas régionaux de cohérence écologique (SRCE) doivent permettre de répondre à ces objectifs, par la construction de la trame verte et bleue.

C'est pourquoi, le comité opérationnel trame verte et bleue (COMOP-TVB) ne définit plus uniquement les intersections entre corridors écologiques et les ILTe comme des « points de conflits »[1] et propose de les considérer comme des potentiels supports de biodiversité (Allag-Dhuisme et *al.*, 2010). Les pylônes électriques dans des paysages ouverts ou certains talus ferroviaires traversant une région d'agriculture intensive entrent parfaitement dans cette nouvelle acception.

[1] Sont définis comme points de conflit, « les points d'intersection entre le réseau fragmentant - générant un obstacle - et les flux connus de déplacements d'espèces ou les principales continuités écologiques, qu'elles soient existantes ou à recréer » (Alsace Nature, 2008 : 31).

LES AMBITIONS DU PROJET SYNERGIE

Le projet SYNERGIE part du postulat que loin de ne présenter que des externalités négatives, les ILTe peuvent également se voir comme des opportunités à saisir, notamment foncières, et plus particulièrement dans la mise en œuvre des SRCE. Se pose la question suivante : Comment les dépendances vertes, les zones d'emprunts et les délaissés peuvent-elles contribuer de façon effective au maintien ou au rétablissement de la continuité écologique et être supports de réservoirs de biodiversité ?

En raison de la densité des réseaux de transport dans le Nord et dans le Pas-de-Calais, la recherche se focalise sur deux opérateurs, SNCF RÉSEAU et Réseau de transport d'électricité (RTE). Le premier se caractérise par de vastes emprises dont l'accès est limité et s'étend sur plus de 51 000 km de voies ferrées, dont 30 000 km de lignes en service[2]. Les chantiers en cours devraient porter la longueur du réseau à grande vitesse à plus de 2 400 km à l'horizon 2018. Le second a certes une moindre emprise au sol, mais impose, en raison du surplomb des lignes électriques, des contraintes de constructibilité, ainsi que de hauteur et type de couvert végétal. Le réseau RTE est quant à lui le plus grand d'Europe, puisqu'il développe près de 105 000 km de lignes. Au total en 2015, le réseau compte 1 231 transformateurs, 2 710 postes électriques RTE et 3 504 points de livraison. Ce choix s'explique également par la volonté de poursuivre des travaux antérieurs avec ces opérateurs.

LE CONTEXTE DE L'EX. REGION NORD-PAS DE CALAIS : ELEMENTS D'ETAT DES LIEUX

En raison de sa longue histoire industrielle, débutée dès le XVIIIème siècle, et l'importance de son tissu urbain, l'ancienne région Nord-Pas de Calais[3] dispose d'un important réseau d'infrastructures routières, ferroviaires, fluviale, gazières et électriques.

Respectivement 3ème et 15ème département comportant le plus de pylônes des lignes électriques HT et THT, les départements du Nord (5 770 km²) et du Pas-de-Calais (6 715 km²) se caractérisent par une forte densité des infrastructures du réseau de transport d'électricité[4] (RTE). Plus de 180 transformateurs électriques et quelques propriétés foncières afférentes aux usages divers sont également présents sur ce territoire (fig. 1). En 2017, la base de données de RTE répertoriait environ 8 750 références à des pylônes répartis le long des lignes HT et THT.

La longueur des voies ferrées positionne également les deux départements dans le haut du classement national avec 826 Km dans le Nord (1er) et près de 595 Km dans le Pas-de-Calais (4ème). Les propriétés de la société nationale des chemins de fer (SNCF) s'élèvent par ailleurs à plus de 23 km² et 58 km² de parcelles cadastrales. Elles sont plus ou moins affectées par des servitudes de gestion du couvert

[2] http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rep_transports_2012.pdf.

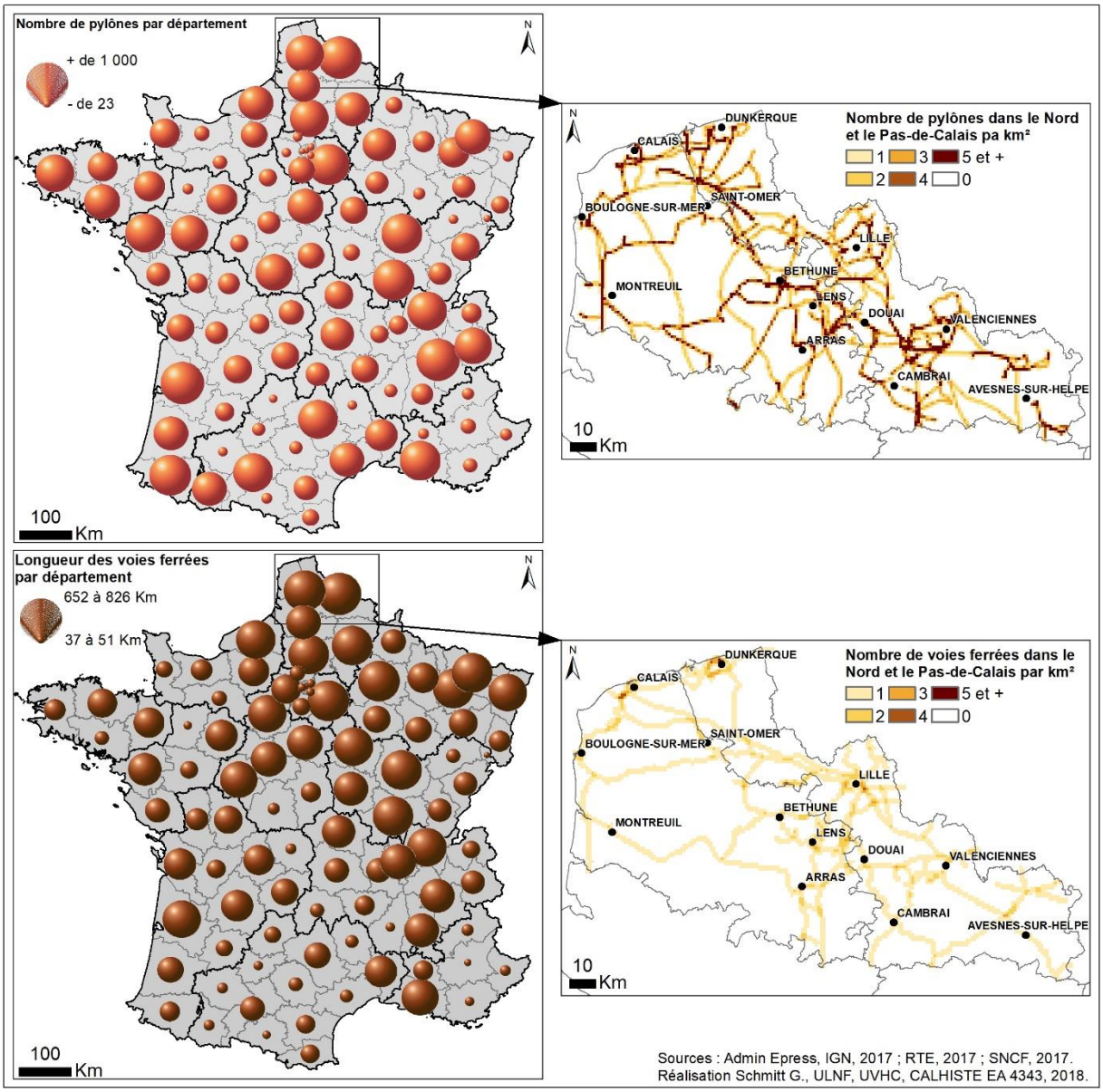
[3] Les régions Nord-Pas de Calais et Picardie ont fusionné, le 4 janvier 2016, pour, pour former une nouvelle grande Région Hauts-de-France. Dès l'écriture du projet, les équipes de recherche ont souhaité travailler sur le Nord-Pas de Calais, en raison de l'ancienneté de la politique de création de corridors écologique et de la présence d'un SRCE depuis 2014 (la Picardie ne dispose pas de ce schéma). Ce souhait s'explique également par la volonté de poursuivre des travaux antérieurs avec les opérateurs.

[4] Le transport d'électricité est classiquement scindé en deux catégories : l'acheminement correspond au ligne de moins de 64 000 volts et est actuellement géré par la société ENEDIS, tandis qu'au-delà de ce voltage, il s'agit du réseau de transport assuré par Réseau de Transport Electrique (RTE).

végétal, d'accès aux voies et de contraintes de constructibilité. C'est ainsi, qu'elle se place parmi les régions les plus fragmentées de France[5].

En conséquence, les milieux naturels sont peu présents ; la zone étude en est la moins pourvue de France que cela soit en valeur absolue ou relative (Schmitt, 2009). Ainsi, de nombreuses politiques environnementales ont tenté très tôt de protéger et de reconquérir les milieux dégradés, notamment les pourtours et les servitudes des ILTe (Franchomme, 2008).

Figure 1. Un terrain d'étude caractérisé par la forte présence et la forte densité des réseaux électriques HT et THT et ferrées.



Ce contexte, associé à la situation transfrontalière et au poids politique des « verts »[6], explique l'ancienneté d'identification des réservoirs de biodiversité et des continuités écologiques. En 1993, la région lance le projet *Ecotone*, avec l'ambition de construire une dynamique de restauration du maillage écologique, et finance en 1995, les premiers contrats de corridor biologique. Elle adopte en

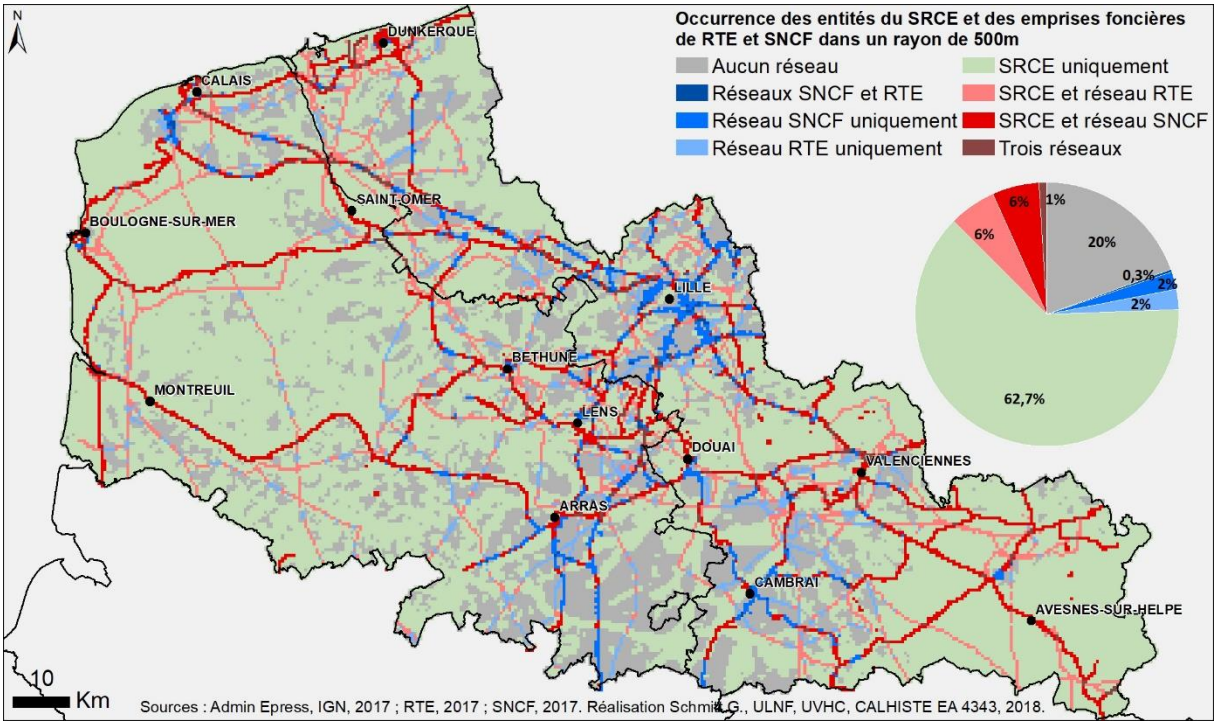
[5] Consulter le site http://territoires.gouv.fr, pour une représentation cartographique de l'indicateur.

6 La présidence du Conseil Régional est occupée par Marie Christine Blandin entre 1992 et 1998.

2007 un plan Trame verte et bleue, intégré au SRADT. Ce dernier forme la base de réflexion du SRCE-TVB, approuvé par le préfet de Région le 16 juillet 2014. Dans ce dernier, les réseaux sont identifiés comme des éléments de fragmentation, mais également supports potentiels à la TVB « *dès lors qu'il existe des données fiables sur la qualité écologique* » des espaces concernés (CR NPdC, 2012a : 214). Nous émettons donc l'hypothèse que dans un territoire fortement fragmenté, des actions, même ponctuelles, au niveau des infrastructures RTE et SNCF Réseau auront des effets en matière de préservation de la biodiversité.

Dans 13 % de l'espace régional, les deux ILTe sont à moins de 500 mètres d'un élément répertorié dans le schéma régional de cohérence écologique (SRCE – fig. 2). L'atlas régional des paysages (DIREN 2006) et le premier schéma de trame verte et bleue régionale (Hendoux 2005) considèrent même que les ILTe sont des marqueurs de l'identité paysagère régionale. Récemment, la légitimité du SRCE a été remise en question par le nouveau président de Région Hauts- de-France, Xavier Bertrand[7]. Ce dernier demande au Préfet une relance de la procédure SRCE au titre de la loi NOTRe. Le manque de participation de la population rurale et plus particulièrement des chasseurs et des agriculteurs est évoqué.

Figure 2. Proximité des emprises foncières des infrastructures linéaires de transports avec le SRCE du Nord et du Pas-de-Calais.



[7] « *Le SRCE empêchait la production agricole, nous l'avons remis en cause* » (extrait d'un tweet publié par X. Bertrand le 29 février 2016). L'actuel schéma ne correspond pas « *à une écologie du bon sens, proche du terrain, une écologie qui prend aussi en compte les attentes du monde rural* » (Séance plénière du 28 janvier 2016).

1

LE PROJET SYNERGIE : PRESENTATION GENERALE

Le programme est divisé en quatre axes : un axe "analyse spatiale", coordonné par Guillaume Schmitt (CALHISTE), un axe "évolution des discours et de la norme" coordonné par François Benchendikh (CERAPS) ; un axe "Biodiversité, fonctionnalité et paysage" coordonné par Céline Pernin (LGCgE), ainsi qu'un axe transversal, coordonné par Sylvie Delmer (TVES) et dont l'objectif est de combiner les analyses et asseoir l'interdisciplinarité.

D'une durée initiale de 36 mois (décembre 2014 à décembre 2017), le projet a été prolongé de 12 mois pour faire face aux multiples difficultés auxquelles il a été confronté. Il a été appuyé par le travail d'une ingénieure d'étude recrutée pour une durée de 6 mois sur le projet et de 4 étudiants-stagiaires de master en plus d'un groupe d'atelier de la Licence Pro ATU de l'Université de Lille.

1. OBJECTIFS ET ORGANISATION DU PROJET

En analysant simultanément les réseaux RTE et ferroviaires et le SRCE de la région Nord-Pas de Calais, ce projet vise les objectifs suivants :

- ✓ qualifier les opportunités foncières de la mise en synergie du réseau écologique et de deux réseaux de transport aux implications spatiales différentes ;
- ✓ améliorer les connaissances sur les relations entre biodiversité, paysage et infrastructures linéaires ferroviaires et de transport d'énergie électrique ;
- ✓ identifier les modalités de maintien ou de rétablissement de la fonctionnalité écologique (notamment les flux de population et le fonctionnement du sol) en cohérence avec les réflexions menées par le SRCE ;
- ✓ développer une approche interdisciplinaire. La mobilisation de savoirs et outils disciplinaires multiples est indispensable pour répondre aux objectifs posés.

Pour répondre à ces objectifs, le projet est divisé en quatre axes : un axe "analyse spatiale", coordonné par Guillaume Schmitt (CALHISTE), un axe "évolution des discours et de la norme" coordonné par François Benchendikh (CERAPS) ; un axe "Biodiversité, fonctionnalité et paysage" coordonné par Céline Pernin (LGCgE), ainsi qu'un axe transversal, coordonné par Sylvie Delmer (TVES). Le tableau ci-dessous présente les objectifs, relations et finalités propres à chaque axe.

	Objectifs de l'axe	Liens inter-axes	Finalites
Axe 1	Identifier les « points de rencontre » entre les infrastructures linéaires et le SRCE Appréhender par modélisation spatiale les effets d'aménagements en faveur de la biodiversité.	Co-construction du corpus de données Proposition de sites d'inventaires.	Méthodologie évolutive (évolution de la législation)
Axe 2	Dresser un inventaire des déterminants agissant sur la mise en synergie du SRCE et des infrastructures ferroviaires et de transport de l'électricité.	Co-construction du corpus de données Définition des cadres normatifs des préconisations	Synthèse des déterminants juridiques Synthèse des contraintes de gestion des propriétaires de fonds.
Axe 3	Mesurer la biodiversité liée aux infrastructures : au niveau des sites, le long des linéaires et dans leur environnement	Identification des sites d'étude Mobilisation des cadres normatifs Confrontation disciplinaire	Recommandations pour la fonctionnalité des con- tinuités écologiques.
Axe 4	Construire une démarche de recherche interdisciplinaire	Animation de séminaires-équipe et construction du thésaurus	Plateforme collaborative Site internet Rapport final

2. COMPOSITION DE L'EQUIPE ET ANIMATION DE L'INTERDISCIPLINARITE

2.1. UNE EQUIPE PLURIDISCIPLINAIRE

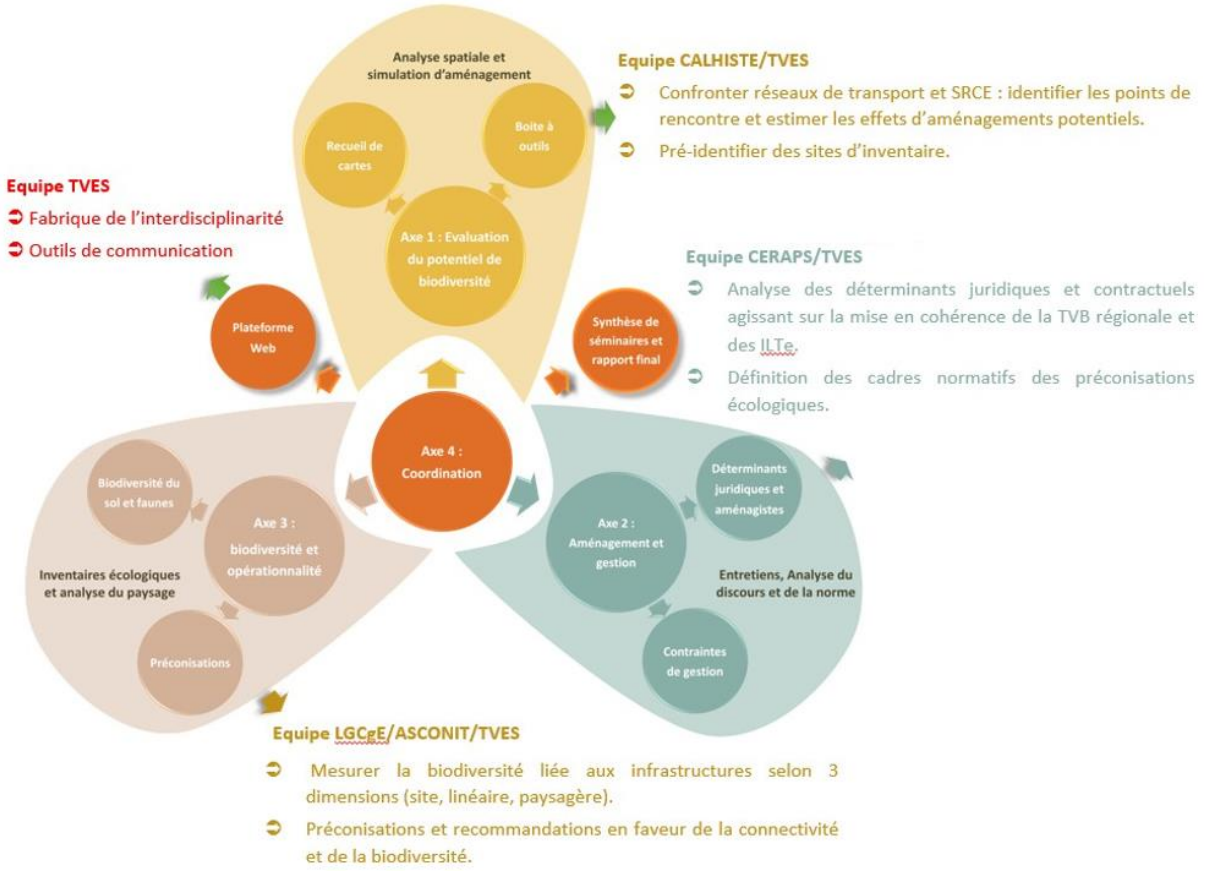
Le projet de recherche SYNERGIE, d'une durée de 48 mois (décembre 2014 à décembre 2018), s'inscrit dans l'appel à projet ITTECOP 2014. L'équipe pluridisciplinaire, coordonnée par Magalie Franchomme, Maître de conférences en Géographie à l'Université Lille 1, et pilotée par le laboratoire TVES (Territoires, Villes, Environnement et Société, de Université de Lille), associe des laboratoires de recherche universitaires en Géographie, Aménagement, Ecologie, Science politique, Architecture et un bureau d'études en Environnement.

La coordination des axes est assurée par des équipes disciplinaires distinctes : CALHISTE pour l'axe 1, CERAPS pour l'axe 2, LGCgE pour l'axe 3 et TVES pour l'axe transversal (intitulé axe 4). Néanmoins, la posture du projet est depuis le début d'associer, dans chaque axe, plusieurs disciplines afin de croiser les regards disciplinaires sur chaque sous question (Fig. 3). Chaque groupe disciplinaire réalise une bibliographie sur la question, les protocoles d'analyse terrain (faune du sol ; déplacement ; paysage) ont fait l'objet d'échange et ont été partagés au cours de séminaires. Chaque discipline investit les sites via les protocoles partagés.

Le projet s'appuie également sur un partenariat étroit avec les professionnels du transport (SNCF et RTE), en les associant autant que faire se peut aux différentes étapes du projet. L'objectif de la recherche est de faire dialoguer et confronter scientifiques et gestionnaires autour d'une question commune. Les échanges ont été favorisés lors des séminaires-équipe. Leurs connaissances et expertises ont notamment permis de cibler finement les sites d'étude, en prenant en compte la disponibilité des données et l'accès aux sites et en priorisant la faisabilité de la campagne terrain

(problématique d'accès aux lignes LGV). Cependant, les attentes du projet vont au-delà de cette reconnaissance, et ambitionnent d'une prise de conscience de l'interaction de leurs actions respectives et d'une mise en synergie de ces actions sur les points de rencontre identifiés à l'échelle régionale.

Figure 3 : Structuration et organisation du projet SYNERGIE.



TVES - Laboratoire Territoires, Villes, Environnement et Société, Université de Lille

Magalie Franchomme, MCF, Géographie-Aménagement (responsable du projet)

Sylvie Delmer (MCF), Christelle Hinnewinkel (MCF), Elodie Castex (MCF), Jean-Baptiste Litot (MCF), Marie Laboureur (IGE), Christelle Audouit (IGR).

Clémentine Thierry (IGe) recrutée sur contrat SYNERGIE

Laboratoire Génie Civil et géo-Environnement - équipe Ecologie Numérique et Ecotoxicologie (ENE), Université de Lille

Céline Pernin (MCF), Fabien Grumiaux (MCF), Sylvain Demuynck (MCF).

Centre d'Études et de Recherches Administratives, Politiques et Sociales (UMR 8026), Université de Lille - Sciences Po Lille

François Benchendikh (MCF-HDR).

Laboratoire Cultures, Arts, Littératures, Histoire, Imaginaires, Sociétés. Territoires, Environne- ment, Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

Guillaume Schmitt (MCF).

Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
(2017-18)

Florian Fournier, Anne-Claire De Rouck

Bureau d'étude

Laure Belmont (2015-16), Céline Martin (2016).

Stages dans le cadre du programme :

Anaïs Bonnet, étudiante en Science politique, stagiaire à TVES (2 mois)

Camille Cinquin, étudiante en Science politique, stagiaire au CERAPS (2 mois)

Jérémy Duvivier, étudiant en Ecologie, stagiaire à LGCgE (6 mois)

Olivia Lecoq, étudiante en Sciences du territoire, stagiaire à TVES (5 mois)

Cyprien Ghesquière, Marie Rousselou, Florian Stevance, Adrien Watel, étudiants de Licence Pro Aménagement du territoire et urbanisme, projet tutoré – TVES (1 mois)

2.2. INTERDISCIPLINARITE DE LA RECHERCHE : MISE EN PLACE D'UN OUTIL COLLABORATIF, SEMINAIRES ET THESAURUS

2.2.1. Organisation de séminaires et objectifs

Onze séminaires et réunions ont organisé sous la coordination de l'axe transversal (4) afin de développer des échanges entre disciplines sur la base de concepts au départ du projet, puis sur les méthodologies à appliquer et enfin sur les résultats obtenus (Tab. 1). Ces échanges ont visé à :

- ✓ définir le vocabulaire utilisé par chacune des disciplines (création du thesaurus) ;
- ✓ harmoniser les démarches des groupes de travail et confronter les méthodes pour un ajustement efficace répondant aux objectifs et aux contraintes de chaque discipline et axe ;
- ✓ coordonner les contraintes de calendrier des actions pour atteindre les objectifs du projet.

Ces séminaires ont alimenté la réflexion et participé pleinement à la « fabrique interdisciplinaire » ou tout du moins pour certains à la pluridisciplinarité. Ces séances ont permis d'aboutir à des prises de décisions pour avancer dans le projet (Tab. 1).

Tableau 1. Synthèse des séminaires et relevés des principales décisions.

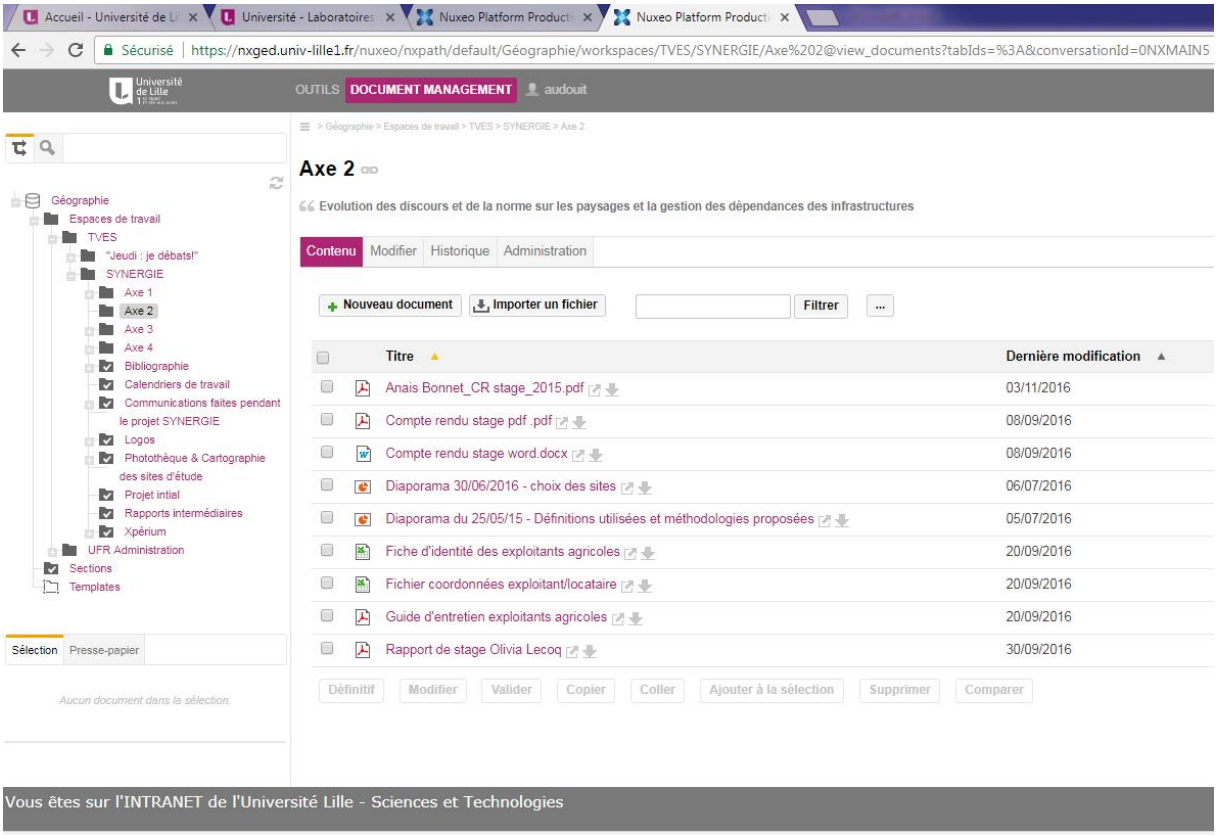
DATE	OBJET	DECISIONS
SEMINAIRE 1 : *29 janv. 2015*	Séminaire de lancement du projet ▪ Présentation du projet et du phasage ▪ Discussion autour des résultats attendus	▪ Elément de réponses apportées au CS/CO ▪ Construction d'un site internet sous la forme de plateforme collaborative ▪ Intégration de C. Audouit (renfort axe 4) ▪ Programmation de 2-3 stages supplémentaires pour renforcer l'axe 2 ▪ Collecte de données (SNCF et RTE) + conventions de mise à disposition
SEMINAIRE 2 : *21 mai 2015*	Lancement du thésaurus Exposition des méthodologies envisagées	▪ Amorce du travail épistémologique ▪ Choix des concepts et termes à définir ▪ Coordination d'un calendrier
SEMINAIRE 3 : *16 nov. 2015*	Présentation du site et de la plateforme Présentation de l'analyse spatiale de l'axe 1 (croisement des ITLe et du SRCE) Présentation des entretiens menées par l'axe 2 (inventaires des contraintes techniques)	▪ Pré-sélection de 3 territoires favorables au terrain ▪ Identification par les opérateurs des caractéristiques et des contraintes d'accès aux sites ▪ Alimentation de la plateforme – transfert informations
REUNION AXE 3/OPERATEURS : *15 déc. 2015*	Sélection (sur papier) des sites d'étude	▪ Rédaction de conventions de mise à disposition ▪ Sélection de trois sites + demande d'accès aux sites SNCF ▪ Validation des sites sur terrain (janvier-février 2016)
SEMINAIRE 4 : *30 juin 2016*	Présentation de l'état d'avancement des axes à l'ensemble des équipes	▪ Point sur les difficultés rencontrées et calendrier des opérations ▪ Organisation du rapport intermédiaire / répartition des taches
SEMINAIRE 5 : *5 déc. 2016*	Etat d'avancement : ▪ axe 2 : pratiques et contraintes de gestion des pieds de pylône ; juridicisation du paysage ▪ axe 3 : modalités de gestion ; faune du sol ; suivi grande faune	▪ Réponses aux évaluateurs du rapport intermédiaire ▪ Calendrier des opérations « suivi de la grande faune » ▪ Amélioration de la transversalité axe 2 & 3.
Réunion intra axe - axe 3 : *30 mars 2017*	▪ Avancement axe 3 : Suivi méso/grande faune ; mesure de la perméabilité du paysage ▪ Présentation des résultats sur l'interdisciplinarité	▪ Difficultés : suivi grande faune (Asconit) ▪ Analyse de perméabilité du paysage/site. ▪ Redéfinition de la méthodologie à appliquer par Asconit (n'a pas abouti - dépôt de bilan).
Séminaire 6 : *30 juin 2017*	▪ Présentation des objectifs de l'IGe ▪ Axe 2 : Lectures croisées des entretiens ▪ Axe 3 : analyse paysagère (vue verticale et horizontale) ▪ Présentation du CEREMA et discussion méthodologique	▪ Difficile croisement analyse paysagère/données Asconit (non remise des fiches d'indices) ▪ Définition du nouveau protocole suivi grande faune + programmation ▪ Echanges de données axe 3/CEREMA ▪ *Préconisations ⇒ Suggestions*
Séminaire 7 : ***28 novembre 2017***	▪ Présentation de l'atlas interactif et de la carte de synthèse	▪ Atlas numérique, accès depuis le site du projet ou ITTECOP
Séminaire 8 : ***22 février 2018***	▪ Axe 3 : Suivi méso/ grande faune ; regards croisés méso/grande faune, perméabilité paysagère, faune du sol et modalités de gestion.	▪ 18 000/50 0000 photos analysées. Session estivale & automnale à finaliser. ▪ Remise d'une BD grande faune à TVES. ▪ Comparer BD du RAIN/inventaire projet.

		▪ Aborder les tendances comportementales.
Séminaire 9 : 28 mai 2018	▪ Présentation des résultats des campagnes d'observation du CEREMA ▪ Plan du rapport à fournir en décembre 2018	▪ Pas de préconisations mais des enseignements. ▪ Présentation des résultats à 2 échelles (parcellaire – CEREMA & micro (LGCgE). ▪ 1 pré-rapport/axe + données brutes en annexes) = retour octobre ▪ Critique de l'outil Fragstat et campagnes d'observation et pièges photo. ▪ Rapport final à déposer en décembre 2018

2.2.2. Plateforme collaborative et site internet

La plateforme collaborative vise le partage de connaissances et de savoirs entre les chercheurs du projet ainsi que l'archivage des données (Fig. 4). Elle a été créée et est opérationnelle depuis octobre 2015. Elle donne accès à l'intégralité des matériaux collectés : documents de travail, photothèque, bibliographie, calendrier de travail, productions scientifiques, ainsi que les supports médias et les comptes rendus issus des séminaires d'équipe et d'ici la fin d'année 2018, les cartographies et analyses du sol.

Figure 4. Les outils de partage de la recherche mis en place pour le projet SYNERGIE.



En ce qui concerne la communication externe du projet et sa valorisation, le **site internet SYNERGIE - NPDC**, permet de suivre la vie du projet depuis octobre 2015 (http://synergie-npdc.univ-lille1.fr – fig. 5). Son objectif est d'assurer le transfert le plus large possible des connaissances scientifiques (objectifs du projet, choix des sites et méthodologies), auprès des opérateurs partenaires mais également des exploitants agricoles et des riverains des sites prospectés. Seuls les résultats de l'axe 3 sur la pédofaune ont été diffusés avec l'accord du stagiaire, Jérémy Duvivier.

Il participe également à la valorisation du travail interdisciplinaire, et donc de l'axe transversal (axe 4), puisque les démarches, les illustrations et le thésaurus sont mis en ligne. Ce dernier a été conçu pour les différents membres des équipes (droit, géographie, écologie…) et a pour ambition une meilleure compréhension des scientifiques entre eux. Les six termes ont été choisis et définis sont « bio-diversité », « connectivité », « connexité », « contrat », « enjeux », « paysage », « pratique ». Le terme « point de conflit » est une production de l'équipe, il reste à définir. Il s'agit d'un résultat issu du croisement des axes. Pour des raisons de protection de propriété intellectuelle, les autres résultats ne pourront pas être diffusés sur ce site internet tant qu'ils n'auront pas été publiés dans des revues scientifiques.

Du 16 novembre 2015 au 30 janvier 2018, le site a été vu par 475 visites, 78 % sont hébergés en France et 56 % survole le site.

Figure 5. Les outils de valorisation mis en place pour le projet SYNERGIE.

3. CHOIX DES SITES D'ETUDE

La sélection des sites d'étude s'est effectuée en deux phases. Tout d'abord, la confrontation des réseaux SRCE, RTE et SNCF à l'échelle régionale, réalisée par l'équipe de CALHISTE et de TVES, a permis d'identifier des secteurs favorables aux investigations de terrain (axe 3). La phase de pré-identification

régionale a été menée par le biais des outils d'analyse spatiale et de statistiques, dans le but de proposer, en séminaire (séminaire 3 – 16/11/2015), de larges secteurs pouvant faire l'objet de recherches documentaires spécifiques (nom des propriétaires des parcelles, convention entre les propriétaires et les opérateurs…). Pour ce faire, notre attention s'est focalisée sur les secteurs de concentration des « points de rencontre ». Des échanges avec les opérateurs, l'étude du paysage environnement (recherche d'autres ITLe) et une vérification de terrain ont, ensuite, permis de valider les sites de prospection.

3.1. PRE-IDENTIFICATION DES SECTEURS A L'ECHELLE REGIONALE

En raison des caractéristiques régionales présentées ci-dessus, le Nord-Pas de Calais semble propice à l'identification de nombreux « points de rencontre », particulièrement variés. Ils sont de type et de taille variables[8], et rappelons que le tracé des corridors écologiques est indicatif, puisqu'il s'agit de propositions aux localisations et contours volontairement flous (échelle de réalisation)[9]. Une simple intersection spatiale, croisant les objets et les coordonnées longitudinales et latitudinales, masquerait ce fait et occulterait par exemple les zones de servitude attachées le plus souvent aux lignes électriques (influence sur les modes d'utilisation). Ainsi, nous nous devions d'intégrer, dans notre démarche, ce « flou spatial », conforme aux mobilités non-raisonnées (du type chemin le plus court) et supposées des espèces et aux servitudes d'urbanisme.

Ce « flou spatial » est intégré, en amont du protocole, par le recours à la méthode des quadrats et le découpage du territoire par maille de 500 m de côté. Cette maille a constitué l'unité de base de l'analyse et a permis de générer une base de données des 50 989 carrés relevant la présence/absence d'entités appartenant à chacun des trois réseaux. Le nombre et le type d'objets (pylônes gares, réservoirs de biodiversité…) sont ainsi répertoriés par une série de requêtes spatiales et attributaires réalisées sous un logiciel SIG. Le « flou spatial » est ensuite intégré en aval de l'analyse par l'emploi d'une méthode de statistique spatiale éprouvée (Anselin Local Morans I) lors de la restitution cartographique en séminaire d'équipe (Fig. 6).

Les éléments du SRCE-TVB ont été repris en l'état[10] à l'exception notable des corridors écologiques, qui, eux, sont « dilatés », grâce à un buffer de 500 mètres. La largeur a été déterminée par les membres de l'équipe en tenant compte d'une part de la littérature (Deshaies et *al.*, 2015) et surtout de l'échelle de réalisation du SRCE (100 000ème). Des requêtes spatiales et attributaires ont ainsi été possibles avec les différents quadrats. Les données des opérateurs et du SRCE sont reprises dans le tableau suivant. Après discussion, les linéaires aquatiques du SRCE et les lignes électriques RTE n'ont pas été intégrés au protocole, puisque les premiers ne feront pas l'objet d'inventaires écologiques, et que les secondes surplombent des parcelles qui ne relèvent pas directement de RTE. Le tableau suivant présente les éléments des trois réseaux qui sont utilisés pour l'analyse spatiale (Tab. 2).

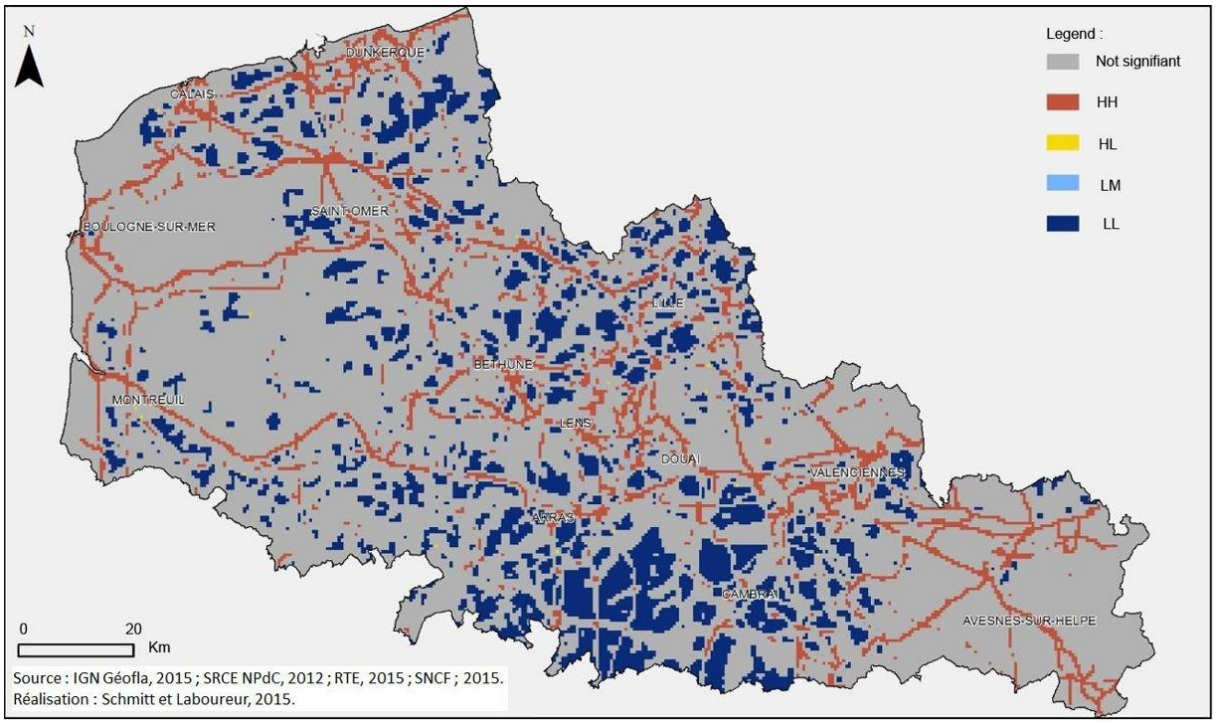
---

[8] Les combinaisons sont multiples : pour le réseau SNCF : gares, parcelles cadastrales et lignes ferrés ; pour le réseau RTE : pylônes, transformateurs et lignes ; pour le SRCE : réservoirs de biodiversité, espaces naturels relais, espaces à renaturer, linéaires aquatiques, des espaces à renaturer fluviaux, corridors terrestres et aquatiques.

[9] Élaboré à l'échelle du 100 000ème, le SRCE apporte une information globale sur les grandes continuités écologiques régionales. À partir de cette information et de leurs investigations propres, les collectivités doivent identifier les continuités écologiques pertinentes à leur échelle.

[10] Site de téléchargement : http://sigale.nordpasdecalais.fr/.

Figure 6. Illustration du « flou spatial » appliqué lors du séminaire d'équipe sur la présentation des secteurs de concentrations des « points de rencontre » des 3 réseaux.



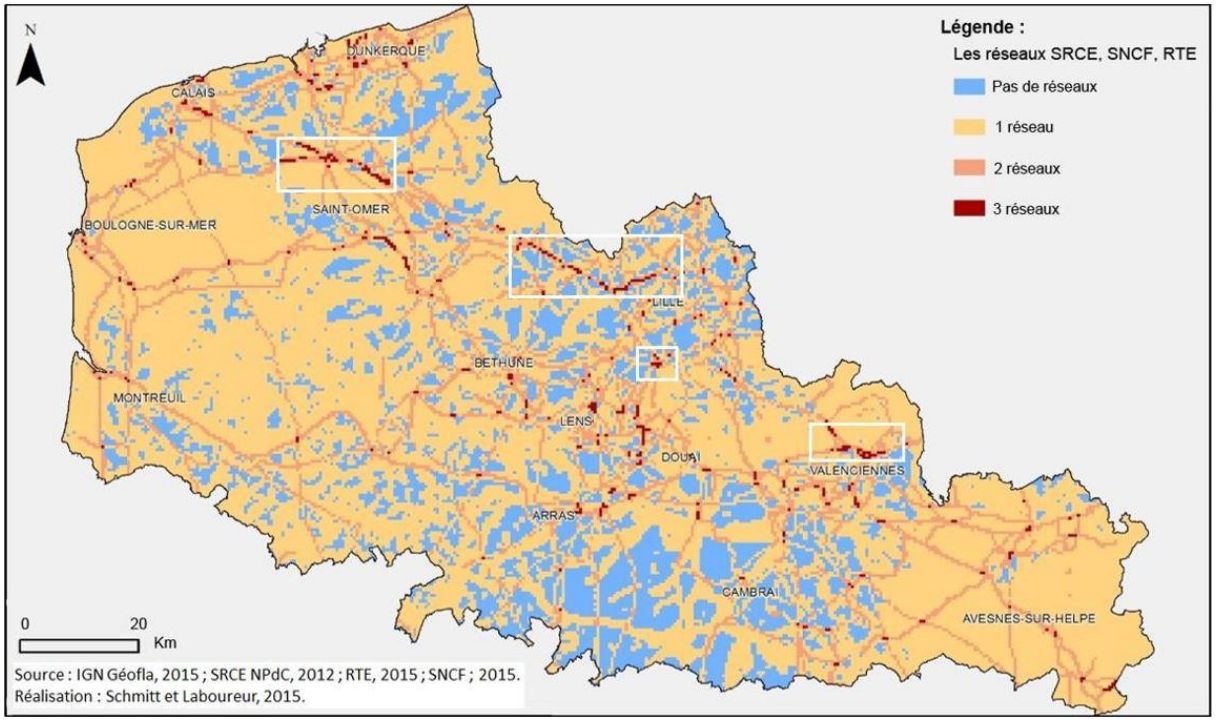
Une première carte de synthèse a été présentée en séminaire aux scientifiques et opérateurs et a permis de localiser les secteurs de présence des 3 réseaux (en rouge sur la Figure 7). Une analyse de photographies aériennes, et des types de réseaux SNCF et RTE ainsi qu'un calcul de distance aux autres ITLe a permis de retenir 4 grands secteurs de recherche (nord-ouest de Lille, nord de Saint-Omer, nord de Valenciennes et sud de Lille). Une seconde réunion (15 décembre 2015) a permis d'affiner la localisation des secteurs en prenant en compte le jeu d'acteurs local, l'accessibilité des sites et la programmation de chantiers et travaux. Trois secteurs[11] plus restreint ont été retenus et ont fait l'objet d'une vérification sur site : la commune de Aubry-du-Hainaut, la commune de Bailleul et les communes de Ruminghem et Watten.

Tableau 2. Les données opérateurs et CR Nord-Pas de Calais mobilisées pour l'identification des secteurs de concentration des « points de rencontre ».

DONNEES SRCE	DONNEES SNCF	DONNEES RTE
Réservoirs de biodiversité	Lignes	Support (pylônes)
Espaces naturels relais	Sites (gare…)	Enceintes (transfos)
Corridors	Parcelles ferroviaires	Sites (centroïde des transfos quand les enceintes manquées)
Espaces à renaturer	Parcelles en propriété	
Espaces à renaturer fluviaux (qq secteurs hors eau)		

[11] En raison d'une concertation en cours portant sur la modernisation de la ligne 400 000 volts Avelin-Gavrelle, le site de Sainghin-en-Mélantois n'a pas été retenu.

Figure 7. Carte de synthèse des secteurs de concentration des points de rencontre des 3 opérateurs.



3.2. PRESENTATION DES SITES D'ETUDE

Afin de valider les sites d'étude, des pré-visites ont été programmées avec les agents de la SNCF les 22 (site d'Aubry) et 25 février (sites de Bailleul et Ruminghem). Ces visites ont mis en évidence les contraintes d'accès au site d'Aubry-du-Hainaut liés à des questions de sécurité (voie en déblaie, absence de bandes de proximité et d'abords) et à l'environnement du site (encaissement des voies, fort enclavement dans le tissu urbain, pose de clôtures sur le talus – Fig. 8). A l'inverse, les pylônes ainsi que les abords de la voie ferrée sont totalement accessibles sur les deux autres (pas de clôture sur la ligne classique). Pour ces raisons, il a été décidé de ne finalement pas intégrer le site d'Aubry-du-Hainaut et de ne retenir que deux sites pour l'étude de terrain (axe 3). La Figure 9 présente leur localisation.

Les sites de Bailleul et Ruminghem sont tous deux traversés par la ligne de chemin de fer qui relie Lille aux Fontinettes (ligne n°295 000). D'une longueur de 105 km, elle dispose de deux voies à écartement standard et est électrifiée. Cette dernière a été mise en service en 1848. De part et d'autre des voies se trouvent les deux pylônes retenus pour les inventaires faunistiques et l'analyse paysagère. La ligne à grande vitesse (LGV) reliant Fretin à Fréthun (ligne n°216 000) est également à proximité immédiate des deux sites.

Figure 8. Contraintes d'accessibilité du site d'Aubry-du-Hainaut.

Figure 9. Localisation des deux sites retenus pour les investigations terrain.

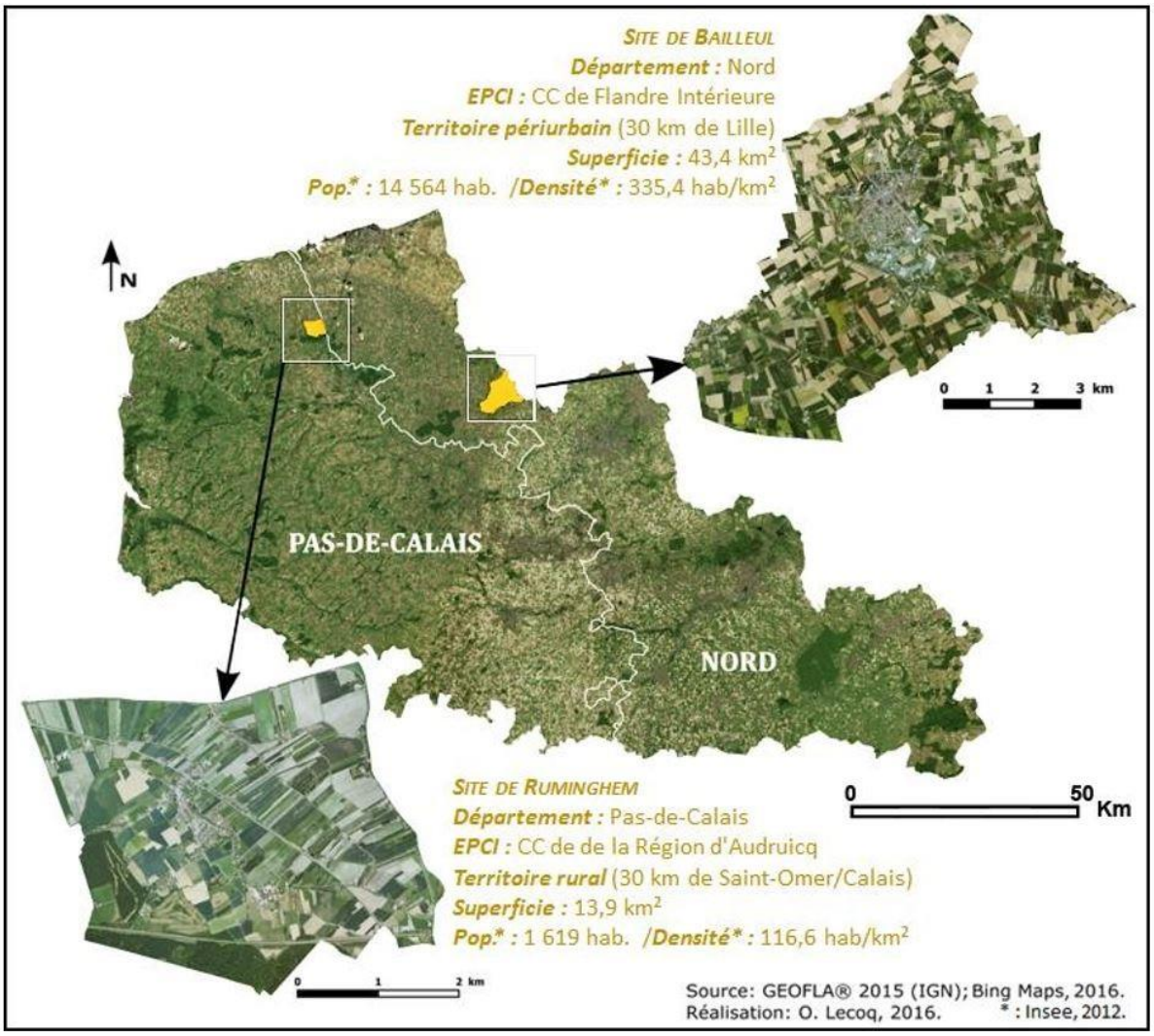
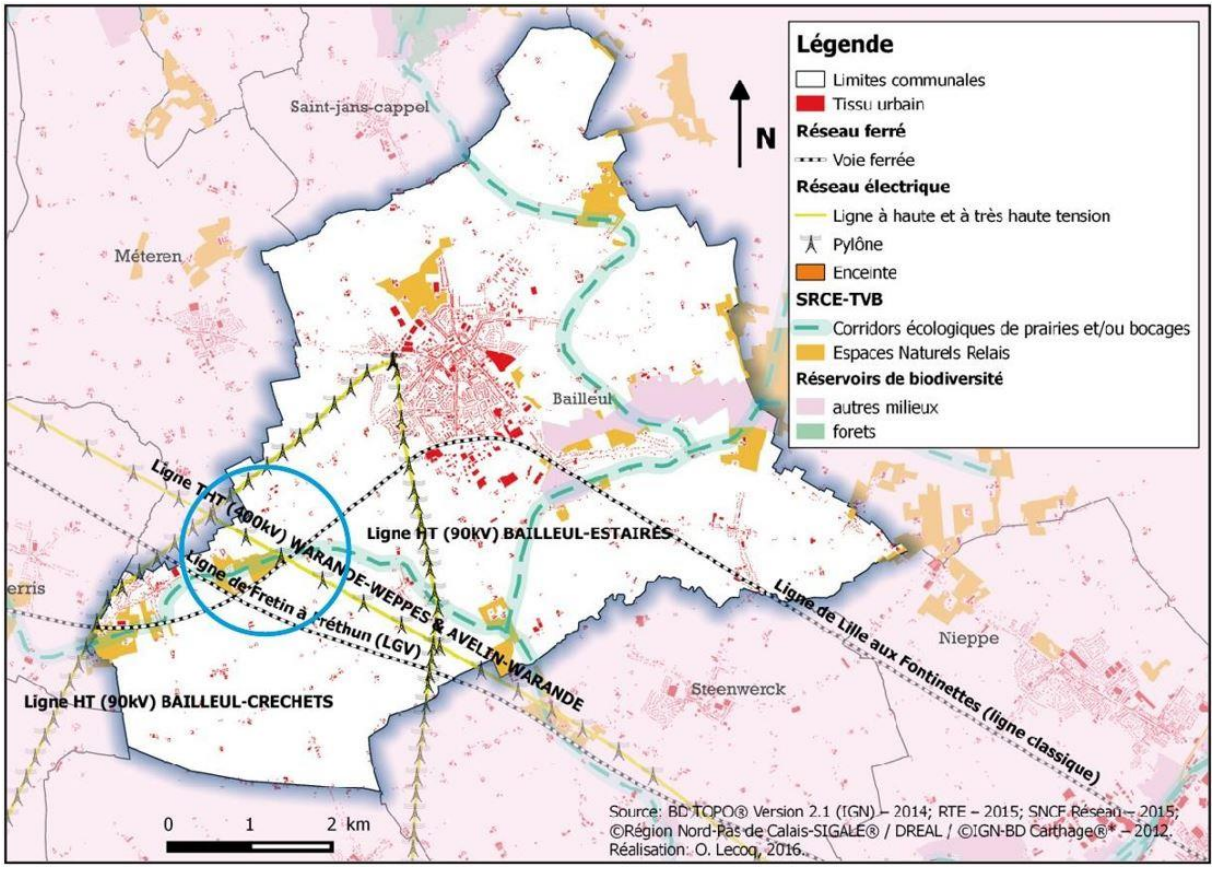


Figure 10. Site de Bailleul : aux croisements des réseaux.



Au sud-ouest de la commune de Bailleul, le site est implanté, dans le département du Nord, dans une matrice agricole, avec présence de cultures annuelles, de prairies naturelles et de quelques bosquets éparses (Fig. 10), entrecoupée de milieux plus artificialisés. La voie ferrée présente sur ce site est une voie de chemin de fer ayant un trafic intense de train voyageurs régionaux[12], mais aussi de fret et de quelques TGV. Un ballast d'une largeur de 3 m borde les voies. Un talus végétalisé encadre l'ensemble. Celui-ci fait l'objet de fauches ponctuelles gérées par la SNCF. Deux pylônes électriques, portant une ligne THT de 400KV, sont présents sur ce site. Ils sont implantés sur 3 parcelles, comme présenté dans le Tableau 3. Le pylône 1083 est à cheval sur 3 parcelles séparées par une clôture (Fig. 11 et Fig. 12) :

- ✓ Le pylône n°1082 est situé au milieu d'une culture conventionnelle (blé en 2016) de 92 500m². Le sous-pylône est également cultivé,
- ✓ Le pylône n°1083 est à cheval sur deux parcelles, séparées par une clôture. L'une est une culture conventionnelle (blé en 2016) de 45 000m², et l'autre une pâture non traitée de 33 000m². Sur la parcelle cultivée, le sous-pylône n'est pas géré (friche), alors que sur l'autre parcelle le sous-pylône est également pâturé.

[12] 115 trains TER et TER grande vitesse par jour.

Tableau 3. Fiche d'identité du site de Bailleul.

SITE DE BAILLEUL			
RESEAU SNCF			
LIGNE	Ligne Lille-Fontinettes		
ENVIRONNEMENT	Ballast sur les abords (3 m) - Talus végétalisé		
GESTION	Fauche sur talus		
RESEAU RTE			
HT-THT (VOLTAGE)	1*400KV		
PYLONE (N°)	1082	1083	
NATURE DU FONCIER			
PARCELLES	YZ50	YW30	YW31
		Clôture	
SUPERFICIE	92 500m²	45 000m²	33 000m²
STATUT	Fermage	Fermage	Fermage
UTILISATION DU SOL	Cultures convention-nelles	Cultures conventionnelles	Pâture non traitée
GESTION S\PYLONE	Cultures	Friche (pas de gestion)	Pâture

Figure 11. Prise de vue du site de Bailleul.

En ce qui concerne le SRCE, le site se situe à proximité d'un corridor écologique permettant relier deux espaces à renaturer (bandes boisées / enherbées) localisées le long d'axes fluviaux, et plus largement deux espaces à renaturer bocagers jouant le rôle de zones tampons autour de réservoirs de biodiversité forestiers (forêt domaniale de Nieppe, Mont Noir). Les principaux obstacles identifiés au sien du SRCE correspondent donc aux voies ferroviaires (Fig. 13). A cette exception, aucun autre obstacle rédhibitoire ne vient perturber le déplacement des différentes espèces potentiellement, hormis la ligne haute-tension qui représente un obstacle potentiel pour la faune aérienne, puisque les pylônes ne sont pas de nature à entraver le déplacement de la faune terrestre[13] (Fig. 14). Les études

[13] Cf. document de travail de Asconit – juillet 2016.

de terrain permettront ainsi d'analyser plus finement la contribution de ces infrastructures (et de leur végétation) au déplacement de la faune terrestre.

Figure 12. Localisation des 2 stations d'étude et des pylônes suivis à Bailleul.

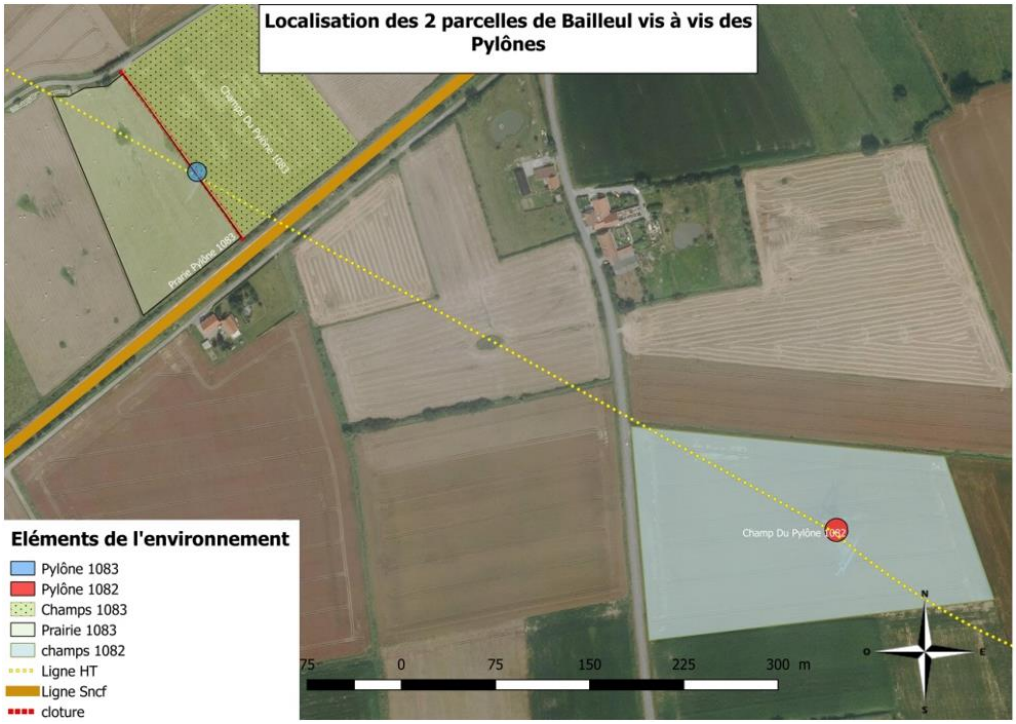


Figure 13. Carte des continuités écologiques et des espaces à renaturer du SRCE-TVB sur la Flandre Intérieure.

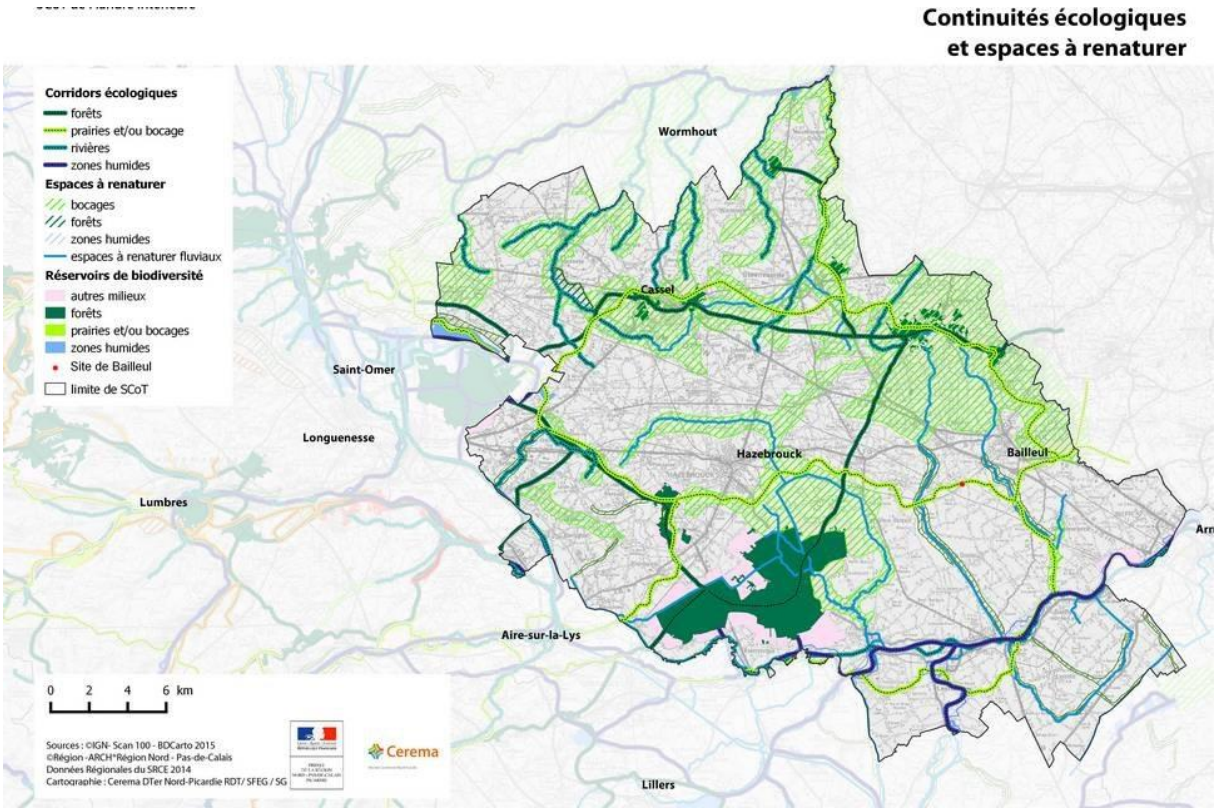


Figure 14. Photos du site de Bailleul le 21/05/2017.

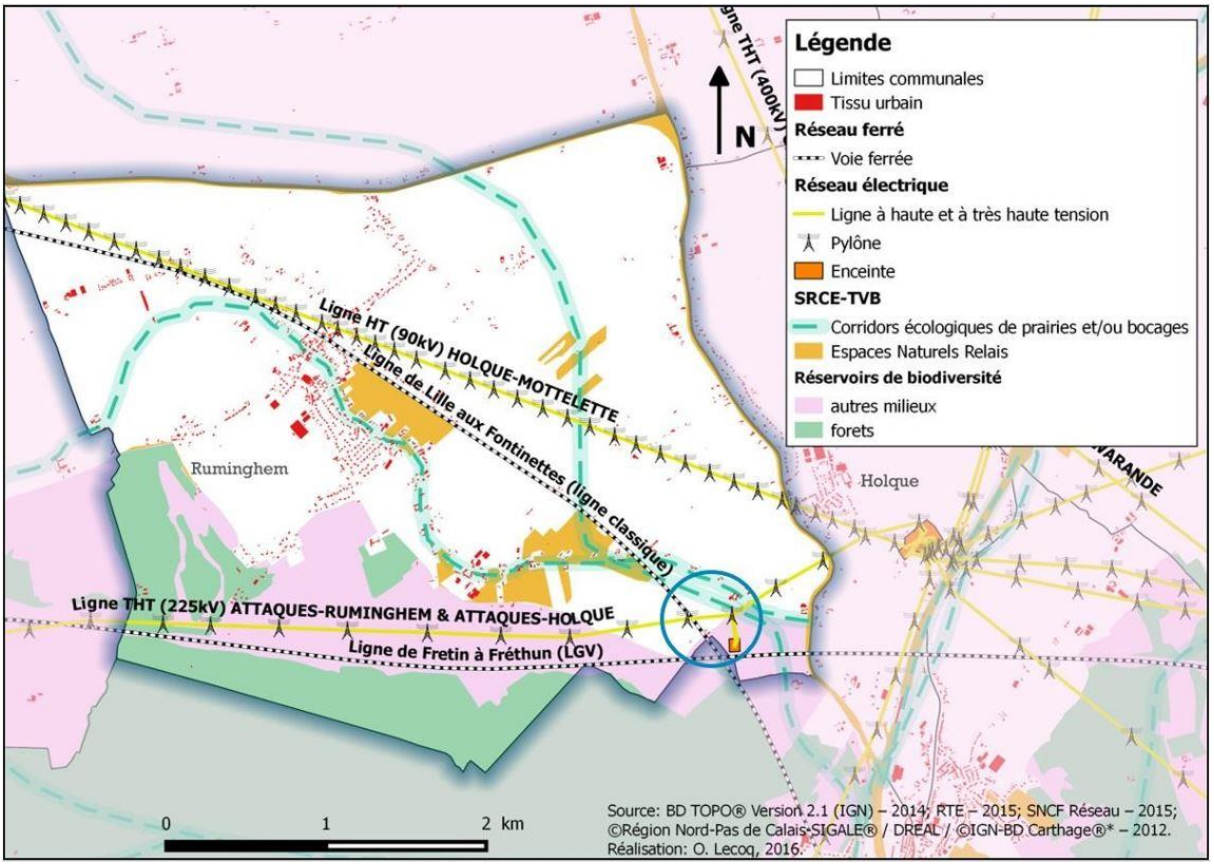
SITE DE RUMINGHEM

Le second terrain se situe au sud-est de la commune de Ruminghem, secteur principalement occupé par l'agriculture (Fig. 15). Le site se compose, comme le précédent de 2 pylônes électriques (n°5 et portant une ligne THT de 225 KV (Les Attaques – Ruminghem – Holque). Elle est alimentée par le transformateur localisé dans le sud du secteur. Les deux pylônes ont leurs 4 pieds sur une seule parcelle (pas de division parcellaire comme pour Bailleul) :

- ✓ le n°5 est placé sur une pâture de 18 000 m², y compris sous le pylône ;
- ✓ le n°6 est situé à côté d'une culture conventionnelle de 41 000 m² (chicorée en 2016) alors que le sous-pylône est en friche. Cette parcelle agricole borde la voie ferrée. Entre la parcelle et la voie ferrée se trouve le chemin vert, sentier emprunté par de nombreux randonneurs.

Par sa structure physique, la ligne haute tension et ses pylônes pourraient également être considérés comme une barrière au bon transit des espèces mais également servir via ses dépendances de support à la biodiversité voir comme élément de continuités écologique. Les caractéristiques des parcelles sont reprises dans le tableau ci-dessous (Tab. 4).

Figure 15. Site de Ruminghem : aux croisements des réseaux.



La ligne Lille aux Fontinettes traverse le site et jouxte le pylône n°6. Elle est encaissée et encadrée par un talus d'une hauteur de 2 m environ, faisant l'objet d'un entretien régulier. Toutefois, nous notons la présence importante d'arbustes, limitant la vue sur les voies. Comme pour Bailleul, les voies sont bordées d'un ballast. Des espaces en friches et la forêt d'Eperlecques se situent au sud, à l'arrière de la LGV Fretin-Fréthun (Fig. 15). Les continuités écologiques identifiées reposent en majorité sur des zones humides et aquatiques (cours d'eau), et croisent un réservoir de biodiversité de type forestier (Fig. 16).

Le site de Ruminghem se situe dans la partie Nord-Est du parc naturel des Caps et Marais d'Opale (Pas-de-Calais). Les voies ferroviaires constituent des obstacles majeurs susceptibles de perturber le déplacement des espèces au sein de la zone d'étude (LGV avec la présence de grillages, la densité du trafic, le bruit…). Les échanges nord-sud sont les plus impactés, puisque le réservoir de biodiversité situé au sud de la ligne semble déconnecté. La ligne classique, bien qu'elle soit a priori franchissable, constitue un second obstacle.

Figure 16. Prise de vue du site de Ruminghem.

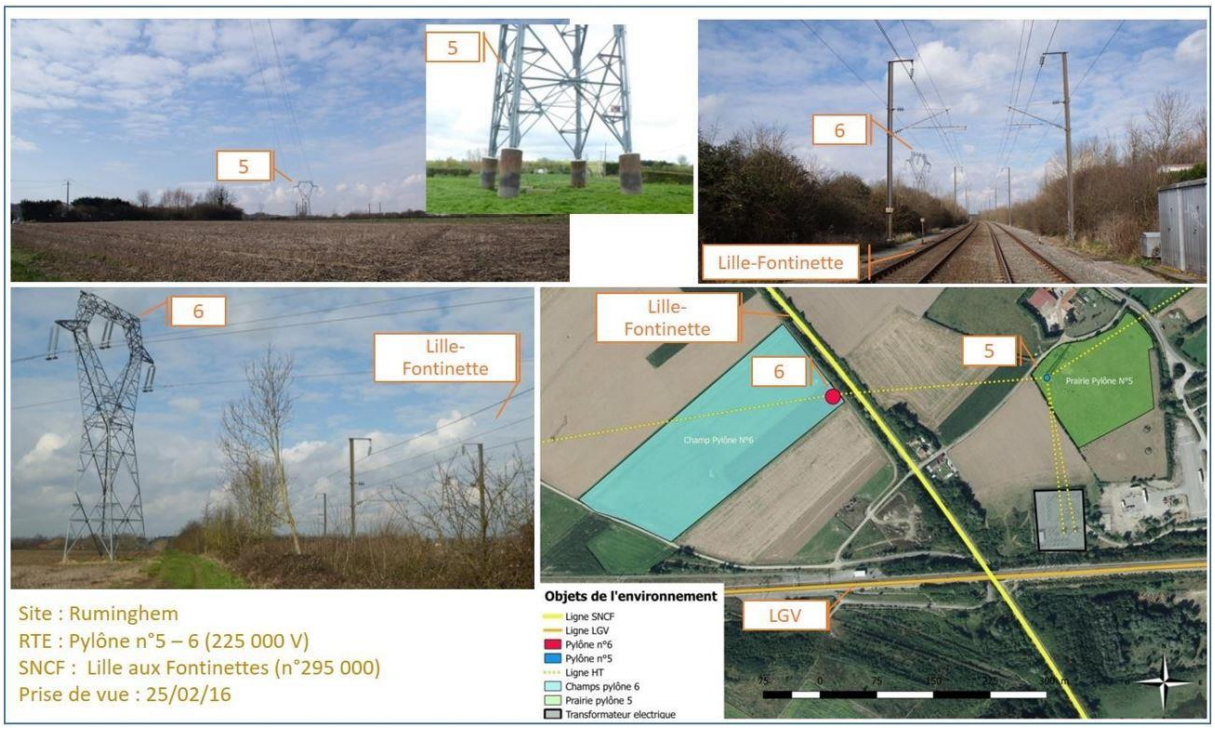


Tableau 4. : Fiche d'identité du site de Ruminghem.

SITE DE RUMINGHEN

RESEAU SNCF		
LIGNE	Ligne Lille-Fontinettes	LGV Frétin à Fréthun
ENVIRONNEMENT	Ballast et Talus arbustif (2 m)	
GESTION	Entretien régulier	
RESEAU RTE		
HT-THT (VOLTAGE)	1*225kV + 1*transformateur (enceinte)	
PYLONE (N°)	5	6
NATURE DU FONCIER		
PARCELLES	C 631	C 239
SUPERFICIE	18 000 m²	41 000m²
STATUT	Fermage	Fermage
UTILISATION DU SOL	Pâture	Cultures conventionnelles
GESTION SOUS PYLONE	Pâture	Friche

Figure 17. Carte des continuités écologiques et des espaces à renaturer du SRCE-TVB sur le calaisis.

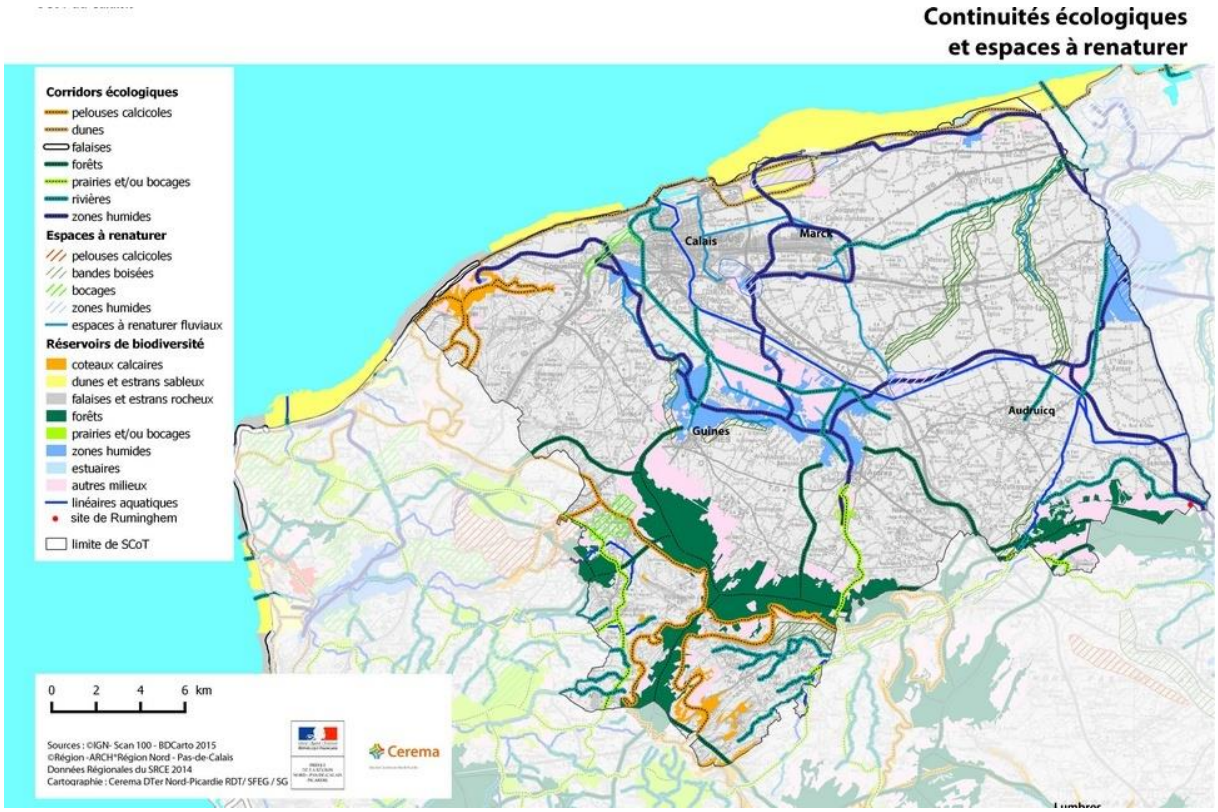


Figure 18. Photos du site de Ruminghem le 24/05/2017.

4. FAIRE AVEC LES ALEAS D'UN PROJET DE RECHERCHE

4.1. RECOMPOSITION DE L'EQUIPE DE RECHERCHE

La composition de l'équipe a dû être revue à trois reprises : quelques jours avant le dépôt du projet, en raison du retrait d'un des participants, au cours de la première année, en raison de la défection de notre collègue paysagiste pour raison de santé, au cours de la deuxième année suite au dépôt de bilan du bureau d'étude ASCONIT. Ces recompositions ont affecté l'équipe et surtout les ambitions initiales du projet, puisque plusieurs tâches dépendaient de l'implication de ces partenaires.

En ce qui concerne, la partie portant sur l'intégration des ouvrages dans le paysage, il a dans un premier temps été décidé de revoir l'organisation de l'axe 2 et de reporter d'un an cette partie. Hélas, notre collègue n'a pu reprendre le travail. Nous nous sommes donc tournés vers l'Ecole nationale d'architecture et du paysage de Lille pour chercher une solution et voir si un collègue de l'école serait intéressée pour accompagner le projet. La charge de travail de nos collègues et la spécificité de l'étude qui reposait sur une connaissance fine des corpus documentaires n'a pas permis d'aboutir à une solution. Ce volet n'ayant finalement que peu d'effet sur le fonctionnement et l'organisation du projet, il a été décidé de l'abandonner. D'autant que pour répondre aux recommandations du CS/CO, l'axe avait déjà dû être renforcé pour explorer les questions relatives aux relations qu'entretiennent ces infrastructures avec la biodiversité et le paysage. Ainsi, nous avons très rapidement réaffecté une partie du budget à l'emploi de personnels temporaires et de stagiaires.

Les relations avec le bureau d'étude ASCONIT se sont compliquées assez rapidement. Le départ de Laure Belmont a eu des conséquences évidentes sur l'implication d'ASCONIT dans le projet qui est passé du statut de partenaire à celui de prestataire, avant de déposer le bilan en mai 2017. La délicate situation économique d'ASCONIT n'avait jamais été évoquée, malgré nos nombreuses rencontres (dont la dernière quelques jours avant le dépôt de bilan) pour faire le point sur les retards et les problèmes liés au protocole : faiblesse du nombre de points d'observation, mauvaise installation du matériel, absence de suivi. Sur ce point, la relève des pièges photographiques a d'ailleurs été assurée par Céline Pernin et Jérémy Duvivier. Averti immédiatement, Yannick Autret responsable du programme a été d'une grande aide et a permis de trouver une solution rapidement. Ainsi, le CEREMA Nord Picardie a repris l'étude en mai 2017 et le projet a été prolongé de 12 mois pour essayer de maintenir les objectifs initiaux. Le protocole a été revu, notamment en augmentant la pression d'observation, d'une part cinq nouveaux points d'observation ont été ajoutés (au regard du coût de la location, cinq appareils supplémentaires ont été acquis sur le budget du projet, ce qui a nécessité de transférer des dépenses sur ce poste) et d'autre part en intégrant une étude sur le fonctionnement écologique des sites.

Pour faire face à ces recompositions et aux effets de la saturation de travail réelle pour les enseignants-chercheurs et les ingénieurs (difficulté de trouver des périodes de travail et des dates communes à l'ensemble des participants, indisponibilités, etc.), l'animation du projet a été renforcée dès 2015, notamment grâce à l'efficacité de Christelle Audouit qui a assuré, en plus de ces travaux au sein de l'axe 4, le contact entre les différents partenaires, la création et la vie de la plateforme web collaborative et du site internet et la rédaction des comptes-rendus. Christelle Audouit a été d'une aide précieuse pour le projet. Je tiens à titre personnel à lui adresser toute ma gratitude. Gratitude qui revient également à l'ensemble des collègues et plus encore aux responsables d'axe, qui ont joué un

rôle majeur dans l'avancée du projet et ont accepté d'assurer l'intérim du projet durant mon congé maternité (février à juin 2015).

4.2. FAIRE FACE A UN CONTEXTE INSTITUTIONNEL ET REGLEMENTAIRE CHANGEANT

Le projet a dû faire face à un changement du contexte institutionnel régional. La fusion des conseils régionaux du Nord-Pas-de-Calais et de Picardie le 1er janvier 2016 et le changement de majorité au conseil régional le 4 janvier de cette même année. Ce qui a eu pour conséquence une profonde remise en question du SRCE conduisant d'ailleurs à son annulation par le Tribunal administratif de Lille le 26 janvier 2017. Cette annulation intervient au motif suivant : « *12. Considérant, d'une part, que les décisions attaquées ont été prises sur le fondement des dispositions du 14° du I de l'article R. 122-17 du code de l'environnement, issues de l'article 1er du décret du 2 mai 2012, qui ont été annulées par le Conseil d'Etat au motif qu'elles confiaient au préfet de région à la fois la compétence pour élaborer et approuver le schéma de cohérence écologique et la compétence consultative en matière environnementale, en méconnaissance des exigences découlant du paragraphe 3 de l'article 6 de la directive du 27 juin 2001 ; que cette illégalité entache d'une irrégularité substantielle la procédure d'élaboration du schéma régional de cohérence écologique du Nord- Pas-de-Calais* ». C'est donc au nom du défaut d'indépendance fonctionnelle de l'autorité environnementale dans cette affaire, exigée par le droit communautaire (cf. la directive 2001/42/CE du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2001) tel qu'interprétée par la Cour de Justice de l'Union Européenne (cf. CJUE, 20 octobre 2011, C-474/10 et CJUE, 28 juillet 2016, C-379/15) et sanctionné récemment par le Conseil d'Etat (cf. CE, 26 juin 2015, n° 360212 et CE, 3 novembre 2016 n° 360212), que le Tribunal annule le SRCE attaqué.

Or le projet SYNERGIE portait l'ambition d'évaluer les opportunités, notamment foncières des ITLe dans la mise en œuvre des SRCE, et les travaux de l'axe 1, visant l'analyse simultanément des réseaux RTE et ferroviaires et le SRCE de la région Nord-Pas de Calais, étaient en grande partie finalisés. Aussi, à défaut de document équivalent au SRCE de portée régionale et dans la mesure où celui-ci, malgré son annulation, est toujours utilisé comme référence par les collectivités locales, il a été décidé de maintenir les objectifs initiaux et la démarche engagée dans l'axe 1.

En parallèle, la gouvernance universitaire a profondément évolué sur la période du projet. En accord avec l'Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis et Sciences Po Lille et pour faciliter la gestion budgétaire, la convention était initialement portée par l'Université de Lille 1 – Sciences et Technologies qui a donc bénéficié, fin 2014, de l'intégralité du financement attribué par le programme ITTECOP. Or, l'Université de Lille, instance issue de la fusion des trois universités de la métropole lilloise, a été officiellement créée le 1er janvier 2018. La construction de cet établissement fort de plus de 67 000 étudiants et 6 300 personnels a entrainé une surcharge de travail importante pour les services administratifs et bouleversé leur structuration de 2016 à 2018. Au niveau du projet SYNERGIE, cette restructuration s'est traduite par la succession d'interlocuteurs au sein de la cellule convention (4 sur la période), complexifiant le suivi des dépenses, et par de longues fermetures des lignes budgétaires : de novembre 2016 à mars 2017 (changement de logiciel comptable) et de décembre 2017 à février 2018 (transfert des comptes vers l'Université de Lille), auxquelles s'ajoutent les fermetures estivales. La gestion du projet en a été évidemment impactée : report de paiement des prestations, difficultés d'engager des missions ou des remboursements, etc. La coordinatrice du projet

en a donc alerté le responsable du programme ITTECOP, Yannick Autret, qui est intervenu à plusieurs reprises par courriers pour clarifier la situation et les modalités de fonctionnement du programme, notamment en ce qui concerne l'année de dépenses supplémentaires (36 mois + 12 mois) pour valorisation intégrée à la convention mais initialement non prise en compte par nos services. C'est pourtant une opportunité et une souplesse offerte aux chercheurs que de prévoir cette année de dépenses pour valorisation, accaparée par la production de la recherche, il est très souvent difficile de la valoriser dans le même temps. L'équipe du projet SYNERGIE est ainsi, très reconnaissante de ce montage et de cette capacité d'adaptation. Nous souhaitons également souligner ici l'accompagnement du responsable du programme ITTECOP, Yannick Autret, qui s'est toujours montré à l'écoute de nos difficultés et a permis la bonne poursuite des travaux.

4.3. DE LA DIFFICULTE DE TRAVAILLER SUR LES ILTE

Virginie Quintrel et Christophe Delmer chez RTE (Service Concertation Environnement Tiers), et Mathilde Savoye et Graziella Giglio chez SNCF Réseau (Environnement – Développement Durable) nous ont accompagné tout au long du projet. Nous tenons à les remercier pour leur bienveillance, leurs conseils et leur disponibilité sur le projet. Ils ont répondu présents à nos différentes invitations et sollicitations, lors des réunions d'équipe et de restitutions des résultats, à l'inauguration de l'exposition consacrée au projet SYNERGIE, ainsi qu'aux demandes d'entretiens. Ils ont manifesté à toutes ces occasions leur intérêt pour le projet au travers des questions pertinentes et ont été facilitateurs de la recherche. Nous remercions également Jean-François Lesigne de RTE et Anne Guerrero pour leur soutien au projet.

Les infrastructures de transport offrent un terrain d'étude particulier et finalement assez difficile à appréhender en raison de leur statut de propriété, de leur implantation et des contraintes de sécurité. L'accès au terrain a été contraignant à plusieurs titres, il a dans un premier temps conditionné le choix des sites d'étude (les lignes LGV ayant été écartées de l'analyse pour des raisons de sécurité), et le choix des protocoles d'échantillonnage dans un second temps. Le coût et l'indisponibilité d'assistants sécurité d'INFRAPôle sur certaines dates, nous ont contraints à revoir le calendrier initial et donc à ajuster les protocoles[14].

L'accès aux pylônes électriques n'a pas été plus aisé, puisqu'il est soumis à autorisation des propriétaires et exploitants des parcelles supports des pylônes. Ne disposant que des numéros de section et de parcelle, une demande a été rédigée auprès des services des mairies, pour identifier les propriétaires fonciers (nom, prénom, adresse). Une recherche sur internet a permis de compléter ces informations avec les numéros de téléphone. Puis, un courrier envoyé par RTE et une prise de contact téléphonique a permis de présenter les différents protocoles de collecte, de recueillir de nouvelles informations (i.e. identité des fermiers) et d'obtenir les accords de principe. La même démarche a été suivie avec les exploitants agricoles et un « porte à porte » a permis de finaliser ce travail. C'est un travail de préparation extrêmement chronophage, surtout au regard du nombre restreint de sites finalement retenus. Toutefois, nous avons reçu un accueil très aimable des agriculteurs qui se sont montrés disponibles et curieux du projet.

[14] Le protocole prévoyait initialement 8 visites par sites, mais les contraintes d'accès et de coût, limitées ses visites à 2 visites/sites. Après discussion avec les membres du CO, la proposition a pu être portée à 4 visites/sites.

5. Valorisations du projet

Nous mentionnons ici les valorisations - sous ces différentes formes - qui ont été réalisées durant la première phase du projet ou qui sont en cours de réalisation. Ces valorisations prennent diverses formes et se placent de façon plus ou moins centrale par rapport au thème du projet.

PRODUCTION SCIENTIFIQUE (ARTICLES, POSTERS, COMMUNICATIONS)

REFERENCES	CONTENUS
Schmitt G., Franchomme M. et Hinnewinkel C., 2019, "Ecological connectivity in the North of France: potential of linear transport infrastructures". En cours de traduction, revue visée : *CyberGéo*	Evaluation par indicateurs de la contribution potentielle des ILTe aux connectivités écologiques
Chaurand J., Franchomme M., Baudry J., Tonneau J.P., 2018, Identifier les continuités écologiques : une cohérence interterritoriale délicate sous forme de « patate chaude », *In* Deboudt P. et *al.*, Actes de colloque APERAU « *Que reste-t-il du projet ? Approches, méthodes et enjeux communs* », p.349-353	Mise en perspective de la transcription de la TVB dans les outils de planifications et comparaison régionale.
Schmitt G., Araújo F., Franchomme M. et Hinnewinkel C., 2018, D'une trame à l'autre : les enjeux de l'intégration des réseaux écologiques dans les documents de planification à partir des expériences des Hauts-de-France et du Minas Gerais. Colloque « Nature et ville : regards croisés franco-lusophones », 13-15 juin, Tours.	Mise en perspective de l'analyse du contexte régional et comparaison internationale.
Schmitt G., Franchomme M., 2018, Réseau écologique et aménagement du territoire : modélisation et aide à la décision dans un espace particulièrement fragmenté du Nord de la France. Congrès ARCUS-E2D2 : L'Environnement à travers les sciences, avril 2018, Université Mohammed V, Rabat– **Conférenciers invités**.	Présentation orale du projet et des résultats de l'axe 1.
Thierry C. et Franchomme M., 2017, Mise en synergie des réseaux : Apports et résultats à mi-parcours. Colloque *ITTECOP 2017*, Paris – La défense, oct. 2017.	Présentation de l'état d'avancement.
Franchomme M. et Delmer S., 2015, Mise en synergie des réseaux : Evaluer la contribution des emprises des infrastructures Linéaires de RTE et de la SNCF réseau aux continuités Écologiques. Colloque ITTECOP Sophia Antipolis, oct. 2015.	Présentation orale du projet. Problématique, objectifs.
Franchomme M. et Schmitt G., 2015, Mise en synergie des réseaux : Evaluer la contribution des emprises des infrastructures Linéaires de RTE et de la SNCF réseau aux continuités Écologiques. Poster. Colloque ITTECOP, oct. 2015.	Descriptif du projet (problématique, objectifs et équipe).
Schmitt G., Franchomme M., Hinnewinkel C., 2014, Réseau électrique et réseau écologique : contraintes et opportunités dans un paysage fragmenté (Nord-Pas de Calais), *Projets de paysage*, http: www.projetsdepaysage.fr.	Etude préliminaire au projet SYNERGIE

ACTIONS DE VULGARISATION

REFERENCES	CONTENUS
http://synergie-npdc.univ-lille1.fr/ (Site internet du projet)	Valorisation grand public du projet. Mise en ligne du thésaurus.
Aménagement de corridors biologiques. Comment aménager les infrastructures linéaires de transport pour la préservation de la faune et de la flore	Stand, Exposition Xperium, Université Lille 1 – Annexe 5.

- ✓ Une maquette 3D
- ✓ Vidéo de présentation du stand et de la recherche : http://lille1tv.univ-lille1.fr/collections/video.aspx?id=e61cbd93-1cef-45a3-ab3b-655266519651
- ✓ Vidéo de présentation du coordinateur du projet et de la problématique (en cours de montage – sortie 2019)
- ✓ Vidéo de promotion de l'exposition : http://lille1tv.univ-lille1.fr/collections/video.aspx?id=34752215-4ce4-4d0e-997b-3b18450318b9

RAPPORTS DE STAGE ET TRAVAUX ETUDIANTS

REFERENCES	CONTENUS
Anaïs Bonnet, 2015, Analyse des discours des opérateurs à propos des pratiques et de contraintes de gestion des dépenses vertes des deux infrastructures linéaires. Master 1 Affaires publiques, gestion des biens communs, IEP Lille, 15 p.	Stage de 2 mois. Laboratoire d'accueil : TVES.
Cyprien Ghesquière, Marie Rousselou, Florian Stevance, Adrien Watel, 2016, Analyse spatiale des points de rencontre dans le Nord-Pas de Calais entre le SRCE et les réseaux SNCF et RTE. Licence professionnelle ATU, Université Lille 1.,	Projet tutoré d'un mois. Evaluation des superpositions entre les réseaux de RTE et SNCF et le SRCE. Soutenu en mars 2016.
Jérémy Duvivier, 2016, Le suivi de la faune du sol : potentiel de biodiversité et impact des modes de gestion des ITLe). Master Biodiversité Ecologie Evolution, Université Lille 1 (en cours)	Stage de 6 mois (en cours). Laboratoire d'accueil : LGCgE. Soutenu en sept. 2016.
Olivia Lecoq, 2016, Analyse des discours des gestionnaires à propos des contraintes techniques pour la préservation de la biodiversité dans les dépendances vertes des infrastructures linéaires. Master 2 Systèmes territoriaux, Aide à la décision, Environnement (STADE), IGA Grenoble. En cours.	Stage de 5 mois (en cours). Laboratoire d'accueil : TVES. Soutenu en sept. 2016.
Camille Cinquin, 2016, Analyse de l'évolution des discours et des normes sur les paysages et sur la gestion des dépendances des infrastructures. Master 1 Affaires publiques, gestion des biens communs, IEP Lille. En cours.	Stage de 2 mois (en cours). Laboratoires d'accueil : CERAPS et TVES.

COMMUNICATIONS INTERNES – SEMINAIRES D'EQUIPE

REFERENCES	CONTENUS
Guillaume Schmitt, 2015, Définition des zones à enjeux de biodiversité dans le Nord-Pas de Calais. Séminaire SYNERGIE, 21 mai 2015, Université Lille 1.	Evolution de la protection de la nature du XIXéme au XXIéme s
Elodie Castex, 2015, Notions de nœud et connexion dans la théorie des graphes. Séminaire SYNERGIE, 21 mai 2015, Université Lille 1.	Présentation de la théorie des graphes et transposition au projet.
François Benchendikh et Christelle Hinnewinkel, 2015, Définitions du Paysage, de la Biodiversité et de Contrat. Séminaire SYNERGIE, 21 mai 2015, Université Lille 1.	Définitions réglementaires et juridiques des concepts, confrontation aux pratiques.
Céline Pernin et Jean-Baptiste Litot, 2015, Définition du paysage, de biodiversité et de bio-indicateur. Séminaire SYNERGIE, 21 mai 2015, Université Lille 1.	Evolution des concepts et définitions récentes.
Christelle Hinnewinkel et Magalie Franchomme, 2015, Présentation des modalités de gestion de RTE et SNCF. Séminaire SYNERGIE, 16 nov. 2015, Université Lille 1.	Présentation des entretiens et 1ers résultats.
Guillaume Schmitt et Marie Laboureur, 2015, Etat d'avancement de la cartographie croisée des réseaux TVB, RTE, SNCF réseau. Séminaire SYNERGIE, 16 novembre 2015, Université Lille 1.	Présentation méthodologique et 1ers résultats.
Christelle Audouit et Sylvie Delmer, 2015, « Fabrique de l'interdisciplinarité » : les outils collaboratifs du projet SYNERGIE. Séminaire SYNERGIE, 16 novembre 2015, Université Lille 1.	Présentation des outils et de leur fonctionnement. Echanges sur le thésaurus.
Elodie Castex, 2016, Connectivité et Intercroisements entre réseaux de transports et réseaux écologiques. La notion de nœud appliquée à la biodiversité, quels problèmes méthodologiques ? Séminaire SYNERGIE, 30 juin 2016, Université Lille 1.	Présentation de l'atelier de L3Pro et 1ers résultats.
Guillaume Schmitt, 2016, Projet SYNERGIE : mise en œuvre et état d'avancement de l'axe 1. Séminaire SYNERGIE, 30 juin 2016, Université Lille 1.	Choix méthodologiques, difficultés rencontrées et nouvel échéancier.

Jérémy Duvivier, Céline Pernin, Fabien Grumiaux et Sylvain Demuynck, 2016, Protocole et premiers résultats du suivi de la faune du sol. Séminaire SYNERGIE, 30 juin 2016, Université Lille 1.	Présentations des sites et des protocoles d'inventaires, 1ers résultats.
Olivia Lecoq, 2016, Présentation des terrains d'étude. Séminaire SYNERGIE, 30 juin 2016, Université Lille 1.	Contexte régional des sites d'étude et cartographie.
Christelle Hinnewinkel, 2016, Synthèse des pratiques et des contraintes de gestion de la végétation des pieds de pylône. SYNERGIE, 5 déc., Université Lille 1.	Présentation des 1ers entretiens avec les agriculteurs
François Benchendikh, 2016, Analyse du cadre législatif, Séminaire SYNERGIE, 5 décembre, Université Lille 1.	Distinction contrat / faux contrat et cohérences avec les doc. d'urb.
Céline Pernin, 2016, Analyse des potentialités écologiques des ILTe : modalités de gestion et faune du sol. Séminaire SYNERGIE, 5 décembre, Université Lille 1.	Retour sur le protocole et résultats sur le suivi de la macrofaune
Jean-Baptiste Litot, 2017, Présentation des résultats sur l'étude du paysage. Séminaire SYNERGIE, 10 mars, Sciences Po Lille.	Présentation méthodologique de l'analyse paysagère.
Christelle Audouit, 2017, Présentation des résultats des entretiens sur l'interdisciplinarité. Séminaire SYNERGIE, 10 mars, Sciences Po Lille.	Présentation des 1ers résultats des entretiens et du fonctionnement de la boussole
Christelle Hinnewinkel et François Benchendikh, 2017, Lectures croisées des entretiens. Séminaire SYNERGIE, 30 juin, Université Lille 1.	Présentation des entretiens menés auprès des opérateurs
Jean-Baptiste Litot, 2017, Résultats des analyses du paysage en vue verticale et en vue horizontale. Séminaire SYNERGIE, 30 juin, Université Lille 1.	Description visuelle autour des 4 pylônes et voies ferrées
Clémentine Thierry, 2017, Présentation de l'atlas numérique et de la carte de synthèse. Séminaire SYNERGIE, 28 novembre, Université Lille 1.	Présentation des cartes de synthèse de l'axe 1 et de la structure de l'atlas
Florian Fournier, 2018, Résultats de l'analyse des photos de la session estivale et de la prospection. Séminaire SYNERGIE, 22 février, Université Lille 1.	Bilan des compagnes de suivi méso et grande faune (CEREMA)
Florian Fournier, 2018, Résultats de la campagne d'observation. Séminaire SYNERGIE, 28 mai, Université Lille 1.	Suivi par pièges photographiques pour les saisons été et automne

FORMATIONS PEDAGOGIQUES

REFERENCES	CONTENUS
Atelier tutoré - Licence professionnelle Aménagement territorial durable et géomatique, Université Lille 1.	Projet de géomatique - analyse des croisements. 1 mois.
CM – Module développement durable – master 1 urbanisme et aménagement	Sensibilisation aux questions biodiversité – ITLe. 2 h (Ue10).

PUBLICATIONS EN PROJET

Vers la juridisation du paysage ? Relation entre les dispositions de la loi Biodiversité sur le paysage et les futures lignes à haute ou très haute tension.
Écologisation des pratiques d'entretien des dépendances vertes des ILTs – les talus SNCF et les pieds de pylônes RTE dans le Nord et le Pas de Calais.

2

CONNECTIVITE ECOLOGIQUE DANS LE NORD DE LA FRANCE : POTENTIALITES DES ILTE

La contribution des ILTe à la préservation de la biodiversité et leur modalité de gestion ont fait l'objet de plusieurs études scientifiques et d'expérimentations. Plusieurs de ces travaux ont été impulsés par le programme ITTECOP. L'indice de biodiversité potentielle proposé par Larrieu et Gonin (2008) a ainsi été mobilisée en Région Ile-de-France dans le projet RENATU (Clevenot et *al.*, 2017). Les projets GRAPHAB et CIRFE-CUMUL ont mobilisé les indicateurs développés en écologie du paysage permettant de modéliser les mosaïques paysagères pour mieux comprendre les évolutions en cours ou pour simuler des évolutions possibles.

SYNERGIE a expérimenté une démarche d'évaluation par indicateurs de la contribution potentielle des ILT aux connectivités écologiques d'une région urbanisée. L'objectif est l'identification des sites les plus propices à la mise en place d'aménagements sur les ILT. Confronter les ITLe à « *l'outil d'aménagement du territoire* » qu'est le SRCE requiert un terrain d'étude qui, s'il n'a pas vocation à être représentatif de l'ensemble des configurations territoriales, se caractérise tout au moins par la diversité des connexions possibles (Konga et *al.*, 2010). Les départements du Nord et du Pas de Calais sont représentatifs de cette diversité. Ils sont un terrain d'étude intéressant pour mieux comprendre la contribution potentielle des ILTe à la biodiversité et pour tester l'hypothèse des bénéfices d'actions conjointes sur le réseau ferroviaire et sur le réseau électrique haute et très haute tension (TH et THT). Dans cette perspective, la mosaïque paysagère des départements du Pas-de-Calais et du Nord a été modélisée pour simuler des scénarii d'amélioration des connectivités écologiques par la bonification des emprises foncières des réseaux ferroviaires et électrique TH et THT. Ces simulations sont des outils de médiation pour les opérateurs en charge des ILTe.

1. MODELISATION DE LA MATRICE PAYSAGERE

Pour estimer la contribution potentielle de ces deux ILTe à une amélioration de la connectivité écologique, un indice composite de biodiversité potentielle (ICBP) est élaboré pour modéliser la matrice paysagère de la zone d'étude. Cet indice est construit à partir d'indicateurs de qualité, de forme et de configuration relevant de l'écologie du paysage et complétés par des dires d'experts (O'Neill et *al.*, 1988 ; Riiters et *al.*, 1995 ; Aguejdad et Hubert-Moy, 2016). Les travaux de l'axe 1 présentés ci-dessous ont été réalisés par les équipes des laboratoires CALHISTE et TVES.

1.1. COLLECTE ET HARMONISATION DES DONNEES

Après identification des personnes ressources au lancement du projet (séminaire du 29/01/2015), des rencontres ont été organisées en février dans le but de collecter les données auprès des opérateurs. Néanmoins, cette étape a été plus chronophage que prévue. La complexité des données réseaux a nécessité des échanges complémentaires[15] (codification des données « métier », disponibilité,

[15] Il s'agit de données « métier » utilisées le plus souvent par le personnel des opérateurs avec une codification spécifique par exemple.

modalités de mise à disposition). Ainsi, initialement planifiée sur 4 mois, la collecte a duré 8 mois et les traitements n'ont pu concrètement démarrer qu'à l'automne 2015. Les principales difficultés rencontrées sont liées aux renseignements incomplets des métadonnées et à l'établissement de conventions d'échanges.

Pour estimer le potentiel de biodiversité des propriétés, servitudes et espaces attenants, des données relatives à la biodiversité (occupation du sol[16] ; zonages environnementaux – Tab. 5) ont été collectées auprès des opérateurs eux-mêmes (études environnementales) et des producteurs de données naturalistes et environnementales. En raison des difficultés d'accès ou de leur couverture régionale partielle, seuls les zonages environnementaux ont été exploités. L'ensemble du corpus a été harmonisé par une modification des systèmes de projection, une correction des erreurs topologiques et géométriques[17] et une harmonisation typologique des champs attributaires.

Afin d'ajuster les référentiels « métier » à la problématique du projet, ces derniers ont été enrichis et spécifiés. Les harmonisations géométrique, sémantique et spatiale repose sur les compétences disciplinaires des membres du projet. Les zones de servitude ont été définies sur la base du code de l'urbanisme et de l'environnement et d'entretiens avec les opérateurs. Le recours aux guides techniques a permis de déterminer la surface au sol des pylônes électriques[18]. Cette reconnaissance est indispensable à l'étape 5 (simulation d'effets d'aménagement sur la connectivité), puisque bien que leur emprise au sol diffère, les pylônes sont stockés sous forme de point sans distinction de typologie ou de surface. Sur près de 9 000 pylônes, 1/3 non pu être correctement renseignés. Après plusieurs échanges avec les représentants de RTE, ce ratio devrait avant l'automne 2016 descendre à un cinquième. Enfin, pour les étapes suivantes, il a été décidé de mobiliser les limites de propriétés des transformateurs, les pylônes avec une surface pour les données HT-THT, et les lignes ferroviaires en fonction de leur largeur dès lors qu'elles ne sont pas redondantes avec les données précédentes pour les données SNCF.

Tableau 5. Calendrier de collecte des données.

Donnees SNCF Reseau[17]	Consultation sur GEOPRISM (portail sans accès aux données) : prise de connaissance du réseau ferroviaire régional. Mise à disposition du Référentiel Géographique Infrastructure (RGI) : juillet 2015.
Donnees RTE	Mise à disposition des données HT et THT et catalogues descriptifs des pylônes et poteaux : février 2015.
Donnees SRCE	Téléchargement via le portail dédié au SRCE : Février 2015.
Zonages environ-nementaux	Téléchargement via le portail DREAL ou producteurs de données. Harmonisation : septembre 2015.

1.2. DES INDICATEURS DE QUALITE CARACTERISANT LA BIODIVERSITE DU PAYSAGE

Trois indicateurs de qualité sont exploités dans ce travail, ils renvoient à l'utilisation du sol, la fragmentation et à la biodiversité potentielle de chaque entité de la matrice paysagère.

[16] Occupation du sol en date de 2009 produite par la Région Nord-Pas de Calais (http://www.sigale.hautsdefrance.fr/).

[17] La convention de mise à disposition des données rédigée par les services juridiques de l'Université Lille 1, conformément aux demandes de nos interlocuteurs. Envoyée à la SNCF en décembre 2015, celle-ci a été signée en 2017.

INDICE DE PERMEABILITE

Le premier indicateur est réalisé à partir de la dernière cartographie de l'occupation du sol disponible sur les départements du Nord et du Pas-de-Calais[18]. Elle repose sur deux jeux de photographies aériennes de 2009 à 20 centimètres de résolution spatiale opérant dans le spectre électromagnétique du visible et du proche-infrarouge. La cartographie s'appuie sur la nomenclature européenne Corine Land Cover (CLC) en trois niveaux emboîtés et dispose d'un quatrième niveau en 54 catégories affinant les distinctions au sein :

- ✓ du tissu urbain selon la densité des bâtiments et l'intensité des usages (11 catégories dans CLC contre 26 dans la base de données mobilisée),
- ✓ des zones agricoles selon la mosaïque culturale (4 catégories contre 6),
- ✓ des milieux naturels en distinguant par exemple les espaces arborés selon l'ancienneté des plantations ou des coupes (13 catégories contre 22).

Avec une échelle d'utilisation recommandée correspondant au 25 000ème, une échelle de constitution au 15 000ème et une unité cartographique minimale recensée de moins de 100m², la matrice paysagère représentée est complexe et se compose de quelques 125 000 objets. Les différentes catégories ont été regroupées en six niveaux croissants de perméabilité pour le déplacement d'un mammifère commun du Nord de la France selon une méthode éprouvée antérieurement en distinguant : les zones très difficilement franchissables, les zones à éviter, les zones de passages occasionnels, les habitats de substitution, les habitats propices à la reproduction et les habitats assurant la reproduction et un taux de survie élevé (Mimet et *al.*, 2017 ; Schmitt et *al.*, 2014). Cette typologie a été confrontée aux savoirs experts de trois écologues sur des zones tests où ces derniers avaient mené des inventaires. Plusieurs modifications par itération ont été réalisées. Finalement, dix niveaux de perméabilité au déplacement sont retenus avec un plus grand étalonnage entre les niveaux, notamment pour les zones à éviter (Kinldmann et Burel, 2008). Par la suite, les indicateurs de qualité de forme et de reconfiguration sont étalonnés de 0 à 100 pour faciliter leur pondération (Liénard et Clergeau, 2011).

INDICATEUR DE FRAGMENTATION

Le deuxième indicateur de qualité correspond à une mesure de la fragmentation de chaque patch d'occupation du sol. Sur le plan technique, il s'explique par la faible prise en compte des routes dans la cartographie de l'occupation du sol mobilisée (seules celles de plus de 25 mètres de large sont répertoriées). Sur le plan de l'écologie du paysage, les routes sont reconnues comme ayant des effets en termes d'accidentologie ou de nuisances sonores sur la diversité et la richesse d'espèces (Forman et Alexander, 1998). La densité (mètre linéaire par Km²) de toutes les routes carrossables a ainsi été calculée pour chaque patch en les pondérant selon le nombre de voies, le classement administratif et selon leur largueur, quand l'information était disponible dans les référentiels cartographiques à grande échelle de l'IGN. Cet indicateur de qualité constitue également un indicateur d'exposition à l'activité humaine (Bernier et Théau, 2013).

[18] http://www.sigale.hautsdefrance.fr/

Le troisième indicateur de qualité porte sur l'estimation de la biodiversité. Il avait été envisagé de mobiliser les inventaires faunistiques et floristiques, mais leur grande hétérogénéité, leur anisotropie spatiale et temporelle, ainsi que leur faible disponibilité nous ont amené à opérer différemment (Alphandéry et Fortier, 2015). Ainsi, l'estimation du potentiel de biodiversité a été appréhendée à partir des différents zonages d'inventaire et de préservation de l'environnement (Dudley, 2008). Sur le secteur d'étude, 19 zonages coexistent et peuvent se superposer jusqu'à 8 fois dans le marais audomarois à proximité de Saint-Omer. Ces zonages peuvent s'inscrire et s'enchevêtrer à la fois dans le droit international (réserves de biosphère du programme Man and Biosphere - MAB), le droit européen (Zone de Protection Spéciale - ZPS), le droit national (réserves biologiques), faire suite à des intentions régionales (réserves naturelles régionales) ou être formalisés localement (zonages « naturelles » - N dans les Plans Locaux d'Urbanisme - PLU). Ces zonages n'ont donc pas la même portée réglementaire (plus ou moins contraignants) et impliquent parfois des modalités de gestion spécifique des milieux (documents d'objectifs des sites Natura 2000), des critères plus ou moins restrictifs de constructibilité (zonage N et Espaces Boisés Classés – EBC - dans les PLU) ou sont de l'ordre de la connaissance (ZNIEFF). Dans cette perspective, l'intégration des zonages comme indicateur de qualité de la biodiversité se fonde sur une approche à dires d'experts en droit de l'urbanisme, de l'environnement, en géographie et en écologie impliqués dans des conseils scientifiques de parcs naturels régionaux ou de MAB.

Tableau 6. Les zonages et labels environnementaux présents sur le secteur d'étude et leurs poids définis à dires d'experts dans l'indicateur de biodiversité potentielle.

ZONAGES ET LABELS ENVIRONNEMENTAUX	POIDS
Acquisitions du Conservatoire du littoral	100
Espaces naturels sensibles des départements	
Acquisitions des conservatoires "régionaux" des espaces naturels	
PLU - EBC (surfacique)	90
Arrêtés de biotope	85
Réserves naturelles régionales	70
Réserves naturelles nationales	
Zones de protection spéciale de la directive "Oiseaux" du 2 avril 1979	60
Zones spéciales de conservation de la directive "Habitats" du 21 mai 1991	
pSIC	
Réserves de chasse et de la faune sauvage	45
Réserves biologiques domaniales et forestières (RBD/RBI)	
Réserves de biosphère du programme du MAB (Man and Biosphere) de l'UNESCO [zone centrale]	35
Zones humides inscrites sur la liste des zones humides d'importance internationale (Convention de Ramsar)	
PLU - Zonage N inconstructible	25
ZICO	20
Inventaire national : zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) - ZNIEFF 1	15
Inventaire national : zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) - ZNIEFF 2	10
Parcs Naturels Régionaux	5

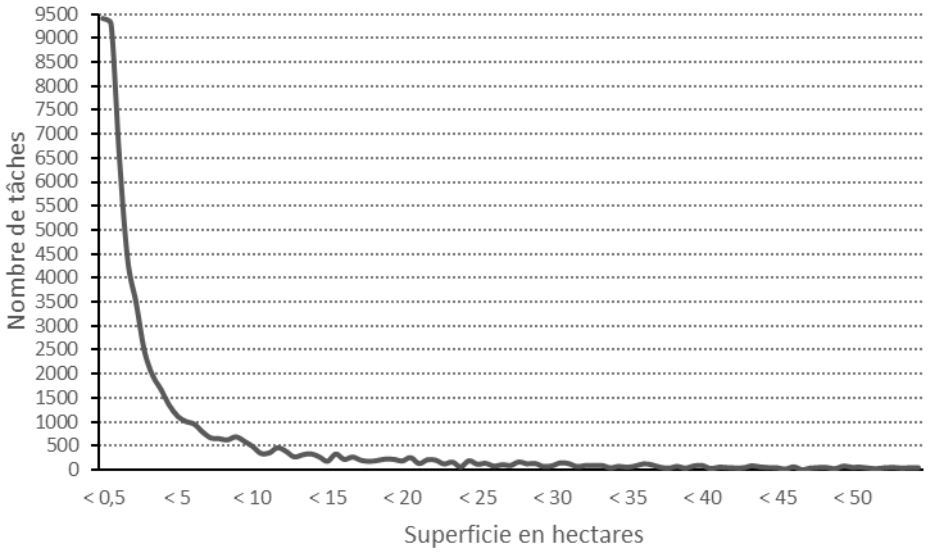
Concrètement, une première cartographie de l'occurrence des zonages a été produite. Cette carte a été présentée individuellement à cinq « experts » pour discuter de la signification des zonages. Les entretiens avec les experts ont mis en évidence que le nombre d'occurrence n'est pas une variable suffisamment significative. Certes un nombre élevé de zonages correspond à un espace à enjeu environnemental mais pas seulement. Cela est aussi le résultat du travail d'une ingénierie territoriale particulièrement mobilisée contre l'urbanisation par exemple ou en faveur de la promotion touristique

(Lorant-Plantier, 2014). De plus, tous les zonages n'ont pas la même « intensité » de préservation. Par exemple, une acquisition foncière (du conservatoire du littoral et des espaces lacustres par exemple) ou un engagement de fonds publics traduisent une volonté de sauvegarde ou une présence avérée d'une biodiversité remarquable ou forte (Tab. 6). À la suite des entretiens avec les experts, il a été décidé d'organiser une réunion collective où chaque expert devait proposer une hiérarchisation des zonages selon son champ disciplinaire. La confrontation des différentes hiérarchisations a permis d'établir une notation de chaque label selon l'intensité de préservation de la biodiversité et donc selon le potentiel de biodiversité. Ce système de notation des zonages permet d'attribuer à chaque patch d'occupation du sol une note de 0 à 100 selon son appartenance à un zonage d'inventaire ou de préservation de l'environnement.

1.3. DES INDICATEURS DE FORME POUR CARACTERISER LA FRAGMENTATION ET LA CONNECTIVITE DU PAYSAGE

Les indicateurs de forme des patchs sont particulièrement mobilisés et débattus en écologie du paysage pour étudier la fragmentation et la connectivité des paysages (Turner et *al.*, 2015). La forme des patchs a en effet une influence sur le déplacement des mammifères (Hardt et Forman, 1989). Les indicateurs sont généralement très corrélés entre eux et dépendants de la taille des patchs (Hargis *et al.,* 1998).

Figure 19. Illustration de la fragmentation du paysage de la zone d'étude : des tâches majoritairement de faible superficie (Réalisation : Schmitt, 2018).



Nous avons successivement calculé pour chaque patch la superficie, le ratio entre le périmètre et la superficie, l'indicateur de forme et l'indicateur de dimension fractale (McGarigal et *al.*, 2002). Dans des paysages particulièrement fragmentés comme ceux du Nord de la France[19], le choix des indicateurs de forme s'est porté sur la complémentarité de l'indice de taille et de l'indicateur de dimension fractale (Fig. 19). Ce dernier témoigne de la complexité des formes en minimisant l'effet de la taille et en calculant la relation entre le périmètre et la surface. Il permet également de disposer d'une mesure

[19] A ce sujet, voir la carte sur l'observatoire des territoires réalisée à partir de la méthode proposée par Moser et *al.* (2007).

des effets de bordure entre les patchs sur le déplacement des espèces en lien avec les indicateurs de qualité et les indicateurs de configuration.

1.4. DES INDICATEURS DE CONFIGURATION COMME REVELATEURS DE LA SITUATION DES HABITATS

Les indicateurs de configuration mobilisés sont au nombre de trois. Ils illustrent le potentiel de connectivité de chaque patch par rapport à son environnement selon des principes de contiguïté ou de proximité (Haines-Young et *al.*, 1996).

INDICATEUR DE CONTRASTE

Le premier indicateur porte sur la contiguïté topologique et le niveau de contraste entre les patchs adjacents (McGarigal et *al.*, 2002). Il permet de mesurer l'enclavement par exemple d'une forêt dans le tissu urbain ou au contraire un fort degré d'ouverture vers d'autres milieux. Il est calculé en mode vectoriel sous SIG[20] en subdivisant le périmètre de chaque patch selon l'adjacence aux différents degrés de perméabilité défini préalablement. Les subdivisions de chaque patch sont ensuite pondérées selon la longueur partagée de segment et sommées pour constituer un indicateur unique de contraste.

INDICATEUR D'ISOLEMENT

Le deuxième indicateur est relatif à l'isolement de chaque patch et correspond à l'indicateur de proximité développé par Gustafon et Parker (1992). Il prend en compte la taille des patchs et la proximité à vol d'oiseau des bords du plus proche voisin ayant la même perméabilité. Il permet de mener des comparaisons sur le degré d'isolement des patchs (Bender et *al.*, 2003).

INDICATEUR DE DISTANCE

Le troisième indicateur prend en compte la distance aux zones bâties définies à partir de la cartographie de l'occupation du sol. La plus ou moins grande proximité aux zones bâties semble en effet générer des stratégies d'évitement par les petits mammifères (Croci et *al.*, 2008 ; Jolivet et *al.*, 2015). Dans le Nord et le Pas-de-Calais, les territoires artificialisés recensés dans la cartographie de 2009 couvrent 15,8 % du territoire. Nous avons appliqué des zones tampons successives par pas de 25 mètres aux zones bâties jusqu'à un seuil de 100 mètres. L'influence des zones bâties s'étend alors sur 22,2 % de la zone d'étude. À mesure de l'éloignement, l'indice de proximité aux zones bâties perd en intensité en procédant cependant par effet de seuil.

1.5. PONDERATION DES INDICATEURS POUR CONSTRUIRE UN INDICE COMPOSITE DE BIODIVERSITE POTENTIELLE (ICBP)

À l'issue de ce travail préparatoire, la matrice paysagère est composée de 530 000 patchs et le poids de chaque indicateur est pondéré à la suite d'une série d'échanges entre experts écologues, géographes et juristes pour aboutir à un indice composite de biodiversité potentielle (ICBP – Tab. 7). Il s'inscrit dans la généalogie des indices de biodiversité potentielle à l'instar de celui développé par

[20] Pour des raisons de limitations techniques et de souplesse de traitement, l'ensemble des indices relatifs aux patchs ont été calculés en mode vectoriel.

Larrieu et Gonin (2012) et mobilisé sur des ILTe par Clevenot et *al.* (2017) sur un site forestier d'Île de France. Il est, en effet, multifactoriel dans son évaluation de la biodiversité des habitats en termes d'abondance, de variété et de fonctionnalité. Il permet également d'intégrer des pratiques de gestion et des usages sensiblement différents et ne fait pas écho à un état initial de référence. Il en diffère cependant dans la mesure où il porte peu sur la stratification et l'âge du couvert végétal[21], qu'il ne se fonde pas sur des relevés de terrain et que sa portée s'étend au-delà de l'étude des milieux forestiers. Il qualifie la biodiversité potentielle des milieux particulièrement fragmentés et imbriqués dans des zones urbaines denses comme les parcs et jardins (Pellissier et *al.*, 2014). Il permet aussi une analyse de différents types d'habitat en se focalisant tout particulièrement sur le potentiel de connectivité de chaque élément de la matrice paysagère.

Tableau 7. Pondération des indicateurs de qualité, de forme et de configuration (exposition) pour la réalisation d'un indice composite de biodiversité potentielle (ICBP).

Types d'indicateur	Critères retenus	Variables mobilisées	Normalisation statistique	Poids de l'indice en %	
Indicateur de qualité (composition, fragmentation des tâches, protection/preservation)	Types de milieux	Utilisation du sol en 54 postes	10 catégories de 0 à 100	35	Indice composte de biodiversité potentielle (ICBP) étalonné de 0 à 100
	Fragmentation	Densité des routes par km²	Normalisation de 0 à 100	10	
	Gestion	Zonages environnementaux	Normalisation de 0 à 100	20	
Indicateur de forme (configuration et texture des tâches)	Taille	Superficie en ha	Normalisation de 0 à 100	5	
	Forme	Indicateur form (fragstat)	Normalisation de 0 à 100	5	
Indicateur d'exposition (contiguité et proximité des tâches environnantes)	Contraste	Indicateur Edge (fragstat)	Normalisation de 0 à 100	10	
	Isolement	Indicateur Proximity (fragstat)	Normalisation de 0 à 100	10	
	Distance aux zones bâties	Seuil de "pression"	Normalisation de 0 à 100	5	

Après avoir modélisé la matrice paysagère, la seconde étape consiste à déterminer la connectivité du réseau écologique et à identifier les corridors reliant les réservoirs de biodiversité. Plus précisément, il est question de mobiliser des méthodes complémentaires permettant à la fois de prendre en compte des surfaces de faible emprise au sol tels que des pieds de pylônes et de mener des simulations d'éventuelles gestions plus écologiques des ILTe.

2. MODELISATION DE LA CONNECTIVITE DU PAYSAGE DANS LE NORD DE LA FRANCE

Pour modéliser la connectivité potentielle du paysage du Nord de la France, les 1 803 corridors recensés dans le SRCE du Nord et du Pas-de-Calais n'ont pas été retenus. Trois raisons expliquent ce choix. Ces corridors ont été identifiés par interprétation visuelle selon des principes de connectivité supposée, ce qui ne répond pas à notre objectif de mesure de la connectivité. Ils sont des tracés sur une carte donnant une indication et une orientation générale, afin d'être déclinés et affinés localement[22] et ne sont donc pas en l'état mobilisable dans une analyse spatiale[23]. De plus, le SRCE a été annulé par le tribunal administratif de Lille le 26 janvier 2017. En revanche, les 2 958 réservoirs de biodiversité du SRCE ont été conservés, dans la mesure où ils étaient particulièrement similaires à ceux identifiés dans le premier schéma régional de trame verte et bleue de 2006. Dans la réalisation du

[21] Certaines catégories d'occupation du sol concernent l'ancienneté et la mono-spécificité des plantations forestières.

[22] « *Les corridors écologiques proposés dans le SRCE-TVB sont à comprendre comme des fonctionnalités potentielles géographiquement localisées à l'échelle de la région, statistiquement les plus probables, et cartographiées en fonction d'un objectif assigné à un type de milieu parmi les biotopes retenus (dunes, bocages, forêts, zones humides, etc.)* » (Préfet du Nord-Pas de Calais et Région Nord-Pas de Calais, 2014 – p. 20).

[23] Une dilatation par création d'une zone tampon de 500 mètres de part et d'autre de chaque linéaire de corridors avait initialement été retenue pour prendre en compte l'échelle de référence du SRCE (100 000ème). Cette approche apportait cependant une plus grande imprécision spatiale. De plus, les zones créées comprenaient une part importante d'espaces densément bâtis.

SRADDET (Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires) se subsistant au SRCE[24], les réservoirs de biodiversité recoupant les zonages environnementaux les plus forts sont maintenus. Pour modéliser la connectivité du paysage, les réservoirs de biodiversité ont été fusionnés selon un principe de contiguïté spatiale pour en former au total 584. Par ailleurs, les emprises foncières des opérateurs ont été identifiées soit à partir du registre de propriété (parcelles cadastrales), soit par déduction de l'emprise au sol des pylônes par consultation de divers guides techniques ou du périmètre des transformateurs électriques[25].

La modélisation de la connectivité du paysage s'appuie donc sur le calcul de la connectivité potentielle à partir de méthodes d'identification des corridors.

2.1. LES METHODES D'IDENTIFICATION DES CORRIDORS

Du fait de la diversité des configurations (degré de fragmentation du paysage…) et des situations (type de milieux…), il n'existe pas une approche unifiée de la modélisation des réseaux écologiques (Jongman et *al.*, 2004). En France, les procédures réglementaires ont cependant proposé un cadre normatif pour les documents d'aménagement du territoire attenants (SRCE) en précisant la composition des sous-trames[26], des réservoirs de biodiversité[27] et des corridors écologiques[28]. Néanmoins les méthodes mobilisées dans ces schémas, tout particulièrement pour les corridors entre les réservoirs de biodiversité, sont diverses selon l'inventaire mené par Sordello et *al.*, 2017. En intégrant à cet inventaire des pratiques dans les SRCE, une revue de la littérature scientifique sur la connectivité écologique (Kindlmann et Burel, 2008 ; Bernier et Théau, 2013 ; Mitchell et *al.*, 2013), sept méthodes pouvant être combinées sont recensées dans l'identification des corridors écologiques :

- ✓ recours à des savoirs experts et vernaculaires, comme dans le SRCE de Bretagne ou exposé par Vimal et Mathevet (2011) et Lechner et al. (2017) ;
- ✓ approche basée sur la distance euclidienne par dilation et érosion des réservoirs de biodiversité (Vogt et al., 2007 ; Ansallem et al., 2010) ;
- ✓ technique de la densité de noyau calculant la densité des espaces naturels propices pour une espèce cible dans un rayon de recherche déterminé (Etherington, 2016). Cette méthode a été mobilisée dans le SRCE de Basse-Normandie ;
- ✓ modélisation par apprentissage (Système Multi-Agent) reposant sur le suivi initial des déplacements d'un échantillon d'espèces cibles (Jollivet et al., 2015) ;
- ✓ approche visuelle par interprétation de photographies aériennes ou de cartographies et d'occupation du sol. Elle a été utilisée dans le SRCE du Nord-Pas de Calais et de Champagne-Ardenne (Zhou et al., 2010 ; Sordello et al., 2017) ;

[24] Loi n°2015-991 du 7 août 2015 portant nouvelle organisation territoriale de la République (NOTRe).

[25] Les pylônes unitaires en béton ne sont donc pas pris en compte. La déduction de l'emprise au sol des pylônes sur pied a nécessité le travail de 5 étudiants durant un atelier collectif de deux mois et une harmonisation par une ingénieure cartographe. Pour des raisons de sécurité, seuls les contours dans un rayon de 1 mètre de la clôture de propriétés des transformateurs électriques sont intégrés. Nous avons utilisé les données des opérateurs obtenues après la signature de conventions. Ces dernières comportent des informations attributaires plus nombreuses que celles en licence ouverte (opendata…). Ces informations ont par exemple permis de faire la distinction entre les réseaux enterrés et aériens.

[26] Décret n°2012-1492 du 27 décembre 2012.

[27] A partir notamment des zonages environnementaux.

[28] Article L371-1 de la Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement.

- ✓ analyse multicritère définissant un score global pour chaque corridor défini à partir notamment des zonages environnementaux, de l'occupation du sol, d'indices d'écologie du paysage, etc. (Bastian et Steinhardt, 2005). Cette méthode a été mobilisée pour la définition de notre cartographie de référence du potentiel de biodiversité ;
- ✓ modélisation reposant sur le degré de résistance aux déplacements de la faune et de la flore des éléments composant la trame paysagère (Etherington, 2016).

Quatre techniques sont possibles pour modéliser le degré de résistance. La première, en Bourgogne par exemple, agglomère des ensembles uniformes de perméabilité paysagère pour définir des corridors (Finke et Sonnenschein, 2007). Utilisée notamment en Aquitaine ou dans le Limousin, la deuxième repose sur la notion de distance-coût dans le cadre de la théorie des graphes (Pullinger et Johnson, 2010 ; Foltête et *al.*, 2012a). Elle permet de calculer le chemin le moins coûteux entre chaque paire de réservoirs de biodiversité (Etherington et Holland, 2013). Cette méthode est particulièrement sensible à la résolution spatiale des données utilisées et présuppose que le déplacement est rationnel et planifié (Broquet et *al.*, 2006 ; LePoint et *al.,* 2013). Elle offre cependant l'avantage de cibler au mieux les secteurs les plus adéquats de connectivité et où les actions de restauration ou de protection écologique sont susceptibles d'être les plus efficaces (Avon et Bergès, 2016). La troisième contourne les limites de la précédente en créant une zone plus large, un couloir, exprimé en coût relatif par rapport au meilleur chemin (McRae et Kavanagh, 2011 ; Lechner et *al.*, 2017). La quatrième technique s'appuie sur la théorie des circuits (Urban et Keitt, 2001). Elle permet de prendre en compte la divagation dans le déplacement des animaux en simulant le passage d'un courant électrique entre les réservoirs de biodiversité (des résistances) au sein de chaque pixel de la trame paysagère (MacRae et *al.*, 2008). La variation de l'intensité du courant permet alors de définir les secteurs ou les chemins multiples les plus propices à la connectivité (Bernier et Théau, 2013).

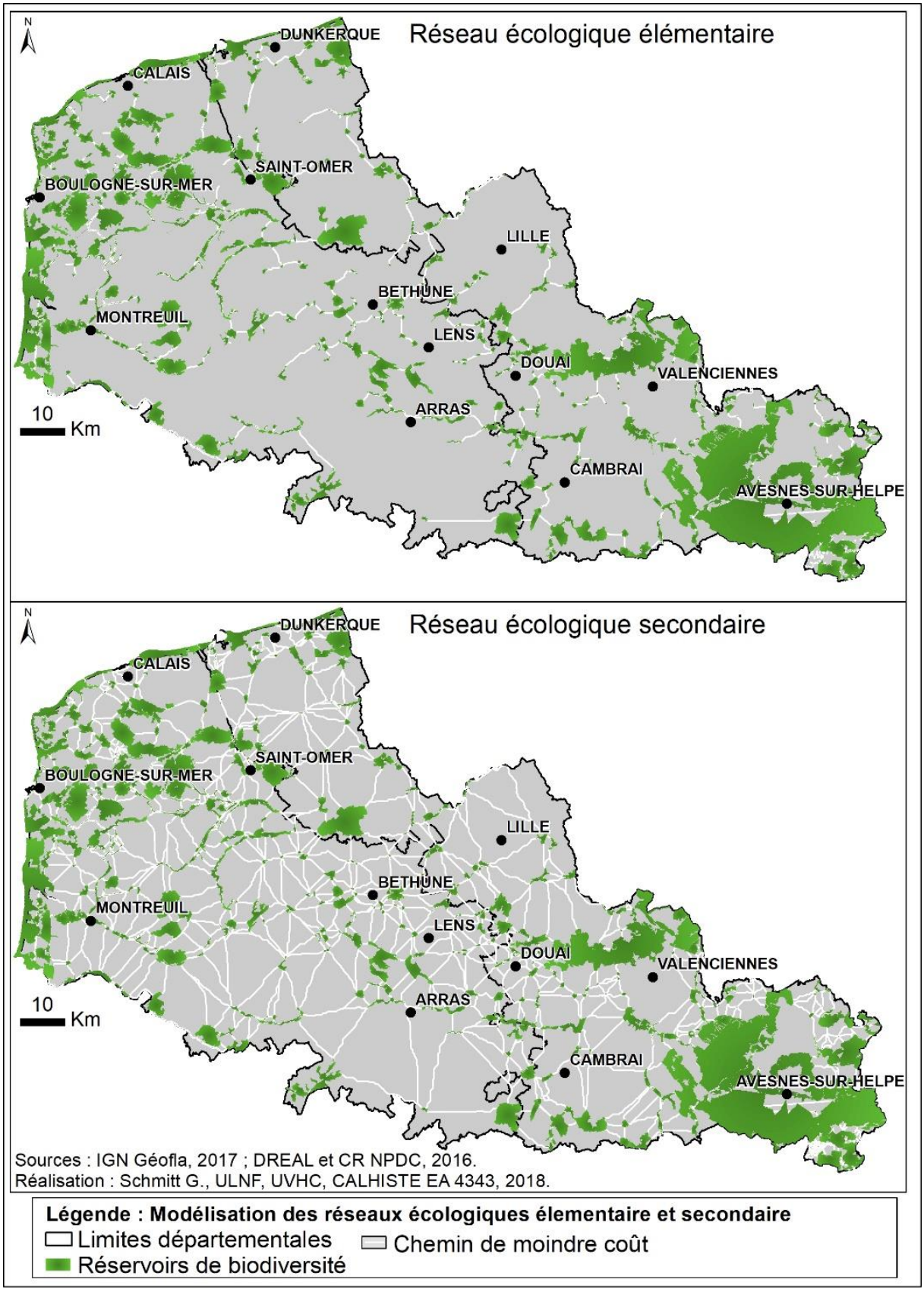
2.2. METHODES DE CALCUL DE LA CONNECTIVITE POTENTIELLE DU PAYSAGE DU NORD DE LA FRANCE

Le choix des méthodes retenues répond à un double objectif : prendre en compte à la fois l'emprise au sol de quelques m² des plus petites entités (des milliers de pieds de pylônes) et déployer l'analyse de connectivité sur une zone d'étude de près de 12 500 km². Dans cette perspective, la faisabilité technique (temps de calcul, reproductibilité…) conduit à faire des choix dans les méthodes retenues. L'application de la théorie des circuits s'est en effet avérée impossible à mettre en œuvre sur la totalité de la zone d'étude à très haute résolution spatiale (4 m²), notamment du fait de la très forte fragmentation paysagère (Tournant, 2013). Moins chronophage en temps de calcul, les méthodes de la théorie des graphes ont été retenues et déployées sur deux stations de travail en se basant sur des estimations de temps de calcul réalisées par Foltête et *al.* (2012b).

La technique des chemins de moindre coût a été couplée à celle des couloirs de moindre de coût à partir de la matrice paysagère précédemment créée entre les différents réservoirs de biodiversité du SRCE Nord-Pas de Calais. La première permet d'incorporer les effets potentiels sur la connectivité d'un grand nombre de petites emprises foncières. La seconde permet d'intégrer l'incertitude inhérente aux

déplacements de la faune et de proposer des alternatives quantifiables de corridors écologiques en cas d'impossibilité d'aménagement ou de contraintes foncières (de constructibilité, de pollution…).

Figure 20. Modélisation des chemins de moindre coût des réseaux écologiques élémentaires et secondaires.



La connectivité écologique est donc calculée en reliant, par la méthode des chemins de moindre coût, chaque réservoir de biodiversité à son voisin le plus proche en termes de coût cumulé de déplacement. Ce premier calcul permet d'identifier un réseau écologique potentiel élémentaire constitué de 582 chemins. Pour créer un réseau écologique plus dense et à la connectivité plus élevée, le même calcul est réalisé mais en augmentant le nombre de chemins possibles. Chaque réservoir est alors au moins relié à deux autres réservoirs ou dispose de plusieurs chemins de coût analogues. Cela permet de créer un réseau secondaire, plus dense et à la connectivité plus élevée avec 1 395 chemins (Fig. 20).

3. SIMULATIONS DE L'AMELIORATION DE LA CONNECTIVITE ECOLOGIQUE A PARTIR D'UNE BONIFICATION DE L'ICBP DES EMPRISES FONCIERES DES ILTE

La modélisation de la matrice paysagère et de la connectivité écologique sert alors à simuler des bonifications de l'ICBP des emprises foncières des ILTe. Le réseau écologique peut être renforcé soit par des actions de l'un des deux opérateurs, soit de manière conjointe. Ces améliorations sont testées par pas de 10 % et cela jusqu'à 50 % de bonification de l'ICBP de ces emprises. Les réseaux écologiques élémentaire et secondaire sont successivement recalculés individuellement pour chaque pas de bonification, chaque ILTe, puis pour ces deux réseaux de manière conjointe (mise en synergie des deux réseaux). Pour évaluer la contribution de chaque ILTe et la contribution de la synergie des deux réseaux, les simulations sont comparées aux réseaux écologiques initiaux.

3.1. LES SCENARII DE BONIFICATION DES EMPRISES FONCIERES DES RESEAUX TECHNIQUES

Une bonification se traduit par une amélioration de la connectivité du réseau écologique soit en augmentant la porosité du paysage, soit en densifiant le réseau. Dans la modélisation du paysage, elle génère soit une réduction du coût des chemins existants (en orange sur les figures 21 et 22), soit la création de nouveaux chemins (en rouge). Les chemins identifiés correspondent à ceux avec la distance-coût la moins élevée entre les réservoirs de biodiversité. La création de chemins peut alors générer la suppression de certains chemins existants (en bleu) mais cela offre des alternatives de cheminement entre réservoirs de biodiversité avec des coûts moindres. Ainsi, même s'ils apparaissent au détriment d'autres chemins, les nouveaux chemins contribuent à augmenter la porosité du paysage.

Figure 21. Simulations d'amélioration de la connectivité du réseau écologique élémentaire après bonification des emprises foncières des ILTe.

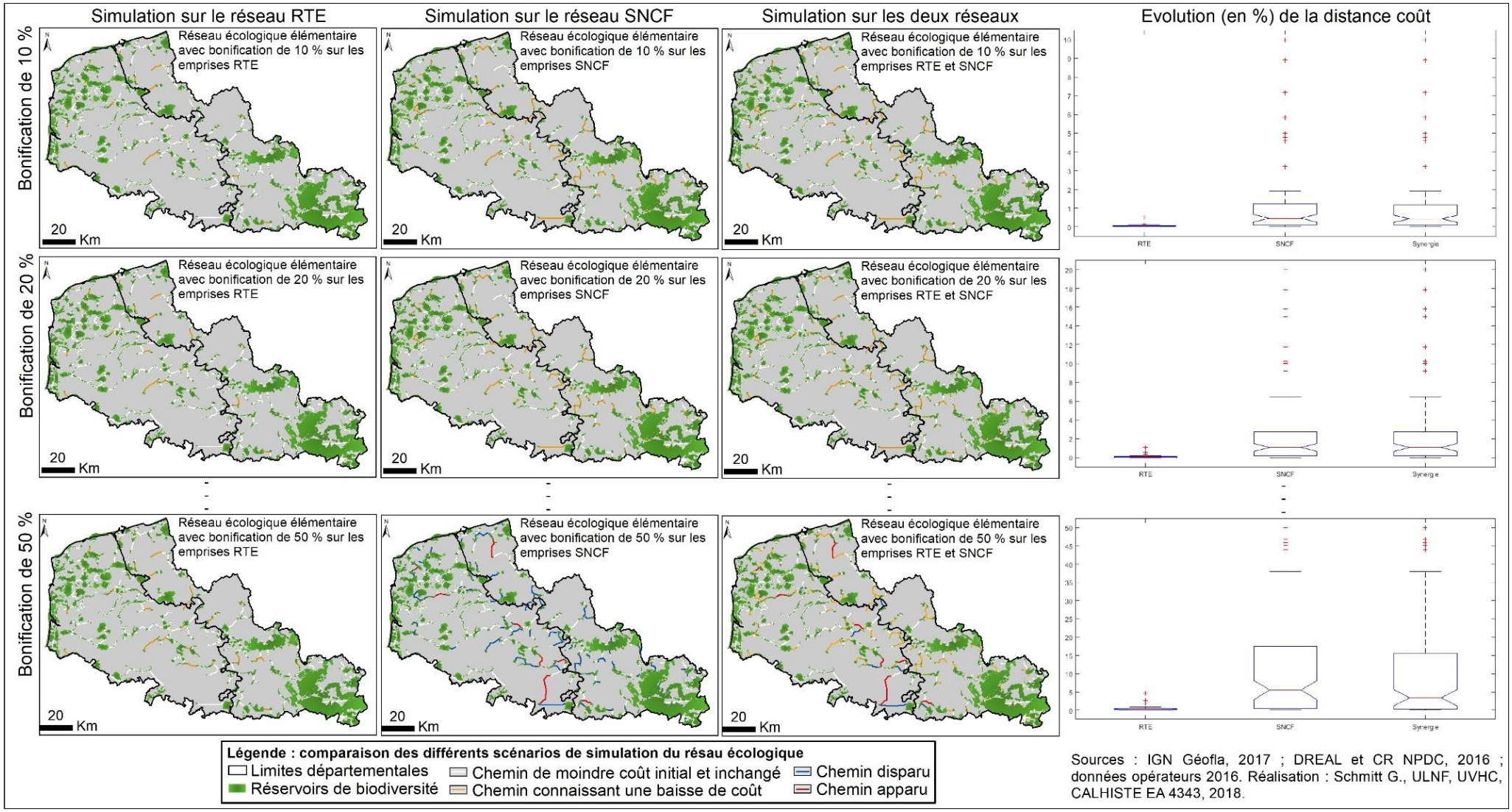
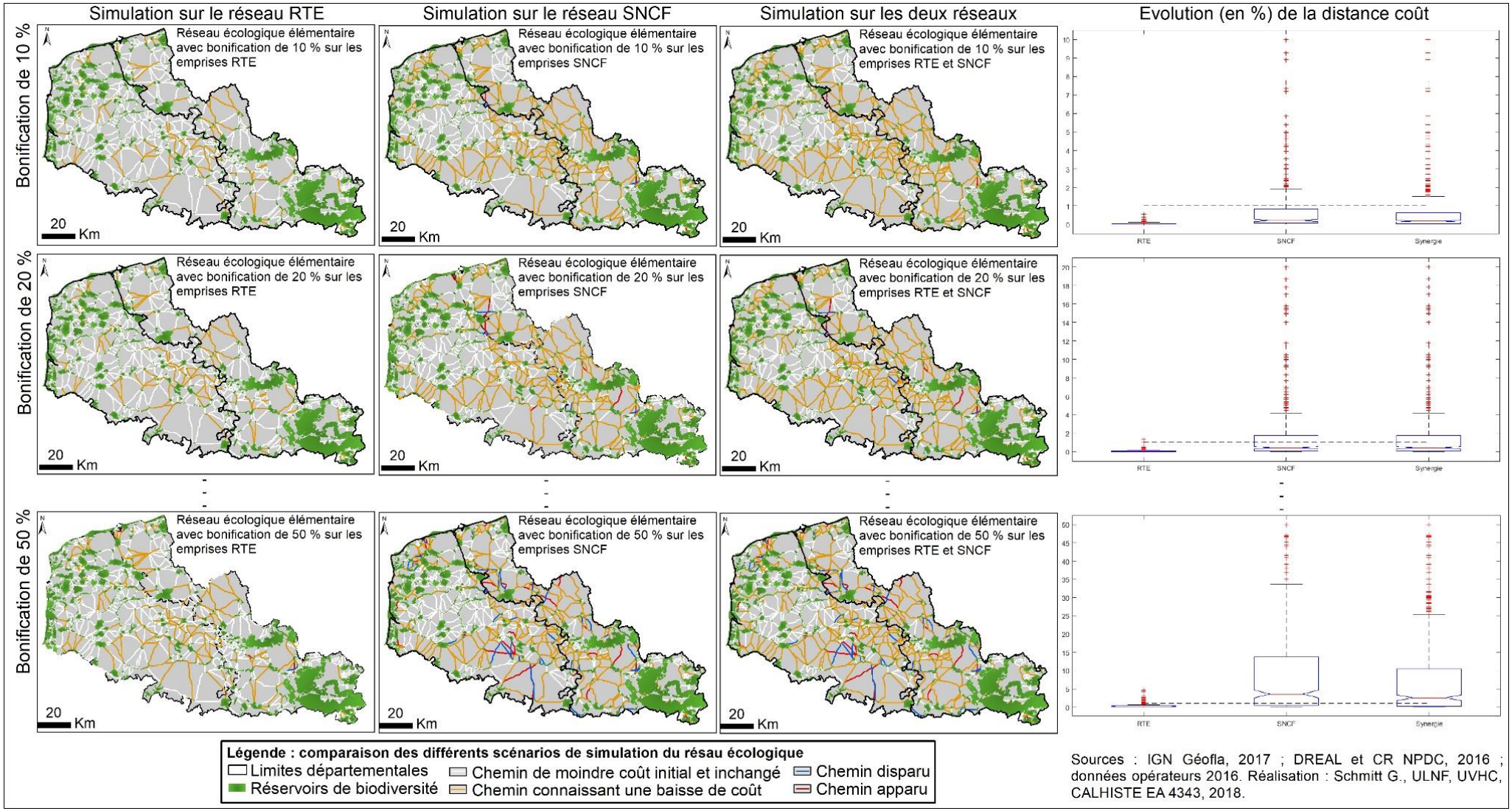


Figure 22. Simulations d'amélioration de la connectivité du réseau écologique élémentaire après bonification des emprises foncières des réseaux des deux ILTe.



3.2. LES EFFETS DES BONIFICATIONS : FAIBLE GAIN DE CONNECTIVITE REGIONALE MAIS NETTE AMELIORATION DE LA POROSITE LOCALE DU PAYSAGE

Les bonifications des deux types d'emprise génèrent globalement un gain de connectivité très faible. À l'exception d'une bonification de 50 % des emprises de l'infrastructure ferroviaire, la réduction du coût des chemins est inférieure à 1 % de la valeur de l'ensemble du réseau initial, que cela soit sur le réseau élémentaire ou le réseau secondaire (Tab. 8 et 9).

Tableau 8. Évolution du coût des chemins du réseau écologique élémentaire après bonification de l'ICBP des emprises des deux ILTe.

Distance coût initiale 24 969 686	RTE						SNCF					
	coût moindre		apparus		disparus		coût moindre		apparus		disparus	
	en valeur	en %	en valeur	en %	en valeur	en %	en valeur	en %	en valeur	en %	en valeur	en %
Bonification de 10 %	754	0,003	-	-	-	-	51 756	0,207	-	-	-	-
Bonification de 20 %	2 214	0,009	-	-	-	-	129 226	0,518	-	-	-	-
Bonification de 50 %	14 397	0,058	-	-	-	-	911 014	3,648	1 936 160	7,754	2 133 165	8,543

Tableau 9. Évolution du coût des chemins du réseau écologique secondaire après bonification de l'ICBP des emprises des deux ILT.

Distance coût initiale 183 541 364	RTE						SNCF					
	coût moindre		apparus		disparus		coût moindre		apparus		disparus	
	en valeur	en %	en valeur	en %	en valeur	en %	en valeur	en %	en valeur	en %	en valeur	en %
Bonification de 10 %	5 898	0,003	-	-	-	-	433 027	0,236	1 610 204	0,877	1 645 117	0,896
Bonification de 20 %	17 035	0,009	-	-	-	-	1 261 946	0,688	5 252 515	2,862	2 811 895	1,532
Bonification de 50 %	103 621	0,056	818 187	0,446	343 070	0,187	7 062 132	3,848	13 754 046	7,494	15 457 223	8,422

Les bonifications du potentiel de connectivité des emprises du réseau électrique HT et THT améliorent peu la connectivité écologique du paysage du Nord de la France (Tab. 10 et 11). Pour une bonification inférieure ou égale à 50 %, la baisse du coût des chemins existants concerne moins de 6 % des chemins du réseau élémentaire et moins de 12 % des chemins du réseau secondaire. De plus, très peu de nouveaux chemins sont créés. Seules les bonifications de 50 % génèrent 3 nouveaux chemins dans le réseau secondaire (et la disparition d'un chemin).

Tableau 10. Évolution du nombre de chemins du réseau écologique élémentaire après bonification de l'ICBP des emprises des deux ILTe.

Chemins initiaux 582	RTE						SNCF					
	coût moindre		apparus		disparus		coût moindre		apparus		disparus	
	en nb	en %	en nb	en %	en nb	en %	en nb	en %	en nb	en %	en nb	en %
Bonification de 10 %	14	2,405	-	-	-	-	75	12,887	-	-	-	-
Bonification de 20 %	19	3,265	-	-	-	-	79	13,574	-	-	-	-
Bonification de 50 %	31	5,326	-	-	-	-	92	15,808	9	1,546	9	1,546

Tableau 11. Évolution du nombre de chemins du réseau écologique secondaire après bonification de l'ICBP des emprises des deux ILTe.

Chemins initiaux 1395	RTE						SNCF					
	coût moindre		apparus		disparus		coût moindre		apparus		disparus	
	en nb	en %	en nb	en %	en nb	en %	en nb	en %	en nb	en %	en nb	en %
Bonification de 10 %	98	7,025	-	-	-	-	316	22,652	4	0,287	4	0,287
Bonification de 20 %	121	8,674	-	-	-	-	325	23,297	11	0,789	7	0,502
Bonification de 50 %	171	12,258	3	0,215	1	0,072	343	24,588	39	2,796	41	2,939

L'emprise au sol du réseau ferroviaire étant plus importante que celle du réseau électrique TH et THT (cf. partie 1), les bonifications des emprises de celui-ci améliorent plus fortement la connectivité écologique. Pour une bonification inférieure ou égale à 50 %, plus de 12 % des chemins du réseau élémentaire et plus de 22 % des chemins du réseau secondaire voient leur coût diminuer. De nouveaux chemins sont de surcroit créés : 9 nouveaux chemins dans le réseau élémentaire (9 chemins disparaissent) et 39 nouveaux chemins dans le réseau secondaire (41 chemins disparaissent) pour le scénario à 50 %. Les bonifications de 10 % et 20 % génèrent respectivement 4 et 11 nouveaux chemins dans le réseau secondaire (4 et 7 chemins disparaissent). Le gain de connectivité régionale est faible mais les bonifications des emprises de l'infrastructure ferroviaire améliorent nettement la porosité locale du paysage en réduisant le coût de déplacement de nombreux chemins.

3.3. CONTRIBUTION DE LA SYNERGIE DES DEUX ILTE : REDUCTION DE L'EFFORT GLOBAL DE BONIFICATION

Malgré une superposition des deux réseaux techniques de l'ordre de 5 %[29], l'effet de synergie entre les deux réseaux de transport est minime à l'échelle régionale. D'une part, le gain de connectivité est faible : entre 0,21 % et 3,695 % sur le réseau élémentaire et entre 0,239 et 3,885 % sur le réseau secondaire (Tab. 12). D'autre part, par rapport à la bonification des emprises SNCF, la bonification conjointe ne génère qu'une modeste augmentation du nombre de chemins ayant un coût moindre (Tab. 13).

Cependant, les actions conjuguées permettent des économies globales en termes d'effort de bonification et une répartition des efforts entre les deux opérateurs. Ainsi, une bonification de 50 % des emprises SNCF génère une réduction des coûts de 343 chemins, tout comme une bonification conjointe de seulement 10 %. Le scénario avec une bonification conjointe de 20 % offre de meilleurs résultats que celui avec une bonification de 50 % des emprises SNCF. En cela, les deux ILTe apparaissent complémentaires pour renforcer localement la connectivité et plus généralement le réseau écologique régional.

Lors de la présentation des résultats des simulations aux deux opérateurs, la simulation conjointe à 20 % a été retenue comme étant le scénario de référence pour envisager des mesures de mise en synergie de leurs actions (Fig. 23). Ce scénario permet une réduction du coût de déplacement pour près de 27 % des chemins et crée 11 nouveaux chemins au détriment de 7. Globalement, 25 % du réseau écologique élémentaire est modifié et 28 % du réseau secondaire. L'analyse des contributions des bonifications des emprises permet de mettre en évidence que les actions conjointes contribuent à modifier 13 % du réseau écologique élémentaire et 5 % du réseau secondaire.

[29] Lorsqu'il y avait superposition, nous avons attribué la valeur de l'indicateur plus favorable à la connectivité.

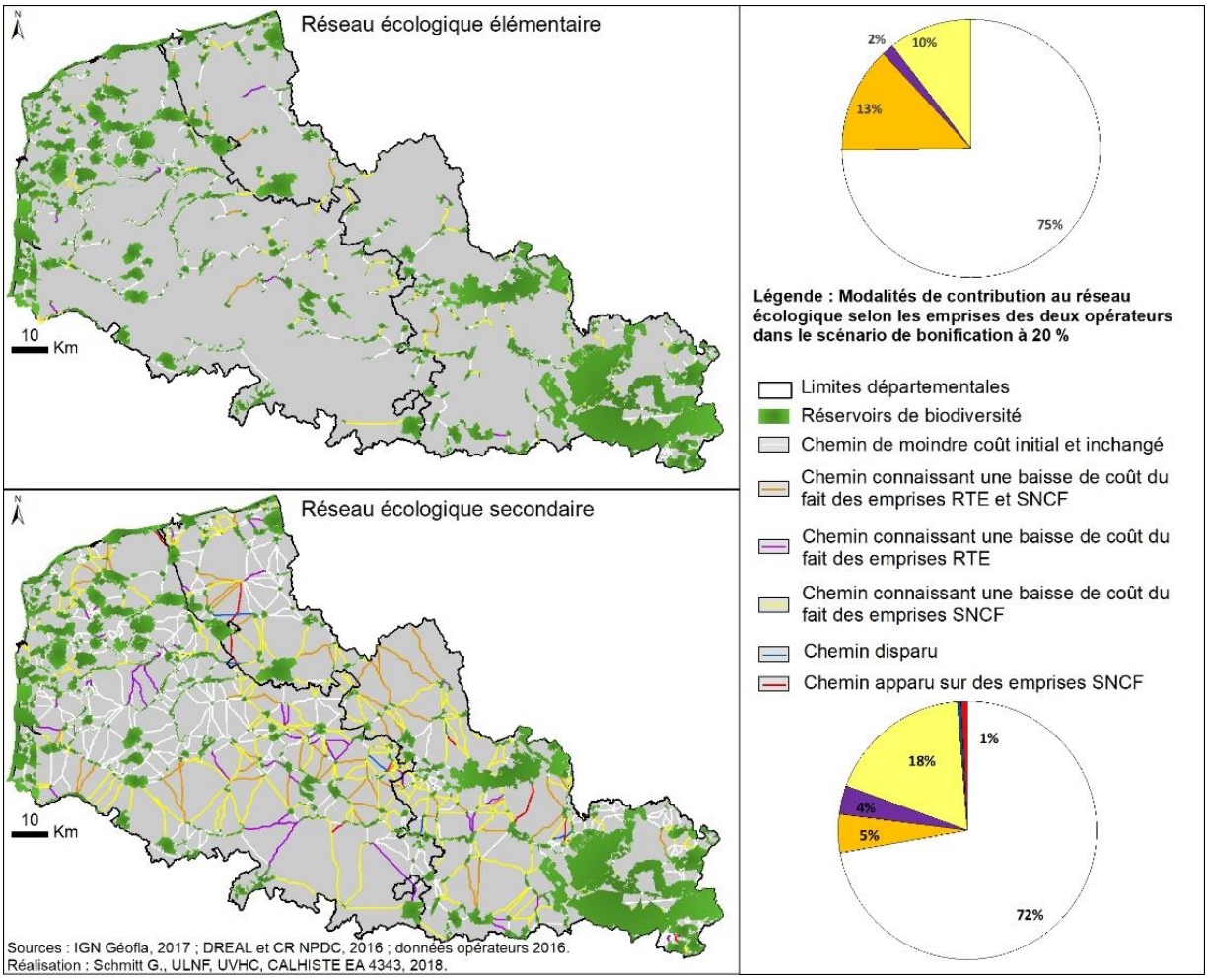
Tableau 12. Évolution du coût des chemins des réseaux écologiques élémentaire et secondaire après bonification conjointe des emprises des deux ILTe.

Réseau élementaire 24 969 686	SYNERGIE coût moindre en valeur	coût moindre en %	apparus en valeur	apparus en %	disparus en valeur	disparus en %	Réseau secondaire 183 541 364	SYNERGIE coût moindre en valeur	coût moindre en %	apparus en valeur	apparus en %	disparus en valeur	disparus en %
Bonification de 10 %	52 535	0,210	-	-	-	-	**Bonification de 10 %**	438 867	0,239	1 609 896	0,877	1 645 117	0,896
Bonification de 20 %	131 247	0,526	-	-	-	-	**Bonification de 20 %**	1 277 828	0,696	5 251 954	2,861	2 811 895	1,532
Bonification de 50 %	922 754	3,695	1 936 160	7,754	2 133 165	8,543	**Bonification de 50 %**	7 131 118	3,885	13 954 125	7,603	15 457 223	8,422

Tableau 13. Evolution du nombre de chemins des réseaux écologiques élémentaire et secondaire après bonification conjointe des emprises des deux ILTe.

Réseau élementaire Nb : 582	SYNERGIE coût moindre en nb	coût moindre en %	apparus en nb	apparus en %	disparus en nb	disparus en %	Réseau secondaire Nb : 1395	SYNERGIE coût moindre en nb	coût moindre en %	apparus en nb	apparus en %	disparus en nb	disparus en %
Bonification de 10 %	83	14,261	-	-	-	-	**Bonification de 10 %**	343	24,588	4	0,287	4	0,287
Bonification de 20 %	89	15,292	-	-	-	-	**Bonification de 20 %**	376	26,953	11	0,789	7	0,502
Bonification de 50 %	107	18,385	9	1,546	9	1,546	**Bonification de 50 %**	411	29,462	40	2,867	41	2,939

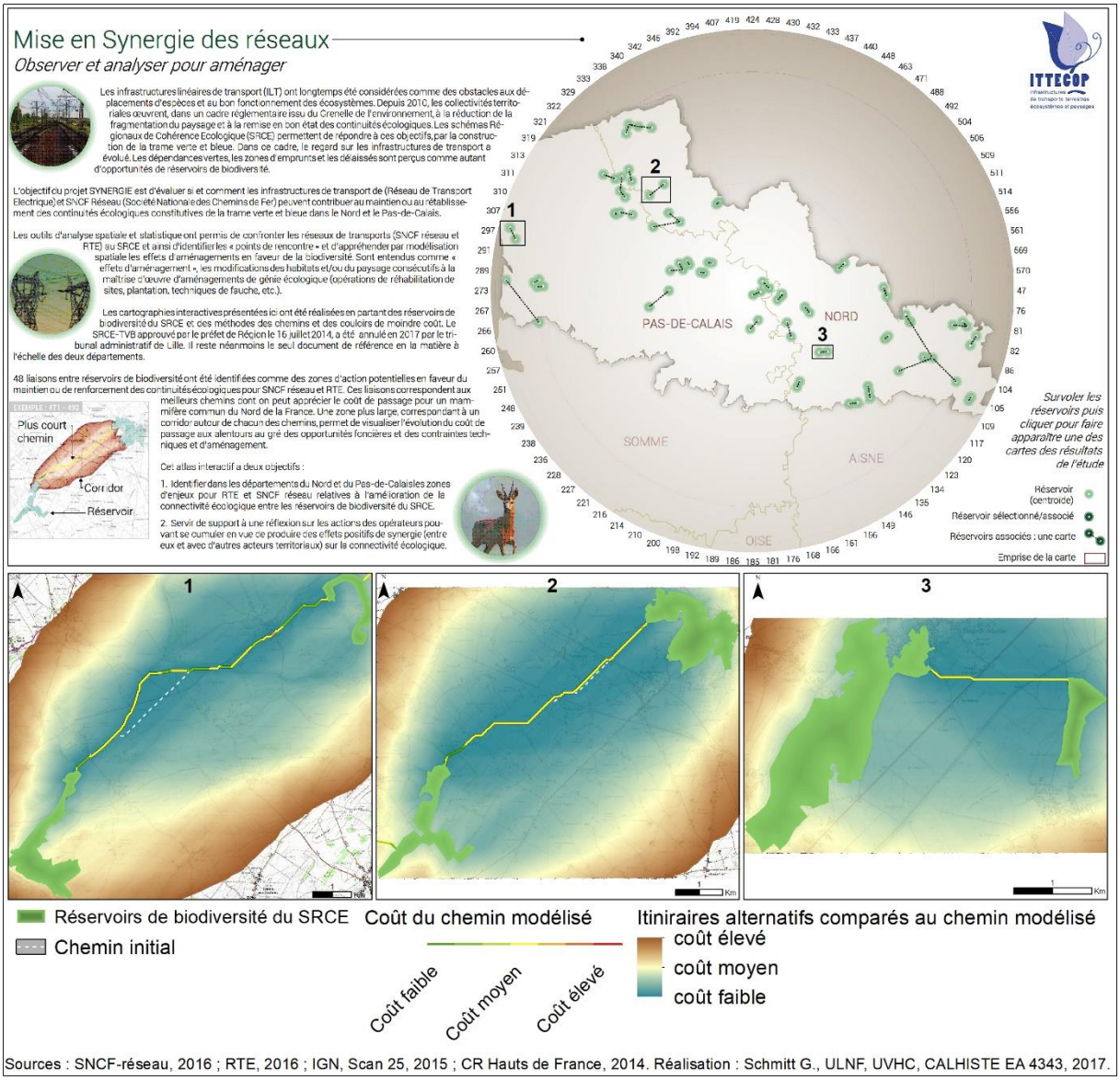
Figure 23. Contributions respectives des deux ILTe à la simulation par bonification de 20 % de leurs emprises à la connectivité écologique du Nord de la France.



3.4. MODELISATION DE LA CONNECTIVITE PAYSAGERE COMME OUTIL DE MEDIATION

Localement, certains franchissements peuvent cependant être difficiles à mettre en place (sécurisation de sites par des clôtures…) ou demander des aménagements onéreux (passage à faune…). De plus, la modélisation s'appuie uniquement sur deux réseaux d'infrastructures linéaires sans prendre en compte notamment les berges des voies navigables ou les bords des voies routières. Pour pallier ces deux limites et aider les opérateurs à localiser les sites des emprises où la bonification du potentiel écologique a des effets sur la connectivité écologique du paysage, un atlas numérique intégrant l'incertitude des possibilités techniques d'aménagements et des contraintes foncières est réalisé.

Figure 24. Conception d'un outil de médiation : l'atlas numérique et interactif.



Cet atlas permet de proposer des itinéraires alternatifs au chemin modélisé. Plus précisément, des couloirs de moindres coûts sont calculés entre les 48 paires de réservoirs de biodiversité où les chemins du réseau élémentaire sont particulièrement modifiés[30] en termes de distance-coût et/ou de

[30] Soit une diminution d'au moins 1 % de la distance-coût des chemins du réseau élémentaire initial.

trajectoire dans la simulation conjointe à 20 %. Cet atlas permet également d'identifier les sections de chemin selon leur coût de franchissement et comparativement à la trajectoire du chemin initial (Figure 24). Cet atlas conçu comme un outil de médiation sert de support de travail entre opérateurs d'ILTe et acteurs territoriaux et dont l'objectif est de stimuler les réflexions d'actions conjointes en vue de la restauration des continuités écologiques (MacEachren, 2004).

4. CONCLUSION DE PARTIE

En s'intéressant aux relations entre le réseau écologique tel qu'identifié dans le SRCE et les contributions potentielles de deux ILTe, plusieurs résultats ont été obtenus sur le plan méthodologique et dans le champ de l'aménagement du territoire.

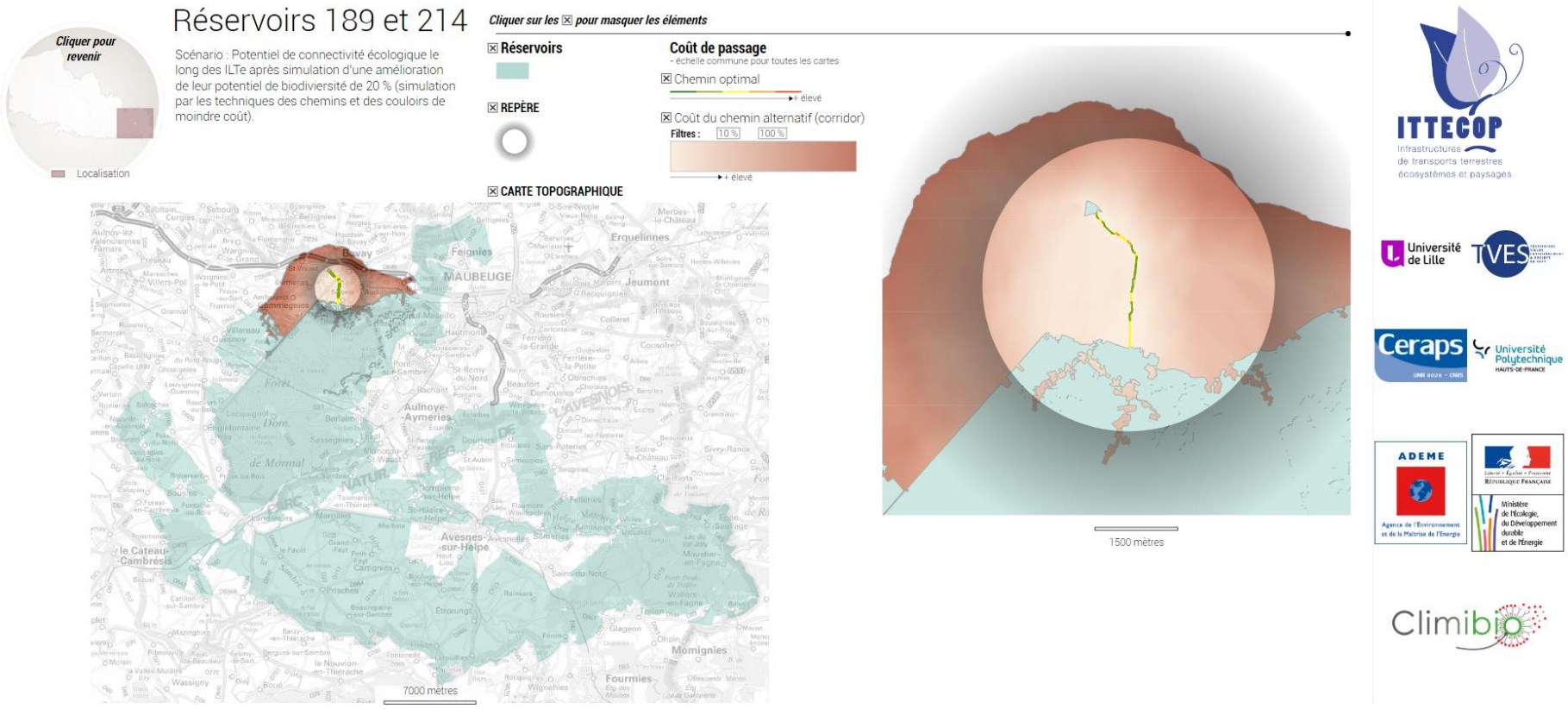
Un indice composite de biodiversité potentielle (ICBP) a ainsi été conçu à partir de 8 indicateurs portant sur la qualité, la forme et la configuration de chaque patch de la matrice paysagère. Ces derniers s'appuient sur un corpus bibliographique étoffé et des bases de données géographiques éprouvées. Leurs caractéristiques permettent d'envisager une actualisation et un monitoring ainsi qu'une reproductibilité dans d'autres contextes territoriaux. La diffusion massive de flots de données (conditions de production facilitées, opendata…) et l'amélioration de l'efficacité des calculs en mode vectoriel (traitement parallèle…) dans les SIG sont également des arguments plaidant en faveur d'une telle démarche.

Face aux incertitudes de la cartographie des corridors du SRCE, un réseau écologique reposant sur les méthodes de la théorie des graphes a été formalisé. Il a la particularité de se composer de deux niveaux hiérarchiques. Le premier, le plus élémentaire, est en quelques sortes le réseau minimal pour assurer une connectivité à l'échelle régionale entre les réservoirs de biodiversité. Pour des gestionnaires de l'espace, il peut être considéré comme un réseau économe en temps de (re)constitution de réseau écologique, ainsi qu'en moyens humain et financier. Le facteur de risque est toutefois plus grand, puisqu'en cas de non-efficience d'un chemin, l'ensemble du réseau perd en cohérence. Le second est sans doute plus couteux à mettre en œuvre, mais il est plus dense et présente un facteur de risque plus faible. Ces deux réseaux peuvent fournir un cadre de réflexion normatif à la définition de stratégies d'aménagement du territoire. Ils peuvent aussi concourir à des arbitrages dans les choix de tels ou tels projets urbains prenant en compte la dimension environnementale non plus à l'échelle du site de la construction, mais à l'échelle de sa situation géographique et de ses conséquences sur la connectivité écologique.

La simulation d'actions en faveur de la biodiversité sur le foncier des deux ILTe a permis d'identifier des secteurs, où la connectivité écologique pourrait être significativement améliorée. Bien que ces améliorations restent faibles à l'échelle régionale faibles, elles peuvent localement contribuer à réduire la fragmentation du paysagère et faciliter la mobilité de la faune, notamment lorsque plusieurs emprises d'infrastructures sont mobilisées. L'incertitude et les contraintes techniques dans la restauration et la création de continuité écologique sont prises en compte en proposant dans un atlas des itinéraires alternatifs. L'atlas est ainsi conçu comme un outil de sensibilisation des opérateurs d'ILTe à la recherche de partenariats et de mise en synergie avec les autres gestionnaires de l'espace.

Un outil de médiation pour améliorer la connectivité écologique est d'autant plus important que le contexte politique et scientifique ne cesse d'évoluer (Fig. 25). Les débats politiques en cours à propos du réseau écologique s'inscrivent désormais dans le cadre du SRADDET, dans un périmètre élargi, celui de la région Hauts-de-France et dans une hiérarchie des normes des documents d'aménagement et d'urbanisme renouvelée (loi évolution du logement et aménagement numérique - ELAN). De plus, l'avenir des réseaux écologiques n'a de cesse de se redessiner en fonction des avancées scientifiques telles que par l'exemple la qualité des inventaires faunistiques et floristiques.

Figure 25.Extraits de l'atlas numérique.



:: SNCF réseau, 2016 ; RTE, 2016 ; IGN SCAN, 2017 ; CR Hauts-de-France, 2014 | Réalisation : SCHMITT G., THIERRY C., CABARRY S., 2018 | Dans le cadre du projet Synergie

hors thank the Région Hauts-de-France, and the Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (CPER Climibio), and the European Fund for Regional Economic Development for their financial support.

Réservoirs 198 et 210

Scénario : Potentiel de connectivité écologique le long des ILTe après simulation d'une amélioration de leur potentiel de biodiversité de 20 % (simulation par les techniques des chemins et des couloirs de moindre coût).

Cliquer sur les ☒ pour masquer les éléments

☒ **Réservoirs**

Coût de passage
- échelle commune pour toutes les cartes

☒ Chemin optimal

+ élevé

☒ Coût du chemin alternatif (corridor)

Filtres : 10 % 100 %

+ élevé

☒ **CARTE TOPOGRAPHIQUE**

500 mètres

Sources : SNCF réseau, 2016 ; RTE, 2016 ; IGN SCAN, 2017 ; CR Hauts-de-France, 2014 | Réalisation : SCHMITT G., THIERRY C., CABARRY S., 2018 | Dans le cadre du projet Synergie

The authors thank the Région Hauts-de-France, and the Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (CPER Climibio), and the European Fund for Regional Economic Development for their financial support.

Réservoirs 311 et 321

Scénario : Potentiel de connectivité écologique le long des ILTe après simulation d'une amélioration de leur potentiel de biodiversité de 20 % (simulation par les techniques des chemins et des couloirs de moindre coût).

Cliquer sur les ☒ pour masquer les éléments

☒ **Réservoirs**

Coût de passage
- échelle commune pour toutes les cartes

☒ Chemin optimal

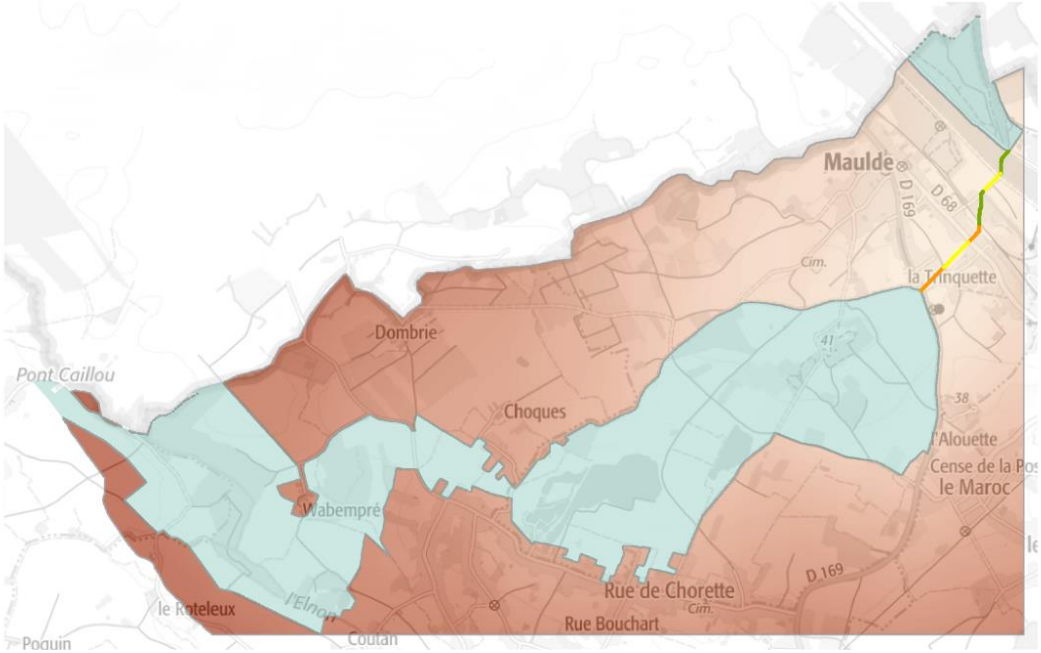
+ élevé

☒ Coût du chemin alternatif (corridor)

Filtres : 10 % 100 %

+ élevé

☒ **CARTE TOPOGRAPHIQUE**



500 mètres

Sources : SNCF réseau, 2016 ; RTE, 2016 ; IGN SCAN, 2017 ; CR Hauts-de-France, 2014 | Réalisation : SCHMITT G., THIERRY C., CABARRY S., 2018 | Dans le cadre du projet Synergie

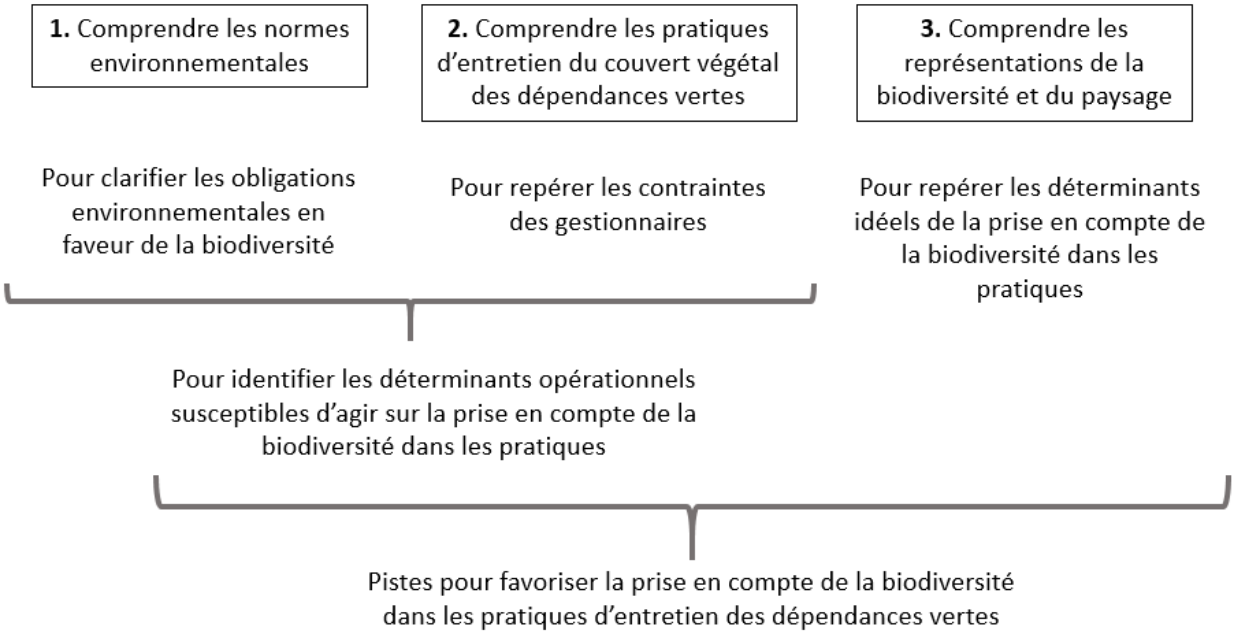
The authors thank the Région Hauts-de-France, and the Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (CPER Climibio), and the European Fund for Regional Economic Development for their financial support.

3

PRISE EN COMPTE DE LA BIODIVERSITE DANS LES PRATIQUES D'ENTRETIEN DES DEPENDANCES VERTES : CONTRAINTES ET LEVIERS

L'objectif est de dresser un inventaire **des déterminants (contraintes et leviers) susceptibles d'agir sur la prise en compte de la biodiversité dans l'entretien des dépendances vertes (DV).** Les travaux ont été menée par le laboratoire TVES et le CERAPS. Ces déterminants sont de natures diverses : cadre juridique et réglementaire, contrainte foncière et cadres budgétaires, contraintes et moyens d'exploitation et de gestion des voies ferrées et des lignes de transport électrique, obligations juridiques faites aux services exploitants ces infrastructures de prendre en compte la qualité paysagère et environnementale des territoires traversés. Les deux sites définis précédemment ont permis d'alimenter ces travaux, de clarifier les obligations environnementales favorables à la biodiversité, de repérer les contraintes d'entretien pour les gestionnaires et d'étudier les représentations de la biodiversité et des paysages des gestionnaires du couvert végétal des dépendances vertes (Fig. 26).

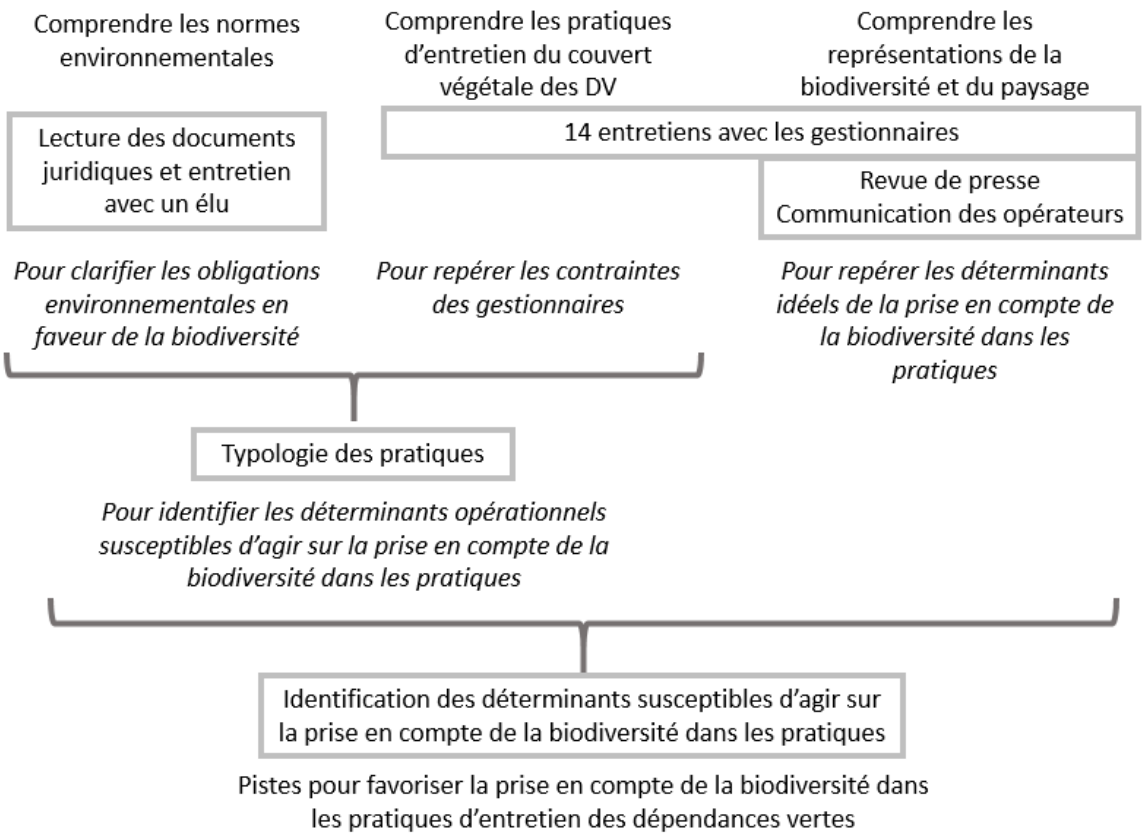
Figure 26 : Les trois objectifs spécifiques de l'axe 2.



1. DEMARCHE

L'analyse repose sur une démarche mobilisant d'une part les textes législatifs et les démarches de contractualisation destinée à clarifier les obligations, d'autre part des entretiens menés auprès des gestionnaires afin de cerner leurs pratiques d'entretien et leurs représentations à la fois de la biodiversité et des paysages des ILTe (Fig. 27).

Figure 27 : Démarche mise en place par l'axe 2.



1.1. LECTURE DES DOCUMENTS JURIDIQUES

Objectifs : Analyse de la juridisation du paysage, des convention-cadre des deux opérateurs, des servitudes et des documents d'urbanisme qui concernent les deux sites d'étude.

Juridisation du paysage : 1/ Travail sur les documents parlementaires (notamment projet de loi relatif à la biodiversité…) ; 2/ Travail d'archive ; 3/ Entretiens ; 4/Hiérarchie des textes juridiques : convention européenne du paysage, lois…

Corpus : Il s'agit d'effectuer un travail d'identification des règles juridiques afin de discriminer les matériaux juridiques des autres. Ce travail de recensement s'avère être essentiel pour effectuer par la suite un travail de catégorisation parmi les documents juridiques ainsi identifiés (les contrats, les lois…).

Prise en compte normative et des contrats : 1/ Obtenir le contrat et les avenants (et pas un document de deuxième main) ; 2/ Les contrats administratifs sont des documents administratifs (donc possibilité de saisine de la Commission d'accès aux documents administratifs (CADA) et du juge administratif en deuxième lieu) ; 3/ Qualification du contrat (ce n'est pas une charte, ce n'est pas un acte unilatéral…) ; 4/ Contrat de droit public ou de droit privé : prise en compte de la théorie générale des contrats administratifs (présence de clauses exorbitantes de droit commun par exemple) ; 5/Analyse formelle du contrat : signature, nom des parties ; 6/ Analyse du fond (délibération de la personne publique autorisant la signature du contrat, Compétence des parties).

1.2. ÉTUDE DES PRATIQUES D'ENTRETIEN DU COUVERT VEGETAL ET DES REPRESENTATION DE LA BIODIVERSITE ET DU PAYSAGE

Objectif : Il s'agit, à partir d'entretiens semi-dirigés, de mettre en évidence les contraintes techniques de la gestion de ces espaces. Les interlocuteurs étaient invités à évoquer leurs pratiques de gestion et leur point de vue sur la biodiversité et les paysages.

Corpus : 6 entretiens ont été menés avec des personnes ressources au sein de la SNCF et de RTE et 8 entretiens ont été menés avec les exploitants agricoles conventionnés des 4 pylônes étudiés. Au total ce sont donc 14 entretiens qui ont été exploités (Tab. 14).

Tableau 14. Les 14 entretiens auprès des gestionnaires (opérateurs et agriculteurs).

Entretiens auprès des opérateurs		Entretiens auprès des agriculteurs	
12.06.15 : Mme Savoye.....	SNCF	20.06.16 :	AGRI_1
16.07.15 : Mme Savoye.....	SNCF	20.06.16 :	AGRI_2
22.07.17 : M. Pujols, M. Hamon, M. Robert.....	SNCF	25.07.16 :	AGRI_3
29.06.15 : Mme Quintrel et Mme Portales.....	RTE	28.07.16 :	AGRI_4
23.07.15 : Mme Quintrel, Mme Portales.....	RTE	24.07.17 :	AGRI_1
10.01.17 : Mme Quintrel, M. Delmer, M. Decarnin..	RTE	24.07.17 :	AGRI_3
		28.08.17 :	AGRI_2
		28.08.17 :	AGRI_4

L'étude des représentations de la relation entre les ILTe et la biodiversité et le paysage s'appuie aussi sur ces entretiens. Cette étude est complétée par une analyse d'une revue de presse et une analyse de la communication sur Internet des opérateurs à propos de la biodiversité.

ENTRETIENS AUPRES DES PROFESSIONNELS EN CHARGE SOIT DES QUESTIONS DE DEVELOPPEMENT DURABLE AU SEIN DE CES OPERATEURS, SOIT DE L'ENTRETIEN DES VOIES ET DE LEURS ABORDS.

Objectif : Comprendre les pratiques de gestion de la végétation des agents ; analyser l'argumentaire en interne sur la biodiversité et le paysage ; analyser l'inscription de celui-ci dans la politique globale de l'entreprise. Inventorier les normes et les contraintes liées au traitement de la végétation et à la préservation de la biodiversité.

Acteurs rencontrés : 6 agents ont été rencontrés : Mickaël Hamon (SNCF- Cellule Maîtrise de la végétation) ; Jean-Pierre Pujols (SNCF Pôle Maîtrise de la végétation - SIG - Paysage et biodiversité) ; Romain Robert (SNCF Géométrie de la voie - Maîtrise de la végétation) ; Mathilde Savoye (SNCF - Chef de pôle Environnement et Développement Durable) ; Suzelle Portales (RTE - Pilote environnement) ; Virginie Quintrel (RTE - Chargée de concertation).

Guide d'entretien : 4 grands thèmes ont été abordés durant les entretiens : les pratiques d'entretien et de gestion des dépendances vertes ; les contraintes techniques pouvant limiter ces actions d'entretien ; les points de vue sur la biodiversité et les paysages ; le parcours professionnel des agents.

Grille d'analyse des entretiens : analyse textuelle (logiciel LeSphinx) suivant 4 thèmes : végétation/biodiversité ; aménagement ; règles, normes et obligations ; contraintes juridiques/ administratives.

ENTRETIENS AUPRES DES AGRICULTEURS QUI EXPLOITENT UNE PARCELLE SUR LAQUELLE EST SITUE UN PYLONE.

Objectifs des entretiens avec les agriculteurs : cerner les contraintes des agriculteurs conventionnés et apprécier leur représentation du paysage et de la biodiversité.

Acteurs rencontrés : Deux entretiens ont été menés pour chacun des 4 agriculteurs[31] concernés par les études de cas. Les 4 exploitations agricoles sont en fermage, avec des contrats datant de 1993 à 2008 selon l'exploitation. Les 4 agriculteurs pratiquent de la polyculture (maïs, pomme de terre, betterave, blé, orge, légumes). Deux d'entre eux sont aussi éleveurs et entretiennent des prairies.

- ✓ Les 1er entretiens, passés en 2016 ont permis d'aborder leurs pratiques.
- ✓ Les seconds, en 2017, ont eu vocation de jauger leur représentation de la biodiversité et du paysage et coproduire une cartographie des déplacements du gibier sur le territoire des deux sites étudiés. Les résultats de l'étude sur la faune du sol leur ont été présentés à l'occasion de ces entrevues.

Guide d'entretien : 5 thèmes ont été abordés : les pratiques agricoles ; les pratiques d'entretien de la végétation des pieds de pylône ; le paysage de leur territoire et le paysage avec le pylône ; la végétation dans le paysage ; la faune sur la parcelle et autour.

Grille d'analyse des entretiens : analyse thématique suivant 4 thèmes : contraintes ; paysage ; végétation ; faune.

REVUE DE PRESSE

Objectif : Analyser le discours de presse mobilisant conjointement les thèmes *biodiversité* et *infrastructures linéaires*.

Corpus : 25 articles de presse publiés entre 2013 et 2015, sur le site Europresse.com. Recherche par mots-clés : "biodiversité", "RFF", "SNCF", "SNCF réseau", "SNCF mobilité", "RTE", "dépendances vertes", "maîtrise de la végétation" et "gestion de la végétation".

Grille d'analyse est fondée sur 7 hypothèses :

[1] La gestion des dépendances vertes des ITLe est souvent vue comme incompatible avec le respect de la biodiversité (notamment du fait des enjeux techniques et économiques qui y sont liés).

[2] L'argument principal invoqué pour justifier une atteinte à la végétation ou au paysage lors de l'entretien ou de la construction d'une infrastructure est le fait qu'il s'agit d'un obstacle à la sécurité ou à la performance de l'infrastructure.

[3] La biodiversité lorsqu'elle est évoquée est toujours présentée de manière positive.

[31] Un cinquième exploitant n'a souhaité prendre part à l'étude pour raisons personnelles.

[4] Les ITLe sont, le plus souvent, présentées comme nuisibles à la biodiversité.

[5] La gestion des dépendances vertes est le plus souvent sous-traitée ou réalisée en partenariat avec d'autres organismes.

[6] Les opérateurs sont régulièrement présentés en opposition avec les acteurs publics ou les acteurs cherchant à préserver la biodiversité.

[7] Évolution vers une gestion plus "écologique" des infrastructures linéaires.

ÉTUDE DES SITES INTERNET DES OPERATEURS

Objectif : Analyser la communication des 2 opérateurs concernant les questions de la biodiversité.

Corpus : sites Internet des 2 entreprises et le blog « Au-delà des lignes » (http://www.audeladeslignes.com/), administré par RTE.

Grille d'analyse est fondée sur 3 hypothèses :

[1] La préoccupation pour les questions environnementales et pour la préservation de la biodiversité étaient des enjeux relativement nouveaux pour ces opérateurs (qui seraient notamment apparus avec la publication d'une étude du conservatoire botanique du Bassin Parisien et du Musée National d'Histoire Naturelle en 2010).

[2] Les deux opérateurs insistent beaucoup sur leur rôle dans la préservation et la valorisation de la biodiversité, mais la communication de RFF/SNCF Réseau[32] sur ce sujet reste relativement modeste par rapport à celle de RTE, et les deux opérateurs insistent moins sur la dimension environnementale de ses pratiques.

[3] L'opérateur RTE tend à faire des questions environnementales, et de la préservation de la biodiversité, un combat annexe et, finalement, peu lié à sa mission principale.

1.3. RESTITUTIONS DES RESULTATS DU PROJET AUPRES DES GESTIONNAIRES

Les travaux ont fait l'objet de plusieurs restitutions

Restitution orale de l'analyse des pratiques aux opérateurs	✓ Séminaire du 26 novembre 2015 ✓ Entretien avec Mme Quintrel, M. Delmer et M. Decarnin le 10 janvier 2017 ✓ Séminaire du 30 juin 2017
Restitution orale de l'analyse des pratiques aux agriculteurs	✓ Entretiens avec AGRI_1 et AGRI_3 le 24 juillet 2017 ✓ Entretiens avec AGRI_2 et avec AGRI_4 le 28 août 2017
Restitution écrite aux opérateurs de l'analyse des pratiques	✓ Septembre 2018

[32] En 2015, RFF devient SNCF Réseau.

2. RESULTATS

L'identification des déterminants s'appuie sur une typologie des pratiques au regard des obligations des deux opérateurs. Une pratique étant une activité qui modifie le sujet (du Grec, *praxis, πραξις*) et qui modifie ce qui nous entoure (du Grec, *poiesis, ποίησις*) (Ruby C., *In* Lévy et Lussault, 2003), nous avons questionné les gestionnaires sur l'entretien des dépendances vertes et discuté des formes de couvert végétal recherchées et des techniques employées.

2.1. INVENTAIRE DES PRATIQUES D'ENTRETIEN DU COUVERT VEGETAL DES ILTE

Les entretiens ont permis d'établir un premier inventaire des pratiques, qui lui-même a fait émerger un certain nombre de contraintes auxquelles sont soumis les opérateurs. La principale étant que les opérateurs de ILTe se doivent **d'assurer l'entretien des infrastructures et de leurs abords** afin de garantir **la qualité de service** d'une part, et la **sécurité des personnes et des biens** d'autre part. La maitrise de la végétation entre dans ces obligations et vise à :

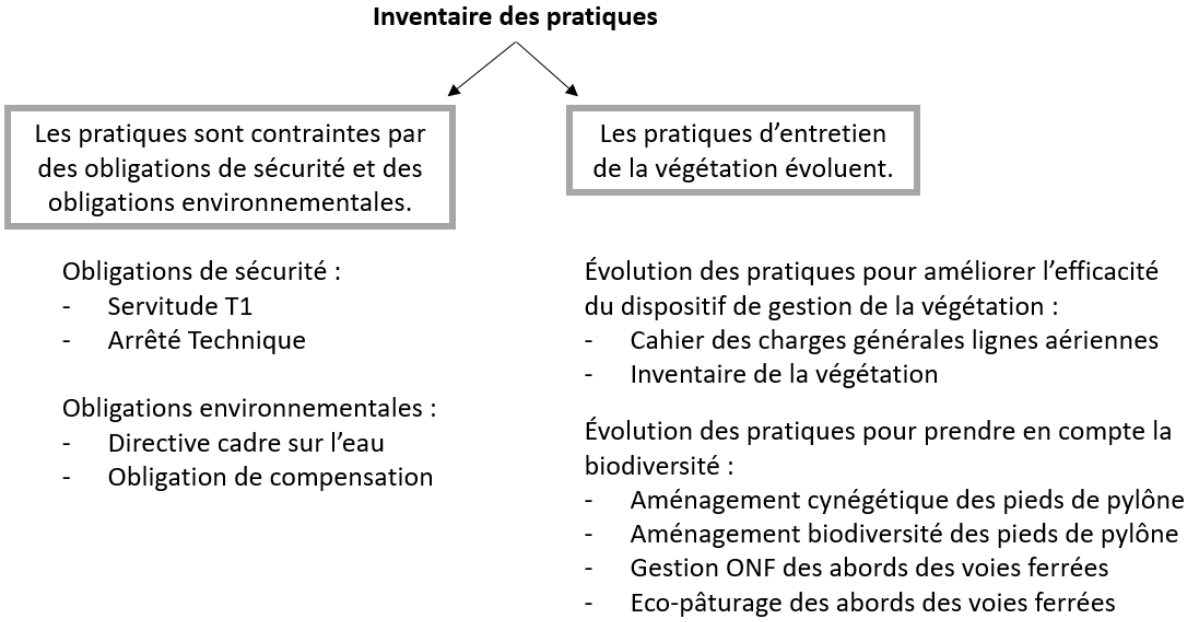
- ✓ Limiter le risque d'embroussaillement auquel sont soumis les abords immédiats des voies ferrées ;
- ✓ Eviter le contact de la végétation avec les trains, et surtout les chutes d'arbres sur la voie ;
- ✓ Entretenir les arbustes sous les pylônes électriques, car ces derniers maintiennent des conditions d'humidité qui favorisent la corrosion des pylônes ;
- ✓ Agir sur la hauteur des arbres qui pourraient endommager les lignes électriques.

La loi du 13 février 1997 a confié la propriété du réseau ferré national à RFF, qui est responsable de sa gestion, de son exploitation et de sa maintenance, et de la maîtrise d'ouvrage des projets d'investissement. La gestion de la végétation sur les emprises de la SNCF est régie par la « *servitudes de type 1* », qui qui définit les obligations réciproques ainsi que la rémunération. Ces obligations clairement identifiées pour l'entreprise SNCF, s'appliquent également pour RTE, via **l'arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique** (JO du 12 juin 2001, p. 9 270)[33]. Cet arrêté appelé communément « *arrêté technique* » énonce les modalités d'entretien des pieds de pylône.

Les pratiques de gestion du couvert végétal sont donc avant tout déterminées par les obligations de sécurités mais aussi par des **obligations environnementales** (Fig. 28). Ainsi, des zones de non traitement (ZNT) sont créées pour respecter la directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (JOUE L 327/1 du 22 déc. 2000) appelé communément **la Directive cadre sur l'eau (DCE)** qui interdit l'utilisation des produits phytosanitaires dans les zones de protections de captage. En cas d'atteinte à la biodiversité, le respect du code de l'environnement impose **l'obligation de compensation**.

[33] On notera que l'arrêté de 2001 définit, en son article 2, de nombreux termes (masse, partie active, terre…).

Figure 28. Construction de la typologie : inventaire des pratiques.



Les pratiques sont donc fortement contraintes par diverses obligations mais les gestionnaires en charge de l'entretien du couvert végétal mettent aussi en place des **pratiques innovantes** qui cherchent à faire évoluer les techniques de gestion du couvert végétal. Comme toutes, les pratiques d'entretien de la végétation des dépendances vertes évoluent. Ainsi, les gestionnaires rencontrés décrivent de nouveaux outils ou techniques testés ou mis en place pour améliorer l'efficacité du dispositif d'entretien de la végétation ou pour mieux prendre en compte la biodiversité.

Pour comprendre la prise en compte de la biodiversité dans les pratiques d'entretien du couvert végétal des ILTe, il est indispensable de clarifier les enjeux juridiques des obligations environnementales en faveur de la biodiversité.

2.2. ENJEUX JURIDIQUES DES OBLIGATIONS ENVIRONNEMENTALES EN FAVEUR DE LA BIODIVERSITE

La Loi n° 2016-1087 du 8 aout 2016 *pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages* (JO n° 0184 du 9 août 2016 - Van Lang, 2016 : 2381), fait dans son titre une différence nette entre la biodiversité, la nature et le paysage. C'est au sein de son article 171, devenu l'article L. 350-1 A du code de l'environnement, de la loi de 2016 que le paysage est défini comme étant *« une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels ou humains et de leurs interrelations dynamiques ».*

Cette loi s'inscrit dans le cadre de la définition de la Convention Européenne du Paysage de 2000 qui définit le paysage comme « *une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations* » (Labat, 2016). L'article précité de la loi de 2016 fait en outre référence à l'atlas du paysage (C. envir., art. L. 350-1 B) ayant pour objectif *:*

> *« d'identifier, de caractériser et de qualifier les paysages du territoire départemental en tenant compte des dynamiques qui les modifient, du rôle des acteurs socio-économiques, tels que les*

éleveurs, qui les façonnent et les entretiennent, et des valeurs particulières qui leur sont attribuées par les acteurs socio-économiques et les populations concernées ».

On notera néanmoins que ces atlas du paysage ne résultent pas de la loi de 2016. Ils se développent dès les années 1980, le Ministère chargé de l'environnement estime nécessaire d'encadre leur élaboration. En 2014, on dénombre 76 atlas et 3 dans les territoires extra-marins.

La loi de 2016, en son article 1er, modifie également la définition de la notion de biodiversité :

« On entend par biodiversité, ou diversité biologique, la variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques, ainsi que les complexes écologiques dont ils font partie. Elle comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces, la diversité des écosystèmes ainsi que les interactions entre les organismes vivants » (C. envir., art. L. 110-1 I).

Elle énonce par ailleurs différents outils contractuels susceptibles de permettre la protection du paysage et de la biodiversité comme au sein de l'article 69 *relatif aux compensations des atteintes à l'environnement*. C'est ainsi que dans le cadre de l'essor des outils contractuelles relatives à l'a protection de l'environnement cette recherche vise à convoquer différents matériaux contractuels qui n'ont pas l'habitude d'être mobilisés. Cette recherche vise à s'inscrire dans le cadre de l'essor d'un droit de l'environnement de plus en plus axé sur la mobilisation des contrats environnementaux. La loi du 8 août 2016 renforce le rôle et la place des **contrats environnementaux**.

1) LE CONTRAT RELATIF A L'OBLIGATION REELLE ENVIRONNEMENTALE

Depuis le 10 août 2016, les propriétaires de biens peuvent conclure un contrat avec une collectivité publique, un établissement public ou une personne morale de droit privé agissant pour la protection de l'environnement. Le cocontractant du propriétaire peut être l'un des conservatoires régionaux d'espaces naturels, l'Office national des forêts, le Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres, etc. Ces contrats dits de gestion permettent de faire naître des obligations réelles à leur charge ayant pour finalité le maintien, la conservation, la gestion ou la restauration d'éléments de la biodiversité ou de fonctions écologiques (*L. n° 2016-1087, art. 72 ; C. envir., art. L. 132-3, al. 1er* C). Ils procèdent ainsi à la reconnaissance de droits personnels, en ce sens qu'ils ne grèvent pas le bien, puisqu'il s'agit d'une mise à disposition, et ne transmettent pas les obligations aux différents ayants droit. Dans le cadre de la loi de 2016, le législateur a pris la peine de consacrer la valeur d'usage de la biodiversité, ou pour le dire autrement une forme d'aménité juridique.

Comme l'évoque A. Van Lang (2016 : 2381), *« il s'agit de faire confiance à la société civile et d'encourager les démarches volontaires favorables à la préservation de la biodiversité sur des terrains privés* ». En d'autres termes, les propriétaires pourront, au grès de la liberté contractuelle dont la durée n'est toutefois pas prévue par la loi, grever leur bien d'obligations, ce qui permettra d'assurer une gestion écologique durable qui ne sera pas dénuée de conséquences sur le prix du foncier. On pourra ainsi contractualiser sur les intrants, sur les essences ou bien encore interdire la culture d'OGM, imposer les jachères ou plus largement de cultiver selon certains objectifs écologiques… Le contrat doit faire apparaître **la durée des obligations, les engagements réciproques et les possibilités de révision et de résiliation**. Il conviendra d'être vigilent dans l'hypothèse d'un recours à un tel contrat,

car comment l'obligation réelle environnementale va-t-elle se traduire dans les rapports bailleur-preneur et entre les preneurs successifs ? Le texte ne prévoit, cependant, pas de s'opposer aux activités de chasse en prévoyant que : *« la mise en œuvre d'une obligation réelle environnementale ne peut en aucune manière remettre en cause ni les droits liés à l'exercice de la chasse, ni ceux relatifs aux réserves cynégétiques ».*

Ce contrat qui fait naître une obligation réelle environnementale est établi en la forme authentique (Dross, 2017). Un propriétaire foncier peut ainsi s'engager envers un tiers à favoriser la biodiversité lorsqu'il fait usage de son immeuble. Il s'agit ainsi de lier les propriétaires successifs de l'immeuble.

Afin d'en limiter les frais et le caractère dissuasif qui en résulte, ce contrat n'est pas passible de droits d'enregistrement et ne donne pas lieu à la perception de la taxe de publicité foncière prévus, respectivement, aux articles 662 et 663 du code général des impôts. Il s'agit d'une avancée, certes, mais d'une avancée limitée en ce sens où il n'y a pas par définition de définition des obligations. Cependant, il est prévu une éventuellement incitation financière puisque, les propriétaires ayant constitué une obligation réelle environnementale peuvent être exonérés, à partir du 1er janvier 2017, par les communes, de taxe foncière sur les propriétés non bâties selon l'article 72 III de la loi de 2016. Il eut été intéressant également de faire référence, le cas échant, aux intercommunalités à fiscalité propre (CGI, art. 1395 G, à titre d'exemple). La biodiversité doit donc bénéficier à tous légitimant ainsi sa préservation par le biais de ce nouveau contrat (Rochfeld, 2014).

Cette nouvelle disposition est également intéressante car elle met en perspective l'entremêlement du droit public et du droit privé.

2) LA COMPENSATION CONTRACTUELLE

La contractualisation de la protection de l'environnement se confirme également par l'avènement d'un nouvel outil contractuel qui est issu de la loi de 2016, il s'agit du *contrat de compensation* destiné à prévoir des obligations environnementales, non plus réelles mais personnelles, venant concrétiser l'obligation de compensation (Hautereau-Boutonnet, 2016). Ainsi, à côté du préjudice écologique[34], la loi instaure aussi **l'obligation de compenser les atteintes à la biodiversité** (C. envir., art. L. 163-1 et s.). Le principe de compensation est issu de l'importante loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 *relative à la protection de la nature* (JO du 13 juillet 1976, p. 4 203). Ce principe permet, lorsque cela a été prévu par un texte législatif ou réglementaire, de prendre des mesures ayant vocation à compenser :

> *« dans le respect de leur équivalence écologique, les atteintes prévues ou prévisibles à la biodiversité occasionnées par la réalisation d'un projet de travaux ou d'ouvrage ou par la réalisation d'activités ou l'exécution d'un plan, d'un schéma, d'un programme ou d'un autre document de planification »* (L. n° 2016-1087, art. 60 ; C. envir., art. L. 163-1, I créé).

Elle découle du principe d'action préventive qui « *implique d'éviter les atteintes à la biodiversité et aux services qu'elle fournit ; à défaut, d'en réduire la portée ; enfin, en dernier lieu, de compenser les atteintes qui n'ont pu être évitées ni réduites, en tenant compte des espèces, des habitats naturels et*

[34] La loi du 8 août 2016 a inséré dans le livre III du Code civil un titre IV ter intitulé « *De la réparation du préjudice écologique* » (devenu C. civ., art. 1246 et s.) visant à combler un vide juridique, perçue lors du procès de l'Erika (Van Lang, 2016).

des fonctions écologiques affectées » (L. n° 2016-1087, art. 2 ; C. envir., art. L. 110-1, II, 2°, mod.). La nouvelle loi vient encadrer ce dispositif en précisant son objectif qui doit être :

> *« L'absence de perte nette, voire de gain de biodiversité » ainsi que les moyens de sa mise en œuvre. C'est ainsi que « toute personne soumise à une obligation de mettre en œuvre des mesures de compensation des atteintes à la biodiversité y satisfait soit directement, soit en confiant, par contrat, la réalisation de ces mesures à un opérateur de compensation* […] *soit par l'acquisition d'unités de compensation dans le cadre d'un site naturel de compensation défini à l'article L. 163-3* […] *»* (L. n° 2016-1087, art. 69 ; C. envir., art. L. 163-1, II, créé).

Cette *obligation de compensation* correspond à une compensation *ex ante*, c'est-à-dire portant sur des atteintes prévues ou prévisibles à la biodiversité (C. envir., art. L. 163-1, I). Pour s'acquitter de son obligation, le maître d'ouvrage dispose d'un choix (C. envir., art. L. 163-1, II). Il peut effectuer lui-même les mesures de compensation, à condition d'avoir les compétences techniques pour le faire. Il peut aussi avoir recours aux contrats de compensation, contrat prévoyant des obligations environnementales personnelles (et non plus réelle) venant concrétiser l'obligation de compensation. Il s'agira soit de d'acquérir des « *unités de compensation dans le cadre d'un site naturel de compensation* » (C. envir., art. L. 163-1, II), *soit de confier la réalisation des actions compensatoires à un* « *opérateur de compensation »,* personne publique ou privée chargée de mettre en œuvre les mesures de compensation des atteintes à la biodiversité et de les coordonner à long terme (C. envir., art. L. 163-1, III). On notera que les obligations réelles environnementales peuvent être utilisées à des fins de compensation (C. envir., art. L. 132-3, al. 2).

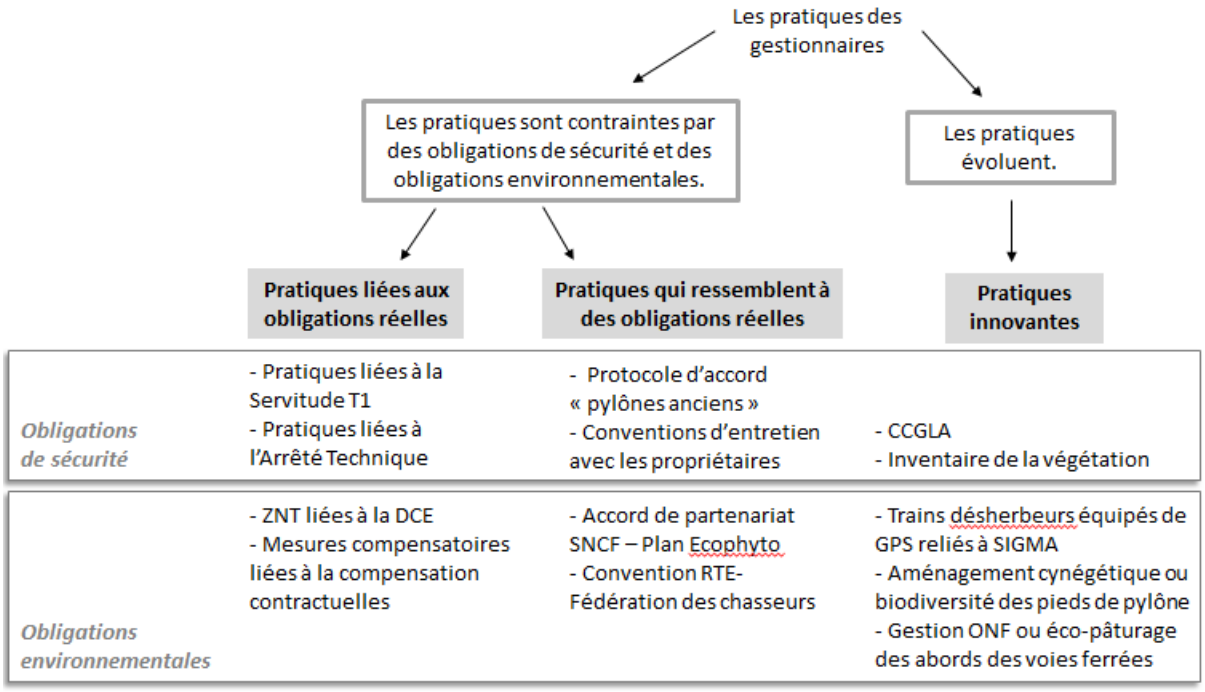
Le développement de l'offre contractuel environnemental illustre assez bien une tendance qui est le passage de la valeur d'usage de la biodiversité à la valeur d'échange. En d'autres termes, les contrats énoncés ci-dessus témoignent du développement de « *contrats environnementaux* » (Hautereau-Boutonnet, 2015 : 217).

2.3. TYPOLOGIE DES PRATIQUES D'ENTRETIEN DU COUVERT VEGETAL AU REGARD DES OBLIGATIONS

Comme définie précédemment, une pratique est une activité qui modifie un sujet (ou ce qui nous entoure, cette modification peut être le résultat d'une action directe ou d'une action indirecte (un contrat, une convention) qui crée des obligations. La clarification des obligations environnementales précise donc que la compensation contractuelle, les contrats environnementaux sont des **pratiques liées à des obligations réelles** et que les conventions sont des **pratiques qui ressemblent à des obligations réelles** (Fig.29).

L'inventaire des pratiques met en évidence que l'entretien du couvert végétal des dépendances vertes des voies ferrées et des pylônes est soumis à deux types d'obligations : *les obligations de sécurité* et *les obligations environnementales*. Tandis que les obligations de sécurité imposent la maîtrise de la végétation, les obligations environnementales imposent la mise en place de pratiques de gestion de la végétation plus respectueuses de la qualité de l'eau et de la biodiversité. Afin de prendre en compte ces deux types d'obligations, les gestionnaires cherchent à mettre en place des **pratiques innovantes** pour faire évoluer les techniques de gestion vers une maîtrise plus respectueuse de la biodiversité.

Figure 29. Typologie des pratiques d'entretien du couvert végétal au regard des obligations.



2.3.1. Des pratiques liées aux obligations réelles

En fonction des objectifs de gestion à atteindre - en termes de physionomie du couvert ou de types de formation végétale visée -, les interventions et les techniques[35] employées diffèrent, ce que nous proposons d'aborder ci-après. Cependant, il est nécessaire de distinguer la « *formation végétale visée* » de la « *formation végétale observée* » sur le terrain, car les résultats attendus en termes de couvert végétal ne sont pas toujours atteints. Cette distinction permet d'ailleurs d'éclairer les contraintes des gestionnaires.

Pratiques liees a l'arrete technique du 17 Mai 2001 pour l'entretien de la vegetation des pieds des pylones

L'arrêté technique interministériel du 17 mai 2001 (AT) définit une zone interdite à la végétation autour des conducteurs (câbles électriques) avec aucun surplomb de la végétation sur le couloir de l'emprise de la ligne. Néanmoins, la végétation au pied des pylônes n'est pas proscrite, mais doit être respecter la réglementation. Ainsi, la végétation mise en place doit être arbustive en respectant une distance minimale de 5 mètres par rapport aux conducteurs dans les conditions les plus défavorables de vent et de température. Cette distance affranchit le propriétaire des contraintes et coûts générés par les élagages. A proximité et sous les lignes Haute Tension ou Très Haute Tension : « *les arbres seront abattus sans les soulever* ».

La végétation des pieds de pylône situés sur une parcelle agricole est entretenue par les exploitants agricoles. Pour cela RTE a établi un protocole d'accord avec la profession agricole (APCA et FNSEA) qui détermine une indemnisation pour les pylônes construits avant 1967. Pour les pylônes construits après 1967, RTE met place des conventions avec les propriétaires des parcelles agricoles supportant des

[35] Une technique est un procédé utilisé pour la réalisation d'une activité particulière ou un savoir-faire requis pour la maîtrise d'une tâche, d'une activité.

pylônes. Dans le cas des secteurs d'étude, la construction des lignes électriques date des années 1970, **des conventions** ont été **mises en place avec les propriétaires des parcelles concernées**. Afin de prendre connaissance des obligations et engagements réciproques liés au conventionnement, une demande d'accès aux conventions des secteurs études a été formulées par les chercheurs de l'axe 2. Seule une des conventions a été retrouvée dans les archives de RTE, nous l'appellerons « convention RTE/ Mme C…. ». Cette dernière sera plus précisément analysée en section 2.3.2., toutefois il est à noter qu'elle précise que « *les arbres et les branches doivent être coupés à proximité des conducteurs aériens d'électricité* », mais ne donne qu'aucun élément sur ce qui est entendu par « proximité » et ne fixe pas de hauteur maximum pour le couvert végétal.

Tableau 15. Techniques d'entretien et types de formation végétale des pieds de pylône – Source : entretien avec les agriculteurs concernés par l'étude.

<table>
<tr><th rowspan="2">Techniques d'entretien</th><th colspan="2">Formation végétale en pied de pylône situé sur</th></tr>
<tr><th>une parcelle en grande culture</th><th>une parcelle pâturée</th></tr>
<tr><td>Rarement entretenu</td><td rowspan="2">Formation herbacée (broussailles)</td><td></td></tr>
<tr><td>Désherbage à la main</td><td rowspan="4">Formation herbacée (prairie)</td></tr>
<tr><td>Pâturage</td><td></td></tr>
<tr><td>Fauchage</td><td></td></tr>
<tr><td>Pulvérisation d'herbicides</td><td>Formation herbacée (culture)</td></tr>
</table>

Fait intéressant, l'agriculteur exploitant n'a pas connaissance de cette convention, bien qu'en terme d'entretien, le maintien d'un couvert herbacé est plus aisé. Aussi, les quatre pieds de pylône étudiés présentent des formations herbacées : **friches herbacées tendant à l'embroussaillement ou prairie pâturée**. Ce qui est conforme aux prescriptions de l'Arrêté technique du 17 Mai 2001. Les agriculteurs étudiés adoptent diverses techniques de maîtrise du couvert végétal allant d'un entretien rare à l'utilisation de produits phytosanitaires (Tab. 15). Le **pâturage** et le **fauchage** sont utilisés pour entretenir le couvert végétal des pieds de pylône situés sur une parcelle pâturée. La **pulvérisation d'un herbicide une fois par an** est pratiquée pour entretenir le couvert végétal des pieds de pylône tant dans une prairie que dans une grande culture. Dans l'autre parcelle en grande culture, **l'entretien est rare** et la technique utilisée est **le désherbage manuel**.

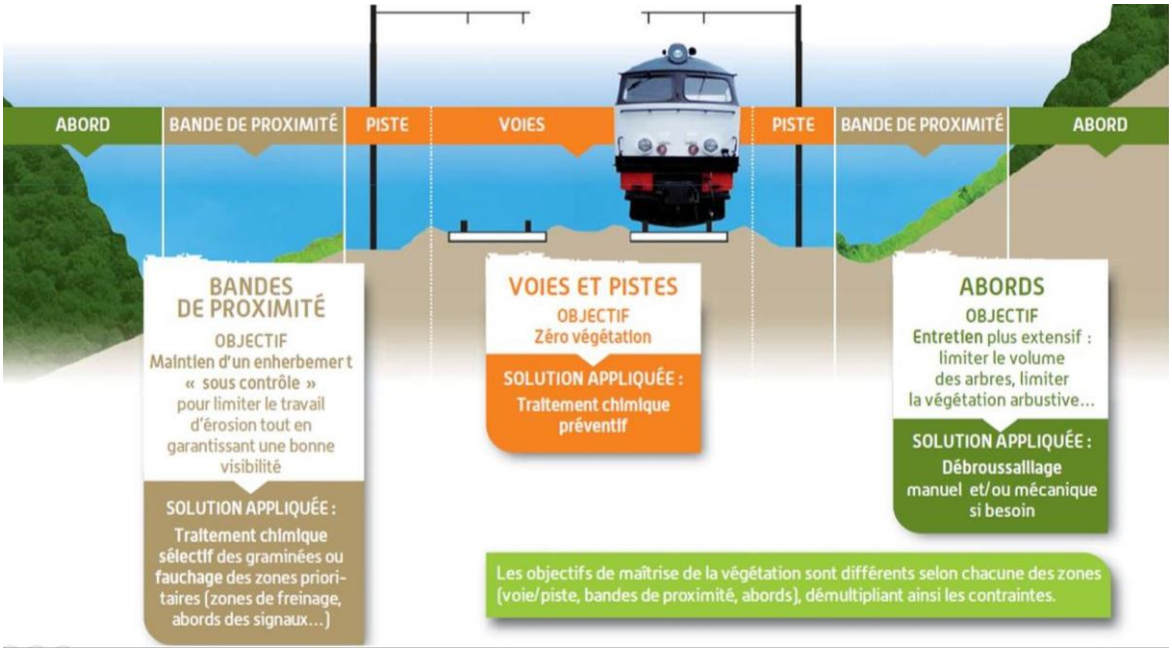
Pratiques liees a la servitude T1 pour l'entretien des dependances vertes des voies ferrees

L'emprise ferroviaire entre les voies et les abords est divisée en 3 zones soumises à des traitements distincts (Fig. 30). La végétation est souhaitée sur les dépendances vertes, car elle assure une certaine stabilité pour les ouvrages en terre. Mais sa présence est « *dictée par des raisons de sécurité qui sont incontournable*s » (Penone, 2012) : risque d'incendie, mauvaise visibilité de la signalétique, gène aux cheminements des agents de maintenance, déposition de particules fines, etc.

Ainsi, la végétation strictement interdite sur les voies et les pistes compte-tenu des dangers qu'elle peut présenter. Cette zone « dite de sécurité » est donc traitée, chimiquement et en préventive (désherbage total), une par an et de façon plus variable sur la partie ballastée. Les arbres de haute tige

ne sont pas tolérés à moins de 6 m des pistes, cette distance est rabattue à moins de 3 m pour les haies. Cette distance, fixée par la servitude de type 1, correspond à la limite entre la zone de sécurité et la bande de proximité.

Figure 30. Pratiques d'entretien de la végétation des dépendances vertes des voies ferrées en application de la Servitude T1 : formations végétales visées et techniques - Source : RFF, Plaquette « Maîtrise de la végétation le long des voies ferrées » - (D. Llorens, chargé de mission environnement – RFF Région Rhône-Alpes-Auvergne).



Sur la bande de proximité, l'application de la servitude se traduit par le maintien d'un couvert herbacé celle-ci est donc maintenu par des fauches annuelles ou pluriannuelle en fonction du secteur (vulnérabilité au risque incendie, capacité de recolonisation de la végétation, etc.). Enfin, sur les abords, la hauteur de végétation souhaité dépend de la configuration du site (Penone, 2012) : un talus en déblai pourra colonisé par des arbustifs, alors qu'un talus en remblai peut supporter des arbres ou des arbustes de grandes tailles. La gestion n'est pas intensive. Ce découpage horizontal de l'emprise ferroviaire a, on le comprend, des répercussions directes sur les techniques de gestion déployées (Tab.16).

Tableau 16. Techniques d'entretien de la végétation des voies ferrées et de leurs dépendances vertes selon le classement ou non en zone prioritaire – Source : SNCF (entretien).

Zones	Techniques d'entretien	Formations végétales observées
Zone de sécurité	Désherbage chimique	Pas de végétation
BdP en zone prioritaire	Épandage sélectif ou fauchage	Formation herbacée
BdP hors zone prioritaire	Épandage ou fauchage moins fréquent	Tendance à l'embroussaillement
Abord en zone prioritaire	Débroussaillage	Formation herbacée
Abord hors zone prioritaire après OGE	Abattage et débroussaillage	Tendance à l'embroussaillement
Abord hors zone prioritaire sans OGE	Abattage et débroussaillage moins fréquent	Embroussaillement / Couvert arboré

BdP : Bande de proximité ; OGE : Opération de grande envergure.

En dehors des zones prioritaires, l'entretien du couvert végétal est fait par fauchage, abattage ou débroussaillage. Les abords et même certaines bandes de proximités en dehors des zones prioritaires ont tendance à s'embroussailler. Lorsque l'embroussaillement est trop important, la SNCF réalise des Opérations de Grandes Envergures (OGE) qui consistent en l'abattage des arbres.

PRATIQUE LIEE A LA DCE

De plus, dans le respect de la directive cadre sur l'eau[36] (DCE) du 23 octobre 2000, la SNCF définit des **Zones de Non Traitement** (ZNT). Il s'agit de zones situées à proximité des cours d'eau et leurs abords et dans les périmètres de protection de captage. Dans les ZNT aucun épandage chimique n'est pratiqué ; l'entretien du couvert végétal de la zone de sécurité et de la bande de proximité dans une zone prioritaire est fait alors par désherbage et fauche manuel (Tab. 17).

Tableau 17. Techniques d'entretien de la végétation des voies ferrées et de leurs dépendances vertes dans les zones de non traitement (ZNT) – Source : SNCF (entretien).

Zones	Techniques d'entretien hors ZNT	Techniques d'entretien en ZNT
Zone de sécurité	Désherbage chimique	Désherbage manuel
BdP en zone prioritaire	Maintien couvert herbacé avec épandage sélectif ou fauchage	Maintien couvert herbacé manuellement

PRATIQUE LIEE A LA COMPENSATION CONTRACTUELLE INSTAUREE PAR LA LOI DE 2016

Lors de la modernisation de la ligne la ligne Calais-Dunkerque, l'étude d'impact a mis en évidence la présence de la linaire couchée (*Linaria supina*) à la limite du balustre et de la piste sur une portion de 1 km. La linaire couchée étant une espèce inscrite sur la liste rouge régionale le Conservatoire Botanique National de Bailleul a alors proposé une zone de compensation et la DREAL a demandé « zéro phyto » pendant 5 ans sur la zone de compensation et sur la zone de travail (1km). Depuis 2014, aucun désherbage chimique n'est pratiqué sur cette portion de la ligne. L'entretien de la zone de compensation est assuré par désherbage manuel réalisé par une entreprise en sous-traitance.

2.3.2. Des pratiques qui ressemblent à des obligations réelles

L'étude des documents juridiques met en évidence deux types de documents qui ressemblent à des obligations réelles :

- ✓ ceux qui visent à prendre en compte le préjudice généré par les pylônes installés sur les parcelles agricoles (les contrats d'entretien du couvert végétal des pieds de pylône) ;
- ✓ et un document qui affiche la volonté politique de mettre en place des pratiques de gestion raisonnée des dépendances vertes de RTE en faveur de la biodiversité (Convention RTE – Fédération Nationale des Chasseurs).

[36] La DCE définit le cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique sur le plan européen avec une perspective de développement durable.

Dans le cadre de ce qu'on a appelé la juridicisation du paysage et de l'essor de l'offre contractuel, il convient, parmi les différents matériaux, de dresser une typologie et notamment dissocier les documents contractuels, d'autres qui n'en sont pas comme les chartes. La différence entre ces deux documents pour le juriste est importante, alors que la convention ou le contrat, qui sont juridiquement des synonymes, dispose d'une valeur normative, la charte en est totalement dépourvue. C'est ainsi que la Charte « Club infrastructures linéaires et biodiversité » signés entre différents gestionnaires d'infrastructures linéaires : ERDF, GRTgaz, RFF, RTE, TIGF VINCI Autoroutes et VNF signés le 27 juin 2011 est emblématique de l'existence de l'avènement de la *soft law*, contrairement à la *hard law.*

La différence entre la convention ou le contrat avec la charte est en ce qui concerne cette dernière l'absence d'obligations réciproques entre les parties. Les parties s'engagent, certes, à agir de telle ou telle façon mais ces différentes actions ne sont pas sanctionnées si elles n'étaient pas respectées. En d'autres termes, les chartes intéressent plus le politiste que le juriste en ce sens où le premier pourra y voir des actions symboliques ou bien encore l'avènement d'autocongratulation… Ces chartes participent la construction d'actions publiques.

La convention entre RTE et la Fédération Nationale des Chasseurs a été signée en décembre 2008. Elle a une durée de trois ans puis se renouvelle ensuite annuellement par tacite reconduction. Ce partenariat a pour ambition de tendre vers une gestion raisonnée des terrains situés dans les emprises des lignes électriques (pieds de pylônes, surplomb de terrains en friche, tranchées forestières). Il s'agit de favoriser la biodiversité dans ces zones (en particulier de la faune sauvage) tout en respectant les règles de sécurité et les contraintes d'exploitations relatives à ces installations. Le partenariat est ciblé sur les actions d'implantation et d'entretien, par les chasseurs, d'abris et de nourriture pour le gibier ainsi que de buissons et de haies faunistiques sur les terrains concernés. Le partenariat doit ensuite aboutir à la signature de conventions entre RTE, les fédérations régionales ou départementales de chasseurs, et les propriétaires des terrains. RTE et la Fédération Nationale des Chasseurs s'engagent (dans l'article 4 de la Convention) à s'échanger les informations réglementaires et techniques liées à l'exploitation des lignes électriques. A partir de ces informations les fédérations locales de chasseurs localiseront les zones potentielles où les aménagements pourront être réalisés. Finalement RTE examine ces propositions et accepte ou non l'aménagement. Il est mis en place un comité de suivi national, composé de quatre représentants de RTE et de quatre représentants de la Fédération Nationale des Chasseurs.

L'accès à la tranchée forestière et aux pylônes par les techniciens de RTE ne doit pas être entravé par de la végétation ou par une clôture. À l'intérieur des pylônes, la végétation ne doit pas dépasser deux mètres de hauteur. De plus dans un rayon d'un mètre autour de chaque pied de pylône aucune végétation ne devra dépasser la hauteur de la fondation (cheminée en béton). En ce qui concerne la végétation dans l'emprise des pylônes et dans les tranchées forestières sous les lignes électriques, seuls les arbustes dont la hauteur à maturité est inférieure à cinq mètres sont autorisés. En effet, si la végétation est propice à la faune sauvage car elle y trouve refuge et alimentation, elle pose aussi des problèmes de sécurité pour l'exploitant de la ligne ou pour des tiers. L'entretien de la végétation doit se faire entre septembre et mars, avant la période de reproduction des animaux. La fréquence et le temps nécessaire à l'entretien dépendent du type de sol et des espèces végétales choisies. En général l'entretien se limite à la taille des arbustes et éventuellement leur recépage. Certains couverts

faunistiques pour le gibier doivent être ressemés tous les ans alors que d'autres peuvent rester en l'état deux à trois ans. Il est tout de même conseillé de visiter la culture annuellement. La Fédération Nationale des Chasseurs préconise aussi que les buissons et les haies soient légèrement espacées pour faciliter la circulation des animaux. Elle émet aussi des recommandations quant au choix des espèces végétales à privilégier aux abords des infrastructures électriques. Ainsi les arbres à baies sont recommandés car ils fournissent une alimentation aux oiseaux, notamment en période hivernale. Les buissons et les haies sont aussi de bons couverts faunistiques car ils constituent des abris pour les animaux. Il peut être intéressant de mélanger plusieurs semences dans un couvert faunistique pour répondre aux besoins de la faune sauvage tout au long de l'année (les semences sélectionnées ne poussant pas toutes aux mêmes saisons) et leur apporter une nourriture variée. Dans des milieux herbageux, la Fédération Nationale des Chasseurs préconise un mélange de céréales (choux, avoine, sarrasin, maïs, millet, tournesol). Cette végétation ne devrait pas être broyée ou fauchée entre avril et juillet pour ne pas perturber la reproduction des animaux. Les contraintes techniques liées à la sécurité des installations électriques sont fixées dans l'arrêté du 17 mai 2001. Par exemple, l'arrêté impose de respecter des distances minimales (qui varient suivant les caractéristiques de la ligne) entre les câbles électriques et la végétation.

La sélection des sites à aménager se fait en plusieurs étapes. Pour commencer, l'unité régionale de RTE fournit à la fédération locale des chasseurs concernée (au niveau régional ou départemental) une carte du réseau électrique présent sur le territoire. A partir de ce document, les fédérations repèrent les endroits où des aménagements cynégétiques pourraient être faits dans l'emprise des lignes électriques. RTE examine finalement ces propositions. Avant toute décision d'aménagement sur les sites retenus, la démarche suivante doit être respectée :

- ✓ Pour chaque site sélectionné la Fédération et RTE établissent une fiche diagnostic sur laquelle doit apparaître un inventaire des contraintes de la tranchée forestière, la description de l'état initial du site et les types d'aménagements cynégétiques les mieux adaptés.
- ✓ Sur la base de ce diagnostic préalable, la Fédération des chasseurs propose un plan d'aménagement et de gestion. Elle doit comprendre un devis des coûts de réalisation des travaux et doit être validée par RTE.
- ✓ Finalement, il faut déterminer quelle est la participation financière de RTE. RTE accepte de participer seulement si l'entretien de l'emprise était déjà à sa charge avant ledit aménagement.

La convention nationale de partenariat relative à l'aménagement et l'exploitation de terrains situés dans l'emprise des lignes électriques à haute et très haute tension, signée par RTE et la fédération des chasseurs du 11 décembre 2008 présente des imprécisions rédactionnelles. Ainsi, comme le prévoit cette convention :

> *« (…) dans certains cas, selon un mode opératoire défini conjointement, RTE pourra financer une partie des aménagements cynégétiques ».*

Certes, ladite convention prévoit une certaine réciprocité, mais le non-respect de ces obligations n'engendre pas de sanctions pour RTE. Les volontés exprimées doivent traduire l'intention de produire des effets de droit. Il convient donc de distinguer, les chartes, déclarations d'intention, protocoles qui

sont des actes produits par une personne publique mais qui ne peuvent être qualifiés de contrat car ne produisant pas d'effets de droit. La jurisprudence (CE, 21 déc. 2007, *Région Limousin*, req. n° 293260) introduit une distinction entre les contrats de plan qui ne constituent que de simples déclarations d'intention et les conventions qui comportent des engagements. Les premiers ne lient pas l'Etat, à la différence des seconds (étant entendu que l'Etat conserve la possibilité de modifier ces conventions ou y mettre fin pour un motif d'intérêt général, moyennant indemnisation du co-contractant). Comme cela fut jugé par le Conseil d'État pour le protocole d'accord signé entre la SNCF, trois régions, l'État et RFF : il *« constitue une simple déclaration d'intention sans portée juridique »* (CE, 21. déc. 2007, *Région Limousin*, *op. cit.*).

On notera qu'en l'absence de qualification par un texte législatif ou réglementaire, le caractère d'un contrat ne saurait dépendre de la qualification que les parties lui ont attribuée. Le juge peut donc revenir sur la qualification de contrat donnée par les parties (par exemple, TC, 9 juin 1986, *Fabre ; RDP* 1987, p. 1682).

LES CONTRATS D'ENTRETIENS DES BAS DE PYLONES

Les matériaux dont nous disposons dans cette recherche anticipent bien l'importance du contrat.

1) PROTOCOLE D'ACCORD « PYLONES ANCIENS » ENTRE RTE, L'APCA ET LA FNSEA

L'augmentation du nombre d'installations électriques sur des terrains agricoles correspond à un préjudice direct, matériel et certain pouvant légitimement faire l'objet d'une indemnisation. Jusqu'en 1967, il était de la responsabilité du propriétaire de reverser au locataire exploitant la part d'indemnités susceptible de lui revenir. Face à la contestation des exploitants agricoles et des organisations professionnelles, ils ont obtenu des pouvoirs publics la reconnaissance d'un droit direct à être indemnisé. Cela a été officialisé par le décret n° 68-127 du 9 février 1968 (JO du 10 fév. 1968, p. 1 521), qui a depuis lors été abrogé, qui a été mis en application en 1970 par deux protocoles signés entre EDF et l'APCA (celui du 14 janvier 1970 s'applique aux exploitants, celui du 25 mars 1970 aux propriétaires). Le protocole a pour objet d'une part d'évaluer l'aggravation des dommages résultat de l'implantation des pylônes des lignes mises en service *avant* le 1er octobre 1967 sur des parcelles agricoles actuellement exploitées, et de définir les modalités de leur indemnisation d'autre part. Sont exclus du protocole les pylônes reconstruits *après* le 1er octobre 1967 et ayant déjà fait l'objet d'une indemnisation. La mise en œuvre de l'indemnisation s'échelonne sur neuf ans. Le paiement se fait par tranches successives, en commençant prioritairement par les lignes plus anciennes et de très haute tension (400 kV). Les versements se font tous les neuf ans, mais le barème est révisé annuellement. La Commission Nationale Paritaire a deux rôles. D'une part elle veille à la bonne exécution du protocole. D'autre part, elle arbitre les différends qui pourraient naître en application du protocole entre les différentes parties concernées. Le protocole est entré en vigueur le 1er janvier 2006.

2) CONVENTION ENTRE RTE ET LA PROPRIETAIRE D'UNE PARCELLE AGRICOLE

La convention dont nous disposons a été signée le 24 avril 2006 entre Mme C…., propriétaire de la parcelle n° 31 de la Commune de Bailleul (59043) et RTE d'entretien des bas de pylônes (Encacré 1). Un pylône de ligne à très haute tension (400 kV) a été installé sur le terrain agricole dans le milieu des années 1970.

Il conviendra de convoquer ici le gestionnaire concerné mais également la relation contractuelle (bail rural et l'hypothèse du bail rural à clauses environnementales) entre le propriétaire du fonds et l'agriculteur (gestionnaire).

Encadré 1 : Documents juridiques cités dans la Convention entre RTE et Mme C…

a) Art 12 loi du 15 juin 1906 *sur les distributions d'énergie*

L'alinéa 4 de l'article 12 prévoit que l'exécution de travaux de la part du concessionnaire (couper des arbres, faire passer des conducteurs au-dessus des propriétés, faire des canalisations souterraines…) doit être notifiée au propriétaire et faire l'objet d'une enquête dans la commune en question. Le propriétaire garde certains droits (en prévenant le concessionnaire) : démolir, réparer ou surélever des murs par exemple. L'article 12 a été abrogé par ordonnance n° 2011-504 du 9 mai 2011 *portant codification de la partie législative du code de l'énergie*, dès le 1er janvier 2012.

b) Art 35 loi du 18 avril 1946 *sur la nationalisation de l'électricité et du gaz*

« Les servitudes d'encrage, d'appui, de passage, d'abattage d'arbres, d'aqueduc, de submersion et d'occupation temporaire s'appliquent dès la déclaration d'utilité publique des travaux ». Cet article a été abrogé par l'ordonnance n° 2011-504 du 9 mai 2011 *portant codification de la partie législative du code de l'énergie.*

Repris par l'article L. 323-5 du code de l'énergie.

c) Décret n° 70-492 du 11 juin 1970 *pris pour l'application de l'article 35 modifié de la loi du 8 avril 1946 concernant la procédure de déclaration d'utilité publique des travaux d'électricité et de gaz qui ne nécessitent que l'établissement de servitudes ainsi que les conditions d'établissement desdites servitudes*

Ce décret a été abrogé au 1er janvier 2016 par le décret n° 2015-1823 du 30 décembre 2015 *relatif à la codification du code de l'énergie.*

Une partie des dispositions du décret a été intégrée dans la partie règlementaire du code de l'énergie, à l'article R. 323-2 du code de l'énergie.

d) Décret n°67-886 du 6 octobre 1967 *portant règlement d'administration publique pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie et de la loi du 16 octobre 1919 relative à l'utilisation de l'énergie hydraulique*

Une convention passée entre le concessionnaire et le propriétaire ayant pour objet la reconnaissance des servitudes d'appui, de passage, d'ébranchage ou d'abattage prévues au troisième alinéa de l'article 12 de la loi du 15 juin 1906 susvisée peut remplacer les formalités prévues au quatrième alinéa dudit article. A l'heure actuelle seul le premier article du décret est encore en vigueur, les autres ayant été abrogés au 1er janvier 2016 par le décret n° 2015-1823 du 30 décembre 2015 *relatif à la codification du code de l'énergie.*

C'est ainsi que l'article 1er de la Convention stipule que le propriétaire doit maintenir les conducteurs aériens au-dessus de la parcelle. Il doit maintenir les conducteurs aériens au-dessus de la parcelle. De plus, il doit couper les arbres et les branches à proximité des conducteurs aériens d'électricité, susceptibles de gêner leur pose ou de provoquer des courts-circuits ou des avaries. L'article 3.1 ajoute que le propriétaire devra informer RTE en cas de travaux de construction, démolition, réparation ou surélévation d'une installation. RTE se réserve le droit de modifier ou déplacer les travaux qui ne serait pas conforme à la distance réglementaire. RTE dégage de toute responsabilité le propriétaire ou l'exploitant agricole qui causerait des dommages à la ligne faisant l'objet de la convention (exception faite des dommages causés par un acte de malveillance). On notera que les textes juridiques énoncés par la convention (Encadré 1) ont été abrogés depuis lors. Dès lors, il convient de s'interroger sur les conséquences de l'abrogation de ces différents textes juridiques eu égard à l'entrée en vigueur du

Code de l'énergie. Doivent-ils s'appliquer aux conventions en cours ou à leurs échéances ? Ceci dépend, de ce que prévoient les textes juridiques en vigueur (loi et décret), mais également du principe selon lequel les mesures d'ordre public sont d'application immédiate, aux conventions en cours.

Cela nous amène à nous poser plusieurs questions qui résultent des modalités d'entrée en vigueur des nouveaux textes. L'article 12 alinéa 4[37] de la loi de 1906 n'est pas repris par l'article L. 323-4 du code de l'énergie. Ce dernier ne prévoit plus la notification directe aux intéressés des travaux. Néanmoins, les textes précédemment cités ont été introduits dans le Code l'énergie, dans la partie règlementaire ou dans la partie législative. De plus, nous nous demandons si les conventions sont conformes avec le nouveau PLUi (Encadré 2).

Encadré 2 : Conformité des anciennes conventions avec le PLUi

Le premier PLU intercommunal a été élaboré en 2009 dans le cadre de la Communauté de Communes « Monts de Flandres – Plaine de la Lys », qui regroupait alors sept communes dont Bailleul, qui est l'un des deux terrains d'études du Projet SYNERGIE (avec Ruminghem). Ce document de planification a fait l'objet de modifications simplifiées en 2010 et 2013. Ici, nous étudierons donc les dispositions du PLUI simplifié de 2013, le plus récent. Le territoire de Bailleul couvert par le PLUI est divisé en zones : urbaines, à urbaniser, agricoles et naturelles. Les parcelles étudiées dans le Projet SYNERGIE (YW 30, YW 31 et YW 50) se situent dans la Zone A, qui sont des terres agricoles à protéger en raison de leur potentiel agronomique, biologique ou économique. Ne sont autorisées sur ces parcelles que les types d'utilisation du sol liés à l'agriculture ainsi que les infrastructures « nécessaires au service public ou d'intérêt collectif » (préambule du PLUI).

a) Implantation par rapport aux voies et emprises publiques :

Les constructions et installations doivent généralement s'implanter à 100 mètres de l'axe autoroutier et de ses bretelles, et à 75 mètres de l'axe des routes départementales. Cependant, pour les réseaux d'intérêt public, dont font partie les pylônes de RTE, l'article L111-1-4 du Code de l'Urbanisme stipule que ce recul est ramené à 50 mètres de l'axe autoroutier et à 25 mètres des routes départementales.

Aucune construction ne peut être édifiée à moins de dix mètres de la limite d'emprise des autres voies, publiques ou privées, existantes ou à créer, des berges des cours d'eau et de la limite d'emprise des voies ferrées.

Enfin, les installations techniques nécessaires au fonctionnement du service public ou d'intérêt collectif liés à la desserte par les réseaux, dont la surface au sol est inférieure à 15 mètres carrés (c'est le cas des pylônes de RTE), ainsi que les constructions nécessaires à l'entretien et au fonctionnement du service public ferroviaire et des services d'intérêt public, pourront s'implanter soit en limite d'emprise des voies publiques ou privées, soit avec un recul qui sera effectué en fonction des contraintes techniques et du respect du milieu environnant immédiat. Ces aménagements ne doivent pas se faire au détriment de la sécurité routière. D'ailleurs, cette dimension sécuritaire a été mentionnée par l'ancien sénateur Jean-François Le Grand lors de notre entretien du 31 août 2016.

b) Patrimoine végétal à protéger :

La zone A du PLUI comprend des éléments identifiés en tant que « élément à protéger ». Les travaux de desserte par les réseaux doivent être réalisés de telle sorte qu'ils ne nuisent pas à la survie des « éléments de patrimoine végétal à protéger » (article A4) et n'altère pas leur qualité sanitaire. Ainsi, l'abattage du patrimoine végétal à protéger n'est autorisé que lorsqu'il présente, individuellement ou collectivement, des risques pour la sécurité de la population ou des constructions environnantes. De plus, les élagages d'un élément végétal à protéger sont

[37] « *L'exécution des travaux prévus aux alinéas 1° à 4° ci-dessus doit être précédée d'une notification directe aux intéressés et d'une enquête spéciale dans chaque commune ; elle ne peut avoir lieu qu'après approbation du projet de détail des traces par le préfet* ».

autorisés seulement s'ils ne nuisent pas à la conservation des perspectives paysagères et permettent la survie de l'espèce végétale. Les travaux doivent faire l'objet d'une demande d'autorisation préalable.

c) Aspect extérieur :

Concernant l'aspect extérieur des constructions et des installations, l'article A11 précise qu'elles ne doivent pas nuire ni par leur situation, leur architecture ou leurs dimensions à l'environnement urbain ou au milieu naturel immédiat et aux paysages dans lesquels ils s'intègrent. Nous sommes en droit de nous demander dans quelle mesure les pylônes électriques très haute tension de RTE, situées sur les parcelles 30, 31 et 50, respectent les dispositions de l'article A11.

d) Précautions particulières :

- Risque sismique : les bâtiments de catégorie d'importance 4, dont font partie les infrastructures de distribution publique d'énergie, doivent mettre en place des règles de construction parasismique.
- Zonage archéologique : l'intégralité du territoire intercommunal, depuis l'arrêté préfectoral du 15 juin 2004, présente un intérêt archéologique. De ce fait, toute demande de permis de construire, de démolir, d'autorisation d'installation ou de travaux divers, doit être transmise au préfet du département qui communiquera le dossier pour instruction au préfet de la région.

3.2.3.3. Des pratiques innovantes

En plus des pratiques liées aux obligations réelles et celles qui ressemblent à des obligations réelles, l'inventaire des pratiques met en lumière des pratiques innovantes. Certaines, telles que le cahier des charges générales lignes électriques (CCGA) et l'inventaire de la végétation, visent à rendre le dispositif d'entretien du couvert végétal plus efficace et ainsi à renforcer la sécurité des personnes et des biens. D'autres cherchent à réduire les externalités négatives de l'ILTe sur l'environnement, comme par exemple l'installation sur les trains désherbeurs d'un dispositif d'automatisation de l'épandage des produits phytosanitaires. Les pratiques innovantes sont aussi des expérimentations favorables à la biodiversité.

LES PRATIQUES DEFINIES PAR LE CAHIER DES CHARGES GENERALES LIGNES AERIENNES (CCGLA)

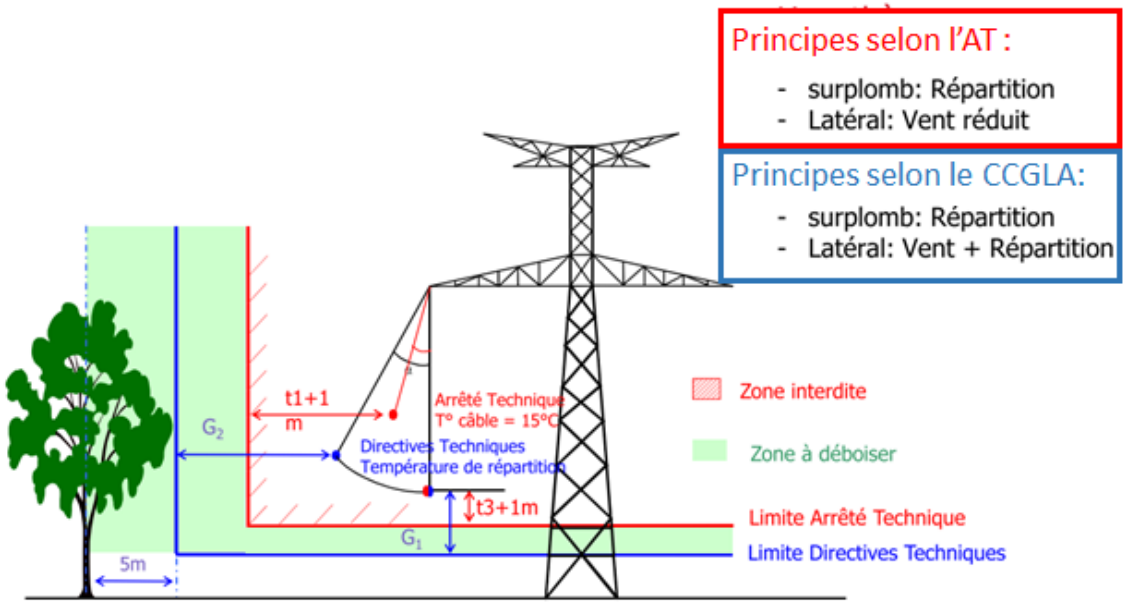


Figure 31. Distances à respecter entre les lignes électriques et la végétation selon l'AT et selon le cahier des CCGLA.

Le cahier des charges générales lignes aériennes (CCGLA) définit des règles internes qui permettent de garder une marge de sécurité par rapport à l'arrête technique du 17 mai 2001 (AT) (Fig. 31). Cette marge est qualifiée de zone à déboiser. Elle sert notamment à identifier les arbres qui passent du statut « ordinaire » au statut « particulier » (risque d'amorçage d'ici 2 ans) dans la procédure d'entretien du couvert végétal.

Selon le cahier des charges, pour les pieds de pylône la hauteur de la végétation ne doit pas dépasser

- ✓ 2 m dans la partie centrale,
- ✓ 1,5 m dans l'ourlet des cheminées en béton,
- ✓ 1 m dans un rayon de 1 m autour des cheminées en béton du pied (Fig. 32).

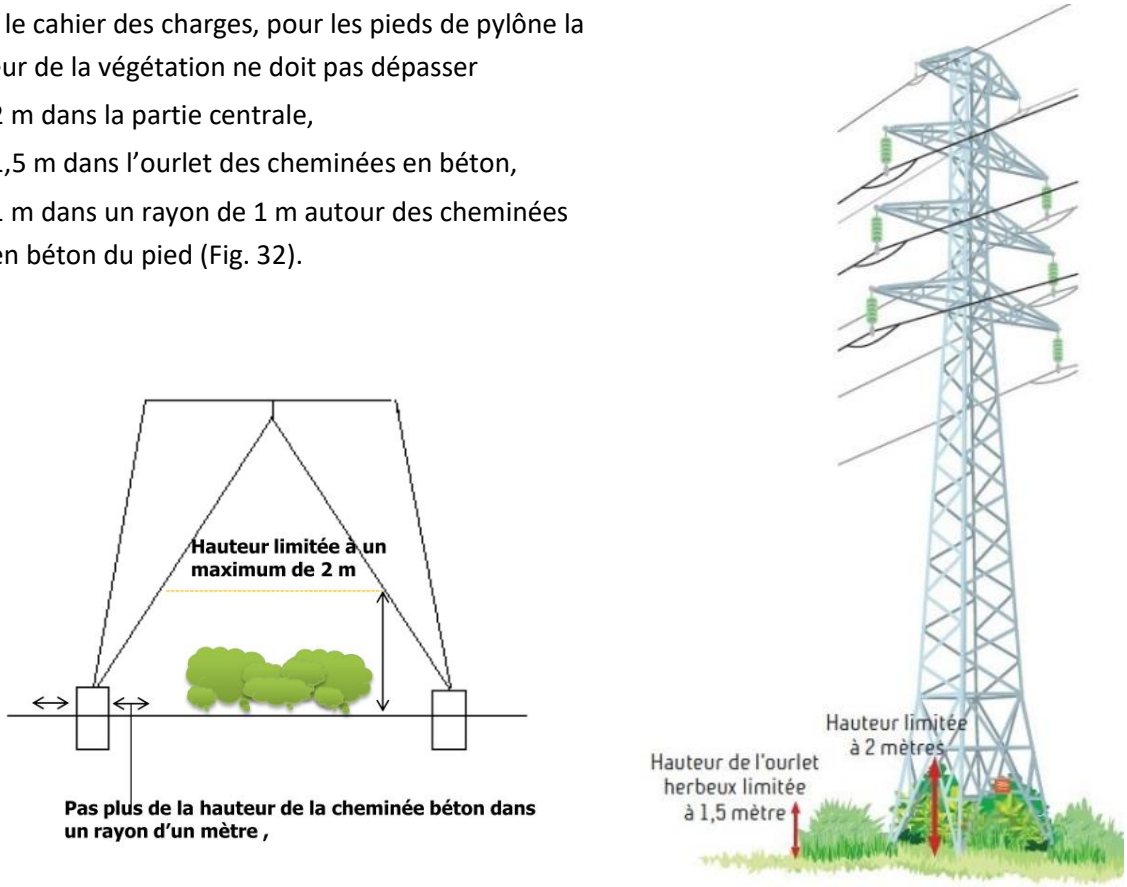


Figure 32. La hauteur maximale de la végétation des pieds de pylônes selon les règles définies par le cahier des charges générales lignes aériennes – Source : RTE.

Le cahier des charges préconise un couvert végétal plus bas pour garder une distance de sécurité plus importante. La fréquence des interventions pour entretenir le couvert végétal est donc plus élevée. Ces conditions sont défavorables aux espèces qui tolèrent difficilement les perturbations.

L'INVENTAIRE DE LA VEGETATION POUR PLANIFIER LES INTERVENTIONS

RTE gère une base de données « végétation » pour planifier l'entretien de la végétation située à l'aplomb des lignes ou au pied des pylônes. L'objectif est de n'intervenir sur le couvert végétal que lorsque cela est nécessaire. Cette base de données s'appuie sur un inventaire des différentes formations végétales, respectant une typologie nationale. Pour chaque type de végétation, différentes techniques d'entretien du couvert végétal sont planifiées (Tab. 18). L'inventaire de végétation amorcé en 2007 est terminé depuis février 2015. Cette base de données, gérée par le logiciel GIV (format autocad géoréférencé) dans un premier temps, a migré en juin 2017 vers le logiciel VEGEO (format shape) expérimenté depuis fin 2015 par le territoire de Marseille.

Tableau 18 : Typologie nationale de l'inventaire végétation de RTE et les techniques d'entretien – Source : RTE (entretiens).

Types de végétation		Techniques d'entretien planifiées
Pieds de pylône		Débroussaillage, taille
Zones de bois	Futaies (sens RTE : fût > 15 cm)	Ecimage, abattage
	Taillis	girobroyage
Arbres isolés		abattage, élagage, écimage
Haies		taille, écimage, élagage

L'AUTOMATISATION DE L'EPANDAGE DES PRODUITS PHYTOSANITAIRES

En 2013, les ministères chargés de l'agriculture, de l'environnement et de la santé ont passé un accord de partenariat avec la SNCF pour réduire les risques liés à l'usage des pesticides en zone non agricole : Plan Ecophyto. À la suite de cet accord, la SNCF a mis en place en 2014, un nouveau dispositif sur les 54 trains et camions désherbeurs du parc. Il s'agit de l'équipement des trains et camions désherbeurs de GPS pour connecter les vannes d'épandage des trains et camions avec le SIG « Maîtrise de la végétation » (SIGMA). Cela permet un affichage en temps réel des ZNT et une coupure automatique des vannes[38]. Par exemple, l'épandage par le « Train désherbeur » est automatiquement arrêté sur la portion de 1 km qui correspond à la zone de compensation mise en place en 2014 pour la linaire couchée sur la ligne Dunkerque-Lille. Deux traitements au même endroit sont aussi évités. La diminution de l'épandage des herbicides peut atteindre localement jusqu'à 50 % de la consommation de produits phytosanitaires dans les zones complexes telles que les triages.

DES PRATIQUES EXPERIMENTALES FAVORABLES A LA BIODIVERSITE

Depuis plusieurs années, des pieds de pylônes sont aménagés pour servir de refuge ou de source d'alimentation aux gibiers. Plus récemment, RTE a participé à un projet d'aménagement de pieds de pylône pour favoriser la biodiversité. Pour l'entretien des talus des voies ferrées, la SNCF expérimente aussi de nouvelles pratiques pour favoriser la biodiversité.

1) AMENAGEMENTS CYNEGETIQUES

Les aménagements cynégétiques des pieds de pylônes sont parfois des **démarches individuelles**. Ainsi, un agriculteur rencontré lors de l'étude a aménagé, il y a 12 ou 15 ans, le pied du pylône qui est sur sa parcelle pour favoriser le gibier. L'aménagement du pied de pylône était une meule avec de la terre et des branchages, mais les lapins ne s'y sont jamais installés. Selon l'agriculteur, la présence d'un bosquet pourrait peut-être attirer le gibier mais cela demande du temps pour l'entretien.

La **convention-cadre entre RTE et la fédération nationale des chasseurs** prévoit la possibilité de créer des aménagements cynégétiques aux pieds des pylônes. Ces aménagements cynégétiques sont mis en place dans le cadre de **conventions tripartites passées entre RTE, la fédération départementale des**

[38] Il existe 22 000 coupures de traitement sur l'ensemble du territoire national.

chasseurs et les sociétés de chasse. Les conventions sont initiées à la demande des Fédérations départementales de chasse. Elles durent 6 ans et sont renouvelées par reconduction tacite. Ces aménagements favorables au gibier prennent la forme d'une formation arbustive, dite « chaussette verte ». Les sociétés de chasse sont en charge de l'entretien des buissons et arbustes. **Dans le Nord et le Pas-de-Calais**, la dizaine de conventions passées avec des sociétés de chasse a permis de créer **une cinquantaine d'aménagements cynégétiques de pied de pylône**. Les « chaussettes vertes » sont plus répandues dans d'autres départements comme les Ardennes car la chasse y représente un enjeu économique plus important.

La **convention entre SNCF Réseau et la Fédération nationale des chasseurs** vise à préserver la biodiversité et aussi à améliorer la gestion de la faune sauvage à proximité des emprises ferroviaires. Elle prévoit la formation d'agents SNCF à la gestion de la faune sauvage et de mettre à disposition des terrains, des dépendances vertes ou des lignes déclassées pour créer ou protéger des habitats propices à la faune sauvage et à la biodiversité. Des actions conjointes sont menées pour remédier à l'intrusion de grands gibiers dans les emprises ferroviaires.

2) AMENAGEMENTS « BIODIVERSITE »

Pour créer des aménagements dédiés et uniquement dédiés à la biodiversité, les opérateurs signent des conventions-cadre avec des institutions en charge de la préservation des paysages et de l'environnement et des conventions de gestion avec des acteurs des territoires.

Ces conventions-cadre visent à construire une culture commune de la biodiversité des ILTe. Ainsi, une **convention-cadre entre RTE et les réserves naturelles de France** (RNF) encourage le développement d'actions communes sous les 118 km de ligne HTH tension qui surplombent des réserves naturelles. Depuis 2010, la convention de partenariat entre RTE et la fédération nationale des parcs naturels régionaux (FNPNR) promeut l'affichage et la mise en œuvre d'une politique commune de développement durable, la concertation entre les deux institutions en amont de leurs projets respectifs, et la mutualisation des savoir-faire. Cette convention instaure aussi **un appel à projets annuel organisé par le FNPNR** pour identifier des projets de préservation, de développement de la biodiversité ou de la qualité paysagère dans l'emprise ou à proximité immédiate du réseau RTE. La sélection des projets lauréats est faite par un comité de sélection conjoint aux deux institutions.

RTE signe également des **conventions de gestion** avec des partenaires locaux. Citons par exemple,

- ✓ **avec le PNR Caps et Marais d'Opale**, la convention signée en 2015 pour des aménagements et une gestion favorable à la biodiversité des dépendances vertes du poste électrique de Longuenesse (plantation de bosquets champêtres, restauration de saules têtards, création de gîtes pour hérissons et insectes, espace clôturé pour des moutons boulonnais)[39]. Une seconde prévoit un pâturage itinérant sur les coteaux calcaires de l'Audomarois.
- ✓ **avec le conservatoire des espaces naturels** (CEN), une première convention de gestion, en partenariat avec la commune Vred, concerne des terrains communaux en traversés par une ligne aérienne. Une seconde, en partenariat voies navigables de France (VNF), concerne un ancien dépôt VNF situé à Lillam près de Watten. Le CEN assure alors l'entretien des dépendances vertes et le coût financier de l'entretien est versé par RTE.

[39] « *Des espaces de pâturage sous les lignes* », RESO Nord (Toute l'actualité de RTE pour les élus et les partenaires) N° 22, Décembre 2016

- ✓ **Enfin avec le Département du Nord**[40], une convention de gestion signée en 2016 permet la mise en place d'un éco-pâturage avec des vaches *Highland Cattle* sous la ligne à 400 000 volts Avelgem-Mastaing qui traverse les marais de la Marque à Templeuve (un site ENS).

Ainsi, sur l'ensemble du territoire national, RTE a aménagé 648 ha d'emprises foncières pour favoriser la biodiversité[41]. Le plus vaste projet d'aménagement de pieds de pylônes favorable à la biodiversité est le projet *Symbiose* (Encadré 3).

Encadré 3 : L'expérience du projet Symbiose la ligne Lonny Seuil Vesle (LSV)

Contexte : travaux sur la ligne LSV pour augmenter sa capacité de transport d'électricité.

Financement : budget RTE dans le cadre des travaux sur la ligne + budget LIFE-ELIA

Localisation : ligne qui passe à l'ouest de Charleville-Mézières et à l'est de Reims

Caractéristique de la ligne actuelle : 400 000 volts ; 80 km de long ; 160 pylônes

Déroulement du projet :

- 2011 : RTE et Elia, homologue belge, développent une gestion innovante de leurs emprises forestières (programme LIFE-ELIA)
- 2012 : 1ère visite de terrain entre Symbiose et RTE et 1ère réunion officielle
- 2014 : plaquette de présentation destinée aux exploitants
- 2016 : inauguration de la ligne

Partenaires :

- Symbiose association créée par un écologue chargé de mission au Conservatoire botanique national du Bassin parisien lors de l'élaboration de l'étude d'impact de la ligne LSV.
- la FDSEA et le Réseau des Abeilles, partenariat mis en place de l'élaboration du projet.
- RTE a mis en place ce partenariat pour créer des conditions favorables aux conventionnements.

Entretien de la végétation :

- Au début la fédération de chasse devait faire l'entretien mais cela s'avère difficile à mettre en place
- Convention avec les propriétaires ; meilleure formalisation avec les exploitants.
- Enquête par questionnaire auprès des agriculteurs.

La SNCF expérimente aussi des pratiques prenant en compte la biodiversité. Pour réduire les collisions d'animaux, la SNCF a un accord avec le monde de la chasse et aussi avec la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO).

- ✓ La **convention cadre entre SNCF et la LPO** entérine des actions communes et prévoit une sensibilisation des agents SNCF aux enjeux de la biodiversité. RFF a passé en 2009 un accord de partenariat **avec France Nature Environnement (FNE)** pour améliorer l'intégration de la biodiversité dans la gestion du réseau existant et dans les projets de développement.
- ✓ L'accord de coopération entre la SNCF et la profession agricole, représentée par **l'Assemblée permanente des chambres d'agriculture (APCA) et la Fédération nationale des syndicats des exploitants agricoles (FNSEA)**, vise notamment à collaborer sur les bonnes pratiques en matière de compensation écologique. La SNCF s'engage à mieux entretenir les abords pour éviter la

[40] Ibid.

[41] « *Biodiversité : construire et préserver ensemble nos espaces naturels* », RTE&Vous, Mai 2016.

prolifération des espèces invasives dont les lapins qui causent des dégâts aux cultures et à planter ou semer des espèces qui attirent les insectes pollinisateurs indispensables à l'agriculture.

- ✓ Pour améliorer l'entretien des abords de voies ferrées qui traversent les massifs forestiers du Nord-Pas de Calais, RFF a passé un contrat de prestation avec **l'Office National des Forêts (ONF**). L'ONF organise les abattages et le débroussaillage des bandes de proximités et des abords des voies ferrées. Une gestion par éco-pâturage avec des moutons (mai à août) et des chèvres (août à novembre) est expérimentée sur les abords de la LVG à Sainghin-en-Mélantois. Dans d'autres régions, des méthodes alternatives, comme la pose de géotextiles inhibant la pousse de végétation dans la zone de voie ou comme le désherbage par le feu sont testées dans des zones sensibles ou a enjeu environnemental.

3) DISPOSITIFS DE DIFFUSION DES PRATIQUES EXPERIMENTALES

Dans le cadre de leur partenariat, **RFF et la FNE** ont élaboré en 2012 un **guide de bonnes pratiques environnementales**, intitulé *Biodiversité et grands projets ferroviaires : intégrer les enjeux écologiques dès le stade études*. Ce guide sert à diffuser auprès de la FNE et des équipes projets RFF, une démarche favorisant la biodiversité et son intégration dans les aménagements futurs. Les modalités d'échanges entre RFF et la FNE pour les différentes phases d'un projet ferroviaire[42] y sont notamment précisées. La gestion et le suivi des espaces naturels sont confiés à des gestionnaires professionnels et des informations régulières sont transmises à la FNE.

Pour améliorer ses pratiques de gestion du couvert végétal, **SNCF Réseau renforce l'expertise « végétation »** dans ses 28 établissements de maintenance[43]. 3 établissements pilotes sont testés et sont appuyés par des entreprises privées missionnées (contrat de 5 ans reconductibles), dont la mission est d'élaborer le programme d'entretien de l'établissement. En parallèle, une plateforme de réflexion sur la végétation est mise en place et un « expert végétation » est assigné pour chaque établissement de maintenance pour construire un plan de maintenance raisonnée et veiller à cohérence de l'ensemble des interventions du territoire. Pour l'établissement du Nord, l'expert végétation a pris ses fonctions en 2015.

Pour faciliter la diffusion au sien de l'entreprise des pratiques expérimentales favorables à la biodiversité, **RTE** a édité **9 fiches « Biodiversité »**. Les fiches n°5 et 6 relatent des expériences de mise à disposition de terrain pour implanter des ruches ou des jardins associatifs. Sous les lignes aériennes et au pied de pylônes, un couvert herbacé étant la formation végétale la plus adaptée aux contraintes de sécurités, les fiches n°4 et 9 soulignent l'intérêt environnementale de maintenir des milieux ouverts dans un contexte d'urbanisation, d'intensification des pratiques agricoles et de progression de la forêt. Elles attirent l'attention sur les modalités de gestion de ces prairies pour améliorer la biodiversité : rythme de fauche ou gyrobroyage, période de fauche, enlèvement des produits de fauche. La gestion par pâturage (fiches n°2 et 8) est aussi expérimentée pour maintenir les prairies.

Dans les tranchées forestières, il peut être intéressant de favoriser des couverts arbustifs (fiches n°1 ; 3 et 7), plus favorables à la petite faune. Ceux-ci d'une hauteur maximale de 5 à 7 mètres demandent des entretiens moins fréquents, ce qui occasionne moins perturbations pour la faune et la flore. La

[42] Etudes préalables au débat public, études préliminaires, avant-projet sommaire, avant-projet détaillé, études projet, chantier, mise en œuvre des mesures d'atténuation et de compensation, bilan LOTI.

[43] 23 pour les lignes classiques et 5 pour les LGV.

distance avec la ligne électrique et le couvert végétal étant est réduite, la planification des interventions nécessite une bonne connaissance de la croissance des végétaux, le logiciel VEGEO permet d'adapter les interventions à ce paramètre.

Certaines plantations arbustives sont réalisées dans le cadre d'aménagements cynégétiques (fiche n°1). Ces aménagements peuvent aussi être des couverts faunistiques constitués d'un mélange de plusieurs semences afin de garantir un couvert tout au long de l'année. La fiche n°9 est dédiée à l'aménagement des pieds de pylône. Dans un contexte de grandes cultures, elle préconise de favoriser les plantes herbacées vivaces qui dans ce type de paysage ne peuvent de développer que le long des chemins et des routes. Elle déconseille de planter des arbres et des arbustes.

Les pratiques expérimentales des deux opérateurs tentent de concilier les obligations de sécurité avec des obligations environnementale. Ces dernières étant les plus récentes, elles demandent des changements de pratiques qui peuvent être vécus comme des contraintes. L'analyse de l'ensemble des pratiques révèle tout autant des contraintes auxquelles sont soumis les opérateurs que les contraintes et leviers de prise en compte de la biodiversité.

2.4. PRISE EN COMPTE DE LA BIODIVERSITE DANS LES PRATIQUES : CONTRAINTES ET LEVIERS

Les entretiens avec les gestionnaires ont largement porté sur la végétation, les pylônes, les prairies et champs, les lignes et les espèces animales (Fig. 33). Les sujets relatifs aux contraintes, dégâts, problèmes du réseau ont aussi été abordés. Pour les opérateurs, les obligations de sécurité sont fondamentales, mais les obligations environnementales, les contraintes organisationnelles jouent un rôle dans l'évolution des représentations de la biodiversité et des pratiques.

Figure 33. Les mots les plus fréquents des 14 entretiens menés avec les gestionnaires.

2.4.1. Obligations : maîtriser la végétation et respecter les normes environnementales

L'analyse juridique met en perspective une juridicisation du paysage. Celle-ci résulte de la volonté de réduire les externalités négatives sur les paysages. Pour autant, le droit n'apparaît pas comme le seul levier, il doit être également appréhendé à l'aune des pratiques mobilisées par les différents acteurs. Pour les deux opérateurs, les pratiques sont déterminées par **la sécurité des personnes et des biens**.

Pour l'opérateur SNCF, **la végétation est une contrainte** importante et la question de la biodiversité, si elle reflète une certaine préoccupation environnementale, ne se détache pas des conditions du bon fonctionnement du service proposé. Les pratiques de maîtrise et de gestion de la végétation tendent à prendre davantage en compte des enjeux environnementaux, telles que la qualité de l'eau et la préservation de la biodiversité tout en gardant pour priorité le bon fonctionnement du service. L'opérateur exprime la volonté de lier l'activité principale de l'opérateur aux questions concernant la biodiversité et le paysage et de les inscrire autant que possible dans ses pratiques. La SNCF met en place une équipe et mène des réflexions sur la question des interactions entre l'infrastructure et le vivant, et notamment la question de la végétation.

Pour RTE, les contraintes concernent surtout la sécurité et le fait que **l'opérateur n'est pas propriétaire des terrains** sur lesquels se trouvent leurs infrastructures. Les questions environnementales et notamment la biodiversité aux pieds des pylônes sont une préoccupation, mais la maitrise de la végétation aux pieds de pylônes ne relève pas de sa mission. Leur communication consacre toutefois un volet important aux questions environnementales et notamment à la biodiversité dont à celle des pieds de pylône, montrant l'intérêt de l'opérateur pour ces questions dans leur ensemble.

2.4.2. Contraintes organisationnelles : un vaste territoire ou de multiples gestionnaires

Selon les gestionnaires, les pratiques de gestion du couvert végétal ne peuvent pas changer profondément en raison des obligations mais aussi de difficultés techniques et financières. Ainsi, des pratiques innovantes sont adoptées pour améliorer l'efficacité du dispositif de maîtrise de la végétation (CCGLA ; inventaire de la végétation) et aussi pour prendre en compte des contraintes organisationnelles.

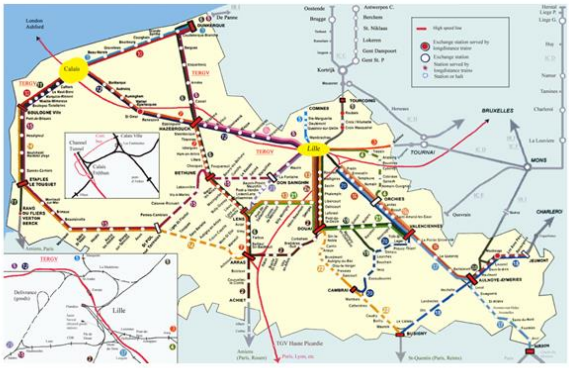
Maîtriser la végétation d'un vaste territoire

Pour l'opérateur SNCF, les dépendances vertes ferroviaires constituent un immense territoire[44] soumis à l'embroussaillement (Fig. 34). Pour maitriser la végétation, la SNCF met en place des dispositifs pour **automatiser la maîtrise de la végétation** : les trains désherbeurs et les OGE. Il est difficile de prendre en compte la biodiversité sur l'ensemble de ces emprises. En revanche, il est possible de le faire dans des secteurs prioritaires tels que les secteurs concernés par la DCE et aussi ceux ayant une position stratégique dans un corridor écologique. Pour cela, il serait intéressant d'élaborer un référentiel des techniques d'entretien de la végétation selon les enjeux prioritaire : enjeux sécurités, enjeux environnementaux (protection de la ressource en eau ; protection de la biodiversité). Pour planifier les interventions sur le couvert végétal, une base de données végétation pour être créées comme cela est mis en place par RTE pour l'entretien du couvert végétal sous les lignes électriques.

[44] Il s'agit de 1 430 km de lignes dans le Nord et le Pas de Calais et de 30 000 km en France.

Figure 34. La gestion du couvert végétal : une contrainte pour l'opérateur SNCF un vaste réseau de dépendances vertes soumis à l'embroussaillement.

Embroussaillement de l'ancienne voie ferrée reliant Lumbres et Lottinghem



Le réseau de voies ferrées du Nord Pas de Calais (1430 km de lignes TER)

Maîtriser la végétation entretenue par de multiples exploitants agricoles

L'entretien de la végétation des pieds de pylône **est du ressort des exploitants et des propriétaires** des terrains sur lesquels ses lignes sont installées. Étant confronté à la multiplicité des pratiques d'entretien des pieds de pylône, l'action de l'opérateur sur les pratiques de gestion de la végétation des pieds de pylônes dépend de la mise en place de partenariats et de convenions.

2.4.3. Évolution des représentations de la biodiversité des dépendances vertes des ILTe

Forgé dans les années 1980 par les chercheurs en écologie de la restauration, le concept de biodiversité change notre regard sur l'environnement et nos pratiques. Ainsi, Jean-François Le Grand[45], rapporteur au sénat de la loi Paysage de 1993, explique que la préservation de la biodiversité est absente de cette loi car « *à l'époque la biodiversité était une affaire de spécialistes* » même si le Sommet de la Terre de 1992 avait déjà contribué à diffuser ce terme auprès d'un public plus large. Aujourd'hui, Monsieur Le Grand regrette de *« ne pas avoir cité* [dans la loi] *la biodiversité comme étant un élément majeur du paysage* ». Avec la diffusion du terme de biodiversité au sein de la société, le concept de biodiversité ordinaire est apparu pour décrire des espèces et des écosystèmes qui ne sont pas rares mais qui assurent des fonctions écologiques. L'appropriation du concept de biodiversité amène les gestionnaires des ILTe à adapter leurs pratiques pour mieux prendre en compte la préservation des espèces et le fonctionnement des écosystèmes. Les études scientifiques participent à cette évolution. La littérature scientifique met notamment en évidence que les infrastructures linéaires de transport ne sont pas nécessairement nuisibles à la biodiversité.

Des études scientifiques pour mieux connaître le rôle des ILTe sur la biodiversité

Dans le cadre d'un partenariat de trois ans (2008-11) entre le Conservatoire national du Bassin parisien et RTE[46], le MNHN a réalisé des **inventaires floristiques sous les lignes HT**. Cette étude financée par RTE et soutenue par la Région Ile-de-France a permis de recenser la présence 716 espèces sous les lignes HT de la Région (dont 275 espèces végétales), soit à peu près la moitié de la biodiversité du

[45] Entretien mené par Camille Cinquin, étudiante de l'IEP de Lille en stage au laboratoire TVES de juillet à septembre 2016 dans le cadre du projet SYNERGIE.

[46] « *La flore insoupçonnée des lignes électriques à haute tension* », Futura Science, 14 juillet 2012.

territoire d'Ile-de-France. Par suite de ces inventaires, le Conservatoire botanique national du Bassin parisien[47] préconise **de planifier les coupes de manière à respecter le cycle biologique de certaines espèces**, d'**entretenir certains espaces plus fréquemment que d'autres**, de manière qu'ils restent ouverts ou encore d'**enlever les déchets verts dans certaines zones**. Le MNHN poursuit ses travaux sur la biodiversité des ILTe avec le **projet COHNECS-IT**[48] financé par le programme ITTECOP. Cette étude, lancée en 2015, vise à comprendre « dans quels contextes (d'occupation du sol, paysager, écologique, nature des dépendances vertes des ILT et des ILT elles-mêmes, etc.) et/ou pour quels compartiments de biodiversité, les dépendances vertes des infrastructures linéaires de transport sont-elles utilisées comme milieu de vie ou axe de déplacement ».

Dans les départements du Nord et Pas-de-Calais, l'étude **EMPYLBIODIV**[49] menée par des laboratoires de recherche universitaires et le Conservatoire botanique national de Bailleul a permis d'inventorier la flore sauvage et les habitats de pieds de pylône.

Des **thèses portant sur la biodiversité des ILTe** ont également été soutenues. Dans sa thèse soutenue en 2012, C. Penone fait un état des lieux de la biodiversité inféodée aux abords des voies ferrées et met en évidence que les dépendances vertes ferroviaires sont des milieux refuges en ville et qu'elles assurent une connectivité fonctionnelle au sein des paysages urbains. Dans le cadre d'un contrat CIFRE avec RFF, J.-C. Vandevelde a soutenu en 2014 une thèse qui dresse un bilan des outils d'évaluation des impacts des grands projets ferroviaires sur la biodiversité. La conclusion de la thèse souligne, notamment, que la prise en compte de la biodiversité par les acteurs de l'aménagement depuis maintenant plusieurs décennies conduit à la mise en œuvre de nouvelles méthodes et à une évolution des mentalités.

Représentations dans la presse

La presse retranscrit l'évolution des mentalités à propos de la relation entre les ILTe et la biodiversité. Elle relaie régulièrement les tensions qui peuvent exister entre l'entretien des infrastructures linéaires et le respect de la biodiversité. Selon la vision véhiculée par les médias, la biodiversité apparaît le plus souvent comme quelque chose de positif, qui est valorisé, alors que les infrastructures linéaires sont à première vue considérées comme pouvant être nuisibles à cette biodiversité. La sécurité ou la performance restent parmi les principaux arguments avancés pour justifier une atteinte à la végétation ou à la biodiversité, et passent le plus souvent avant les préoccupations pour l'écologie ou le paysage. La préservation de la biodiversité et la gestion des dépendances vertes des infrastructures linéaires sont même présentées dans la presse comme incompatibles dans la mesure où **la végétation peut être un obstacle au bon fonctionnement** du service ainsi qu'à sa sécurité, mais il s'agit d'une tendance qui est en train de changer.

L'hypothèse d'une incompatibilité entre biodiversité et infrastructures linéaires de transports est de plus en plus fréquemment remise en question. La presse relaie aussi une tendance à **une évolution vers une gestion plus « écologique »** des dépendances vertes des infrastructures linéaires, sinon de

[47] Rapport d'activité du Conservatoire botanique national du Bassin parisien pour l'année 2013, « 1.*4. Bilan général de la délégation Ile-de-France* » p. 9-10

[48] « *Connectivité longitudinale et potentiel d'Habitat des dépendances vertes en fonction de leur Nature, des Espèces et du Contexte : une revue Systématique sur les Infrastructures de Transport* ». http://spn.mnhn.fr/sites_partenaires/cohnecs-it/

[49] « *Emprise des Pylônes et Biodiversité* », In « Des lignes plus vertes », RESO Nord-Est (RTE au contact des territoires) N° 7, Novembre 2011.

manière concrète et globale dans les pratiques des opérateurs, au moins dans les discours et la vision que cherchent à véhiculer ces structures.

Représentations des opérateurs

Par l'intermédiaire des médias de leur **communication d'entreprise**, les opérateurs expriment un intérêt croissant pour les questions de la biodiversité et de sa préservation, qui se manifeste de plus en plus et surtout à partir de 2010[50]. L'opérateur SNCF présente la végétation et l'entretien des dépendances vertes de ses infrastructures comme étant avant tout une contrainte et une condition pour garantir le bon fonctionnement du réseau et sa sécurité. Si une évolution vers des pratiques prenant davantage en compte la biodiversité et l'environnement est souhaitée, et déclarée par l'opérateur, celui-ci insiste sur la nécessité d'une « **maîtrise de la végétation** » pour assurer sa mission.

La communication de l'opérateur RTE traite des questions de préservation de l'environnement et relaie l'idée que les pieds de pylônes pourraient avoir un impact parfois positif sur la biodiversité. Cette communication se fait presque de manière déconnectée vis-à-vis des services qu'est supposée rendre l'entreprise. En effet, il s'agit de favoriser, de préserver et de se positionner par rapport à la biodiversité mais à travers des activités qui sont parfois déconnectées des missions de RTE telles que des balades sous les lignes, des jeux proposés par l'entreprise. On retrouve, en effet, peu de communication concernant la prise en compte de la biodiversité et des questions environnementales à travers les activités principales de RTE (notamment l'entretien des pieds de pylônes, par exemple).

Pour les deux opérateurs, l'évolution des représentations aboutit à la prise d'engagements de type contractuel ou sous forme de charte et à des expérimentations en faveur de la biodiversité.

Représentations des exploitants agricoles de l'étude de cas

Les agriculteurs ne sont pas informés de ces engagements et des expérimentations en faveur de la biodiversité. Pour eux, les ILTe dégradent le paysage. Ils parlent de dégradation esthétique, de dégradation de la qualité du lait et de nuisances sonores (Tab.19). Les agriculteurs sont sensibles à la diversité du paysage. Cette sensibilité s'exprime par l'intermédiaire de la description de la palette de verts et de la faune observée dans le paysage. Lors des entretiens, les agriculteurs ont évoqué 31 espèces animales. Les espèces les plus citées sont le renard, les lapins, le gibier en général (Fig. 35). Les agriculteurs sont aussi particulièrement attentifs à l'avifaune. Ils constatent notamment que certains oiseaux tendent à disparaître et que d'autres sont victimes de collisions avec les lignes électriques (tab 20).

Tableau 19. Description du paysage autour des ILTe par les agriculteurs.

Le paysage est dégradé par les ILTe ***De la dégradation esthétique à celle du lait***	**Le paysage est beau parce que varié** ***La palette des verts observée dans le paysage***
« *C'est malheureux d'avoir la ligne électrique, la ligne de chemin de fer et la ligne TGV. On nous a gâché notre paysage* ». « *Sous la ligne électrique, à chaque printemps, on trouve beaucoup d'oiseaux morts : des mouettes, des hérons, des pigeons* ».	« *Au printemps il y a tout, les blés, les colzas, vers le 15 juin toutes les couleurs différentes. Il y a le vert du blé, de la betterave, de la pomme de terre, du maïs et de la pâture ; c'est pas les mêmes verts. Puis, de temps en temps il y a une tache jaune, tien c'est du colza. Et puis comme*

[50] Ce qui correspond à la date de publication du rapport du MNHN à propos de la biodiversité sous les lignes électriques.

« La ligne électrique fait du bruit. On entend aussi le bruit à la ferme par temps de brouillard ». *« On raison des lignes électriques des cellules se développent dans le lait des vaches ».* *« J'ai connu avant le TVG et avec le TGV. C'était plus beau avant. Aujourd'hui, je dirais que ça s'améliore quand même du fait qu'il y a énormément de bosquets qui poussent autour des voies, on oublie le TVG. »* *« Les pylônes, on ne les voit plus, on est habitué ».*	*il y a des fossés c'est pas encore le même vert non plus. Il y a de temps en temps un arbre. La diversité des couleurs vertes ».*

Figure 35. Espèce animales citées par les agriculteurs.

Tableau 20. 4 espèces animales disparaissent et 3 espèces sont affectées par les lignes électriques selon les agriculteurs.

Espèces	Milieux fréquentés	*Remarques*
Hirondelles		*Il y en a moins maintenant mais ces deux dernières années il en revient*
Mésanges		*On en voit moins*
Rouges-Gorges		*On en voit moins*
Papillons		*On en voit moins*
Hérons		*Cadavres sous la ligne électrique à chaque printemps*
Pigeons	Dans les arbres	*Cadavres sous la ligne électrique à chaque printemps. Ils mangent les pois.*
Canard sauvages	Dans les mares	*Cadavres sous la ligne électrique à chaque printemps* *Beaucoup de cadavres dans le champ du pylône 1082*

Ils sont aussi attentifs aux espèces qui affectent leur activité agricole. Certaines causent des dégâts plus ou moins fréquents dans les parcelles cultivées, d'autres se nourrissent dans les champs ou dans les silos ou transmettent des maladies au bétail (Tab. 21).

Tableau 21. 11 espèces animales causent des dégâts selon les agriculteurs.

Espèces	Milieux fréquentés	Remarques
Rat musqué	Dans les parcelles cultivées.	*Ils causent de nombreux dégâts sur les parcelles et les cultures à Ruminghem.*
Lapins de Garenne	Dans les champs le long de la ligne de TVG mais plus autour de la voie ferrée que dans la prairie. Sur la parcelle pâturée du pylône	*Espèce problématique pour les cultures – ils sont nuisibles – il faut les réguler. Pas un problème pour les activités d'élevage mis à part la transmission du botulisme par l'intermédiaire des de la paille enrubannée (lapin pris par la faucheuse). Une meule (bois, terre, branchage) a été installée sous le pylône 1083 pour les lapins mais*

	1083 mais pas particulièrement sous le pylône 1083.	*aucun lapin ne s'est installé – aucune bête ne s'est installée sous le pylône. En diminution à cause des renards, mangent le blé quand il a commencé à pousser.* Les lapins étaient trop nombreux il y a 10 ans mais leur population a diminué.
Lièvres	Dans les prairies.	*Ils causent peu de dégâts – sont peu nombreux, en diminution à cause des renards. Nuisibles pour les champs de blé.*
Taupes		*La terre de la taupinière se mélange à la fauche et est indigeste pour les vaches.*
Chevreuils	À Bailleul, dans les champs et à proximité de la ferme de l'Agr_2. À Ruminghem dans le bois, la prairie s'ils s'égarent, le marais parfois.	*Ce n'est pas l'espace qui cause le plus de problème mais la population augmente nettement depuis 3 ou 5 ans. Espèce problématique dans les champs – « ça devient une pollution ». A Bailleul, ils viennent toujours de Meris puis ils suivent la voie ferrée ; 15 à 18 chevreuils viennent sur la parcelle du 1082 le matin.*
Étourneaux	Dans les granges des fermes	*Il y en a trop – ils se nourrissent avec le maïs des silos – avant il n'y en avait pas autant.*
Corbeaux		*Nuisibles pour la culture du maïs*
Pigeons	Dans les arbres	*Cadavres sous la ligne électrique à chaque printemps. Ils mangent les pois.*
Faisans	Dans les haies.	*Peu de faisans. Ils mangent les poussent de maïs.*
Grives	Dans les haies	*Ils mangent dans les silos à maïs.*
Limaces	Dans les cultures	*Elles causent parfois des dégâts (2 fois en 10 ans). Perçues comme nuisibles, mise en place de traitement pour les éradiquer.*

Les agriculteurs ne sont pas seulement attentifs aux espèces nuisibles, ils évoquent aussi l'utilité de certaines espèces (Tab. 22). Ainsi les renards, les vers de terre, les coccinelles et les abeilles sont spontanément décrites comme étant des espèces utiles. L'utilité des carabes est moins connue. L'évocation des carabes est relative aux discussions qu'ils ont eu avec les collègues en charge de l'étude de la pédofaune (axe 3 du projet).

Tableau 22. 5 espèces animales sont utiles selon les agriculteurs.

Espèces	Milieux fréquentés	Remarques
Renards	Dans les talus de la voie TGV et près des ponts. Dans le golf, dans les prairies ; présent partout.	*Avant la ligne TGV, il n'y avait pas de renard. En augmentation depuis la création de la ligne TGV, prédateur de certaines espèces de nuisibles et du gibier. Il y en avait beaucoup avant ; depuis 3 ou 4 ans on n'en voit plus à Ruminghem.*
Vers de terre	Dans les parcelles cultivées et pâturées.	*S'il y a beaucoup de vers de terre c'est qu'il y a une bonne biologie du sol. Les vers de terre, c'est la vie du sol. La structure du sol est liée aux vers de terre. Jugés utiles par l'agriculteur, signe de la bonne santé du sol.*
Coccinelles	Pas de lieu spécifique.	*On en voit beaucoup cette année. Les coccinelles sont utiles à l'agriculture. Elles sont jugées utiles par l'agriculteur.*
Abeilles	Dans les cultures au moment du fleurissement.	*Des mesures sont prises au moment des traitements phytosanitaires pour les préserver. Le champ magnétique des lignes électriques n'est pas bon pour les abeilles : un apiculteur n'a pas souhaité installer des ruches sur la parcelle à cause de la ligne électrique.*
Carabes		*Cela doit être utile – « tigres de la terre ». C'est bon car je croix que cela mange les limaces. Le technicien dit que c'est important d'en avoir dans le sol. Les carabes sont utiles à l'agriculture.*

Les agriculteurs ne connaissent pas seulement les espèces nuisibles et les espèces utiles. Lors des entretiens, ils évoquent également la présence d'espèces qu'ils observent dans le paysage environnant (Tab. 23).

Tableau 23. 9 autres espèces citées par les agriculteurs.

Espèces	Milieux fréquentés	Remarques
Lièvres des bois	Dans le bois de Ruminghem	*En diminution dans les prairies, ils restent cantonnés au bois du fait de la clôture du TGV.*
Sangliers	À Ruminghem dans le bois, le marais parfois.	*Ils ne peuvent sortir du bois de Ruminghem du fait de la clôture du TGV. À Bailleul, il n'y a pas de sanglier selon un agriculteur qui est chasseur. Pas de sanglier parce qu'il n'y a pas de forêt.*
Petits rapaces	Dans les pâtures	
Perdrix	Dans les ronces	
Chouette-effraie	Dans un hangar	
Moineaux	Dans les haies	
Pies		*On en voit beaucoup*
Choucas		*On en voit beaucoup*
Escargots		*On en voit beaucoup cette année*

Ainsi les agriculteurs enquêtés ont une connaissance fine du type de milieux fréquentés par les espèces animales. Selon eux, ces espèces fréquentent des milieux divers (Tab. 24) mais pas particulièrement les pieds de pylône. Ils disent clairement que les pieds de pylône ne sont pas des milieux particulièrement favorables aux espèces animales.

Tableau 24. Les types de milieux où les agriculteurs ont observés les espèces citées.

Milieux où les espèces ont été observées	Les espèces
Parcelles cultivées	Rats musqués, lapins de garennes, chevreuils, limaces, vers de terre, abeilles
Prairies	Lapins de garenne, lièvres, chevreuils, renards, vers de terre, petits rapaces
Haies	Faisans, grives, moineaux
Bois	Chevreuils, lièvres des bois, sangliers
Marais	Chevreuils, sangliers
Arbres	Pigeons
Mares	Canards sauvages
Talus de la ligne TGV	Lapins de garenne, renard
Hangars, granges	Étourneaux, chouette-effraie
Ronces	Perdrix
Partout	Renard, coccinelles

Les agriculteurs ont aussi une très bonne connaissance des déplacements et des passages empruntés par certains mammifères. À Ruminghem, la voie ferrée constitue une coupure qui explique peu de sangliers et de chevreuils fréquentent l'espace agricole. Deux passages sont clairement identifiés, l'un au pont à l'intersection entre les deux voies ferrées et l'autre près du golf (plus à l'ouest). Les sangliers, lapins de garenne et chevreuils qui utilisent ces passages fréquentent les parcelles cultivées de la

campagne de Ruth et se dirigent vers le marais de Ruminghem (Fig. 36). Les parcelles du site de Bailleul ne sont pas fréquentées par des sangliers. En revanche des chevreuils venant de Meris passent au pont de l'intersection entre les voies ferrées et fréquentent la parcelle du pylône 1082 (Fig. 37).

Figure 36. Les déplacements des mammifères selon un agriculteur du site de Ruminghem.

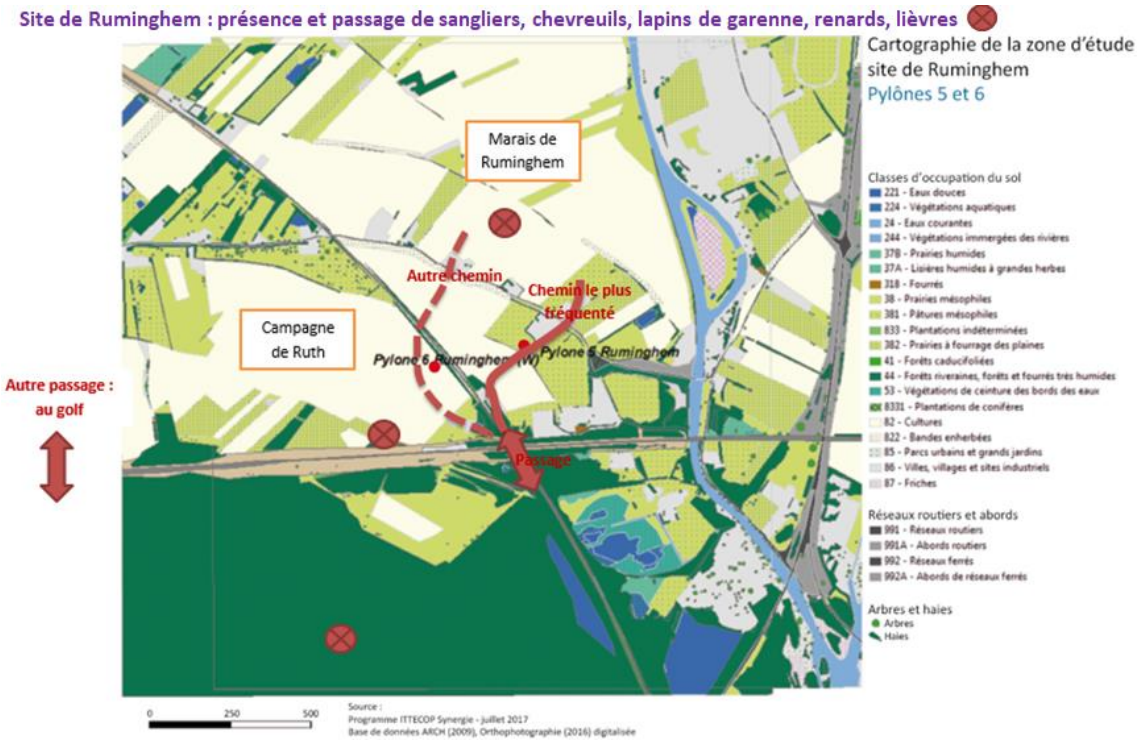
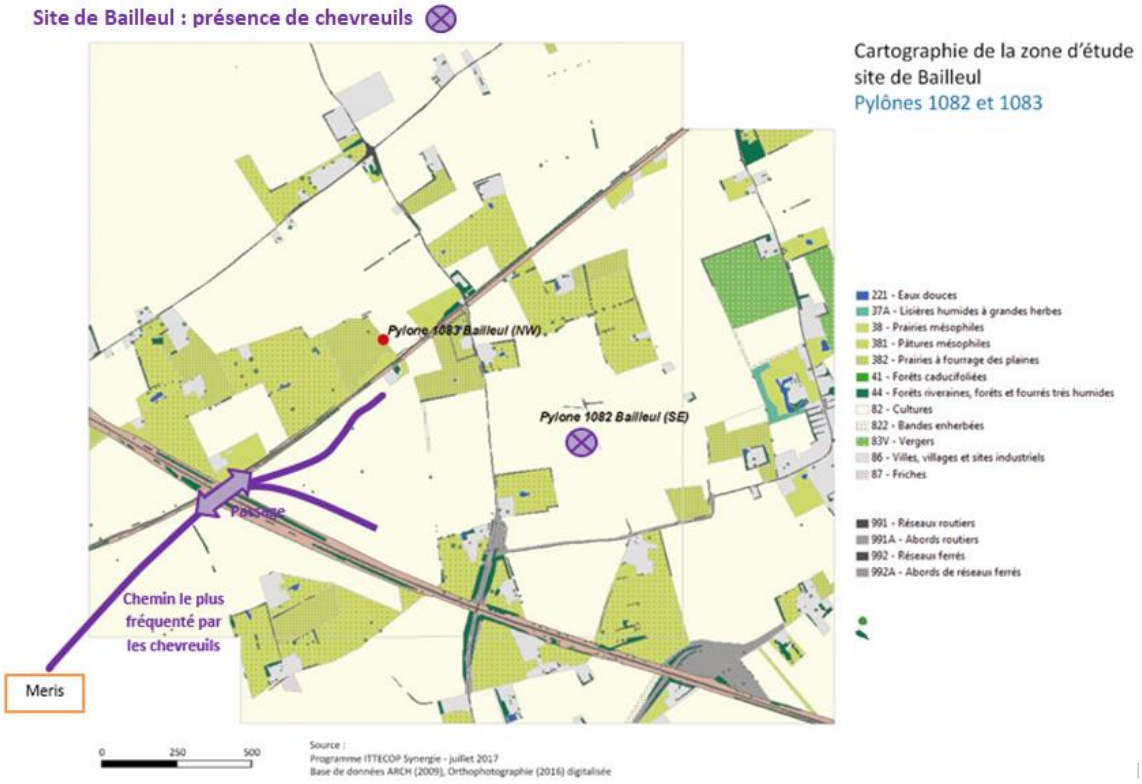


Figure 37. Les déplacements des mammifères selon un agriculteur du site de Bailleul.



Les agriculteurs sont conscients du rôle des talus de voies ferrées pour la biodiversité mais de celui de pieds de pylône. L'un des enjeux actuels est donc de diffuser les connaissances sur le rôle des DV et de réfléchir à la généralisation des pratiques expérimentales mises en place par les opérateurs.

3. CONCLUSION DE PARTIE : PISTES POUR GENERALISER LA PRISE EN COMPTE DE LA BIODIVERSITE DANS LES PRATIQUES

Les obligations produisent des externalités négatives et des externalités positives sur la biodiversité. Pour réduire les perturbations sur la biodiversité, les opérateurs cherchent à modifier les pratiques d'entretien du couvert végétal en mettant en place des partenariats avec des acteurs du domaine de la biodiversité (LPO, CEN, PNR, chasseurs) et aussi en expérimentant de nouvelles pratiques. Ils pourraient renforcer leurs actions en ce sens en généralisant ces pratiques (Fig. 38).

Figure 38. Pratiques sur lesquelles les opérateurs peuvent agir pour améliorer la prise en compte de la biodiversité.

	Pratiques liées aux obligations réelles	Pratiques qui ressemblent à des obligations réelles	Pratiques innovantes
Obligations de sécurité	- Pratiques liées à la Servitude T1 - Pratiques liées à l'Arrêté Technique	- Protocole d'accord « pylônes anciens » - Conventions d'entretien avec les propriétaires	- CCGLA - Inventaire de la végétation
Obligations environnementales	- ZNT liées à la DCE - Mesures compensatoires liées à la compensation contractuelles	- Accord de partenariat SNCF – Plan Ecophyto - Convention RTE-Fédération des chasseurs	- Trains désherbeurs équipés de GPS reliés à SIGMA - Aménagement cynégétique ou biodiversité des pieds de pylône - Gestion ONF ou éco-pâturage des abords des voies ferrées

Externalités des pratiques sur la biodiversité :
- Pratiques potentiellement défavorables à la biodiversité
- Pratiques favorables à la biodiversité
- Pratiques sur lesquelles l'opérateur peut agir pour les rendre plus favorables à la biodiversité

Nous proposons quelques pistes pour généraliser la prise en compte de la biodiversité dans les pratiques en nous appuyant sur des externalités des pratiques et sur les déterminants listés.

HYPOTHESES A PROPOS DES EXTERNALITES DES PRATIQUENT D'ENTRETIEN DU COUVERT VEGETAL DES DEPENDANCES VERTES SUR LA BIODIVERSITE

Les pratiques d'entretien mobilisent diverses techniques (épandage de produits phytosanitaires, fauche, pâturage, gyrobroyage, élagage…) dont les conséquences sur la biodiversité sont peu connues. Les facteurs qui déterminent la potentialité d'une formation végétale à être favorable à la biodiversité étant nombreux (composition floristique, fréquence des entretiens, date des entretiens…), la mise en place de suivis écologiques est indispensable pour mieux comprendre les conséquences de ces pratiques.

⇒ PISTE : EVALUATION ECOLOGIQUE DES TECHNIQUES D'ENTRETIEN DU COUVERT VEGETAL SUR LA BIODIVERSITE

L'analyse des pratiques permet de proposer un récapitulatif d'hypothèses à propos des externalités potentielles des pratiques d'entretien des ILTe sur la biodiversité (Tab. 25). Les pratiques d'entretien des pieds de pylône, des bandes de proximité et des abords contribuent à la diversification de la

mosaïque paysagère et au maintien des milieux ouverts. Celles des bandes de proximités occasionnent des perturbations régulières des milieux et la contamination de ces milieux par des produits phytosanitaires. Les pratiques d'entretiens des pieds de pylônes étant variables d'un pylône à l'autre, les perturbations sont plus ou moins fréquentes et les quantités de produits phytosanitaires introduites dans le milieu varient probablement selon le type d'exploitation de la parcelle sur laquelle est situé le pylône. Les abords étant relativement peu perturbés pendant une dizaine voire quelques dizaines d'années, ils peuvent potentiellement constituer des habitats pour des petits mammifères et offrir une diversité alimentaire plus large que les autres dépendances vertes et que les parcelles cultivées. Cependant, les OGE réalisées pour éviter que des arbres chutent sur les voies ferrées sont de fortes perturbations.

Tableau 25. Hypothèses à propos des externalités des pratiques d'entretien de végétation sur la biodiversité.

Effets des infrastructures sur la biodiversité	Pieds de pylône	Bandes de proximité	Abords
Diversification de la mosaïque paysagère	*	*	*
Maintien de milieux ouverts	*	*	*
Perturbations régulières des milieux	+/-	*	
Utilisation de produits phytosanitaires	+/-	*	
Fortes perturbations irrégulières			*

SYNTHESE DES DETERMINANTS : OPPORTUNITES ET FREINS

Les représentations agissent comme des impulsions ou comme des freins à la prise en compte de la biodiversité (Tab. 26). Les gestionnaires sont conscients des externalités négatives des ILTe. Même s'il existe des contraintes majeures pour la gestion des dépendances vertes, ils mettent en place des expérimentations pour faire évoluer leurs pratiques. Cependant, pour les agriculteurs les ILTe sont perçus comme des éléments qui dégradent le paysage et ils ne perçoivent pas les dépendances vertes comme des milieux pouvant être favorables à la biodiversité.

⇒ PISTE : RENFORCER LE PARTENARIAT AVEC LA CHAMBRE D'AGRICULTURE POUR METTRE EN VALEUR LE ROLE DES DEPENDANCES VERTES DES ILTE DANS LE PAYSAGE ET POUR LA BIODIVERSITE

Tableau 26. Impulsions et freins idéels à la prise en compte de la biodiversité dans les pratiques d'entretien du couvert végétal des dépendances vertes.

Impulsions idéelles	Freins idéels
▪ Des études scientifiques ▪ Représentations dans la presse ▪ Représentations des opérateurs : lien entre biodiversité et ILTe ▪ Représentations des agriculteurs : lien entre biodiversité et abords des voies ferrées	▪ Représentations des agriculteurs : pas de lien entre biodiversité et pied de pylône ▪ Représentations du paysage des agriculteurs : les infrastructures dégradent le paysage

Selon les gestionnaires, les pratiques d'entretien du couvert végétal ne peuvent pas changer profondément en raison des obligations de sécurité et de difficultés organisationnelles et financières.

⇒ Piste : Établir un cahier des charges en collaboration avec la profession agricole pour diffuser des pratiques d'entretien des pieds de pylône favorables à la biodiversité.

Certaines pratiques constituent des opportunités (Tab. 27) pour faire évoluer les pratiques de gestion du couvert végétal.

⇒ PISTE : ÉLABORER UN REFERENTIEL POUR ADAPTER LA MAITRISE DE LA VEGETATION SELON LES ENJEUX PRIORITAIRE : ENJEUX SECURITES, ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX (PROTECTION DE LA RESSOURCE EN EAU ; PROTECTION DE LA BIODIVERSITE).

⇒ PISTE : CONSTRUIRE UNE BASE DE DONNEES VEGETATION POUR PLANIFIER LES INTERVENTIONS SELON LES ENJEUX PRIORITAIRES.

Tableau 27. Opportunités et freins à la prise en compte de la biodiversité dans les pratiques d'entretien du couvert végétal des dépendances vertes.

Opportunités	Freins
▪ Des études scientifiques ▪ Représentations dans la presse ▪ Représentations de la biodiversité des opérateurs ▪ Représentations de la biodiversité des agriculteurs : lien entre biodiversité et abords des voies ferrées ▪ Bonne connaissance du couvert végétal (VEGEO) peut-être une base pour une mise en valeur des espaces selon les principes de l'écologie du paysage ▪ Des expérimentations en cours avec des agriculteurs, des chasseurs, des éleveurs, l'ONF	▪ Assurer la sécurité des personnes et des biens ▪ Coûts de l'entretien des milieux ouverts ▪ Représentations de la biodiversité des agriculteurs : pas de lien entre biodiversité et pied de pylône ▪ Représentations du paysage des agriculteurs : des infrastructures qui dégradent le paysage ▪ Multiplicité des propriétaires / exploitants des parcelles : rend la communication difficile

RECAPITULATIF DES PISTES A EXPLORER

Pour capitaliser les connaissances acquises lors de ces expérimentations, la collaboration avec les partenaires ressources dans le domaine de la biodiversité pourrait être renforcée en menant les actions communes telles que :

- ✓ évaluation écologique des techniques d'entretien du couvert végétal sur la biodiversité ;
- ✓ construction d'une base de données « végétation » pour intégrer un inventaire de la végétation dans le système d'informations spatialisées SIGMA ;
- ✓ libéralisation des informations (cartographiques et big-data notamment) détenues par les établissements publics nationaux pour développer de la recherche en écologie du paysage à partir des données du couvert végétal dont disposent les opérateurs ;
- ✓ création d'un référentiel pour prendre en compte la biodiversité dans les pratiques de gestion de la végétation à partir des diverses expérimentations menées par les deux opérateurs ;
- ✓ mise en place d'un « dispositifs d'essaimage » des expérimentations en cours, en partenariat avec les chambres d'agricultures, les fédérations de chasse et les associations naturalistes.

4

POUR DES PRECONISATIONS DE GESTION : MESURE DE LA BIODIVERSITE ET DE LA FONCTIONNALITE DES INFRASTRUCTURES

Le travail réalisé par les membres de l'axe 3 a été de mesurer la biodiversité liée aux à ces infrastructures selon trois dimensions :

- ✓ au niveau du paysage via une étude quantitative à 360° sur une maille de 4 km² autour des pylônes,
- ✓ au niveau du site, avec un suivi de la présence et de la circulation de la faune aux abords de ces infrastructures via notamment à l'utilisation d'appareil photo,
- ✓ au niveau des infrastructures elles-mêmes (sous pylône et le long des voies ferrées) via un suivi des communautés de la faune du sol afin d'estimer l'impact des modalités de gestion mises en place aux abords de ces infrastructures.

La définition des zones d'étude a été réalisée en étroite collaboration avec l'équipe de recherche, sur la base du travail engagé dans l'axe 1 du projet et des partenaires institutionnels.

1. ANALYSE DU PAYSAGE

L'étude propose de décrire l'organisation des paysages autour des pylônes et voies ferrées choisis dans le cadre du programme SYNERGIE. Il s'agit d'évaluer la diversité paysagère et la perméabilité du paysage autour de 4 pylônes et des voies ferrées attenantes. Comme présenté en partie 1, deux des pylônes sont situées sur la commune de Bailleul, 2 dans la commune de Ruminghem. L'aire d'observation de la structure paysagère correspond à une matrice de 2 kilomètres de côté ayant pour centre chaque pylône. En raison de la proximité entre le réseau ferré et les 2 groupes de pylônes, il faut considérer que les résultats présentés ici sont communs pour les voies ferrées et pylônes de Bailleul ainsi que pour les voies ferrées et pylônes de Ruminghem.

1.1. METHODOLOGIE

La méthodologie repose sur deux approches combinées : l'étude du paysage en vue zénithale, à partir d'indices issus de l'écologie du paysage et une approche en vue tangentielle, à partir de clichés à 360° pris autour des pylônes du RTE. Cette seconde approche a pour objectif d'apporter une connaissance fine du terrain et de valider les constats réalisés à partir de l'étude en vue zénithale.

Après géoréférencement des 4 pylônes, des données d'occupation du sol issues de la base de données ARCH habitat 09 d'une précision de 1/5000ème sont utilisées pour analyser la structure paysagère. Précises pour les grandes tâches paysagères, les données ARCH manquent de finesse concernant les objets isolés. Pour remédier à cette contrainte, les haies de petite taille et les arbres isolés sont digitalisés à partir de photographies aériennes à très haute résolution. Les deux fichiers sont ensuite combinés en un seul afin d'obtenir une couche d'occupation du sol dont la précision est améliorée. La couche vectorielle obtenue pour chaque pylône est ensuite convertie en format matriciel dans le logiciel Arcgis, puis exportée en Géotiff vers le logiciel Fragstat (Garigal et Marks, 1994). Ce logiciel,

particulièrement adapté aux problématiques d'écologie du paysage, permet de calculer une grande variété d'indicateurs paysagers à différentes échelles paysagères. Il est par exemple possible d'analyser la répartition et la structure paysagère au niveau des patchs, c'est-à-dire de chaque tâche d'occupation du sol mais également par classe d'occupation ou à l'échelle du paysage entier. Dans le cadre de cette étude, l'analyse portera sur les deux échelles suivantes : celle des classes d'occupation et du paysage dans son ensemble. En outre, les indicateurs choisis seront les suivants :

- ✓ au niveau des classes d'occupation : surface (*CA*) ; part de la surface occupée dans l'aire d'étude par rapport à la surface totale (*PLAND*) ; un indice de fragmentation (*LSI*) ; un indice de proximité (*PROX_MN*) ; un indice d'agrégation (*PLADJ*) ; un indice de division (*SPLIT*).
- ✓ au niveau du paysage : un indice de fragmentation (*LSI*) ; part de la surface occupée dans l'aire d'étude par rapport à la surface totale (*PLAND*) ; un indice de proximité (*PROX_MN*) ; un indice d'agrégation (*PLADJ*) ; un indice de division (*SPLIT*), deux indices de diversité (*SHEI* et *SIDI*).

1.2. DESCRIPTION DES INDICATEURS DE STRUCTURE DU PAYSAGE

LA SURFACE

Exprimée en hectares, la surface indique l'étendue de chaque classe d'occupation du sol. Elle permet de dégager les types dominants au sein de l'aire d'étude.

L'INDICE PLAND

Le *PLAND* correspond aux pourcentages d'occupation du sol de chaque classe paysagère (*Percentage of LANDscape*). Il exprime en fréquence les valeurs de surface des différentes classes d'occupation du sol au sein de l'aire d'étude. Comme la surface, il permet de définir les types d'occupation du sol dominants et à l'inverse, ceux qui peuvent être qualifiés d'anecdotiques.

L'INDICE LSI

Indice d'agrégation signifiant *Landscape Shape Index*, le *LSI* est un indicateur non normé, dont la valeur est comprise entre 1 et l'infini. Cet indicateur exprime le rapport entre périmètre observé de l'ensemble des patchs d'un même type d'occupation du sol et le périmètre de cette même classe d'occupation si elle était parfaitement agrégée. Une valeur forte de *LSI* indique une forte désagrégation d'une classe d'occupation tandis qu'une valeur de 1 indique une agrégation maximale.

L'INDICE PROX_MN

L'indice de proximité moyenne, développé par Gustavson et Parker (1994), correspond à la moyenne des indices de proximité des patchs d'une même classe d'occupation du sol basés sur la taille des patchs situés dans un certain périmètre et la distance qui les sépare (Bailey et *al.*, 2006). L'indice a une valeur de 0 lorsqu'aucun patch n'est trouvé dans le périmètre, puis augmente avec le nombre, la taille et la proximité des patchs. La distance choisie pour le test, généralement dépendante du choix d'une espèce (Rutledge, 2003) est fixée ici de 500 mètres.

L'INDICE PLADJ

Le *PLADJ* ou *Percentage of LikeADJacencies* mesure, en pourcentage, le degré d'agrégation des patchs d'un même type d'occupation du sol (Turner et *al*., 2004). L'indice vaut 0 lorsqu'il n'y a aucune adjacence, c'est-à-dire quand chaque patch correspond à un type d'occupation différent. L'indice se rapproche de la valeur 100 lorsque le nombre d'adjacences augmente, traduisant une forte agrégation.

L'INDICE SPLIT

Cet indice mesure la division du paysage. Il correspond à la surface totale d'une classe d'occupation ou d'un paysage au carré divisé par la somme des surfaces des patchs ou des classes d'occupation au carré. Lorsque l'indice *SPLIT* à une valeur de 1, un seul patch occupe une classe ou une seule classe d'occupation occupe tout le paysage. Sa valeur augmente à mesure que la classe d'occupation ou le paysage est de plus en plus divisé en petites zones.

LES INDICES DE SHANNON ET DE SIMPSON

Indices couramment utilisés en écologie pour mesurer la diversité ou richesse des espèces présentes dans un milieu (Nagendra, 2002), les indices de *Simpson* et *Shannon* mesurent la probabilité que deux individus pris au hasard appartiennent à la même espèce. L'indice de *Simpson* est borné entre 0 et 1, 0 traduisant une absence de diversité, le paysage étant constitué d'une seule tâche d'occupation du sol et 1, indiquant une bonne diversité ainsi qu'une répartition équitable des surfaces des différentes tâches d'occupation du sol. L'indice de *Shannon*, semblable à celui de *Simpson* n'est en revanche par normé. Une valeur de 0 marquera une absence de diversité tandis qu'une valeur positive montrera une augmentation de la diversité et une répartition équitable de la surface des tâches d'occupation du sol. Cet indice est en outre plus sensible aux tâches de faible surface (individus rares) que celui de *Simpson*. Néanmoins, sa lecture est très intuitive.

1.3. RESULTATS

SITE DE BAILLEUL

1) RESULTATS OBTENUS POUR LE PYLONE 1082

Le paysage du pylône 1082 est composé de 576 patchs réunis au sein de 19 types d'occupation du sol différents (Fig. 39). Les patchs les plus nombreux sont les arbres isolés avec 275 arbres recensés et les haies représentant 155 patchs. En termes d'occupation du sol, ces deux types n'occupent en revanche que 2 % de l'aire d'étude. Les types d'occupation du sol les plus représentés sont les cultures avec près de 66 % du paysage étudié suivies par les prairies mésophiles avec près de 14 %.

L'analyse des indices *LSI* et *PLADJ* montrent que certains types d'occupation sont fortement désagrégés, c'est le cas des haies, des arbres isolés, des réseaux de transport et de leurs abords. Pour les deux premiers, ces résultats s'expliquent par une répartition en petites tâches fortement éloignées les unes des autres. Concernant les réseaux, c'est cette fois la finesse de leur forme qui explique les

scores élevés de l'indice *LSI*, sensible à l'élongation des tâches paysagères. Les scores élevés de l'indice *PLADJ* obtenus par les cultures, prairies et vergers s'expliquent par leur nombre restreint, leur taille importante et leur proximité favorisant les adjacences entre parcelles. A l'inverse, les arbres isolés, les haies, forêts caducifoliées ou riveraines, les plans d'eau ou les bandes enherbées montrent une forte désagrégation, justifiée par leur faible emprise spatiale. Ces résultats sont confirmés par l'analyse de l'indice *SPLIT,* puisque les grands ensembles cultivés et les prairies apparaissent comme les moins divisés tandis qu'un fort morcellement apparaît pour les ensembles paysagers plus confinés comme les forêts, arbres, haies ou encore les plans d'eau.

Au regard de l'indice de proximité, les résultats peuvent sembler contre-intuitifs, puisque certains patchs comme les arbres isolés ou les haies, pourtant très présents dans le paysage n'ont que de faibles scores ; tandis que les cultures, prairies mésophiles ou réseaux ont des scores élevés. Ce phénomène, décrit par Turner et *al.* (2004) s'explique par la taille des patchs considérés. Un type d'occupation du sol composé de patchs de surface importante obtiendra un score élevé si d'autres patchs sont observés dans le périmètre de recherche. A l'inverse, malgré la présence de nombreux arbres et haies dans le périmètre de chaque arbre ou haie, la très faible emprise des patchs réduit les scores de l'indice de proximité. Néanmoins, lorsqu'il est supérieur à 0, l'indice de proximité permet de conclure à la présence importante de patchs d'un même type d'occupation du sol dans l'environnement des patchs. L'ensemble des valeurs des différents indices présentés est synthétisé dans le tableau 28.

In fine, le paysage voisin du pylône 1082 peut être qualifié de monotone, dominé par les cultures et les prairies. Ce constat est appuyé par les indices de *Shannon* et de *Simpson* traduisant une faible diversité paysagère. En termes de perméabilité paysagère, cet espace est très peu favorable au développement et à la survie d'espèces sylvestres tels que chevreuils, renards, sangliers, blaireaux ou même de plus petite taille (mustélidés, écureuils, etc.). Les discontinuités observables entre les haies et les espaces sylvicoles ne favorisent pas le déplacement des espèces et trop peu d'abris, par ailleurs très fragmentés, sont présents dans le paysage du pylône 1082. L'analyse des photographies prises au pied du pylône indique que les freins à la mobilité des espèces sont accentués par un nombre de clôtures important séparant les pâtures mésophiles. Si celles-ci ne constituent pas une gêne pour les populations animales de faible taille, elles contraignent fortement les cervidés ou animaux de taille importante.

Concernant les réseaux ferrés, leur rôle fragmentant est indéniable, mais il est amoindri par la qualité écopaysagère des espaces avoisinants. En effet, les types d'occupation fragmentés par les voies ferrées sont généralement peu propices aux espèces citées plus haut. En revanche, les haies, arbres et bandes enherbées présentes dans leurs abords peuvent constituer des alternatives de déplacement intéressantes à condition que des espaces plus propices au développement des espèces existent en bordure de la zone étudiée. Cela étant, l'environnement de la ville de Bailleul est principalement composé de terres cultivées semblables à celles de l'aire d'étude et il faut parcourir plusieurs kilomètres pour atteindre des espaces écologiquement favorables (frontière belge, forêt de la Motte au bois).

Figure 39. Composition paysagère du pylône 1082 à Bailleul.

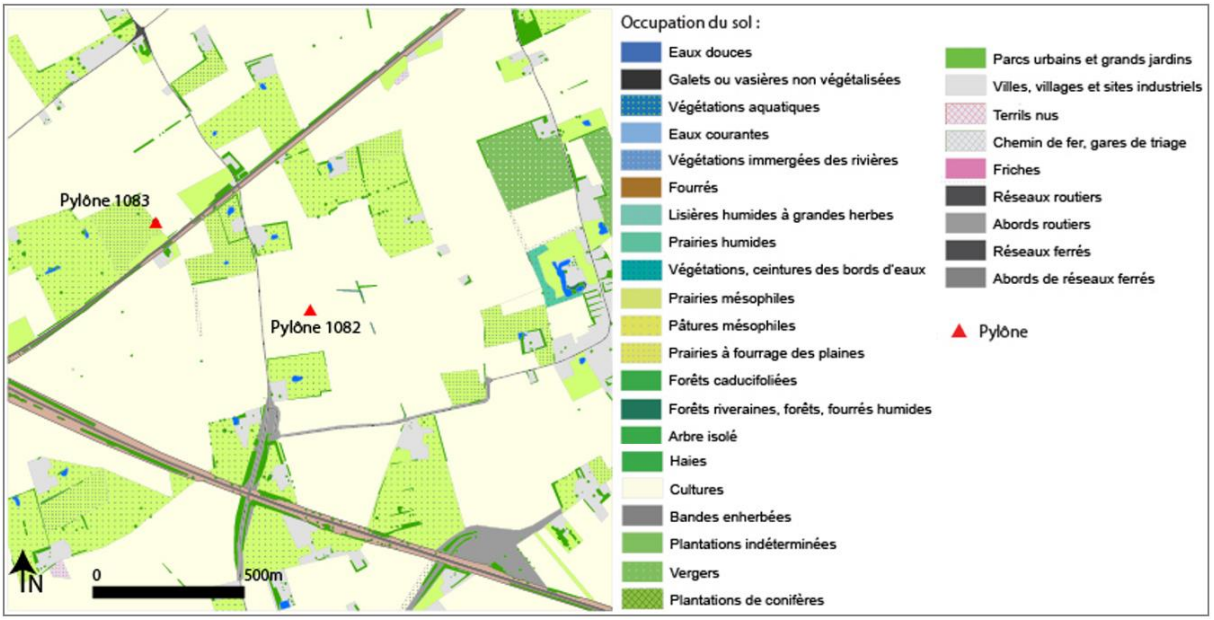


Tableau 28. Valeurs des différents indices mesurés pour le paysage autour du pylône 1082 à Bailleul.

Types d'occupation du sol	CA	PLAND	LSI	PROX_MN	PLADJ	SPLIT
Cultures	262,6704	65,6705	7,5598	3512,772	98,1327	12,6822
Pâtures mésophiles	53,4336	13,359	8,0601	129,2122	95,5833	476,742
Villes, villages	19,5072	4,877	12,1629	36,4536	88,9764	6874,45
Prairies à fourrage	15,9824	3,9958	4,87	1,4762	95,1246	3949,83
Prairies mésophiles	10,0608	2,5153	7,0629	6,2536	91,0703	16611,9
Abords voie ferrée	8,7968	2,1993	17,3691	318,3104	76,4642	6385,34
Vergers	7,5152	1,8789	2,0652	7,2262	96,9661	4335,83
Haies	7,3472	1,8369	28,9338	2,6931	57,1537	135372
Abords de route	5,8592	1,4649	9,5574	48,7947	84,0797	11639,8
Routes	2,8368	0,7092	19,0706	0	54,2865	19880,4
Voies ferrées	2,0256	0,5064	18,6111	71,7921	47,0774	153301
Eaux douces	0,9216	0,2304	5,5208	1,3071	76,9965	1425708
Lisières humides	0,8016	0,2004	2,6222	0	88,2236	248981
Bandes enherbées	0,7952	0,1988	5,2444	0	76,2575	667755
Arbres isolés	0,7872	0,1968	14,6444	0,2596	33,0285	3,6E+07
Friches	0,3568	0,0892	2,1	0	85,8744	2099597
Forêts riveraines	0,1584	0,0396	5,45	1,4664	44,9495	4E+07
Galets ou vasières	0,0848	0,0212	2	0,0016	71,6981	4,7E+07
Forêts caducifoliées	0,0416	0,0104	2,7273	0,96	42,3077	1,7E+08

Paysage du pylône 1082	LSI	PROX_MN	PLADJ	SPLIT	SHDI	SIDI
	13,658	107,1377	94,7376	12,2024	1,3326	0,5448

2) Resultats obtenus pour le pylone 1083

L'environnement du pylône 1083 est composé de 482 patchs pour un total de 16 types d'occupation du sol différents (Fig. 40). Comparable au paysage du pylône 1082 en raison de leur proximité (588 mètres), l'espace avoisinant le pylône 1083 montre une hégémonie des cultures occupant à elles seules près de 74 % de la surface totale. Les cultures sont suivies par les pâtures mésophiles et l'ensemble des 14 autres postes d'occupation ne représente que 15 % de l'aire d'étude. Les résultats fournis par les indices écologiques sont similaires à ceux du pylône 1082. Néanmoins, le caractère monotone du paysage se veut encore plus marqué dans ce secteur où la part occupée par les cultures est supérieure. En revanche, le paysage du pylône 1083 est plus ouvert car moins enserré par les voies ferrées que le pylône 1082. Même si cette ouverture, vers le nord, ne favorise pas les espèces potentiellement présentes puisque l'occupation du sol est là aussi dominée par des cultures ouvertes et des prairies souvent clôturées.

Les valeurs obtenues pour les indices de diversité témoignent, elles aussi, de conditions similaires au pylône 1082, mais avec une diversité d'occupation du sol plus faible encore. La prédominance des cultures et le manque de structures paysagères propices aux espèces animales engendrent une faible perméabilité du paysage, amoindrie là encore par les aménagements anthropiques tels que les clôtures ou les voies de communication. L'ensemble des valeurs des différents indices présentés est synthétisé dans le tableau 29. Les pâtures mésophiles, constituées d'herbes hautes destinées à la fauche et pouvant permettre le déplacement de petites espèces comme les rongeurs ou les mustélidés sont ici plus réduites qu'autour du pylône 1082, amoindrissant encore le potentiel écologique de ce secteur.

Figure 40. Composition paysagère du pylône 1083 à Bailleul.

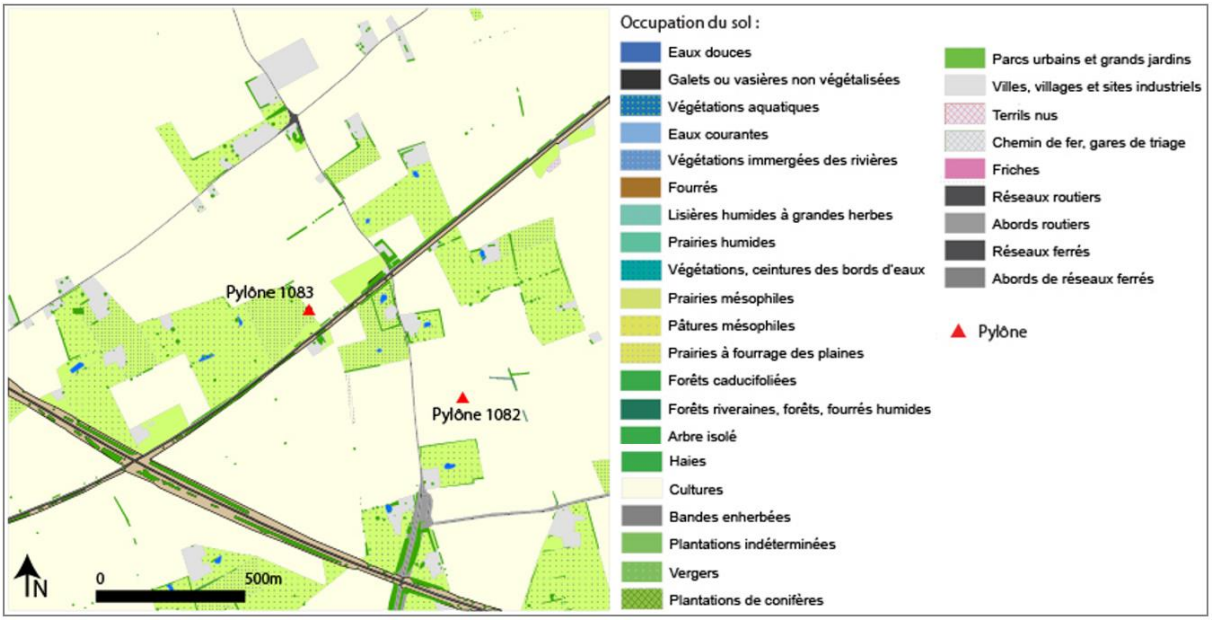


Tableau 29. Valeurs des différents indices mesurés pour le paysage autour du pylône 1083 à Bailleul.

Types d'occupation du sol	CA	PLAND	LSI	PROX_MN	PLADJ	SPLIT
Cultures	295,8192	73,964	6,3465	7882,173	98,524	5,9525
Pâtures mésophiles	48,8352	12,2103	7,9429	251,0366	95,4459	578,833
Prairies à fourrage	15,3312	3,8333	4,9898	0,7919	94,8967	3914,8
Villes, villages	12,8304	3,208	9,1889	7,3764	89,687	13988,5
Abords voie ferrée	8,9888	2,2475	18,0333	381,3536	75,9256	3535,65
Prairies mésophiles	5,5936	1,3986	5,3782	4,0537	90,8467	32473,9
Haies	5,0192	1,255	25,3982	2,4474	54,2557	236087
Routes	2,5088	0,6273	18,6125	0	52,5191	25414,4
Voies ferrées	2,1136	0,5285	19,589	132,1	45,8743	41014,8
Abords de routes	1,3856	0,3464	8,9831	29,9036	69,3995	308282
Arbres isolés	0,6928	0,1732	13,7857	0,2594	33,1409	4E+07
Eaux douces	0,4176	0,1044	4,0909	0,013	74,1379	8173251
Bandes enherbées	0,1472	0,0368	2,5	0	72,8261	7382384
Friches	0,0992	0,0248	1,5625	0	79,8387	1,6E+07
Galets ou vasières	0,0912	0,0228	2,125	0,0018	70,1754	4,6E+07
Forêts riveraines	0,0768	0,0192	4,7143	1,0148	31,25	1,5E+08

Paysage du pylône 1083	LSI	PROX_MN	PLADJ	SPLIT	SHDI	SIDI
	11,214	176,9818	95,7149	5,8672	1,021	0,4346

SITE DE RUMINGHEM

1) RESULTATS OBTENUS POUR LE PYLONE 5

Avec 28 postes d'occupation du sol répartis en 879 patchs, le paysage voisin du pylône 5 offre une diversité paysagère remarquable pour la région, dont la forte orientation agricole a conduit à une réduction importante des espaces favorables à la faune (figure 41).

Même si, de façon comparable aux pylônes 1082 et 1083, les cultures sont ici aussi le poste d'occupation du sol dominant, celles-ci n'occupent plus que 32 % du paysage. Par ailleurs, le second poste d'occupation est occupé par les forêts caducifoliées qui occupent près du quart de l'aire d'étude. Le troisième poste d'occupation correspond aux emprises humaines que sont la ville de Watten et le hameau de Holque à l'est du paysage étudié.

Les indices d'agrégation (*LSI* et *PLADJ*) montrent que le morcellement des types d'occupation est de façon générale assez limité. Les espaces les plus désagrégés sont les forêts riveraines, les terrils, les haies, les villes et villages, ainsi que les réseaux de communication. Ces observations s'expliquent par une présence erratique dans le cas des forêts riveraines et des terrils, par une dissémination de petites entités dans le cas des haies, par les séparations induites par l'habitat dans le cas des villages et par la linéarité des formes induites pour les réseaux de transport. En revanche, les prairies à fourrage,

pâtures et prairies mésophiles montrent une bonne agrégation expliquée par la taille et l'agencement des parcelles, pouvant favoriser la mobilité des espèces.

L'analyse de l'indice de proximité corrobore les résultats précédents mais permet d'appuyer le caractère agrégé des parcelles mésophiles, praticables par les espèces de faible taille. Le score élevé obtenu par les cultures s'explique par leur taille importante, mais aussi par leur positionnement, celles-ci étant bien connectées et concentrées dans la partie nord-ouest de l'aire d'étude. Contrairement aux observations faites autour des pylônes 1082 et 1083, les arbres et haies sont ici mieux connectés avec un réseau plus dense et plus proche. Les plans d'eau sont également plus nombreux, plus vastes et concentrés géographiquement ce qui se traduit là encore dans les indices de proximité et d'agrégation. Ces constats sont étayés au regard de l'indice *SPLIT* de division puisque les types d'occupation les plus divisés sont ceux dont l'emprise spatiale et le nombre sont les plus faibles comme les terrils, conifères, gares de triage, haies, végétation aquatique, etc. A l'opposé, les forêts caducifoliées, cultures, prairies et pâturages mésophiles montrent une forte agrégation. L'ensemble des valeurs des différents indices présentés est synthétisé dans le tableau 30.

A l'échelle du paysage entier, les indices de *Shannon* et *Simpson* permettent de rendre compte d'un paysage riche offrant une bonne diversité de biotopes et une bonne répartition spatiale des différents postes d'occupation du sol. La présence de vastes plans d'eau, de végétation aquatique, d'eaux vives, de forêts de taille substantielle, mais aussi de prairies et de pâtures forment un paysage complexe offrant, dans sa partie sud, de bonnes conditions de circulation et de développement pour les espèces animales régionales. Bien que moins favorable à la biodiversité, la partie de l'aire d'étude située au nord de la voie ferrée présente une série d'espaces propices à certaines espèces et avec un bon niveau de connexion. Par ailleurs, les abords de la voie ferrée dont le tracé est orienté nord-ouest/sud-est peuvent constituer un corridor écologique intéressant reliant les forêts du sud aux prairies mésophiles et forêts présentes dans le nord-ouest.

Concernant les voies ferrées, celles-ci fragmentent fortement les espaces sylvicoles, aquacoles et de prairies mésophiles. Sans passage avifaune, ces voies constituent **un frein important à la mobilité des espèces** notamment dans la partie sud du territoire. La forêt caducifoliée présente au sud est isolée et tout passage vers les espaces au nord et à l'est est impossible. En revanche, l'analyse des photographies prises sur le terrain montre qu'il existe un passage sous la voie ferrée d'orientation est-ouest qui pourrait convenir au déplacement des espèces entre le nord et le sud. Ce passage est un chemin communal carrossable mais d'apparence peu utilisé. En observant l'environnement éco-paysager entourant la zone étudiée, il semble que, pour les espèces sylvicoles, les possibilités de développement soient meilleures au sud qu'au nord. En effet, les forêts se situent toutes au sud de Ruminghem (forêt d'Eperlecques, de Watten, Tournehem, Saint-Omer).

In fine, en termes de perméabilité, le paysage du pylône 5 offre de bonnes conditions par la diversité de milieux propices aux espèces animales et par les possibilités de déplacement que constituent les abords des voies ferrées. Bien-sûr, celles-ci fragmentent fortement les espaces de vie, mais leurs abords, constitués de haies arbustives et de bandes enherbées permettent de longer les infrastructures, à défaut de les franchir.

Figure 41. Composition paysagère du pylône 5 à Ruminghem.

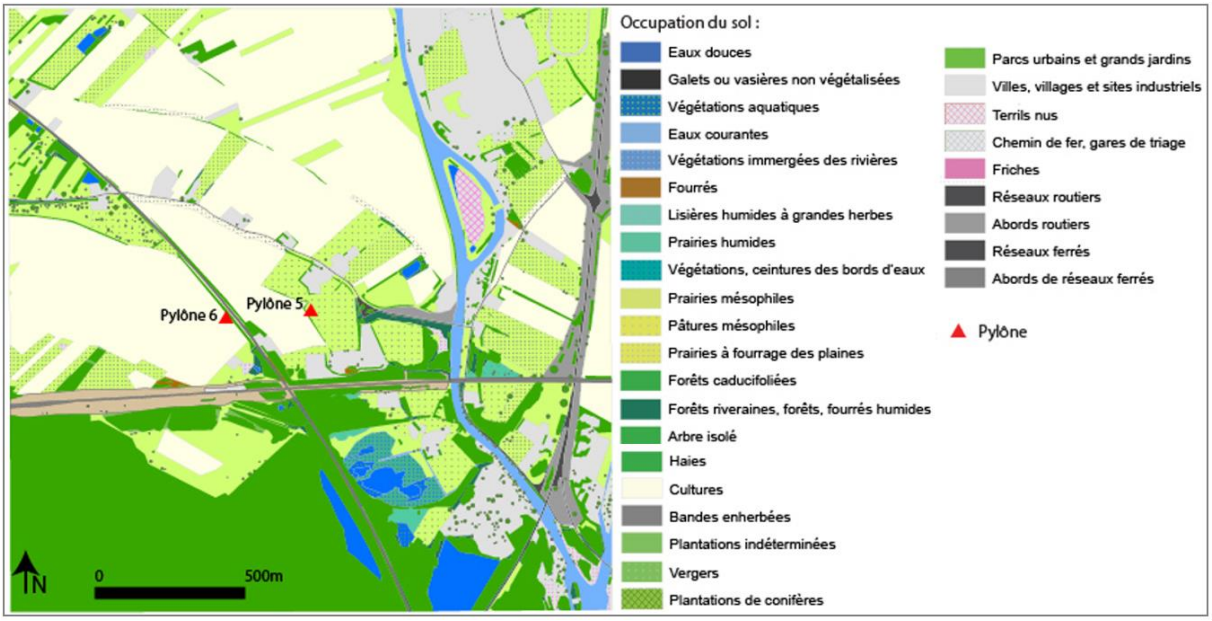


Tableau 30. Valeurs des différents indices mesurés pour le paysage autour du pylône 5 à Ruminghem.

Types d'occupation du sol	CA	PLAND	LSI	PROX_MN	PLADJ	SPLIT
Cultures	126,533	31,7388	7,2327	766,1948	97,4255	60,2045
Forêts caducifoliées	97,8992	24,5565	15,2949	162,6787	93,8132	38,3314
Villes, Villages	35,6864	8,9514	11,4214	126,2876	92,3444	483,192
Praire mésophile	31,5184	7,9059	15,4199	88,5749	89,002	1772,193
Prairies à fourrage	23,7232	5,9506	7,623	42,9911	93,7277	3139,853
Pâture mésophile	23,5216	5,9	7,4897	221,6492	93,8099	2076,368
Eaux courantes	9,7616	2,4485	6,7707	419,0246	91,2883	4660,814
Abords de routes	8,728	2,1893	9,2973	349,1336	87,3877	10138,82
Eaux douces	7,3392	1,8409	4,2132	10,0468	93,7541	9389,068
Voies ferrées	6,4592	1,6202	8	277,7029	87,3173	8176,392
Routes	4,1824	1,0491	19,1456	0	62,28	9086,013
Forêts riveraines	3,9952	1,0021	20,23	4,9572	59,4914	183129,3
Végétation de ceinture	3,0304	0,7601	3,6136	189,4	91,6051	30243,64
Abords voie ferrée	2,6624	0,6678	15,6463	164,4156	61,4483	44240,92
Bandes enherbées	2,272	0,5699	6,5263	0,1146	82,5352	101893,4
Parcs urbains	2,2368	0,5611	6,32	26,0678	83,0472	136321
Terrils nus	1,7696	0,4439	18,3881	0,7076	44,3038	7846902
Friches	1,464	0,3672	1,4426	0	95,1913	74155,33
Arbres isolés	1,456	0,3652	5,9672	7,3534	80	358850,3
Végétations aquatiques	1,0272	0,2577	4,2745	6,9222	83,0218	716863,6
Prairies humides	0,88	0,2207	2,2766	0,0587	90,2727	352077,8

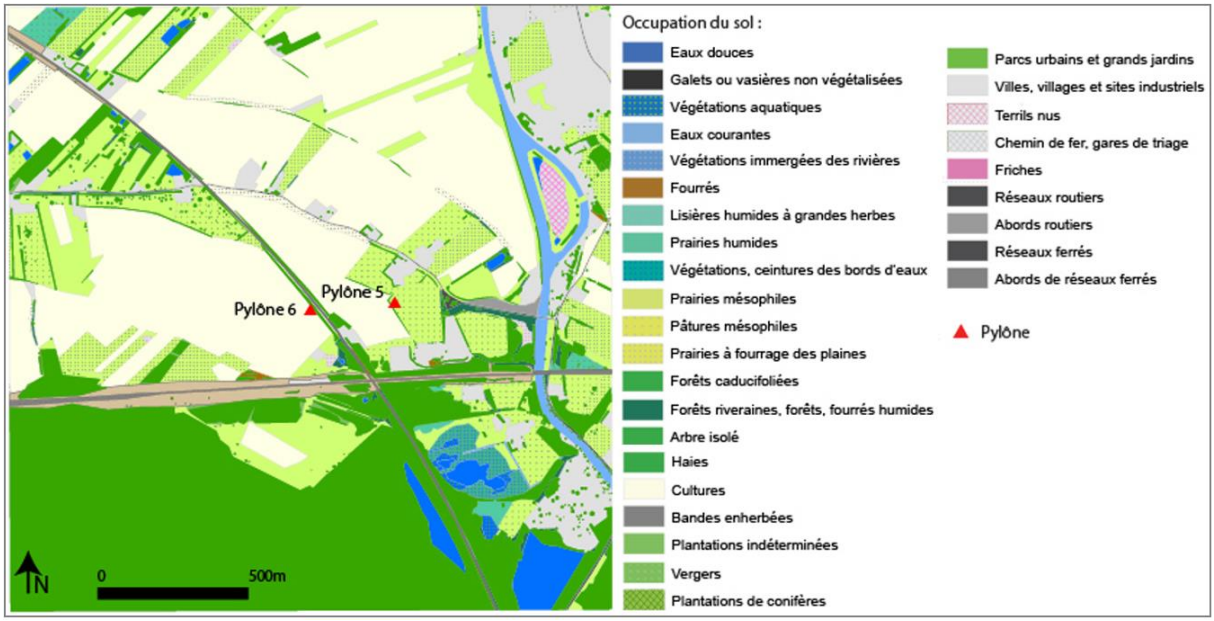
Lisières humides	0,7584	0,1902	4,5	1,4846	79,1139	499265,7
Haies	0,5648	0,1417	9,6316	2,3982	48,1586	4031212
Plantations indéterminées	0,4832	0,1212	7,2571	4,7683	57,947	4679986
Fourrés	0,4144	0,1039	5,3333	4,8021	66,0232	2935585
Végétation immergée	0,1968	0,0494	5,6087	2,9808	47,561	8531633
Gare de triage	0,0784	0,0197	2,6429	7,6865	62,2449	33218134
Conifères	0,0272	0,0068	2,7778	0,2583	26,4706	6,98E+08

Paysage du pylône 5	LSI	PROX_MN	PLADJ	SPLIT	SHDI	SIDI
	18,958	77,5711	92,602	21,3283	2,135	0,8156

2) Resultats obtenus pour le pylone 6

Séparé du pylône 5 par seulement 280 mètres, le paysage entourant le pylône 6 est quasiment similaire. Les quelques variations observables tiennent au nombre de patchs plus faible, ici 798 et à la perte d'un poste d'occupation du sol, celui des gares de triages (Fig. 42). En conséquence, la richesse paysagère est légèrement moins élevée, comme l'attestent les indices de *Shannon* et *Simpson*. L'ensemble des valeurs des différents indices présentés est synthétisé dans le tableau 31.

Figure 42. Composition paysagère du pylône 6 à Ruminghem.



Parmi les quelques points de distinction, il faut noter la part plus importante occupée par les forêts caducifoliées, quasiment égale à celles des cultures dont l'emprise spatiale est identique à celle observée pour le pylône 5. Le pylône 6 étant situé à l'ouest du numéro 5, la part occupée par le bâti, principalement concentré à l'est, est réduite, tandis que celle de la forêt d'Eperlecque, s'étendant vers l'ouest, est appréciée. Bien qu'offrant une diversité moindre que le paysage du pylône 5, l'espace entourant le pylône 6 peut être jugé comme apportant un meilleur potentiel écopaysager. L'étendue

de forêt plus importante, combinée à une série de haies et petites parcelles forestières dans la partie ouest pourrait offrir de bonnes opportunités de déplacement, en partie contraintes par la voie ferrée.

Tableau 31. Valeurs des différents indices mesurés pour le paysage autour du pylône 6 à Ruminghem

Types d'occupation du sol	CA	PLAND	LSI	PROX_MN	PLADJ	SPLIT
Cultures	126,595	31,7611	7,1883	911,8371	97,4426	41,856
Forêts caducifoliées	118,344	29,691	13,5404	201,67	95,0206	21,558
Prairies mésophiles	34,3488	8,6177	14,932	110,4053	89,7755	1461,38
Villes, villages	31,2352	7,8365	10,925	89,6597	92,1652	623,971
Prairies à fourrage	20,672	5,1863	7,6623	31,5073	93,2392	4837,65
Pâtures mésophiles	20,4016	5,1185	7,3894	134,4921	93,4515	2595,29
Eaux douces	7,9728	2,0003	4,7746	6,8443	93,1969	8416,49
Abords voie ferrée	7,7856	1,9533	9,6929	276,5498	86,0563	8374,01
Eaux courantes	6,7392	1,6908	5,4308	312,6748	91,6192	6181,42
Forêts riveraines	3,8704	0,971	18,9394	5,9564	61,2443	173775
Végétation de ceinture des eaux	3,0384	0,7623	3,6364	189,9	91,5745	30186,3
Voies ferrées	2,9216	0,733	16,3372	169,7333	61,5279	29845,3
Bandes enherbées	2,5952	0,6511	7,1852	0,0719	82,0592	90961,9
Lisières humides	2,1152	0,5307	4,7397	7,0932	86,9138	75443,9
Routes	2	0,5018	15,6056	0,162	55,68	56861,9
Terrils nus	1,4672	0,3681	1,4262	0	95,2563	73801,4
Arbres isolés	1,232	0,3091	17,2857	0,6152	37,1429	1,6E+07
Végétations aquatiques	1,0368	0,2601	4,451	6,2157	82,4846	721261
Prairies humides	0,8448	0,2119	2,3696	0,0556	89,678	384403
Abords de routes	0,672	0,1686	2,0976	0	89,7619	351807
Parcs urbains	0,5936	0,1489	3,6923	4,8226	80,593	1482709
Plantations indéterminées	0,5792	0,1453	7,7949	4,6162	58,011	3766617
Friches	0,4512	0,1132	2,9118	0	82,4468	2477199
Haies	0,4224	0,106	9,1515	2,6723	42,803	4647902
Fourrés	0,4192	0,1052	5,4545	1,8273	65,6489	3211155
Végétations immergées	0,208	0,0522	5,4783	5,721	51,5385	7573686
Conifères	0,024	0,006	2,75	0,1408	26,6667	8,3E+08

Paysage du pylône 6	LSI	PROX_MN	PLADJ	SPLIT	SHDI	SIDI
	17,1757	92,4772	93,3144	13,5697	1,9944	0,7907

2. SUIVI DE LA FAUNE CIRCULANTE

Ce suivi a pour objectif de recueillir des informations, quantitatives et qualitatives, sur la faune et la flore évoluant aux abords des infrastructures SNCF et RTE dans les deux sites définis en amont : Bailleul et Ruminghem. Pour les besoins de cette étude, et pour des raisons matérielles, seules les stations proches des pylônes 1083 sur Bailleul et du pylône 6 sur Ruminghem fait l'objet d'un suivi.

À la suite de l'analyse paysagère, il est question de comprendre le fonctionnement écologique de ces sites, afin de caractériser l'utilisation par la faune des dépendances liées aux réseaux SNCF et RTE sur ces sites dans la limite du possible et des délais temporels fixés et d'éventuellement en retirer des enseignements généraux.

2.1. METHODOLOGIE

2.1.1. Étude préliminaire des sites

Afin de comprendre le fonctionnement de chaque site, ils sont caractérisés par leur occupation du sol et les différents habitats sont répertoriés (habitats nomenclature SRCE) et la flore des deux sites est inventoriée dans un périmètre de 100 m autour des pylônes et des voies ferrées durant la période estivale (juin-août).

Afin d'avoir une idée de la faune présente sur le site et pour pallier au pas de temps court de l'étude une requête des bases de données du RAIN est réalisée sur la commune de Bailleul et ses communes limitrophes.

2.1.2. Pièges photographiques : suivi des mammifères terrestres

Afin d'évaluer les fonctions écologiques actuelles aux abords des infrastructures linéaires des voies RTE et SNCF de chaque site, des pièges photographiques sont utilisés afin de capturer la petite et moyenne faune. Ainsi, 5 pièges photographiques sont disposés dans chaque site et pour chacun, 3 sessions de 3 semaines sont effectuées. Les sites sont équipés simultanément avec un décalage maximum de deux semaines. La première session a lieu au début de la période estivale (Juillet/Août) ; la deuxième session à la fin de la période estivale (Août/Septembre) enfin, la dernière session se concentre sur la période automnale (Octobre/Novembre).

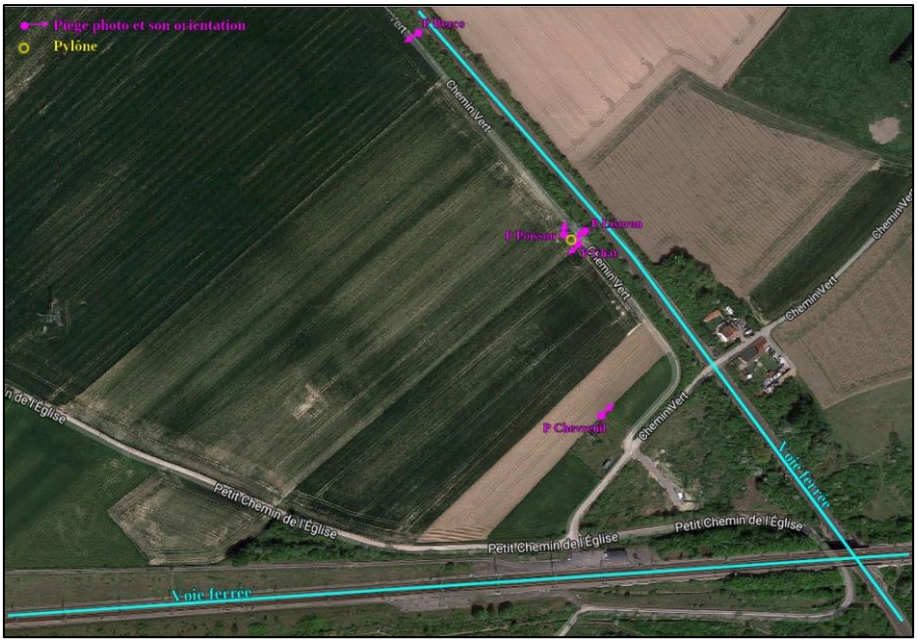
Seuls des pièges photographiques à LED infrarouge sont sélectionnés afin de diminuer l'impact des flashs blancs sur les déplacements de la faune environnante par attirance ou répulsion. Les pièges sont réglés en mode rafale (3 photos par série) et aucun délai n'est programmé entre les différentes captures photographiques. Le modèle utilisé par le CEREMA Nord-Picardie est le Reconyx HC 600 qui répond parfaitement à ces critères. Il se peut que selon les besoins un Reconyx HC 600 soit remplacé par un piège photographique Moultrie panoramic 150i. Ces pièges sont complétés par 5 pièges de type Moultrie S50i aux caractéristiques voisines des modèles Reconyx. Afin, d'étudier la moyenne et la petite faune, 4 caméras sont positionnées à différentes hauteurs et orientées en fonction du groupe d'espèces ciblé[51] au niveau du pylône et du chemin de fer. Le cinquième piège photographique est utilisé en tant que contrôle et est placé en lisière d'une parcelle hors de l'emprise SNCF et RTE.

[51] Ils seront positionnés de sortes à observer la petite faune pour certains appareils et la moyenne et la grande faune pour d'autre.

Le positionnement des pièges photographiques a été réalisé a posteriori du repérage terrain et d'un relevé d'indices faunistiques, et ils sont ainsi orientés de manière à assurer une détection efficace de la faune (figures 43 et 44).

Figure 43. Positions retenues des pièges photo en place en juillet 2017 sur le site de Bailleul (Coordonnées GPS : 50.7161726, 2.7041630).

Figure 44. Positions retenues des pièges photo en place en juillet 2017 sur le site de Ruminghem (Coordonnées GPS : 50.8463054, 2.1908761).



Les positions des pièges photo peuvent être modifiées au cours de la première session selon intérêt et besoin. La pose des appareils se fait dans le respect de l'environnement et des propriétés privées sur lesquelles le matériel est posé en tenant compte autant que possible de la position du soleil, afin de garantir un maximum de clichés interprétables. Les appareils sont sécurisés via des câbles masterlock

et des boîtiers de protection afin de limiter les risques de vols et de dégradation. Les pièges ont été positionnés de façon optimale pour avoir la meilleure visibilité des espèces transitant sur le territoire tout en essayant de limiter les mouvements parasites de la végétation environnante.

2.1.3. Inventaires complémentaires

1) RELEVE D'INDICES DE PASSAGES DE LA FAUNE SUR LE LIEU D'ETUDES

En amont de la pose des pièges photos, un relevé d'éventuels indices de passages de la faune est effectué sur chaque site : identification d'éventuelles coulées, excréments, cadavres, autres. Lors de chaque visite cette routine est reproduite. Les trajets effectués sont représentés sur les figures 45 et 46.

Figure 45. Extraction Google Map sur laquelle est reporté le trajet de recherches d'indices à Bailleul.

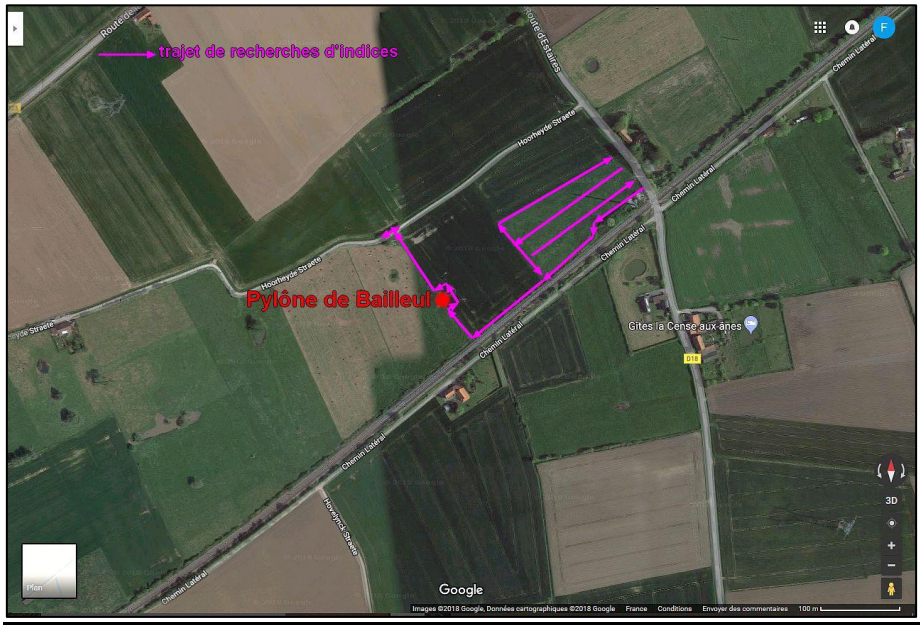
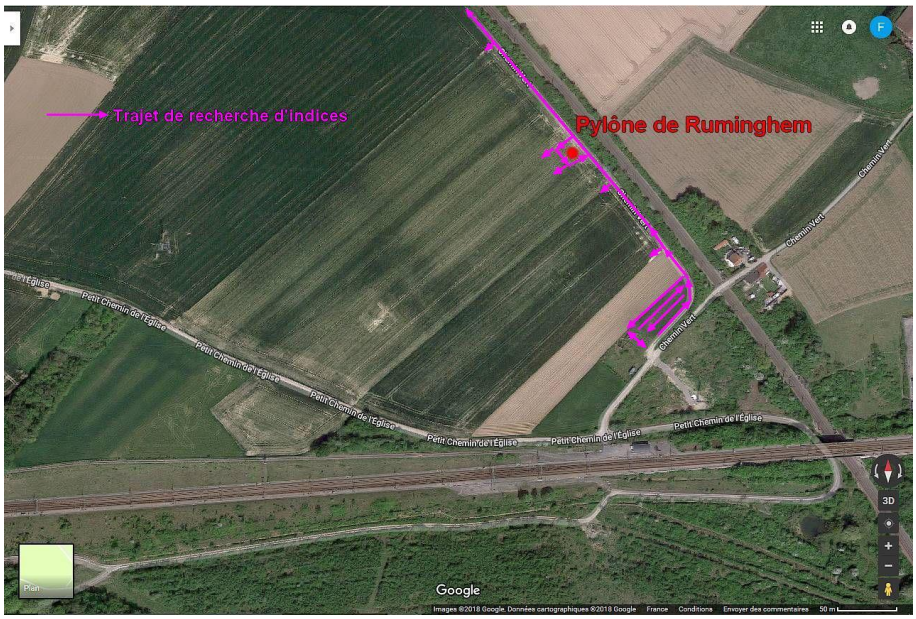


Figure 46. Extraction Google Map sur laquelle est reporté le trajet de recherches d'indices à Ruminghem.



2) INVENTAIRES FAUNISTIQUES COMPLEMENTAIRES : LES OISEAUX ET LES INSECTES

Pour les oiseaux deux points d'écoute de 20 minutes par site sont réalisés selon le protocole Indice Ponctuel d'Abondance (IPA). Il n'y a eu qu'un passage le 19/06/2017. Cette période, correspondant à la fin de la période de reproduction, n'est pas optimale car un peu tardive pour écouter les oiseaux. Le début de la mission du CEREMA n'a pas permis de réaliser ces écoutes durant la période la plus propice qui se situe en avril-mai. Pour les insectes, les lépidoptères rhopalocères (faute d'expert entomologiste au CEREMA) sont inventoriés soit à vue, soit par capture-identification et relâche en suivant le même circuit que celui dédié à la recherche d'indices. Il est effectué le 19/06/2017. Des données complémentaires concernant d'autres arthropodes peuvent être ajoutées de façon opportuniste lors des différentes visites sur site.

2.2. MODALITES PREVISIONNELLES D'INTERPRETATION DES RESULTATS

L'objectif de la phase de terrain est d'acquérir les informations nécessaires à la compréhension du fonctionnement écologique des deux sites. Ainsi, ce protocole permet de mettre en évidence les principales espèces (la méthode ne garantit pas l'exhaustivité) utilisant les sites d'études et évoluant aux abords des infrastructures SNCF et RTE. Néanmoins, du fait du nombre de pièges photographiques et de sites d'étude, ainsi que de la durée d'étude réduite, il est important de noter que l'interprétation des résultats sera limitée. Ainsi, l'existence, le besoin de renforcement ou la restauration d'une continuité écologique via les dépendances SNCF et RTE ne peuvent faire partie des conclusions faites à partir de cette étude. En effet, une telle étude a demandé une plus longue durée[52] et un temps passé sur le terrain beaucoup plus conséquent.

De même, les informations valables pour ces sites ne peuvent pas être généralisées à d'autres sites ; chaque site étant unique et ayant son contexte écologique et son fonctionnement écologique qui lui est propre. Malgré tout, il peut éventuellement être précisé comment optimiser l'utilisation du site avec quelques préconisations, conseils de gestion ou petits aménagements pour les espèces inventoriées[53] au regard du contexte écologique.

2.3. RESULTATS

2.3.1. SITE DE BAILLEUL

FLORE

Le site de Bailleul a révélé une flore riche de 43 espèces identifiées (Tab. 32). La plus grande partie de cette flore a été recensée dans la dépendance ferroviaire (42 espèces). Seules 11 espèces ont été recensées sous le pylône RTE. On peut noter que 10 espèces sont présentes sur la dépendance SNCF et sous le pylône RTE. La liste des espèces présentes sur ce site est fournie dans l'annexe 3. Aucune de ces espèces n'est protégée. Il s'agit d'une flore plutôt caractéristique des milieux prairiaux, voire des milieux dégradés, commune des zones de grande culture. La liste complète des espèces végétales identifiées est présentée en annexe 3.

[52] Au moins un cycle biologique soit un peu plus d'un an.

[53] Selon les données recueillies et les espèces inventoriées

Tableau 32. Récapitulatif de la flore relevée sur le site de Bailleul.

Composante du site	Pylône RTE	Dépendance SNCF
Nombre d'espèces	11	42
Nombre d'espèces commune pylône / dépendance SNCF	10	
Principales espèces	Grande consoude Ortie dioïque Berce commune Fromental élevé Brome stérile Circe des champs Liserons des champs	Epiaire des forêts Coquelicot Baldingère faux-roseaux Grande consoude Tanaisie commune Saule blanc Chêne pédonculé

Coquelicot

Inflorescence de grande Berce

Fleur de ronce

Liseron

Eupatoire chanvrine

Dactyle aggloméré

RELEVES PHOTOGRAPHIQUES

Pour rappel, la figure 43 représente la disposition sur le site des pièges photos durant l'étude. Les 5 pièges sont codés Asconit, Ppsmopic05, Ppsmopic07, Ppsmopic04 et DTNP10. Le détail des résultats obtenus pour chaque appareil photo est synthétisé dans l'annexe 4.

Piège Asconit : pour la session d'été, 17 individus ont été photographiés et 3 espèces identifiées. Pour la session d'automne, ce piège a connu un souci technique ne permettant pas de faire des relevés durant cette période. Aucune espèce identifiée n'est protégée.

Piège Ppsmopic 05 : pour la session d'été, 22 individus ont été photographiés et 6 espèces ont été identifiées. Pour la session d'automne, 25 individus ont été photographiés et 5 espèces ont été identifiées dont l'homme. Aucune espèce identifiée n'est protégée. Seules deux espèces ont été

contactées lors des deux sessions : la fouine et le lièvre. La présence de l'homme sur ce point est due uniquement à la chasse. Il faut noter que la couverture du sol a évolué entre les deux sessions avec une levée des cultures dans le champ où se trouve le pylône.

Piège Ppsmopic 07 : pour la session d'été, 13 individus ont été photographiés et 2 espèces identifiées. Pour la session d'automne, 21 individus ont été photographiés et 5 espèces identifiées. Aucune des espèces identifiées n'est protégée. Sur ce point d'observation on retrouve uniquement le chat domestique et les mustélidés comme la fouine lors des deux sessions.

Piège Ppsmopic 04 : pour la session d'été, 24 individus ont été photographiés et 3 espèces identifiées. Pour la session d'automne, 29 individus ont été photographiés et 5 espèces identifiées dont l'homme. Aucune espèce identifiée n'est protégée. Seul le lièvre a été contacté sur les deux sessions. On peut d'ailleurs penser qu'un individu gîte à proximité de la dépendance SNCF. Pour ce qui est de la présence de l'homme sur ce poste d'observation, elle n'est liée qu'à la pratique de la chasse.

Piège DTNP10 : il s'agit su poste d'observation servant de référence et de contrôle sur le site de Bailleul. Pour la session d'été, aucun enregistrement exploitable n'a été fait. Le piège semble avoir été manipulé en début de session par quelqu'un faisant prendre des photos vers le sol et ne donnant que des clichés d'herbes. Pour la session d'automne, 338 individus ont été photographiés et 8 espèces identifiées dont l'homme. Aucune espèce identifiée n'est protégée. La forte activité anthropique est liée au petit chemin bordant le champ, celui-ci s'avère en effet très passant, tant par les voitures que par les résidents promenant quotidiennement leur chien.

Bilan des releves

Sur le site de Bailleul, 12 espèces ont été contactées par les pièges photos, dont 4 au niveau du point de contrôle, des abords du pylône et de la dépendance SNCF (Tab. 33). Le lapin de garenne n'est contacté qu'aux abords du pylône alors que le lièvre européen, les mustélidés divers, le chien domestique et l'homme sont contactés au niveau des dépendances SNCF, du pylône et de la zone contrôle.

Tableau 33. Liste des espèces contactées par les pièges photos, période de contact et localisation sur le site de Bailleul

Espèce	Nom commun	Groupe	Période contact	Localisation
Phasianus colchicus	Faisan de colchide	Oiseaux	Eté et automne	Contrôle et dépendance SNCF
Pica pica	Pie bavarde	Oiseaux	Eté	Pylône et dépendance SNCF
	Oiseau non déterminé	Oiseaux	Eté	Pylône et dépendance SNCF
Martes foina	Fouine	Petite faune	Eté et automne	Pylône et dépendance SNCF
Oryctolagus cuniculus	Lapin de garenne	Grande-moyenne faune	Eté	Pylône
Lepus europaeus	Lièvre européen	Grande-moyenne faune	Eté et automne	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF
	Mustelidé non déterminé	Petite faune	Eté et automne	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF

Bos taurus	Boeuf domestique	Grande-moyenne faune	Eté et automne	Contrôle
Felis sylvestris catus	Chat domestique	Grande-moyenne faune	Eté et automne	Contrôle
Canis lupus familiaris	Chien domestique	Grande-moyenne faune	Automne	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF
Vulpes vulpes	Renard	Grande-moyenne faune	Eté et automne	Contrôle
Homo sapiens sapiens	Homme	Grande-moyenne faune	Eté et automne	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF

Bœuf domestique (24/08/17) – Bailleul

Pie bavarde (06/08/17) - Bailleul

Lièvre européen (02/09/17) - Bailleul

Fouine (17/09/17) - Bailleul

RELEVES COMPLEMENTAIRES

Un relevé oiseaux est réalisé le 19/06/2017 selon la méthode IPA : 8 espèces ont été contactées, aucune d'elles n'est protégée (Tab. 34).

Tableau 34. Liste des oiseaux identifiés sur le site de Bailleul (méthode IPA)

Espèce	Nom commun	Nombre
Phylloscopus collybita	Pouillot véloce	1
Sylvia communis	Fauvette grisette	1
Columba palumbus	Pigeon ramier	1
Aegithalos caudatus	Mésange longue queue	4
Acrocephalus palustris	Rousserole verderolle	1

Turdus merula	Merle noir	1
Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire	1
Larus argentus	Goéland argenté	1
TOTAL		11

Parmi ces espèces, certaines doivent sûrement leur présence à la haie de la dépendance SNCF, malgré le fait qu'elle ait été mise à mal par une coupe sévère. C'est le cas de la fauvette à tête noire, de la mésange à longue queue, du pouillot véloce et de la fauvette grisette qui apprécie les taillis, les haies et les massifs boisés. En revanche la rousserolle verderolle est plus caractéristique des hautes herbes telle que celles qu'on trouve sous le pylône ou en bordure de champ le long du fossé bordant la dépendance SNCF. Le pigeon ramier apprécie quant à lui les prairies bordées d'arbres.

Pour les insectes et autres arthropodes, un inventaire est fait par capture au filet quand cela était possible -Tab. 35). Ainsi, 8 espèces[54] sont identifiés. La richesse spécifique n'est pas élevée mais traduit l'intérêt de la dépendance SNCF, des herbes hautes le long de la clôture du champ et du dessous de pylône.

Tableau 35. Liste des arthropodes identifiés sur le site de Bailleul (méthode filet)

Espèce	Nom commun	Nombre
Nuctanea umbratica	Araignée des fissures	1
Maniolaj urtina	Myrtil	1
Pyronia tithonus ou Maniola jurtina	Amaryllis ou Myrtil	3
Pieri ssp	Piéride	6
Pieris brassicae	Piéride du chou	2
Polygonia c-album	Robert le diable	2
Chorthippus parallelus	Criquet des pâtures	1
Chorthippus biguttulus	Criquet mélodieux	1

Enfin, de façon opportune nous avons recensé 5 espèces lors de nos différentes visites (Tab.36).

Tableau 36. Liste des espèces identifiées à vue sur le site de Bailleul

Espèce	Nom commun	Nombre
Talpa europaea	Taupe	1
Lepus europaeus	Lièvre européen	2
Phasianus colchicus	Faisan de colchide	1
Perdrix perdrix	Perdrix grise	2
Vanessa atalanta	**Vulcain**	**4**

[54] Ou 7 si on estime qu'aucun papillon des papillons du lot amarryllis-myrtil n'était un Amaryllis.

Robert le Diable (Bailleul)

Piéride (Bailleul)

Amaryllis - Bailleul

Vulcain - Bailleul

Piéride du chou - Bailleul

Coccinelle à 7 points - Bailleul

Taupe européenne - Bailleul

Criquet des pâtures - Bailleul

Féces de renard - Bailleul

Araignée des fissures - Bailleul

Bilan sur le site de Bailleul

Sur le site de Bailleul, 53 espèces floristiques et 31 espèces faunistiques ont été identifiées. (Annexes 3 et 5). La richesse spécifique de ce site n'est pas très importante au regard de ce qu'on peut trouver en consultant les données du Rain. Néanmoins ce constat est à nuancer compte tenu du fait que les inventaires ne sont pas tous réalisés de façon optimale (période, fréquence de passages entre autres) du fait de la période de suivi. Le début de la mission du Cerema ne permet pas de réaliser les relevés durant la période la plus propice qui se situe en avril-mai.

Sur cette commune, dans ce contexte de grandes cultures où les haies et refuges pour la faune sont rares, les milieux constitués par les dépendances SNCF et le pied de pylône semblent donc présenter un intérêt pour la biodiversité.

2.3.2. SITE DE RUMINGHEM

FLORE

Le site de Ruminghem révèle une flore riche de 48 espèces recensées (Annexe 6). La plus grande partie a été recensée dans la dépendance ferroviaire avec 44 espèces. Seules 11 espèces sont recensées sous le pylône RTE. On peut noter que 7 espèces sont présentes et sur la dépendance SNCF et sous le pylône RTE (Tab. 37). Aucune de ces espèces n'est protégée. Il s'agit d'une flore plutôt caractéristique de milieux prairiaux et de lisière de taillis, on y trouve aussi des espèces de milieux dégradés communes des zones de grande culture.

Tableau 37. Récapitulatif de la flore relevée sur le site de Ruminghem

Composante du site	Pylône RTE	Dépendance SNCF
Nombre d'espèces	11	44
Nombre d'espèces commune pylône / dépendance SNCF	7	
Quelques espèces	Epiaire des marais Sureau noir Bryone dioïque Fromental élevé Gaillet gratteron Ortie dioïque	Frêne commun Ronce Orme commun Armoise commune Véronique de Perse Potentille rampante Prunellier

Dactyle aggloméré

Grande consoude

Achillée millefeuille

Vesse

Liseron

Pour rappel, la figure 44 représente la disposition sur le site des pièges photos durant l'étude. Les 5 pièges sont nommés Chevreuil, Chat, Liseron, Poisson et Berce. Le détail des relevés photographiques est présenté dans l'annexe 7.

Piège Chevreuil : Pour la session été, 61 individus ont été photographiés et 7 espèces identifiées, dont l'homme. La présence anthropique à ce point de contrôle est essentiellement due à la pratique agricole sur le champ voisin. Pour la session automne, 64 individus ont été photographiés et 9 espèces identifiées, dont l'homme. La présence anthropique sur cette session est surtout due à la pratique de la chasse et de façon moindre à la pratique agricole sur le champ voisin. Seuls la fouine et le lapin de garenne sont observés sur les deux sessions. Aucune espèce identifiée n'est protégée.

Piège Chat : Aucune photo n'a été prise durant la session d'été. Le piège photo ne semble pas avoir déclenché malgré des piles neuves, il a été changé pour la session automnale. Pour la session d'automne, 488 individus ont été photographiés et 12 espèces identifiées, dont l'homme. Aucune espèce identifiée n'est protégée. Nous pouvons noter une présence d'oiseaux non négligeables qui trouvent là un endroit favorable où manger et se poser. La présence anthropique très forte est le fait surtout d'une pratique de loisir de type randonnée ou d'habitude quotidienne pour sortir le chien. Autre constat, la forte présence du lapin qui trouve là un terrain de jeu propice à son développement.

Piège Liseron : Pour la session été, 59 individus ont été photographiés et 8 espèces identifiées, dont l'homme. Le lapin est là-aussi l'espèce la plus présente sur le site. Pour la session automne, 203 individus ont été photographiés et 12 espèces identifiées, dont l'homme. La forte présence de l'homme se retrouve ici encore sur cette session automnale, elle est le fait surtout d'une pratique de loisir de type randonnée ou d'habitude quotidienne pour sortir le chien. La diversité d'espèces est intéressante, notamment chez les oiseaux pour lesquels la dépendance SNCF est un milieu attractif. Huit espèces sont recensées lors des deux sessions traduisant un potentiel habitat à proximité pour certaines comme le renard, le faisan ou encore le lapin. Aucune espèce identifiée n'est protégée.

Piège Poisson : Pour la session été, 55 individus ont été photographiés et 8 espèces identifiées, dont l'homme. Le lapin est toujours l'espèce la plus présente du site sur ce poste d'observation. Pour la session automne, 117 individus ont été photographiés et 20 espèces identifiées, dont l'homme. Sur cette session une richesse spécifique importante a été recensée en particulier concernant les oiseaux (11 espèces). Le lapin est toujours très présent. Six espèces ont été contactées sur les deux sessions : homme, corneille, faisan de colchide, pie, lièvre et lapin. Aucune espèce identifiée n'est protégée.

Piège berce : Pour la session été, 347 individus ont été photographiés et 9 identifiées, dont l'homme. On note une fois de plus une importante présence du lapin qui affectionne cette dépendance SNCF. De la même façon, les oiseaux qui sont très présents tant sur le chemin de randonnée que dans le champ où ils se nourrissent. La forte présence de l'homme est toujours étroitement liée à une pratique de randonnée ou de loisirs (équitation, vtt) mais aussi aux habitudes quotidiennes pour promener le chien. Pour la session automne, 586 individus ont été photographiés et 20 espèces identifiées, dont l'homme. Les résultats de cette session montrent que plus d'espèces ont été photographiées. Neuf espèces ont été observées lors des deux sessions : hérisson, renard, chat domestique, pigeon, faisan, lapin, lièvre, homme et chien. De nouvelles espèces ont également été observées telles que le faucon crécerelle et le pic vert qui sont des observations intéressantes. Notons que le héron cendré passe

devant trois des pièges photo de façon régulière en quête de nourriture, conséquence sûrement de la période de sécheresse de l'année 2017. Aucune espèce identifiée n'est protégée.

Bilan

Sur le site de Ruminghem, 32 espèces ont été contactées par les pièges photos, dont 8 au niveau du point de contrôle, des abords du pylône et de la dépendance SNCF (Tab. 38). Les abords du pylône présentent 7 espèces qui leur sont propres, pour la plupart des oiseaux, mais aussi des rats qui doivent trouver un intérêt à vivre sous le pylône avec le champ comme garde-manger et sa végétation comme abri.

La dépendance SNCF quant à elle fait ressortir également des espèces qui lui sont propres dont le pic vert. La forte présence d'oiseau est intéressante et démontre l'intérêt de la dépendance SNCF arbustive, qui avec la proximité de la forêt d'Eperlecques constitue un bon relais pour l'avifaune.

Tableau 38. Liste des espèces contactées par les pièges photos, période de contact et localisation sur le site de Ruminghem

Espèce	Nom commun	Groupe	Période contact	Localisation
Phasianus colchicus	Faisan de colchide	Oiseaux	Eté et automne	Pylône et dépendance SNCF
Pica pica	Pie bavarde	Oiseaux	Eté et automne	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF
Sturnus vulgaris	Etourneau sansonnet	Oiseaux	Automne	Pylône
Corvus corone	Corneille noire	Oiseaux	Eté et automne	Pylône et dépendance SNCF
Corvus fragile gus	Corbeau freux	Oiseaux	Automne	Pylône
	Corvidés sp	Oiseaux	Automne	Pylône et dépendance SNCF
Columba palumbus	Pigeon ramier	Oiseaux	Eté et automne	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF
Fringilla coelebs	Pinsons des arbres	Oiseaux	Automne	Contrôle et pylône
Turdus philomelo	Grive musicienne	Oiseaux	Automne	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF
Turdus sp	Grive sp	Oiseaux	Automne	Contrôle
Ardea cinerea	Héron cendré	Oiseaux	Automne	Contrôle et dépendance SNCF
Turdus merula	Merle noire	Oiseaux	Eté et automne	Pylône et dépendance SNCF
Scolopax rusticola	Bécasse des bois	Oiseaux	Automne	Pylône
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	Oiseaux	Automne	Pylône
Garrulus glandarius	Geai des chênes	Oiseaux	Automne	Pylône et dépendance SNCF
Erithacus rubecula	Rouge gorge	Oiseaux	Automne	Pylône
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle	Oiseaux	Automne	Dépendance SNCF
Gallinula chloropus	Poule d'eau	Oiseaux	Automne	Dépendance SNCF

Picus viridis	Pic ver	Oiseaux	Automne	Dépendance SNCF
	Oiseau non déterminé	Oiseaux	Eté	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF
Martes foina	Fouine	Petite faune	Eté et automne	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF
	Mustelidé non déterminé	Petite faune	Automne	Dépendance SNCF
Erinaceus europaeus	Hérisson d'Europe	Petite faune	Eté et automne	Pylône et dépendance SNCF
Ratus sp	Rat	Petite faune	Eté	Pylône
	Rongeur non déterminé	Petite faune	Automne	Contrôle et pylône
Oryctolagus cuniculus	Lapin de garenne	Grande-moyenne faune	Eté et automne	Pylône
Lepus europaeus	Lièvre européen	Grande-moyenne faune	Eté et automne	Pylône et dépendance SNCF
Equus caballus	Cheval	Grande-moyenne faune	Automne	Pylône et dépendance SNCF
Felis sylvestris catus	Chat domestique	Grande-moyenne faune	Eté et automne	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF
Canis lupus familiaris	Chien domestique	Grande-moyenne faune	Automne	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF
Vulpes vulpes	Renard	Grande-moyenne faune	Eté et automne	Pylône et dépendance SNCF
Homo sapiens sapiens	Homme	Grande-moyenne faune	Eté et automne	Contrôle, Pylône et dépendance SNCF

Renard (15/09/17) – Ruminghem

Faisan de colchide (15/09/17)

Pic vert – Ruminghem

Lapins de garenne – Ruminghem

Héron cendré – Ruminghem

Fouine - Ruminghem

Geai des chênes – Ruminghem

Merle noir - Ruminghem

Faucon crécerelle – Ruminghem

Bécasse des bois – Ruminghem

Renard – Ruminghem

RELEVES COMPLEMENTAIRES

Un relevé oiseaux est réalisé le 19/06/2017 selon la méthode IPA : 17 espèces ont été contactées, aucune d'elles n'est protégée (Tab. 39).

Tableau 39. Liste des oiseaux identifiés sur le site de Ruminghem (méthode IPA)

Espèces	Nom commun
Troglodytes troglodytes	Troglodite
Phylloscopus collybita	Pouillot véloce
Corvus corone	Corneille noire
Acrocephalus palustris	Rousserolle verderolle
Columba palumbus	Pigeon ramier
Sylvia communis	Fauvette grisette
Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire
Parus major	Mésange charbonnière
Dendrocopos major	Pic épeiche
Prunella modularis	Accenteur mouchet
Chroicocephalus ridibundus	Mouette rieuse
Emberezia citrinella	Bruant jaune
Aegithalos caudatus	Mésange longue queue
Erithacus rubecula	Rouge-gorge
Turdus merula	Merle noir
Gamulus glandarius	Geai des chênes
Phasianus colchicus	Faisan de colchide

Parmi ces espèces certaines doivent très certainement leur présence à la haie de la dépendance SNCF. La structure de la haie est hétérogène avec des strates arbustives et herbacées de différentes tailles. La fauvette à tête noire, la mésange à longue queue, le pouillot véloce et la fauvette grisette apprécient les taillis, les haies et les massifs boisés, mais aussi le pic épeiche, le du bruant jaune et le troglodyte. La rousserolle verderolle est, quant à elle, plus caractéristique des hautes herbes telle que celles qu'on trouve sous le pylône ou en bordure de champ le long du fossé bordant la dépendance SNCF et le pigeon ramier qui apprécie les prairies bordées d'arbres.

Pour les insectes et autres arthropodes un inventaire a été fait avec capture au filet quand c'était possible pour les identifications : 8 espèces de papillons, 3 espèces d'odonates, 1 espèce d'orthoptère et 4 autres espèces d'invertébrés ont été identifiées durant cette prospection ciblée (Tab. 40). Le nombre d'espèces aperçu n'est pas élevé mais traduit l'intérêt et l'importance des habitats variés produits par le complexe dépendance SNCF/pieds de pylône/chemin de randonnée qui offrent des habitats ligneux et herbacé de diverses hauteurs avec une flore variée.

Tableau 40. Liste des espèces d'arthropodes identifiés sur le site de Ruminghem (méthode filet).

Espèce	Nom commun	Groupe taxonomique	Nombre
Aglais io	Paon du jour	Lépidoptère	1
Aglais urticae	Petite tortue	Lépidoptère	3
Maniola jurtina	Myrtil	Lépidoptère	2
Pararge aegeria	Tircis	Lépidoptère	1
Pieris brassicae	Piéride du chou	Lépidoptère	1
Pieris sp.	Piéride	Lépidoptère	6
Pyronia tithonus	Amaryllis	Lépidoptère	1
Vanessa atalanta	Vulcain	Lépidoptère	1
Pyronia tithonus ou Maniolaj urtina	Amaryllis ou Myrtil	Lépidoptère	2
Bombus sp.	Bourdon bombus	Hyménoptère	6
Chrysoperla camea	Chrysope verte	Neuroptère	3
Conocephalus fuscus	Conocéphale bigarré	Orthoptère	1
Ennalagma cyathigerum	Agrion porte coupe	Odonate	1
Crocothemis erythraea femelle	Crocothémis écarlatte	Odonate	1
Platynecmispennipes	Agrion à larges pattes	Odonate	1
	Agrion femelle	Odonate	1
Oedemerea nobilis	Oedemere noble	Coléoptère	1
Coccinella septempunctata	Coccinelle à 7 points	Coléoptère	1
		Diptère	1
Thimisidae sp	Tomisicidé sp / Thomise	Arachnide	1

Petite tortue

Myrtil

De façon opportune nous avons pu recenser lors de nos différentes visites 17 espèces représentant différents groupes venant compléter les inventaires ciblés (Tab. 41).

Tableau 41. Liste des espèces identifiées à vue sur le site de Ruminghem

Espèce	Nom commun	Taxon	Date	Nombre
Aglais urticae	Petite tortue	Lépidoptère	24/05/17	1
Pyronia tithonus	Amaryllis	Lépidoptère	24/05/17	2
Maniola jurtina	Myrtil	Lépidoptère	24/05/17	1
Pieris sp.	Piéride	Lépidoptère	24/05/17	3
Vanessa cardui	Belle dame	Lépidoptère	24/05/17	1
Propyleaquatuor decimpunctata	Coccinelle damier / 14 points	Coléoptère	24/05/17	2
Coccinellas eptempunctata	Coccinelle à 7 points	Coléoptère	24/05/17	2
	Agrion femelle	Odonate	24/05/17	1
Oryctolagus cuniculus	Lapin de garenne (Fécès)	Mammifère	24/05/17	
	Agrion femelle	Odonate	18/07/17	1
Conocephalus fuscus	Conocéphale bigarré	Orthoptère	23/08/17	1
	Punaise	Hémiptère	23/08/17	1
Pentatoma rufipes	Punaise à pattes rousses	Hémiptère	14/09/17	1
Psyllobora vigintiduopunctata	Coccinelle à 22 points	Coléoptère	15/11/17	1
	Salticidés	Arachnide	15/11/17	1
Erithacus rubecula	Rouge-gorge	Oiseau	15/11/17	2
Turdus merula	Merle noir	Oiseau	15/11/17	1

Punaise à pattes rousses

Rouge-Gorge

Conocéphale bigarré

Coccinelle à damier

Agrion femelle

Oedemere noble

Coccinelle à 7 points

Fèces de lapin

BILAN SUR LE SITE DE RUMINGHEM

Sur le site de Ruminghem on peut recenser 43 espèces floristiques et 68 espèces faunistiques (Annexes 6 et 8). La richesse spécifique de ce site n'est pas très importante au regard de ce qu'on peut trouver en consultant les données du RAIN, mais les espèces recensées sont cohérentes avec cette base de données. Cependant, la faible richesse spécifique est à nuancer. En effet, comme sur le site de Bailleul, les inventaires ne sont pas tous réalisés de façon optimale (période, fréquence de passages entre autres) du fait de la période de suivi. Le début de la mission du CEREMA n'a pas permis de réaliser les relevés durant la période la plus propice qui se situe en avril-mai. Malgré tout, au regard du contexte écologique environnant (proximité de forêt, relique de bocages, zones humides à proximité), la dépendance SNCF et le pied de pylône permettent à une flore diversifiée de s'installer et fournissent à la faune des habitats et des lieux où se nourrir.

3. FONCTIONNEMENT ECOLOGIQUE DES SITES D'ETUDE

Le grand nombre de photographies collectées permet d'apprécier le comportement des animaux. Pour ce faire, nous nous appuyons sur l'attitude adoptée par l'animal au moment de la prise de vue, ce qui nous renseigne indirectement sur l'usage des sites. On tentera de donner une information :

- ✓ sur la temporalité avec les périodes de la journée où il y a le plus d'activités relevées par les pièges photo ;
- ✓ sur le transit et les sens de déplacement préférentiels des animaux photographiés ;
- ✓ sur la nature de l'activité des animaux pris en photo sur les sites d'étude.

3.1. SITE DE BAILLEUL

3.1.1. Périodes d'activité

Après analyse des pièges photographiques sur Bailleul, sont considérées les périodes suivantes : matin [5h à 13h], après-midi [13h à 21h] et nuit [21h à 5h]. On notera que très généralement la faune est plutôt active de la tombée au lever du jour. Le détail des périodes d'activités des organismes photographiés est présenté dans l'annexe 9.

Piège Asconit : pour la session été, les 17 individus photographiés ont une activité se déroulant majoritairement l'après-midi. Cependant, il faut noter la présence de bovins dans la pâture voisine qui sont venus témoigner de leur présence durant cette session sur le piège photographique. Pour la session d'automne, ce piège a connu un souci technique ne permettant pas le relevé durant cette période.

Piège Ppsmopic 05 : pour la session d'été, les 22 individus photographiés ont montré une activité majoritairement nocturne (68,2 %). On peut donc supposer que la faune présente au niveau de ce piège photographique en pied de pylône n'est pas perturbée par une éventuelle activité anthropique au vu de sa période d'activité préférentielle. Pour la session d'automne, les 25 individus photographiés ont une activité équilibrée entre les différentes périodes de la journée, ne laissant pas apparaître de moment préférentiel. Cependant, le détail des prises de vues montre que la plupart des activités matinales ont lieu avant que le lever du soleil et les activités de l'après-midi lorsque le soleil se couche ou après le coucher. Comme pour la session estivale, on note donc une activité plus importante (nette préférence), lorsque la pénombre tombe ou est tombée.

Piège Ppsmopic 07 : pour la session d'été, les 13 individus photographiés sont essentiellement actifs le matin (53 %). Notons encore une fois, que le détail des heures de prises de vue montre que les animaux ont été photographiés avant huit heures. Cela tend à conforter que les périodes d'activité de la faune est essentiellement nocturne avec les 38 % d'activité le soir. Pour la session d'automne, la moitié des 21 individus a été photographiée le soir (52 %).

Piège Ppsmopic 04 : pour la session d'été, 54 % des individus photographiés ont une activité concentrée sur l'après midi. L'activité diurne observée sur ce site d'observation peut être lié à la faune photographiée comme les chats domestiques. Pour la session d'automne, 55 % des 29 individus photographiés l'ont été l'après-midi. Cependant, les heures exactes des prises de vue montrent que cette activité est plutôt concentrée vers 19h lors de la tombée du soir. Sur cette session le chat domestique n'est plus observé ce qui pourrait expliquer ce rééquilibrage vers une activité nocturne de la faune sur ce point d'observation.

Piège DTNP10 : il s'agit du poste d'observation servant de référence et de contrôle sur le site de Bailleul. Pour la session d'été, aucun enregistrement n'est exploitable. Pour la session d'automne, la grande majorité des 338 individus photographiés montrent une activité diurne. Toutefois, il faut noter que l'essentiel des organismes identifiés sont des hommes (276 photos) qui, pour leur usage quotidien, utilise la route jouxtant le champ de l'étude.

⇒ **Finalement**, on peut dire que la faune photographiée et identifiée sur le Bailleul a une **activité plutôt nocturne**. Néanmoins les informations collectées restent peu nombreuses et donc peu significatives.

3.1.2. Sens de déplacement

Le détail des déplacements de la faune photographiée est présenté dans l'annexe 10.

Piège Asconit : pour la session d'été, 82,5 % des 17 individus photographiés ne se sont pas déplacés et sont restés sur place. On a donc une indication d'activité sur site et non de déplacement pour ce site d'observation, mais notons que la majeure partie des individus sont les bovins de la pâture voisine. Pour la session d'automne, ce piège a connu un souci technique ne permettant pas de faire des relevés durant cette période.

Piège Ppsmopic 05 : pour la session d'été, 58 % des 22 individus photographiés se déplacent majoritairement sur un axe gauche-droite, et préférentiellement vers la gauche (40,9 %) avec des animaux quittant le champ d'étude pour se rendre dans la pâture voisine. Sur cette session ce poste d'observation est davantage un site de transit. Pour la session d'automne, 23 des 25 individus photographiés ont une activité identifiable. Les sens de déplacement ne laissent pas apparaître de préférence sur cette session et laisse même entrevoir une activité sur site plutôt qu'un déplacement.

Piège Ppsmopic 07 : pour la session d'été, parmi les 13 individus photographiés 53,9 % se déplacent alors que 46,1 % reste sur place. 38 % des déplacements se font préférentiellement de l'arrière du piège à vers l'avant ; la haie SNCF servant de guide de déplacement. Pour la session d'automne, 95 % des déplacements se font dans les trois sens le long des repères constitués par la haie SNCF et la clôture de la pâture. Sur cette session, ce point d'observation ressort plutôt comme un point de transit.

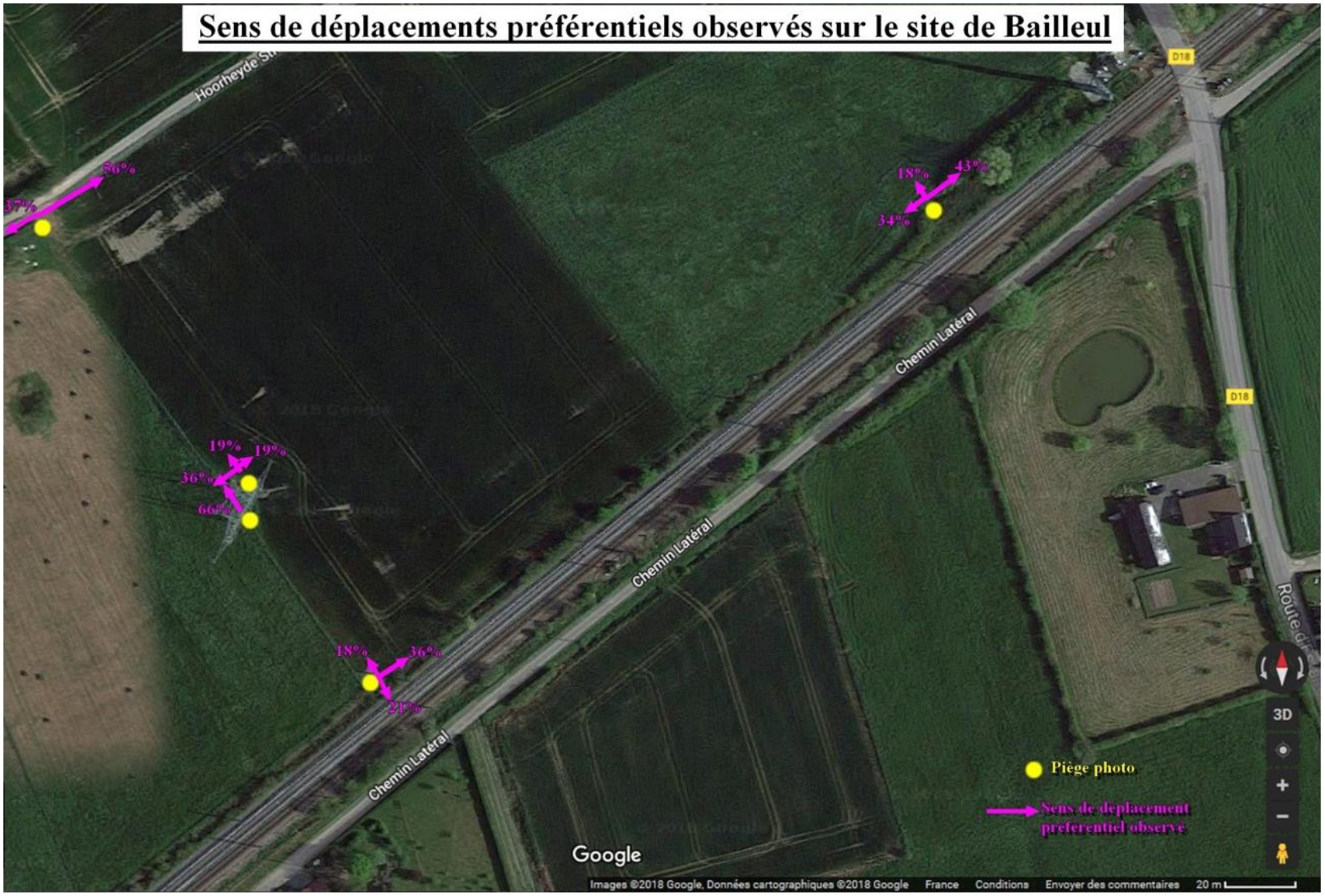
Piège Ppsmopic 04 : pour la session d'été, l'ensemble des déplacements se font sur un axe de transit le long de la haie SNCF (axe droite-gauche). Pour la session d'automne, les ¾ des individus photographiés ont une activité de déplacement sur un axe majoritaire (53%) qui suit la haie SNCF (axe droite-gauche).

Piège DTNP10 (site de référence et de contrôle) : pour rappel, nous ne disposons d'aucun enregistrement exploitable sur la session d'été. Pour la session d'automne, l'activité des 338 sujets met en évidence un axe de déplacement majeur qui correspond au chemin bitumé qu'empruntent les résidents et les voitures[55]. Cet axe (droite-gauche) représente 89 % des individus photographiés.

⇒ **<u>Au bilan le site de Bailleul</u>** semble plus être un **site de transit pour la moyenne et petite faune avec un rôle important joué par la haie SNCF** (Fig. 47). Cependant au vu du faible nombre de données cela ne reste qu'une tendance. On regrettera de ne pas avoir pu isoler un animal en particulier sur les clichés pour identifier son circuit préférentiel.

[55] 276 contacts humain sur cette session d'observation !

Figure 47. Récapitulatif des sens de circulation préférentiels de la faune au droit des différents appareils photo sur le site de Bailleul



3.1.3. Nature de l'activité

Le détail de la nature des activités identifiées sur chaque point d'observation est présenté dans l'annexe 11.

Piège Asconit : pour la session été, 10/17 individus photographiés ont une pratique alimentaire sur le site préférentielle. Cette dernière est à relativiser par la présence à proximité de bovins. Ce point d'observation semble être un lieu usité localement par la faune. Le faible nombre d'individus photographiés sur cette session ne permet de l'affirmer.

Piège Ppsmopic 05 : pour la session été, les photographies montrent qu'il s'agit ici plutôt d'un point de transit, puisque 77 % des clichés montrent un déplacement. Même constat pour la session d'automne (56 % de déplacements), néanmoins la faune semble apprécier s'y nourrir (32 %). Ce qui confère une fonction alimentaire non négligeable à ce point d'observation, peut être corrélée au type de culture.

Piège Ppsmopic 07 : pour la session d'été, bien que les effectifs soient fiables, le site est surtout utilisé pour du transit (56 %). Ce constat est encore plus prononcé pour la session d'automne (95 %), confirmant le statut de site de transit.

Piège Ppsmopic 04 : pour la session d'été, l'ensemble individu est en mouvement, confirmant la fonction de transit du site. A l'automne, les déplacements concernent 69% des individus.

Piège DTNP10 : A l'automne, près de 90% des individus photographiés se déplacent. Cependant, les 276 contacts humains sur les 338 individus photographiés faussent l'interprétation. Il faut donc relativiser les résultats.

⇒ **Globalement** le site de Bailleul est avant tout un site de transit pour la faune identifiée, qui semble apprécier de trouver une matrice paysagère qui va le guider. Notons qu'avec une proportion modérée, la fonction alimentaire n'est pas significative.

3.2. SITE DE RUMINGHEM

3.2.1. Périodes d'activité

Le détail des moments de déplacement de la faune est présenté dans l'annexe 12. Les périodes analysées restent identiques au site précédent : matin [5h à 13h], après-midi [13h à 21h] et nuit [21h à 5h].

Piège Chevreuil : il s'agit su poste d'observation servant de référence et de contrôle sur le site de Ruminghem. Pour la session d'été, plus de 40% des individus photographiés ont une activité plutôt matinale. Le détail des heures de prises de vue montre que l'activité se focalisée sur le début de la matinée avant 8h, à laquelle on peut ajouter une activité assez importante sur le soir. Pour la session d'automne, 57,7 % des individus a été photographiée l'après-midi, mais un nombre non négligeable d'observations est enregistré entre 18h30 et 21h, correspondant au coucher du soleil sur cette saison.

De la même façon, l'activité de chasse a une influence sur les résultats, les chasseurs étant sur le terrain la journée. Globalement, ce point a une activité nocturne, mais est influencé par l'activité anthropique.

Piège Chat : pour rappel, aucune photographie n'a été prise durant la session été. En automne, l'activité de 40 % des 488 individus contactés est matinale (voire nocturne), avec une nette préférence pour le lever du soleil (< 8h).

Piège Liseron : pour la session été, l'activité centrée sur le matin (61 %), et plus précisément sur la période 5h-8h ($^2/_3$ des photographies de cette période), traduisant l'activité nocturne sur ce site. Pour la session automne, 55 % des clichés sont de l'après-midi. Encore une fois, une analyse plus fine permet d'observer une forte activité anthropique (88 indiv.) dont plus de la moitié en après-midi.

Piège Poisson : en été, l'activité est essentiellement matinale (51 %), dont les $^2/_3$ enregistrés avant 8h. Cette activité nocturne se réitère en automne : 53 % le matin, dont les $^2/_3$ avant 8h, soit en fin de nuit pour cette saison.

Piège Berce : l'été, l'activité est préférentiellement le matin (45% des clichés), et plus de 10 % des contacts se font avant 7h. Le site est marqué par une forte activité humaine (promenade), puisqu'elle concerne 20 % des captures photographiques. En automne, l'activité a lieu majoritairement l'après-midi (51%), principalement après 18 h ($^1/_3$ de ces clichés), soit à la tombée de la nuit. Cette activité nocturne est équilibrée par une activité anthropiques diurne (20 % de l'ensemble des clichés).

⇒ **<u>Globalement le site de Ruminghem</u>** a une activité nocturne du point de vue de la faune, même s'il est soumis à la forte présence humaine, notamment le long du chemin de randonnée.

3.2.2. Sens de déplacement

Le détail est présenté dans l'annexe 13.

Piège Chevreuil : En été, 70% des individus photographiés semblent immobiles. Ce point d'observation n'est pas très passant sur cette session, peu de transits sont observés au profit d'une activité locale. En revanche, 64% des individus sont photographiés en transit avec un axe de déplacement légèrement préférentiel droite-gauche (44%) sur la session d'automne. Par ailleurs, on note une activité assez importante (36%). Sur cette session, on a observé un peu plus de transit, avec notamment une direction préférentielle (29 %) vers le champ bordant la prairie du piège.

Piège Chat : pour la session d'été, le piège photo n'a pas déclenché malgré des piles neuves. Il a donc été changé pour la session automnale. En automne, plus de 80% des individus photographiés l'ont été alors qu'ils se déplaçaient sur un axe de transit majoritaire droite-gauche et un sens de déplacement préférentiel de la droite vers la gauche (43%). À noter que seuls 280 individus ont été pris en compte, les 208 autres n'ayant pas une activité identifiable. Ce point d'observation montre plutôt une zone de transit.

Piège Liseron : pour la session été, la moitié des individus sont photographiés en transit avec un axe de déplacement préférentiel droite-gauche (42%). On note que l'activité sur le site est conséquente (48%). Pour la session automne, encore une fois, 92% des individus photographiés ont mouvement

confirmant l'usage de ce point. Les déplacements se font préférentiellement sur l'axe droite-gauche (86%) et plutôt de gauche à droite (46%). Ce point est un lieu de déplacement préférentiel.

Piège Poisson : l'été, près de 52% clichés concernent des individus statiques. Malgré tout, un axe de déplacement droite-gauche semble se distinguer (38%). Pour la session automne, 67% des individus sont en transit. Un axe de déplacement majeur droite-gauche se distingue (53%) avec un sens de déplacement préférentiel gauche-droite (32%). La part d'activité sur site n'est pas négligeable et conforte les observations de la session estivale avec une mixité des usages.

Piège Berce : lors de la session été, la quasi-totalité des clichés (98%) montre une activité de transit, suivant un axe de déplacement préférentiel droite-gauche correspondant au chemin de randonnée (54%). A l'automne, cette activité de transit est aussi observée dans 65% des cas (axe droite-gauche). Sur cette session, un second sens déplacement (gauche-droite) ressort légèrement (31%). De plus, l'activité est importante (35%). Ce site est principalement un point de transit, mais présente ponctuellement une mixité d'usage.
Un récapitulatif de déplacements de la faune est synthétisé sur la figure 48.

3.2.3. Nature de l'activité

Le détail est présenté dans l'annexe 14.

Piège Chevreuil : pour la session été, 65 % des 61 individus photographiés sont actifs avec notamment une activité d'alimentation (55 %). Il est probable que la présence du champ bordant la prairie étudiée oriente ce comportement. Cette tendance se retrouve en automne : 64% d'individus en transit et près de 19% s'alimentant.

Piège Chat : en automne, le transit concerne 55 % des clichés, mais près de 40 % des clichés ne permettent pas distinguer précisément l'activité en cours. Notons la quasi-absence de l'activité alimentation malgré la présence du champ de céréales au pied du pylône.

Piège Liseron : près de la moitié (49 %) des individus photographiés se déplace sur le site pour la session été. L'activité d'alimentation ressort également de l'analyse des photographies (33 %). Le pied de pylône semble offrir une sécurité et de la matière première nécessaire à la faune pour se sustenter. Pour la session automne, la quasi-totalité des individus photographiés (93 %) est en transit.

Piège Poisson : en été, l'activité préférentielle concerne l'alimentation (47 %), à part égale avec l'activité de déplacement. A l'automne, il a été impossible de déterminé la nature de l'activité sur 58% des photographies. Le déplacement reste malgré cela l'activité préférentielle pour 47,3 %. Le site est caractérisé par une activité de transit mais joue aussi un rôle dans l'alimentation de la faune locale.

Piège Berce : près de 99% des photographies mettent en évidence une activité de déplacement en été. Ce pourcentage descend à 60% en automne. L'activité d'alimentation n'est que de 18%.

⇒ **<u>Globalement ce site de Ruminghem</u>** est principalement un **site propice au transit** de la faune avec le chemin de randonnée qui est un axe bien identifié de déplacement. Du fait de sa végétation, de la structure de la végétation et des cultures en place on peut comprendre que ce site soit marqué, même si c'est dans des proportions modestes, par une activité alimentaire notamment par les lapins et les oiseaux.

Figure 48. Récapitulatif des sens de circulation préférentiels de la faune au droit des différents appareils photo sur le site de Bailleul.

3.3. ANALYSE ET CONFRONTATION ENTRE SITES

3.3.1. Confrontation des sites du point de vue écologique et insertion dans la matrice paysagère

Comme l'étude du paysage l'a démontré, le site de Bailleul est implanté dans un système de grandes parcelles cultivées, avec quelques bosquets disséminés, autrement dit un paysage ouvert. Du point de vue écologique nous parlons plutôt de trame prairiale dégradée. Bien qu'il présente un intérêt plausible pour les petits mammifères, le pied de pylône développe une végétation de milieux enrichis par les pulvérisations d'engrais et les nitrates notamment. La dépendance SNCF est constituée d'une haie à la structure dégradée doublée d'un fossé, mais qui du fait du milieu ouvert constitue un point attractif pour la faune (oiseaux, lièvres, petits mammifères) comme abri, mais aussi comme lieu pour s'alimenter.

Le site de Ruminghem s'insère dans une mosaïque paysagère variée sous influence de la forêt d'Eperlecques toute proche, des prairies avec des reliques de haies bocagères et des zones humides (plusieurs petits marais à proximité, réseau de fossés et wateringues assez développé). Le pied de pylône est assez dense du point de vue de la végétation avec une majorité d'herbacées hautes et un sureau qui en fait un abri intéressant pour la faune (faisans, lapins, rongeurs). La dépendance SNCF est constituée par un talus sur lequel se développe un beau linéaire d'arbres et arbustes bien structuré, très attractif pour la faune et sert de guide dans le paysage pour la faune.

Ainsi, les deux sites présentent des caractéristiques différentes du point de vue écologique, se répercutant sur le nombre et le type d'espèces, tant végétales qu'animales. Le lapin, espèces de milieux mixtes où cohabitent couvert végétal et zones ouvertes (garrigues, bocages, etc.), est plutôt l'attribut du site de Ruminghem, alors que le site de Bailleul est plutôt marqué par le lièvre européen, espèce animale de milieux ouverts se nourrissant des graminées présentes sur les bords de cultures. De même, en termes de richesse spécifique le site de Ruminghem est plus riche que le site de Bailleul.

3.3.2. Confrontation dans le fonctionnement des sites

Malgré le fait que ces 2 sites appartiennent à des sous-trames écologiques différentes, on retrouve des similitudes par les éléments principaux structurant les deux sites, à savoir : une haie sur une dépendance SNCF et un pied de pylône électrique. Quand on compare les sens de déplacement et les types d'activité sur les deux sites, des tendances se dégagent dans nos deux cas :

- ✓ premièrement, la haie de la dépendance SNCF qui guide dans les déplacements de la faune,
- ✓ deuxièmement la richesse spécifique inféodée à la dépendance SNCF est légèrement plus importante que sur les autres endroits du site (comparaison contrôle/dépendance SNCF).

Nous sommes donc face à deux sites différents, mais présentant des similitudes et des discordances dans le fonctionnement. Ainsi, le pied de pylône de Ruminghem, en raison d'une végétation peu dégradée, offre un abri aux rongeurs, voire aux lapins et aux faisans. Ce fait n'est pas constaté sur Bailleul, le peu de structure de la végétation et sa qualité peuvent en être la cause. Enfin, sur le plan de l'activité des sites, Ruminghem se caractérise par une activité diurne – plus inhabituelle - pouvant s'expliquer par la plus forte fréquentation anthropique, alors que l'activité de Bailleul est classiquement nocturne.

3.3.3. Enseignements et discussions

Les dépendances ferroviaires (se composant *a minima* d'une haie) semblent avoir un rôle de guide effectif dans le fonctionnement écologique pour la petite et moyenne faune. Une gestion non-impactante pour la structure et adaptée à faune du le site devrait conforter et bonifier ce rôle, en respectant les contraintes de sécurité :

- ✓ éviter les coupes à blanc et le broyage des arbres, ne plus utiliser d'herbicides et autres phytosanitaires,
- ✓ ne pas créer de trou dans la continuité de la haie ou du massif de la dépendance lors des opérations de gestion,
- ✓ pratiquer des opérations de gestion dans le respect du calendrier biologique des espèces présentes,
- ✓ faire un diagnostic écologique complet pour évaluer la richesse réelle ou potentielle du site, et ainsi orienter finement la gestion du site et le rendre plus attractif pour les espèces présentes[56].

Les pieds de pylône électrique peuvent jouer un rôle d'abris relais, voire de gîtes pour certaines espèces animales, si *a minima* :

- ✓ les produits phytosanitaires sous le pylône réduisant la richesse spécifique du lieu et son attrait pour la faune sont évité,
- ✓ les opérations de gestion respecter le calendrier biologique des espèces présentes (, par exemple, conserver tout ou partie du couvert végétal lorsque ce dernier est utilisé),
- ✓ une vision plus globale des enjeux environnants (en termes de continuités écologiques et de types de milieux naturels) est adoptée. Si nécessaire recourir à un diagnostic écologique pour évaluer la richesse réelle ou potentielle du site, et ainsi orienter la gestion pour le rendre le plus attractif (choix d'essences pertinents lors de remplacement d'arbres éliminés, opération adaptée à la végétation à traiter, dates d'intervention adaptées à la biologie de la faune en place etc.). Si les enjeux sont faibles ou inconnus, des recommandations *a minima* sont à prendre en compte.

3.4. CONCLUSIONS

La forte artificialisation du territoire et la banalisation des milieux qui résulte notamment de l'agriculture intensive incitent à préserver les espaces naturels, même les plus ordinaires. Afin de conforter voire bonifier le rôle des ILTe, il est nécessaire de comprendre, au préalable, leur insertion dans le paysage et de prendre connaissance des richesses faunistiques et floristiques présentes ou potentielles au regard du contexte local. Les préconisations énoncées précédemment (calendrier biologique, enjeu, contraintes de sécurité) permettent une gestion adaptée *a minima*. Des aménagements ou plantations d'espèces favorables aux enjeux permettaient de porter plus loin l'ambition écologique, en offrant les conditions nécessaires au rétablissement de la fonctionnalité écologique (création de zone relais, maintien ou renforcement de la flore autochtone, etc.). Il serait

[56] Choix d'essences pertinents lors de remplacement d'arbres éliminés, opération adaptée à la végétation à traiter, dates d'intervention adaptées à la biologie de la faune en place, etc.

aussi intéressant de prévoir lors de relevés d'espèces le groupe des amphibiens et celui des chiroptères qui sont deux groupes pour qui la matrice paysagère est importante pour se déplacer.

4. SUIVI DE LA FAUNE DU SOL AU NIVEAU DES INFRASTRUCTURES

L'aménagement d'une voie ferroviaire génère des externalités positives aujourd'hui reconnues, telle la production, sur les talus, de biotopes refuges pour de nombreuses espèces végétales et animales inféodées aux milieux pionniers et rudéraux (Berthoud, 2006). En ce qui concerne les pylônes électriques, sur lesquels nous avons principalement travaillé, un grand intérêt pour la biodiversité floristique a été mis en évidence ; surtout quand les formations végétales hébergées sont pérennes et spontanées (Lesigne, 2010). Ces conclusions supposent que la végétation ainsi que le mode de gestion associés à ces infrastructures sont susceptibles d'avoir un effet positif sur les communautés faunistiques du sol. Or, ces dernières sont essentielles aux processus fonctionnels du sol, qui eux-mêmes assurent un grand nombre de services. Toutefois, les organismes composant ces communautés sont particulièrement sensibles à leur environnement. Ainsi, l'objectif du suivi de la faune du sol est d'évaluer la contribution des ILTe sur le maintien ou le rétablissement de la continuité écologique pour les organismes du sol et certains habitats. Il s'agit donc de de mesurer la biodiversité liée aux infrastructures du réseau RTE et SNCF. Plus précisément, il est question d'estimer sur le réseau RTE l'impact des modalités de gestion sous les pylônes, ainsi que l'impact des pylônes eux-mêmes. Nous nous sommes également intéressés à l'effet refuge de ces derniers sur les communautés d'arthropodes (CILB-ITTECOP-FRB, 2014). Pour le réseau SNCF, le but principal est de caractériser les communautés d'arthropodes sur les voies ferrées et sur les talus et de voir si ce réseau représente des voies privilégiées de passage de la faune du sol.

4.1. BIOINDICATEURS UTILISES

La faune du sol est très sensible à l'environnement. Elle est composée généralement d'organismes qui s'adaptent à différents milieux au cours de l'évolution. On retrouve la faune du sol dans la majeure partie des habitats de la planète, des forêts humides tropicales aux déserts semi-arides (Deprince, 2003). Leur présence et leur répartition sont liées aux facteurs édaphiques et climatiques. On trouve donc dans le sol une incroyable diversité d'organismes. En effet, les caractéristiques du sol présentent des contraintes particulières pour la faune, celles-ci s'accentuant avec la profondeur. Cela a favorisé la diversité des organismes, contraints de s'adapter. Classiquement, on distingue trois catégories en fonction de la taille des organismes (Bachelier, 1978) : la micro-, la méso- et le macrofaune. Ces organismes interagissent entre eux, mais aussi avec leur environnement et agissent à différentes échelles, simultanément ou successivement selon leur taille, leur régime alimentaire et leur comportement.

L'étude cible les taxons jugés comme les plus représentatifs des communautés édaphiques. Ces taxons ont un rôle de bioindicateurs quant au type d'habitat dans lequel ils se trouvent, c'est-à-dire que l'étude de leurs caractéristiques, comme leur abondance ou leur diversité, nous renseigne sur la qualité du milieu vis-à-vis des communautés édaphiques (Cortet et *al*., 1999). Différents programmes nationaux et internationaux ont validé et légitimé l'intérêt de ces bioindicateurs[57]. Le choix des taxons

[57] tels que ENVASSO (EC, 2006-8), RMQs-biodiv (2006-9) ou encore BIOINDICATEUR – phase 2 (ADEME, 2009-11).

cibles s'est porté sur les collemboles, les isopodes (cloportes), les coléoptères carabidés et les lumbricidés (ou vers de terre). Ces organismes diffèrent par leur taille, leur régime alimentaire et ont donc un rôle complémentaire au sein de l'écosystème sol.

Les collemboles sont des arthropodes hexapodes entognathes appartenant à la mésofaune du sol. Ils sont phyto-saprophages et sont donc des fragmenteurs de la matière organique du sol. Ils sont également micro-phytophages et se nourrissent de microorganismes tels que les hyphes fongiques et participent à la sélection, au développement et à la dissémination de ces organismes (Hopkin, 1997). Ces microarthropodes occupent tous les niveaux du sol. On distingue trois formes biologiques en fonction de leur habitat. Les collemboles épi-édaphiques vivent à la surface du sol, les collemboles hémi-édaphiques occupent la litière et les collemboles eu-édaphiques vivent au niveau de l'humus et du sol profond. Ces catégories sont facilement repérables, car les changements d'habitats se traduisent par des différences morphologiques marquées.

Le suivi des communautés de collemboles est réalisé en utilisant la méthode des carottes de sol (∅15cm x H 5cm) et par extraction sur Berlese (10 jours). Dans le cadre de ce suivi, chaque station a fait l'objet de 3 prélèvements en mai 2016.

Les cloportes sont les seuls crustacés terrestres. Leur régime alimentaire est de type détritivore (Gere, 1962) et omnivore, puisqu'en plus de résidus végétaux, ils se nourrissent de champignons et de bactéries (Edney *et al*., 1974). La coprophagie est aussi courante, principalement afin d'optimiser l'absorption d'éléments nutritifs (Hassall et Rushton, 1982). De ce fait, ces organismes jouent un rôle clef dans les processus de fragmentation, de décomposition et de recyclage des nutriments. Ils sont essentiellement herbivores et détritivores, et participent ainsi à la fragmentation et la dégradation de la matière organique.

Les coléoptères carabidés (ou carabes) sont pour la plupart des prédateurs polyphages et ont donc un rôle important dans le contrôle des ravageurs en milieu agricole (auxiliaires des cultures) et sont reconnus comme indicateurs d'une diversité générale de la faune du sol. La plupart des carabes adultes vivent sur la surface du sol. Leurs larves, majoritairement prédatrices également, vivent et se métamorphosent dans le sol. Les carabes sont fortement liés aux facteurs climatiques, édaphiques, biologiques (animaux et végétaux) de leur milieu. La présence ou l'absence de certaines espèces ou plus généralement la composition et la structure des communautés peuvent présenter des réponses quantifiables aux changements environnementaux qu'ils soient d'origine anthropique ou naturelle (voir par exemple Luff et *al*., 1989 ; Andren, 1994). Par ailleurs, les carabes ont pour de nombreuses espèces (majoritairement les formes de grande taille) des capacités de déplacement importantes et sont donc à même de recoloniser des territoires.

Cloportes et carabes appartiennent à la macrofaune du sol. Ces organismes circulent à la surface du sol ou au niveau de la litière. Leur suivi a été réalisé via la mise en place de pièges d'interception ou pièges Barber. Ces pièges consistent en un récipient contenant un mélange d'éthylène glycol dilué à 50 %. Le piège est placé dans le sol et recouvert d'une structure faisant office de toit afin d'éviter le remplissage du récipient lors des épisodes de précipitations. Le mélange utilisé permet de garantir la conservation des individus tout en évitant la turgescence des tissus qui rendrait l'identification difficile. Dans le cadre de ce suivi, 3 pièges ont été placés sur chacune des stations. Ces pièges sont activés 15

jours en mai, juin et juillet 2016 sur le réseau RTE. Sur le réseau SNCF, ils sont activés tous les 15 jours en juin et juillet 2016.

Les lombricidés (ou vers de terre) font également parti de la macrofaune du sol. Ils sont reconnus pour leur rôle primordial dans le sol. Ils rendent d'importants services écosystémiques, c'est pourquoi ils sont surnommés « *les ingénieurs du sol* ». Ils ont un rôle important au sein des écosystèmes, car ils participent à la dynamique physique, chimique et biologique du sol, à travers trois principales fonctions : i) la création de galeries qui permettent une meilleure infiltration de l'eau dans le sol, ainsi qu'une meilleure circulation des gaz et des systèmes racinaires des végétaux ; ii) l'alimentation et iii) les rejets leur permettant d'agir directement sur la structure du sol (Pelosi, 2008). Les vers de terre sont classés en trois catégories écologiques en fonction de leur morphologie (taille, pigmentation), de leur comportement (alimentation) et de leur écologie (longévité, prédation) (Bouché, 1972 *in* Pelosi, 2008). Ces trois catégories sont essentielles pour la stabilité de l'écosystème (Baguette et VanDyck, 2007) :

- ✓ les vers épigés ont une coloration marquée, rouge ou rosâtre et se nourrissent de la litière. Ils vivent dans la litière et possèdent une mobilité importante. Etant à la surface, ils sont sensibles aux labours, aux pesticides et au déboisement mais également, aux conditions climatiques et à la prédation (Bouché, 1972) ;
- ✓ les vers anéciques ont une coloration brune à brun noirâtre parfois irisée. Ils possèdent un pouvoir de rétraction dans des galeries verticales important. Ils vivent dans le sol mais prélèvent la litière superficielle qu'ils entraînent dans leurs galeries verticales. Ils participent ainsi au brassage des constituants du sol et jouent un rôle important dans le drainage et l'aération des sols. Ils sont encore présents après le labour et le déboisement (Bouché, 1972) ;
- ✓ les vers endogés ne possèdent pas de pigmentation cutanée. Ils vivent constamment dans le substrat organo-minéral du sol, se nourrissent de racines mortes et de matière organique. Leurs galeries sont horizontales (Bouché, 1972).

Pour chaque station un échantillon de 3 prélèvements est effectué en mai 2016. Le prélèvement de vers de terre est effectué par une méthode qui couple l'extraction chimique et le tri manuel (Bouché, 1972 ; Zaborski, 2003). L'extraction chimique est réalisée à l'aide d'une solution d'isothyocyanate d'allyle (AITC) : 100 mL d'isopropanol contenant 1 mL d'AITC sont versés dans 10 litres d'eau. L'extraction consiste à verser cette solution en 2 temps sur la surface à échantillonner. Cinq litres de la solution sont versés sur la surface, les vers qui remontent sont alors récupérés manuellement pendant dix minutes. Cette opération est effectuée une seconde fois. Le tri manuel consiste à extraire le sol sur la surface du cadre et sur une profondeur d'environ vingt centimètres. Le sol est émietté pour récupérer les vers qui ne sont pas remontés à la surface par l'extraction chimique. En raison de la nature du substrat, seul le réseau RTE a fait l'objet d'un suivi.

4.2. STATIONS D'ETUDE ET PROTOCOLE DE SUIVI

Sur les 2 sites d'étude, Bailleul et Ruminghem, les 4 pylônes sélectionnés ont fait l'objet du suivi ainsi que leurs abords. Trois modes de gestion sont étudiés : culture, pâture et friche (ou non-gestion). Chaque mode de gestion est représenté sous 2 sous-pylônes et dans 2 parcelles avoisinantes. De

même, 2 portions d'une voie ferrée sont étudiées. Les abords des talus des voies ferrées ainsi que les abords extérieurs (hors secteur SNCF) font l'objet d'un suivi (Tab. 42).

Tableau 42: Récapitulatif des points et des modes de gestion

Codage du point d'échantillonnage	Emplacement	Mode de gestion
R_6_F1	Pylône	Friche
R_6_F2/F3	Abords/Talus	Friche
R_6_C2/C3	Abords	Culture
R_5_P1	Pylône	Pâture
R_5_P2/P3	Abords	Pâture
B_1082_C1	Pylône	Culture
B_1082_C2/C3	Abords	Culture
B_1083_F1	Pylône	Friche
B_1083_P1	Pylône	Pâture
B_1083_C2/C3	Abords	Culture
B_1083_P2/P3	Abords	Pâture
R_SN	Voie ferrée	Ballast
B_SN_F1/F2	Talus	Friche
B_SN	Voie ferrée	Ballast

Afin d'étudier l'intérêt potentiel des sous-pylônes et l'impact des différents modes de gestion de ces sous-pylônes sur les communautés faunistiques du sol ainsi que le long des voies ferrées, un protocole adapté est mis en place. Un protocole différent est déployé sur les voies SNCF pour plusieurs raisons : des conditions de terrain difficiles (sol peu accueillant pour la faune et difficilement échantillonnable) et décalage dans le temps par rapport au protocole RTE en cours.

Reseau RTE

Sur les 2 sites, un même protocole est adopté sur chaque parcelle. Sur ces parcelles, 3 stations de suivi sont installées et pour chacune, 3 points d'échantillonnage :

- ✓ sous pylône (1) ;
- ✓ à 5 m du pylône sur une même ligne (2) ;
- ✓ 15 m du pylône sur une même ligne (3).

Reseau SNCF

Une stratégie différente est menée avec 2 stations le long des voies ferrées et 2 stations aux abords, et 3 points d'échantillonnage sur chaque station. Chaque station est séparée d'environ 10 m. Pour une meilleure compréhension des codes utilisés :

- ✓ **B - R** : sites d'étude avec B pour Bailleul et R pour Ruminghem ;
- ✓ **5- 6 -1082 - 1083** : pylônes d'étude ;
- ✓ **C - F - P** : modalités de gestion C : culture, F : friche et P : pâture ;
- ✓ **1-2-3** : stations d'étude correspondant à la distance par rapport au pylône avec 1 : sous pylône, 2 : 5 m du pylône et 3 : 15 m du pylône.

Pour étudier l'intérêt potentiel des pylônes par rapport à leur environnement proche, différents suivis sont effectués : pied de pylône en friche sur friche (F/F), pied de pylône en pâture sur pâture (P/P) ou encore pied de pylône en culture sur culture (C/C). De plus, pour étudier le potentiel effet refuge des pieds de pylônes lorsque celui-ci est implanté dans un environnement perturbé, nous avons suivi : pied de pylône en friche sur culture (F/C). L'ensemble des combinaisons ayant fait l'objet d'un suivi est résumé dans le tableau 43.

Tableau 43. Modalités de gestion des différentes parcelles d'étude

Site	Pylône	Gestion	Modalité étudiées
Bailleul	1083	Friche et culture	F/C
		Prairie	P/P
	1082	Culture	C/C
Ruminghem	5	Prairie	P/P
	6	Friche et culture	F/C
		Friche	F/F

4.3. RESULTATS

4.3.1. Réseau RTE

Les communautés de la faune du sol sont particulièrement sensibles à leur environnement et donc aux propriétés physico-chimiques des sols. Les sols des différentes stations ont fait l'objet d'analyses réalisées par l'INRA d'Arras. Les principaux résultats montrent que les sols se trouvant sous les pylônes présentent des concentrations plus faibles en matière organique (MO), en carbone organique (Corg) et en azote total (N total) que leurs abords présentant une même modalité de gestion (Tab. 44).

Tableau 44. Principaux paramètres agronomiques des sols étudiés

Codage	Argiles	Limons	Sables fins	Corg	N total	C/N	MO	pH
	%	%	%	g.kg-1	g.kg-1		g.kg-1	
B_1082_C (pyl)	31,6	37,6	30,9	12,3	1,3	9,5	21,2	7,4
B_1082_C	31,7	36,7	31,6	13,9	1,4	9,7	24,0	7,5
B_1083_C	31,0	41,6	27,5	33,0	3,0	10,8	57,1	7,7
R_6_C	17,3	69,4	13,3	12,7	1,2	10,3	22,0	7,2
B_1083_P (pyl)	34,4	42,3	23,3	40,7	3,6	11,5	70,4	6,8
B-1083_P	32,0	40,4	27,5	57,8	5,1	11,4	100,0	7,4
R_5_P (pyl)	19,4	64,5	16,1	29,1	2,8	10,3	50,3	7,0
R_5_P	26,8	57,6	15,6	51,6	5,1	10,1	89,2	6,4
B_1083_F (pyl)	29,9	45,0	25,1	49,8	3,8	12,5	86,1	6,8
R_6_F (pyl)	19,4	68,1	12,5	25,8	2,3	11,1	44,6	6,8
R_6_F	18,7	63,2	16,2	38,3	3,1	12,3	66,3	6,4

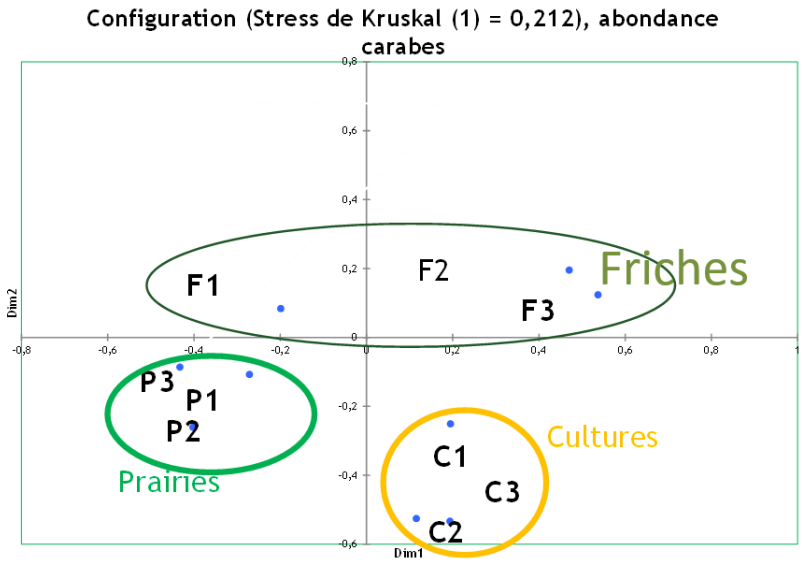
Les communautés de cloportes, de vers et de collemboles collectées sont **relativement pauvres**, aussi bien quantitativement (abondance) que qualitativement (richesse). Pour les collemboles, un maximum de 28 727 ind/m² est recollecté sur B_1083 alors que la littérature indique que les densités moyennes en prairie peuvent atteindre 36 000 ind/m² (Petersen, 1982) voire 47 000 ind/m² (Ponge et *al*., 2003). De même, la richesse spécifique des collemboles est faible. Seules 22 et 16 espèces sont identifiées en prairie et en culture alors que Ponge et *al*. (2003) ont identifié respectivement 42 et 36 espèces dans des contextes comparables. L'abondance et la richesse spécifique des vers de terre sont également faibles : 2 espèces sont identifiées sur les parcelles cultivées alors qu'un maximum de 12 espèces est identifié en prairie. Cette richesse est par ailleurs comparable à celle mesurée dans une prairie de Leforest (ResBioDiv). Les carabes sont, quant à eux, **présents en abondance** sur les parcelles cultivées B_1082 et R_5. Les communautés carabiques sont relativement riches avec de 15 à 28 espèces identifiées en fonction de la modalité de gestion (Tab. 45).

Tableau 45. Abondance et richesse spécifique des taxons étudiés

		Culture			Prairie		Friche	
		R_6	B_1082	B_1083	B_1083	R_5	B_1083	R_6
Carabes	Richesse	15	24	24	28	24	17	18
	Nb moyen /piège	21,1	30,0	10,4	7,8	6,0	7,2	4,2
Collemboles	Richesse	5	16	9	20	22	16	20
	Nb moyen /m²	153,8	3795,4	4358,5	28427,7	17812,3	7076,9	1435,4
Cloportes	Richesse	4	1	2	4	2	6	6
	Nb moyen /piège	1,1	0,1	1,2	8,9	0,5	53,8	25,2
Vers	Richesse	2	2	2	8	12	4	6
	Nb moyen /m²	13,0	13,6	35,2	60,4	233,3	70,3	63,0

L'étude de la composition des communautés des différents taxons montre que celles-ci diffèrent en fonction de la modalité de gestion appliquée (ex. Carabes, Fig. 49).

Figure 49. NMDS (*non-metric multidimensional scaling)* sur les communautés de carabes en fonction des modalités de gestion.



On remarque également que pour chaque modalité de gestion, **les communautés de carabes présentes sous le pylône (C1, F1 et P1 en moindre proportion) diffèrent légèrement** de celles aux abords du pylône. Les différences observées au niveau des paramètres physico-chimiques des sols sous et aux abords des pylônes pourraient expliquer en partie ces différences. Si on analyse plus en détails les résultats pour chaque taxon et modalité de gestion, on observe que malgré le peu d'organismes récoltés, **les pieds de pylônes en friche présentent un intérêt pour les communautés de cloportes** qui ont des abondances significativement plus élevées et sont plus riches que celles des abords, eux aussi en friche (Fig. 50). En milieu cultivé, les pieds de pylône ne semblent pas représenter un refuge pour l'ensemble des taxons étudiés. Ni leur abondance (nombre d'individus), ni leur richesse (nombre d'espèces) ne diffèrent d'une station à une autre. Ces deux précédents résultats sont toutefois peu généralisables dans la mesure où seul un réplica de chaque situation (C/C et F/F) fait l'objet d'un suivi.

Figure 50. Abondance et richesse spécifique moyenne des cloportes sur les parcelles en friche en fonction de la distance au pylône (1 : sous-pylône, 2 : 5 m et 3 : 15 m).

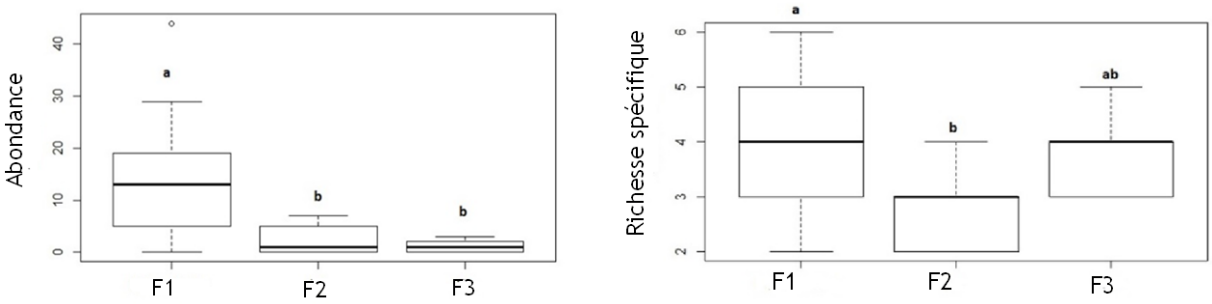
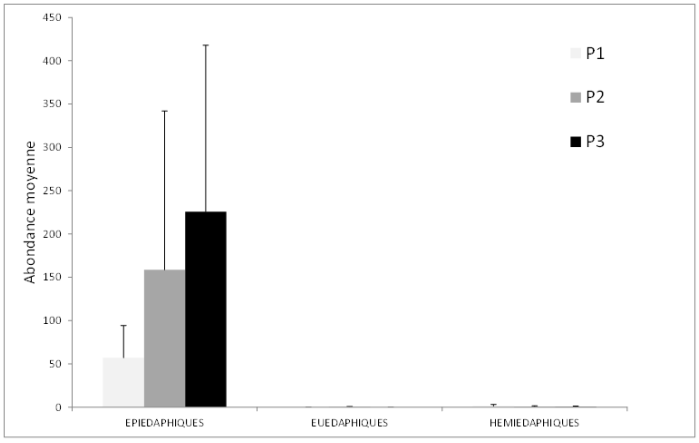


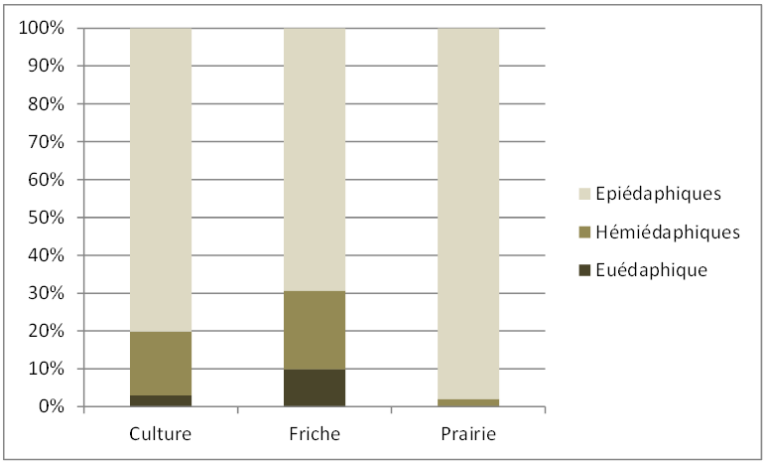
Figure 51. Abondances moyennes des différentes catégories écologiques des collemboles en prairie en fonction de la distance au pylône



Les résultats concernant les cloportes dans un contexte prairial sont comparables à ceux observés en friche. **Les communautés ont des abondances supérieures et sont plus riches sous pylônes pâturés**. La situation inverse est observée pour les collemboles, qui eux semblent plus abondants aux abords des pylônes où les sols sont plus riches en matières organiques, et donc plus propices aux communautés de collemboles. **Ces résultats ne sont cependant pas significatifs** (Fig. 51). Les collemboles collectés sont essentiellement épi-édaphiques, vivant donc à la surface du sol. Le tassement des sols dû au piétinement des troupeaux, qui semblent particulièrement apprécier les sous-pylônes, semble en effet empêcher l'installation des collemboles vivant dans la litière ou le sol. Ce constat se fait d'une façon générale, quelle que soit la modalité de gestion prise en considération.

Les collemboles épi-édaphiques représentent 80 % et 98 % des communautés de collemboles sur les cultures et les prairies (Fig. 52) alors que les proportions issues de la littérature sont de 45 % et 18 % dans les mêmes contextes (RMQsbiodiv).

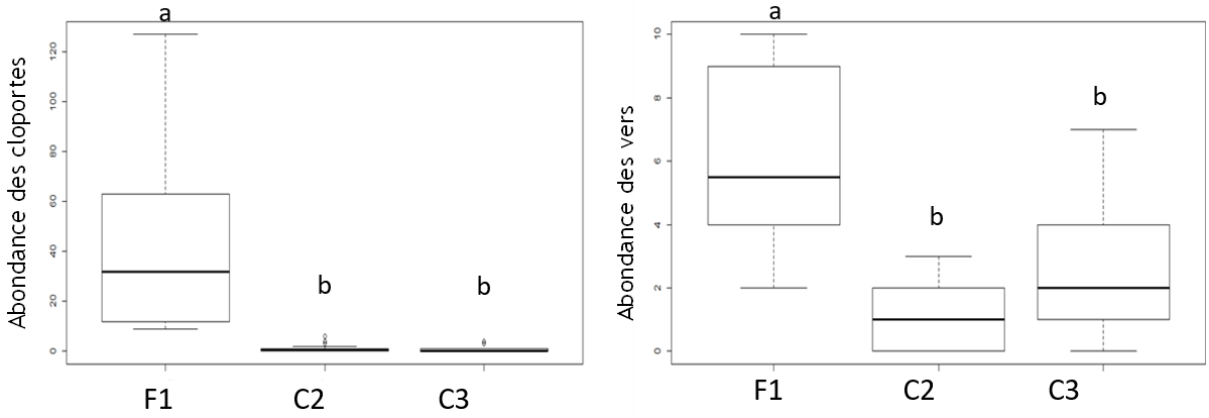
Figure 52. Abondance relative des différentes catégories écologiques de collemboles sur les différentes modalités de gestion.



EFFET REFUGE DES PYLONES

Les cultures sont des milieux ouverts, sur lesquels sont appliqués des traitements (herbicides, etc.), passent des engins et qui présentent peu de micro-habitats permettant aux organismes du sol de se cacher. Les friches sont au contraire des milieux moins perturbés dans lesquelles les organismes peuvent trouver ressources alimentaires et abris. A partir de ce constat, on peut se demander si les pieds de pylônes en friche représentent un refuge pour les communautés faunistiques du sol. Le potentiel effet refuge des pieds de pylônes lorsque celui-ci est implanté dans un environnement perturbé a été suivi grâce aux modalités F/C présentes sur les 2 sites d'étude. Les résultats montrent que les vers de terre et les cloportes sont en effet plus abondants sous pylônes qu'en milieu cultivé (Fig. 53).

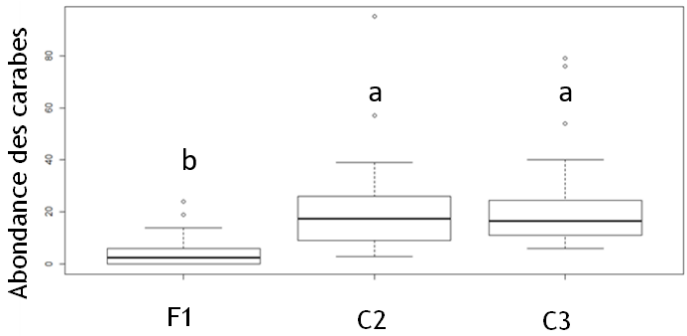
Figure 53. Abondances moyennes des cloportes et des vers de terre sous les pieds de pylônes en friche (F) sur parcelles cultivées C en fonction de la distance au pylône (1 : sous-pylône, 2 : 5 m et 3 : 15 m).



Pour les cloportes, 66 % des espèces sont communes aux 2 modalités laissant présager des va-et-vient entre elles. Seulement 21 % des espèces de vers sont communes aux 2 modalités. Ce résultat peut

s'expliquer par le très faible effectif des vers collectés sur l'ensemble des stations et sur le peu d'espèces identifiées. Au niveau des pieds de pylônes en friche, 4 à 5 espèces de vers ont été identifiées contre 1 ou 2 en zone de culture. Le constat est différent pour les collemboles et les carabes. Si les communautés de collemboles sont comparables en friche et en milieu cultivé, on note que les **communautés de carabes semblent privilégier les parcelles cultivées** (Fig. 54). L'écologie de ces organismes explique ces résultats. On a, en effet, essentiellement récolté des espèces inféodées aux cultures telles que *Poecilus cupreus*, *Metallina lampros* ou *Pseudoophonus rufipes.*

Figure 54. Abondances moyennes des carabes sous les pieds de pylônes en friche (F) sur parcelles cultivées C en fonction de la distance au pylône (1 : sous-pylône, 2 : 5 m et 3 : 15 m).

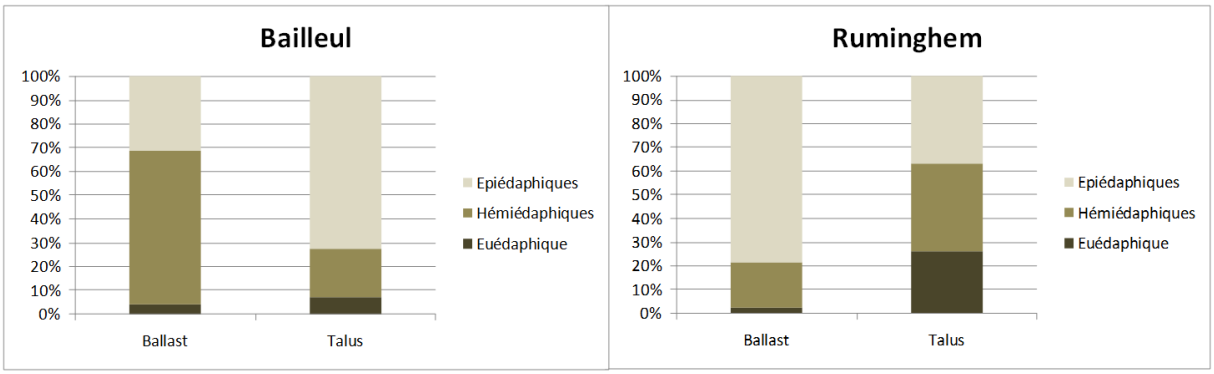


4.3.2. Réseau SNCF

Sur les deux sites d'étude, ce sont les collemboles qui sont majoritairement collectés à proximité des voies ferrées (Ballast). Les communautés de collemboles sont également relativement diversifiées sur ces ballasts avec respectivement 19 et 17 espèces identifiées sur les sites de Ruminghem et de Bailleul. Les communautés de cloportes sont quant à elles composées d'un maximum de 6 espèces (assez grande richesse pour ce qui est de ce taxon). Les carabes et les cloportes sont très peu présents, notamment au niveau des ballasts. Notons, que les communautés édaphiques sont d'une part, différentes d'un site à l'autre et d'autre part, très différentes au niveau du ballast et du talus sur Ruminghem.

L'analyse des types écologiques des collemboles nous indique qu'à Bailleul, les ballasts sont composés principalement de collemboles hémiédaphiques (60 %) et épiédaphiques (30 %), les plus mobiles, alors que le talus voisin présente quant à lui une communauté dominée par les collemboles épiédaphiques (70 %). Sur Ruminghem, les différentes catégories de collemboles sont également représentées sur le talus alors que le ballast est dominé par les collemboles épiédaphiques (Fig. 55).

Figure 55. Abondance relative des différents types écologique des collemboles sur Bailleul et Ruminghem



Ces milieux, qui semblent hostiles, par le microclimat (sec et chaud) et l'absence de sol au niveau des ballasts, attirent cependant les collemboles en quantité importante. Ils sont plus nombreux à Bailleul qu'à Ruminghem. On retrouve des communautés particulières sur les ballasts, montrant ainsi leur différence avec celles rencontrées sur les talus voisins. Sept espèces sont observées uniquement sur le ballast : *Tomocerus vulgaris, Isotomodes productus, Friesea truncata, Isotomurus plumosus, Brachystomella parvulus* et *Sminthurides schoetti.* Ces 2 dernières espèces sont par ailleurs décrites comme des espèces de milieux ouverts (Ponge et *al*., 2003) et *Isotomodes productus* comme une espèce thermophile (Hopkin, 2007). De plus, l'absence sur ces milieux d'autres arthropodes, et donc de potentiels prédateurs de collemboles pourrait aussi être une explication possible à la grande diversité qui y est observée. Pour les carabes, nous y retrouvons deux espèces présentes en majorité, *Abax parallelepipedus* et *Pterostichus madidus,* alors que celles-ci sont quasiment absentes des autres stations d'étude. *Pterostichus madidus* est d'ailleurs recensé comme xérophile et thermophile (Small et *al.*, 2003). Précédemment au programme SYNERGIE, le projet « TRANS-FER » (CEREMA, 2015) étudie l'impact des voies SNCF sur les populations d'un point de vue génétique. Mais là aussi, pour l'espèce *Abax parallelepipedus,* fortement présente dans notre étude sur le ballast des voies, aucun effet barrière des voies SNCF n'a été noté. Concernant les cloportes, *Armadillidium nasatum,* connu pour aimer les terrains calcaires et pierreux (Vandel, 1962), ne sont échantillonné que sur le ballast. Ces milieux, connus pour abriter une flore particulière (Berthoud, 2006), semblent pouvoir abriter des espèces de collemboles, de cloportes et de carabes bien différentes des abords.

4.4. DISCUSSION - CONCLUSION

Les résultats obtenus montrent que la composition des communautés étudiées diffère d'une modalité de gestion à une autre. De plus, les communautés récoltées sous les pylônes diffèrent de celles des modalités associées. Même si un effet pylône n'est observable statistiquement que pour les cloportes sur les zones de friches, les communautés qui les peuplent sont particulières.

Un effet refuge des pylônes sur les communautés faunistiques pourrait, d'une part, se traduire par une plus grande richesse spécifique ainsi qu'une plus grande abondance des taxons aux pieds des pylônes, et d'autre part présenter des communautés bien différentes. Si l'on considère les deux premiers critères, aucun effet refuge significatif n'est visible concernant les carabes qui préfèrent les milieux ouverts, adaptés à leur mode de vie. La répartition des carabes est peu impactée, et semble homogène sur les parcelles cultivées. Ce fait pourrait s'expliquer par la présence en quantité de nourriture comme les mollusques. De même, la végétation présente sous les pylônes ne semble pas non plus influencer leur présence (Lolland, 2011). Le seul élément plaidant en la faveur de cet effet refuge est la présence en plus grande abondance des cloportes et des vers sous pylône en friche par rapport aux parcelles cultivées adjacentes. Cependant les effectifs totaux et les richesses spécifiques de ces deux taxons sont faibles et ne nous permettent pas de généraliser ces conclusions.

Les infrastructures linéaires que représentent les abords des voies ferrées ne semblent pas attirer les organismes du sol les plus mobiles comme les carabes ou encore les cloportes et ne semblent donc pas représenter à cette échelle des voies privilégiées de passage. Le milieu particulier qu'elles représentent (température, ensoleillement, absence de sol, etc.) abrite cependant des communautés originales et riches essentiellement de collemboles mais également, et en faible quantité, de carabes et de cloportes.

4.5. BILAN

Plusieurs résultats sont à retenir :

- ✓ En culture, les pylônes ne présenteraient un intérêt que si celui-ci ne permet pas le passage d'engin, évitant ainsi un tassement trop important du sol. Le seul effet significatif et positif de la présence de ce pylône a été observé pour les collemboles. Pour les organismes plus mobiles, aucun effet n'a été noté. Notons cependant qu'un seul pylône sur culture fait l'objet du suivi.

- ✓ En prairie et en friche, les communautés échantillonnées sous pylônes sont plus riches en cloportes, en collemboles et en moindre proportion en carabes. Les sites de prairies étudiés ont été pâturés pendant notre suivi. Il est à noter que les sous pylônes semblent représenter des zones particulièrement appréciées par les bovins, entrainant par là une disparition de la végétation et un fort tassement du sol. Ce dernier pourrait ainsi empêcher la présence de vers, qu'ils soient épigés (piétinement direct) ou anéciques (impossibilité de creuser des galeries) et expliquer la présence majoritaire de vers endogés sur ces prairies.

- ✓ Les 4 pylônes ayant fait l'objet du suivi n'ont pas permis de mettre en évidence un effet positif global sur l'abondance et la composition des communautés édaphiques. Les effets sont ponctuels et limités à 1 ou 2 taxons (collemboles, cloportes). Aucune influence sur les taxons les plus mobiles n'a été observée.

- ✓ Remarquons que pour des raisons pratiques évidentes, toutes les situations n'ont pu faire l'objet d'un suivi comme « pylône friche sur parcelle friche ». De plus, peu de réplicas des différentes situations ont été pris en compte. Il serait intéressant d'envisager de pousser les observations sur plusieurs réplicas de pylônes en friches, en milieux culturaux, afin de pouvoir confirmer ces résultats.

- ✓ Concernant l'intérêt des abords des voies ferrées sur ces mêmes communautés édaphiques, nous avons observé la singularité de la composition des communautés de collemboles, de carabes et de cloportes. Ces communautés sont composées d'espèces thermophiles et xérophiles ce qui s'explique par le caractère sec et ensoleillé de ces milieux. Notons que les collemboles sont les organismes les plus abondants sur ce milieu.

- ✓ Le talus voisin n'apparait pas comme une source de diversité. Ces infrastructures linéaires que représentent les abords des voies ferrées ne semblent pas attirer les organismes du sol les plus mobiles comme les carabes et les cloportes et ne semblent donc pas représenter à cette échelle des voies privilégiées de passage.

5

POUR CONCLURE : FABRIQUE DE L'INTERDISCIPLINARITE

La fabrique d'une interdisciplinarité forte était l'un des objectifs du projet et était porté par un axe dédié (axe 4). L'axe 4 a été organisateur et animateur des réunions (Tab. 1). Pour faciliter les échanges des outils ont été mis en œuvre (plateforme collaborative, construction d'un thésaurus partagé, site internet). Dans le but de tirer un bilan de l'interdisciplinarité, une enquête a été menée une enquête en avril 2017 auprès des équipes universitaires de recherche. L'objectif des entretiens était de mesurer la perception de l'interdisciplinarité des participants et les arguments associés.

Les sept entretiens ont permis la construction de boussoles d'évaluation de l'interdisciplinarité intra et inter-axe, fondée sur le modèle de M. Borderon et *al.* en 2015. Cette première version a été présentée à l'ensemble de l'équipe projet en mars 2017, afin de déterminer les limites de l'interdisciplinarité en cours et d'identifier des leviers pour y répondre. Plusieurs **niveaux d'interdisciplinarité** ressortent de cette analyse.

Encadré 4 : : Qualifier l'interdisciplinarité par la boussole d'évaluation de l'interdisciplinarité (Borderon *et al.*, 2015).

Issu d'une réflexion de quatre « jeunes chercheurs »[58], l'objectif de cet outil est d'orienter l'évaluation des pratiques interdisciplinaires qualifiées en fonction de leur style d'intégration des disciplines. Il vise « *à dépasser la polysémie de multi-, pluri- et transdisciplinarité pour accroître la transparence méthodologique de l'évaluation de l'interdisciplinarité* » (Borderon *et al.*, 2015).

Fonctionnement de l'outil : A partir du centre de la boussole qui correspond à un niveau zéro d'intégration ou à une *recherche monodisciplinaire*, cinq axes se déploient :

[1] ***la dimension temporelle*** n'est pas toujours évidente à apprécier, mais elle peut-être évaluer aux trois étapes formelles de la recherche : l'écriture et la problématisation du projet, sa diffusion et la valorisation des résultats. Le niveau minimum correspond à une recherche dans laquelle un éventail de disciplines sont présentent sans que celles-ci ne se soient mutuellement questionnées. La *situation intermédiaire* renvoie à une problématique compartimentant *« les intérêts propres à chaque discipline mais nécessitant, pour y répondre, le croisement de procédés méthodologiques issus de diverses disciplines. C'est donc seulement lors de la construction méthodologique que le(s) chercheur(s) côtoie(nt) d'autres horizons disciplinaires* ». Enfin, le degré le plus élevé de l'interdisciplinarité se révèle dans la *« problématisation non spécifique à une discipline […]* résultant, dès le démarrage d'un projet, *« d'un compromis (sinon d'un consensus) sur le sens et la pertinence des données à observer et des méthodes à mettre en œuvre »*.

2] ***la distance disciplinaire*** traduit le niveau de transgression disciplinaire. « *Au-delà du niveau zéro* [la] *boussole commence à détecter une forme d'intégration horizontale entre disciplines qui, en vertu de leur « voisinage » et de leur simple juxtaposition, sont facilement appelées à se côtoyer pour finalement se renforcer les unes avec les autres.* […] *En s'éloignant du degré zéro, on tend ainsi vers une interdisciplinarité plus fusionnelle entre disciplines grâce à une remise en cause de leurs présupposés respectifs* ».

[3] ***la dimension collective*** permet de clarifier les différentes formes d'implication (contribution, coopération, collaboration) dans la construction de l'exercice interdisciplinaire. Le degré zéro correspond à une recherche interdisciplinaire individuelle. La contribution *« est caractérisée par un déséquilibre dans la représentation des disciplines »*. La coopération relève « *d'une démarche plus intégrative* » fondée sur une entente collective sur les thèmes de recherche, les phénomènes à observer, objectifs visés, « *lesquels*

[58] Cette réflexion a été initiée à l'occasion du colloque « Interdisciplinarités entre natures et sociétés » organisé par l'association « Natures Sciences Sociétés – Dialogues » qui porte la revue éponyme s'est tenu en septembre 2013 à Cerisy-la-Salle.

peuvent être connexes ou juxtaposés les uns aux autres ». La collaboration implique « *un volontarisme fort pour transcender les différences disciplinaires par la recherche d'une épistémologie commune* ». Ce niveau est très rarement atteint.

[4] ***les formes d'engagement*** traduisent le positionnement des participants vis-à-vis de leur objet d'étude. Trois degrés d'engagement sont distingués. a) L'enjeu du projet peut alors être avant tout empirique et *analytique* et principalement le fait de restitution d'observations. b) Le projet relève de la *recherche-action* et « *conduit à l'énoncé de propositions, plus ou moins normatives, pour orienter les pratiques ou l'agenda de politiques publiques* ». c) Il traduit un engagement plus poussé, voire militant et rend compte « *de l'intégration d'une démarche politique dans la pratique de recherche* ».

[4] ***la portée extra-académique*** permet de mesurer « *l'implication de parties prenantes autres que scientifiques dans le processus de production de connaissances* ». Ce dernier être : a) strictement académique (degré zéro) ; b) issu d'un recueil de données empiriques (entretien ou questionnaire) ; c) une coproduction de savoirs via des *démarches participatives* ; d) une relation équilibrée entre savoirs scientifiques et savoirs citoyens débouchant sur la production d'outils d'aide à la décision commun (*encapacitement).*

CELLE PRATIQUEE DANS LE CADRE DES REUNIONS DE L'AXE 4

Bien que les discussions et présentations soient disciplinaires, les participants s'attachent à clarifier le vocabulaire et les méthodes explicitant ainsi le discours pour chacun et facilitant les échanges interdisciplinaires. Avec une périodicité régulière (tous les 6 mois), les séminaires, dont l'objectif était de faire un bilan des travaux engagés, ont permis aux chercheurs d'intégrer les connaissances et d'adapter leur propre démarche en fonction des besoins exprimés par les autres disciplines.

« Du point de vue des méthodes, chaque axe développe ses méthodes. Les méthodes sont mixées sans création de méthodologie particulière, mais en voulant apporter une réponse commune alimentée par des données. Entre les axes : Il n'y a pas de méthodes communes. L'équipe a essayé mais s'est dirigée vers l'utilisation d'un bagage méthodologique diversifié. Celui-ci est un ensemble de briques qui constituent le mur. Le ciment est difficile à exprimer, on le fait sans s'en rendre compte, lors des séminaires où sont discutés les limites et apports de chacun. Ces réunions sont le lieu où l'on trouve les solutions, où l'on cherche à se faire comprendre de l'ensemble de l'équipe ce qui demande un effort de vulgarisation, une certaine clarté » (entretien, 03/2017).

« Les outils sont pluridisciplinaires, les échanges sont interdisciplinaires. Les méthodes sont choisies pour qu'elles soient complémentaires par rapport à la question générale développée pour ce projet » (entretien, 03/2017).

La plupart des membres s'accordent pour dire que :

« Les échanges étaient interdisciplinaires dans le cadre des réunions et le projet se veut pluridisciplinaire » (entretien, 03/2017).

CELLE INITIEE DANS L'ECRITURE DU PROJET

Le degré d'interdisciplinarité des chercheurs dépend de leur intégration dans la phase d'écriture du projet ; c'est-à-dire plus l'individu est intégré en amont du projet (au moment de l'écriture la réponse à l'AAP), plus il développe d'interactions avec les autres disciplines. Les chercheurs revendiquent l'interdisciplinarité dans la mesure où ils intègrent dans leurs méthodes, les variables ou les besoins des autres disciplines. Les chercheurs intégrés en fin d'écriture du projet, expriment plus de difficultés. Ils regrettent se trouver en périphérie du projet alors que leur participation aurait pu en être le cœur.

LES NIVEAUX D'INTERDISCIPLINARITE INTRA-AXES

L'interdisciplinarité au sein de chaque axe du projet SYNERGIE a été mesurée au moyen des 5 critères d'évaluation permettant la construction de la boussole (Fig.56).

LA DIMENSION TEMPORELLE

- L'axe 1 se situe dans la *situation intermédiaire* par défaut, puisque l'analyse spatiale imposait un croisement de procédés méthodologiques issus de différents courants de la géographie (géographie des réseaux, géomatique).
- L'interdisciplinarité de l'axe 2 s'est activée dès la phase d'écriture et de problématisation du projet. Les hypothèses ont été formulées entre géographes et juriste pour répondre au mieux aux objectifs. La démarche interdisciplinaire est donc visible dans la problématisation qui non spécifique à une discipline. Cela se retrouve également dans la méthode et la construction d'outils - par exemple le fait de travailler sur l'objet « contrainte » plutôt que sur « pratique » - pour permettre de faire le lien plus facilement avec les autres disciplines.
- L'interdisciplinarité de l'axe 3 a été plus longue à faire émergée. Reposant sur des méthodes d'inventaires spécifiques à chaque discipline, il y a eu peu d'interrelations avec les autres disciplines. Cependant, la diffusion des résultats à l'occasion des séminaires a permis d'activer l'interdisciplinarité. Cette phase a été l'occasion de questionner et discuter des méthodologies déployées. C'est finalement au cours de la dernière année et lors de la valorisation (rédaction du rapport) que l'interdisciplinarité s'est développée. L'interdisciplinarité s'est traduite par des échanges de données, des conseils qui donnent lieu à la rédaction commune de la partie « Suggestions » en réunion organisée par l'axe 4.

LA DISTANCE DISCIPLINAIRE

- Constitué que de géographes, l''axe 1 n'a pu explorer efficacement cette dimension. Une évidente proximité est observée entre géographes issus de courants différents et dont les concepts diffèrent (analyse spatiale, géographie des réseaux).
- L'axe 2 se situe à un degré de proximité disciplinaire, il est constitué de juristes et de géographe qui n'ont eu aucune difficulté à se comprendre, ils considèrent que leurs disciplines sont proches.
- L'axe 3 déploie une plus grande distance disciplinaire en impliquant à la fois des sciences sociales et des sciences naturelles. Pourtant, une certaine proximité s'est installée, puisque l'écologie du paysage associe l'écologie, la géographie, la géomatique, etc.

LA DIMENSION COLLECTIVE DE LA RECHERCHE

- L'implication de l'axe 1 relève de la *contribution.* L'analyse spatiale prédomine au sein de cet axe. Elle a mobilisé cependant les autres disciplines (choix des sites).
- L'axe 2 se situe entre *coopération* et *collaboration* entre géographes et juriste. Ce positionnement tient en partie au travail en amont réalisé (écriture du projet).
- L'axe 3 se situe entre la *contribution* et la *coopération*. Si chacun est resté dans sa discipline, les phénomènes à observer ont été discutés et décidés collectivement. Les difficultés rencontrées avec le dépôt de bilan du bureau d'étude et le nombre restreint de sites n'ont pas permis d'atteindre une coopération efficace. Mais, la *coopération* a émergé en fin de projet (stabilisation de l'équipe) et a donné lieu à des échanges plus fructueux.

LES FORMES D'ENGAGEMENT

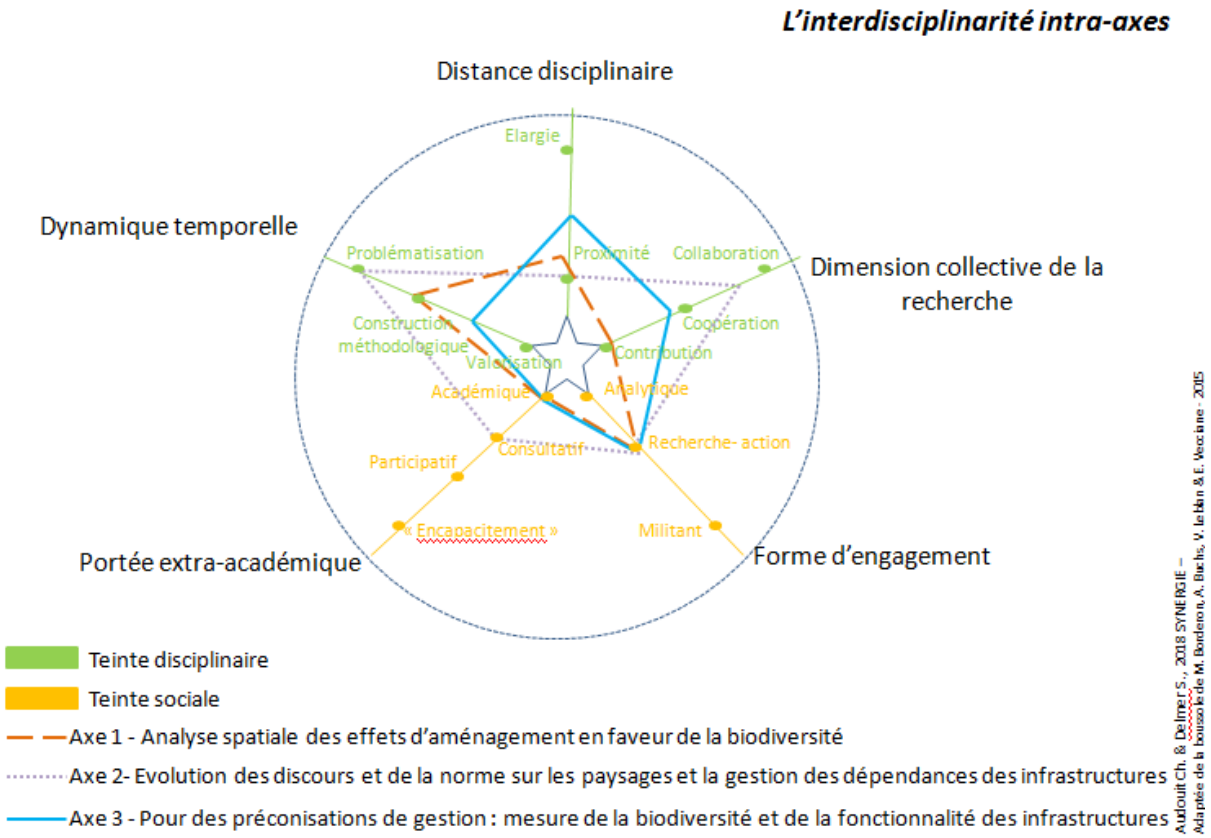
La demande d'opérationnalité de SNCF Réseau et de RTE a été intégrée au sein de chaque axe sous plusieurs formes, si bien que les trois axes se situent dans une démarche de recherche-action.

- Le lancement de l'axe 1 s'est fait sur la base de travaux analytiques visant l'identification et la sélection des sites d'étude. Cette sélection s'est fondée sur des échanges avec les opérateurs : normes de sécurité, enjeux sur le long terme (enlèvement de pylônes, travaux sur voie).
- Un retour aux opérateurs a été effectué par l'axe 2 à la suite de l'enquête auprès des agriculteurs et de la recherche juridique et a conduit à l'énoncé de propositions, plus ou moins normatives, pour orienter les pratiques et les actions d'informations.
- L'axe 3 a très rapidement intégré les normes de sécurité imposées par les ITLe. Les discussions portant sur la perméabilité du paysage et le potentiel de biodiversité ont permis de formuler quelques orientations de gestion. Néanmoins le suivi méso et grande faune n'a pas être discuté, faute de disponibilité (suivi effectué sur les 4 dernières saisons en raison de la défection du bureau d'étude).

LA PORTEE EXTRA-ACADEMIQUE

- L'axe 1 a surtout une portée *académique,* néanmoins les opérateurs de transports ont été consultés sur le choix des sites et leurs intérêts concernant le croisement des réseaux et la gestion des infrastructures. La question du caractère transposable de la démarche a été centrale dès le lancement du projet.
- L'axe 2 a permis de *mobiliser des savoirs extra-académiques* par un recours au *processus consultatif* et le recueil de données empiriques : documents techniques, conventions, enquêtes auprès des agriculteurs et des opérateurs.
- L'axe 3 a une portée *strictement académique*. Néanmoins, les opérateurs de transports ont délégué du personnel au cours des campagnes de prélèvements pour assurer la sécurité des enseignants-chercheurs.

Figure 56. Boussole d'évaluation de l'interdisciplinarité intra-axes du projet SYNERGIE.



LES NIVEAUX D'INTERDISCIPLINARITE INTER-AXES

La méthode d'évaluation par la boussole a également été reproduite pour mesurer le degré d'interdisciplinarité inter-axe (Fig. 57). L'analyse du projet a été faite de manière transversale tout au long de son développement à partir des réunions de travail successives organisées par l'axe 4.

LA DIMENSION TEMPORELLE

Dès le début du projet, l'axe 1 a intégré l'interdisciplinarité dans le choix des variables utilisées pour réaliser l'analyse spatiale (variables nécessaires à l'analyse juridique au sein de l'axe 2, de l'écologie et de la géographie issues de l'axe 3). L'axe 2 a intégré l'interdisciplinarité au moment de la construction de l'outil (grille d'entretien et grille d'analyse). L'approche monodisciplinaire prédomine dans l'axe 3, mais les résultats sont présentés et discutés avec les autres membres.

> *« Les axes se nourrissent les uns des autres. Ils sont eux-mêmes pluridisciplinaires. Il n'aurait pas pu y avoir de résultats semblables avec une démarche sans interdisciplinarité »* (entretien, 03/2017) et *« la méthode choisie même si elle était disciplinaire se justifiait »* (entretien, 03/2017).

Ainsi si on se reporte à la boussole, l'évaluation de l'interdisciplinarité se situe au niveau de la construction méthodologique.

LA DISTANCE DISCIPLINAIRE

Le projet est élargi aux sciences de la vie et des sciences humaines et sociales et des sciences sociales. L'interdisciplinarité est sujette à différentes perceptions par les membres de l'équipe. Ces niveaux peuvent s'expliquer parfois par la proximité entre disciplines ou l'éloignement disciplinaire : droit et géographie sont pour certains très proches et donc cela ne demande pas un grand effort de compréhension entre disciplines et d'intégration des notions de chacune. Pour d'autres, le fait de relever de disciplines différentes justifie qu'ils font de l'interdisciplinaire.

LA DIMENSION COLLECTIVE DE LA RECHERCHE

L'axe 1 a mobilisé les expertises disciplinaires des axes 2 et 3 pour construire l'indice composite de biodiversité potentiel indicateurs de biodiversité. Ainsi, les sciences juridiques et du vivant ont explicité et hiérarchisé indicateurs utilisés (indice de perméabilité, de fragmentation) ainsi que les zonages environnementaux.

> *« Les choix sont le résultat d'un compromis entre le juriste et le géographe. Ce n'est ni bon, ni mauvais, mais acceptable pour les deux »* (entretien, 03/2017).

Les résultats et les méthodes des axes 2 et 3 ont toujours été discutés et échangés au sein de l'axe 4 (Tableau 1). SYNERGIE a atteint un niveau de *coopération* fondée sur une entente collective.

LES FORMES D'ENGAGEMENT

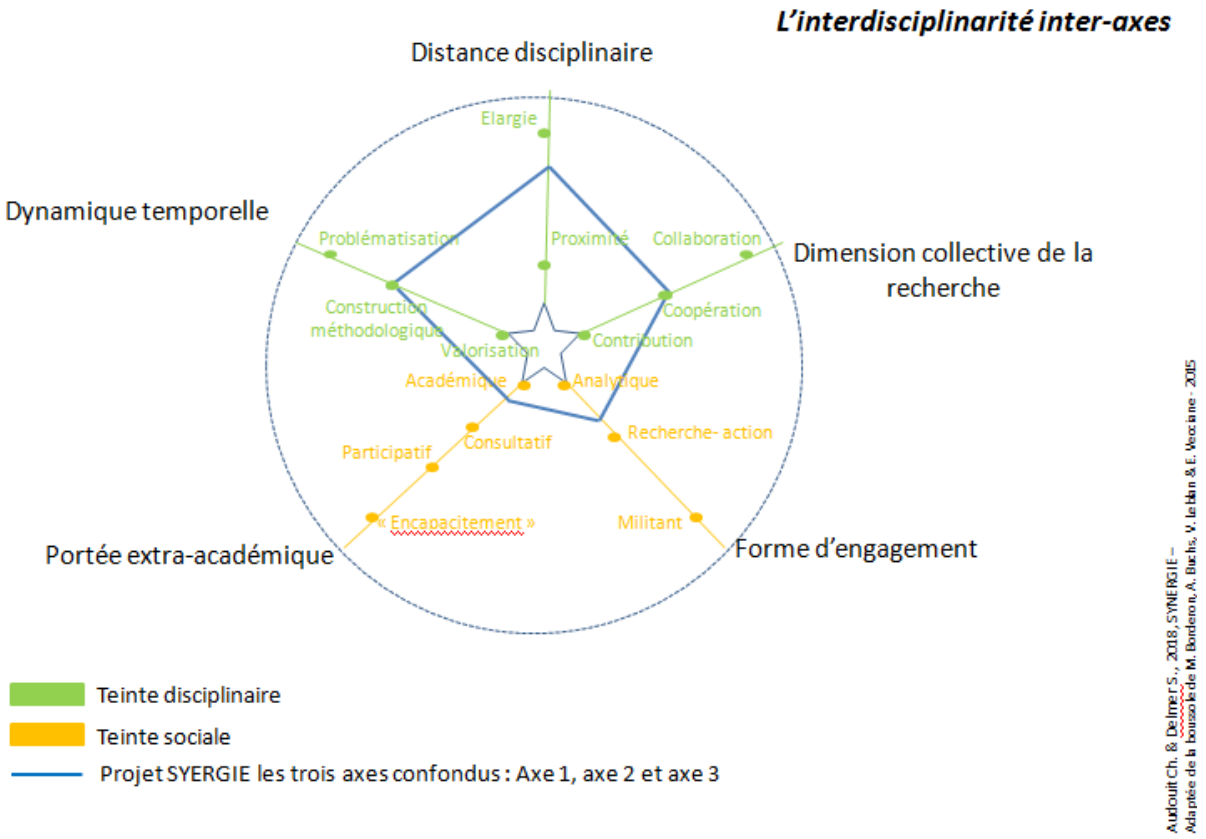
Le projet se positionne dans le champ de la recherche-action fondée sur un partenariat déjà ancien avec RTE et SNCF Réseau. Il devait au terme de la recherche aboutir à des préconisations de gestion en faveur de la biodiversité. Cependant, la défection d'un des participants, le nombre contraint de sites d'étude et d'échantillonnages, la diversité des paysages ont été autant de limites à l'énoncé de pratiques, plus ou moins normatives et transposables.

LA PORTEE EXTRA-ACADEMIQUE

Entre production académique et processus consultatif, le projet a cherché à impliquer les différentes parties prenantes, et notamment les opérateurs. Ces derniers ont été invités à plusieurs réunions et ont participé aux prises de décisions (choix des sites, atlas numériques, rapport intermédiaire, etc.), mais n'ont pas participé à la coproduction de savoir, ni à la production d'outils d'aide à la décision commun.

Désireux de communiquer vers le grand public, le projet a été présenté dans le cadre de l'exposition Xpérium 2016 - 2018 (maquette, vidéo, animation, plaquettes). Cette exposition permanente s'adresse à un public large : scolaire, acteurs territoriaux, de la recherche-action et chercheurs. SNCF Réseau et RTE se sont dit satisfaits de la démarche, qui explicite autant les problématiques auxquelles ils sont confrontés que leurs actions en faveur de la biodiversité.

Figure 57. Boussole d'évaluation de l'interdisciplinarité inter-axes du projet SYNERGIE.



EN CONCLUSION

> *« L'interdisciplinarité ne se décrète pas, il faut croire en l'intelligence collective et avoir confiance dans le chef de file »* (entretien, 03/2017).

Effectivement, la pratique de l'interdisciplinarité, que ce soit en inter-axes ou intra-axe, est intimement liée à la personnalité même du pratiquant, à son état d'esprit. En outre, l'exigence de l'interdisciplinarité (en fait-on ou pas ?) est variable selon les individus. Aussi les perceptions oscillent entre transdisciplinarité et pluridisciplinarité lorsque le travail réalisé est complémentaire à celui des autres. Sur les sept interviewés, deux considèrent être restés dans leur champ disciplinaire sans interactions avec d'autres. L'interdisciplinarité peut être un objectif considéré comme ambitieux ou assez naturel selon que l'on s'impose des prérequis exigeants. Certains déclarent alors :

> *« il faut vraiment être très bon dans sa discipline pour faire de l'interdisciplinarité »* (entretien, 03/2017) et d'autres *« considèrent qu'il n'est pas forcément nécessaire d'être expert et que l'on peut avancer ensemble »* (entretien, 03/2017).

Enfin, plusieurs défections ont eu lieu au cours de ce projet, générant un décalage entre l'interdisciplinarité attendue et ce qu'elle en est à la fin du projet.

« Les rendus scientifiques ne seront pas ceux espérés, pour plusieurs raisons. La première est liée à l'indisponibilité d'une chercheuse, la deuxième à la qualité des données, troisièmement la conjoncture joue en défaveur de nos travaux puisque le SRCE […]. *Les rendus aux opérateurs seront à adapter »* (entretien, 03/2018).

En dépit des multiples vicissitudes du projet (défection du LACTH et du bureau d'étude Asconit, échanges parfois difficiles avec les opérateurs), ce dernier s'est concrétisé grâce à la cohésion du groupe, résultant de la bienveillance, du respect mutuel, de l'écoute pour chacune des disciplines. Certains précisent que le climat collectif et l'ambiance inter-chercheurs a été très favorable à l'échange et à la confiance entre les membres.

BIBLIOGRAPHIE

Aguejdad R., Hubert-Moy L., "Suivi de l'artificialisation du territoire en milieu urbain par télédétection et à l'aide de métriques paysagères. Application à une agglomération de taille moyenne, Rennes Métropole", *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Cartographie, Imagerie, SIG, article n°766, 25 janvier 2016. URL : http://cybergeo.revues.org/27465.

Allag-Dhuisme F., Barthod C., Bielsa S., Brouard-Masson J., Graffin V., Vanpeene S. (coord.), Chamouton S., Des- sarps P.M., Lansiart N., 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. Proposition issue du comité opérationnel Trame verte et bleue. MEEDDM ed : 23-24.

Alphandéry P., Fortier A., 2015, "Les données naturalistes à l'épreuve de la transparence", *Etudes rurales*, Vol. 1, No.195, 127-144.

Alsace Nature, 2008, *Infrastructures et continuités écologiques : étude méthodologique et application test en Alsace*. Rapport téléchargeable sur http://www.alsacenature.org/content/view/330/273/lang,fr

Amsallem J., Deshayes M., Bonnevialle M., 2010, "Analyse comparative de méthodes d'élaboration de trames vertes et bleues nationales et régionales", *Sciences Eaux & Territoires*, No.3, 40-45.

Andren H., 1994, Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat – a review. *Oikos*, 71, p 355-366.

Argyris, 1995, *Savoir pour agir*, Paris, Interéditions.

Avon C., Bergès L., 2016, "Prioritization of habitat patches for landscape connectivity conservation differs between least-cost and resistance distances", *Landscape Ecology*, Vol. 31, 1551-1565.

Bachelier G., 1978, La faune des sols : Son écologie et son action, ORSTOM, p. 391.

Baguett M., Van Dyck H., 2007, Landscape connectivity and animal behavior: functional grain as a key determinant for dispersal, *Landscape Ecology*, 22, p 1117-1129.

Bailey D., Billeter R., Aviron S., Schweiger O., Herzog F., 2006, he influence of thematic resolution on metric selection for biodiversity monitoring in agricultural landscapes », *Landscape Ecology*, 22, p. 461-473.

Baker L., Brazel, A., Byrne L., Felson A., Grove M., Hill H., Nelson K.C., Walker J., Shandas V., 2007, "Effects of human choices on characteristics of urban ecosystems", *Bulletin of the Ecological Society of America*, Vol.88, 404–409

Barré A., 1995, "Vingt-cinq ans d'infrastructures de transport dans la Région Nord-Pas de Calais", *Hommes et Terres du Nord*, No.3, 128-134.

Bastian O., Steinhardt U. (eds.), 2002, *Development and Perspectives of Landscape Ecology*, Dordrecht, Boston, London, Kluwer Academic Publishers.

Baudelle G., 1998, "Organisation de l'espace du Nord-Pas de Calais", *Mappemonde*, No.50, 2, 23-30.

Bender, D. J., Tischendorf, L., Fahrig, L., 2003, "Using patch isolation metrics to predict animal movement in binary landscapes", *Landscape Ecology*, Vol. 18, No.1, 17-39.

Bernier A. et Théau J., 2013, Modélisation de réseaux écologiques et impacts des choix méthodologiques sur leur configuration spatiale : analyse de cas en Estrie (Québec, Canada), *VertigO* 13, n°2, http://vertigo.re- vues.org/14105.

Berthoud, 2006, Prise en considération de la diversité biologique et paysagère dans le développement des transports par route, Sauvegarde de la nature n°132, p. 87-112.

Borderon M., Buchs A., Leblan V., Vecchione E., 2015, « Réflexivité et registres d'interdisciplinarité. Une boussole pour la recherche entre natures et sociétés *», Natures Sciences Sociétés*, 23 (4). p. 399-407, https://doi.org/10.1051/nss/2015060.

Bouche M., 1972, Lombriciens de France, écologie et systématique, Inra annales de zoologie Hors-série, p. 670.

Broquet, T., Ray N., Petit E., Fryxell J. M., Burel F., 2006, "Genetic isolation by distance and landscape connectivity in the American marten (Martes Americana) ", Landscape Ecology, Vol. 21, 877-889.

Byrne L.B., Bruns M.A., Chung Kim K., 2008, "Ecosystem properties of urban land covers at the aboveground-belowground interface", *Ecosystems*, Vol.11, 1065-1077.

Cattan, N., 2016, Métropolisation et systèmes territoriaux au sein de la région Hauts-de-France. Premières réflexions pour une approche renouvelée des relations entre les territoires de la nouvelle région, Agence de Développement et d'urbanisme de Lille, rapport d'étude.

CEREMA, 2015, Analyse et rétablissement de la transparence écologique des infrastructures ferroviaires. Rapport final du programme Trans-fer, p. 245.

Chiffres clés du transport, édition 2012, Direction générale des infrastructures des transports et de la mer, Re- pères, mars 2012, http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Rep_transports_2012.pdf

CILB-ITTECOP-FRB, 2014, Appel 2014 : Infrastructures linéaires de transport, biodiversités et paysages, Projet scientifique : SYNERGIE « Mise en synergie des réseaux : évaluer la contribution des emprises des infrastructures linéaires de RTE et de RFF aux continuités écologiques », p. 27.

Clevenot L., De Chastenet C., Frascaria N., Jacob P., Raymond R., Simon L., Pech P., Do Linear Transport Infrastructures provide a potential corridor for urban biodiversity? Case study in Greater Paris, France, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, article n°803, 09 janvier 2017, URL : http://cybergeo.revues.org/27895.

Cluzeau D., Péres G., Guernion M., Chaussod R., Cortet J., Fargette M., Martin-Laurent F., Mateille T., Pernin C., Ponge J.-F., Ruiz-Camacho N., Villenave C., Rougé L., Mercier V., Bellido A., Cannavaciuolo V., Piron D., Arrouays D., Boulonne L., Jolivet C., Lavelle P., Velasquez E., Plantard O., Walter C., Foucaud-Lemercie, B., Tico S., Giteau J.-L., Bispo A., 2009, Intégration de la biodiversité des sols dans les réseaux de surveillance de la qualité des sols: Exemple du programme-pilote à l'échelle régionale, le RMQS BioDiv. *Etude Gest. Sols*, 16, p. 187-201.

Coffin A.W., 2007, From road kill to road ecology: A review of the ecological effects of roads. *Journal of Transport Geography*, 15, p. 396-406.

Connectivity Conservation. Cambridge University Press, Cambridge, p. 29-43.

Cortet J., Gomot De Vauflery A., Poinsot-Balaguer N., Gomot L., Texier C., Cluzeau D., 1999, The use of invertebrate soil fauna in monitoring pollutant effects. *European Journal of Soil Biology*, 35, p. 115-134.

Croci S., Butet A., Georges A., Aguejdad R., Clergeau P., 2008, "Small urban woodlands as biodiversity conservation hot-spot: a multi-taxon approach", *Landscape Ecology*, Vol. 23, 1171-1186

Deprince A., 2003, La faune du sol, diversité, méthodes d'étude, fonctions et perspectives. *Le courrier de l'environnement* n°49, p. 16

Deshaies M., Michel N., Payre R., 2015, JUMELAGE - Évaluation des effets du jumelage des ITT sur le fonctionne- ment et la perception du territoire Approches diachroniques, cas pratiques, et méthodologies d'objectivation. Rapport final ITTECOP, 448 p.

Di Méo G., 1999, Géographies tranquilles du quotidien. Une analyse de la contribution des sciences sociales et de la géographie à l'étude des pratiques spatiales. *Cahiers de Géographie du Québec,* vol. 43, n°118, p. 75-93.

DIREN NPdC, 2006, *Atlas des paysages de la région Nord-Pas de Calais. Approche générale et culturelle*, Direction Régionale de l'Environnement Nord-Pas de Calais.

Dross W., 2017, *L'originalité de l'obligation réelle environnementale en droit des biens*, Énergie-Env.-Infrastr. 2017. Dossier 16.

Dudley N., 2008, Lignes directrices pour l'application des catégories de gestion aux aires protégées. IUCN.

Dupont P., 2010, Plan national d'actions en faveur des Maculinea, Office pour les insectes et leur environnement-Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, p. 138

Edney E.B., Allen W., Mc Farlane J., 1974, Predation by Terrestrial Isopods. *Ecology*, 55, p. 428-433.

Etherington T.R., 2016, "Least-Cost Modelling and Landscape Ecology: Concepts, Applications, and Opportunities", *Current Landscape Ecology Reports*, No.1, 40-53.

Etherington, T.R., Holland E. P., 2013, "Least-cost path length versus accumulated-cost as connectivity measures", *Landscape Ecology*, Vol. 28, 1223-1229.

Fahrig L., Pedlar J.H., Pope S.E., Taylor P.D., Wegner J.F., 1995, Effect of road traffic on amphibian density. *Biolo- gical Conservation* 73, p. 177-182.

Finke J., Sonnenschein M., 2007, "Simulation and Optimization of Habitat Network Permeability", in : Gómez J.M., Sonnenschein M., Müller M., Welsch H., Rautenstrauch C. (eds), *Information Technologies in Environmental Engineering. Environmental Science and Engineering (Environmental Engineering)*. Springer, Berlin, Heidelberg, 433-444.

Foltête J.C., 2011, *GRAPHAB - Graphes paysagers et évaluation de l'impact de la ligne à grande vitesse Rhin- Rhône sur la connectivité spatiale des habitats : conséquences sur les distributions d'espèces.* Rapport final ITTECOP, 62 p.

Foltête J.-C., Clauzel C., Vuidel G., 2012b, "A software tool dedicated to the modelling of landscape networks", *Environmental Modelling and Software*, Vol. 38, 316 -327.

Foltête, J.-C., Clauzel C., Girardet X., Tournant P., Vuidel G., 2012a, "La modélisation des réseaux écologiques par les graphes paysagers", *Revue Internationale de Géomatique*, Vol. 22, No.4, 641-658.

Forman R.T.T., 1995, Land mosaics, the ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, Cam- bridge.

Forman R.T.T., Alexander L.E., 1998, "Roads and their major ecological effects", *Annual Review of Ecology and Systematics*, Vol. 29, 207-231.

Franchomme M., 2008, Du cadastre napoléonien à la trame verte, le devenir des petites zones humides périurbaines en région Nord-Pas de Calais, Thèse de doctorat en géographie et aménagement, Villeneuve-d'Ascq, Université de Lille 1, 406 p.

Gere G., 1962, Nahrungsverbrauch der Diplopoden und Isopoden in Freilanduntersuchungen. *Acta Zoologica* (Budapest), 8, p. 385-415.

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, p. 10-17.

Glaser, Strauss, 2010, *La découverte de la théorie ancrée-Stratégie pour la recherche qualitative*, Paris, Armand Colin.

Gotelli N.J., Colwell R.K., 2001, Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and com- paraison of species richness. *Ecology letters* 4, p. 379-391.

Grimm N.B., Faeth S.H., Golubiewski N.E., Redman C.L., Wu J., Bai X., Briggs J.M., 2008, "Global change and the ecology of cities", *Science*, Vol.319, 756-760.

Guillemette, 2006, L'approche de la *Grounded Theory* pour innover ? *Recherches Qualitatives* 26(1), p. 32-50.

Gustafson E.J., Parker G.R., 1992, "Relationship between landcover proportion and indices of landscape spatial pattern", *Landscape Ecology*, Vol. 7, 101-110.

Gustafson E.J., Parker G.R., 1994, Using an index of habitat patch proximity for landscape design. *Landscape and Urban Planning*, 29, p 117-130.

Haines-Young R., Chopping M., 1996, "Quantifying landscape structure: a review of landscape indices and their application to forested landscapes", *Progress in physical geography: Earth and Environment*, Vol. 20, No.4, 418-445.

Hardt R. A., Forman R. T., 1989, "Boundary form effects on woody colonization of reclaimed surface mines", *Ecology*, Vol. 70, No.5, 1252-1260.

Hargis C.D., Bissonette J.A., David J.L., 1998, "The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat fragmentation", *Landscape Ecology*, vol. 13, No.3, 167-186.

Hassall M., Rushton S.P., 1982, The role of coprophagy in the feeding strategies of terrestrial isopods. *Oecologia*, 53, p. 374-381.

Hautereau-Boutonnet M., 2016, *La reconquête de la biodiversité par la conquête du droit civil. - À propos de la loi n°2016-1087du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages*, JCP G, 12 sept. 2016, p. 948.

Hendoux F., 2005, Atlas régional de la trame verte et bleue. Cahier méthodologique, Centre Régional de Phytosociologie/Conservatoire botanique national de Bailleul.

Herrnberger, L'obligation réelle environnementale, le point de vue de la pratique, *Énergie-Env.-Infrastr. 2017. Dossier 17*.

Hopkin S.P., 1997, Biology of the springtails (Insecta: Collembola). Oxford University Press, Inc., New-York, p. 330.

Jaeger J., 2002, *Landschaftszerschneidung. Eine transdisziplinäre Studie gemäss dem Konzept der Umweltgefährdung*. Eugen Ulmer, Stuttgart, 447 p.

Janin, 2017, L'ancrage territorial des obligations environnementales, *Énergie-Env.-Infrastr. 2017. Dossier 18*.

Jinxing Z., Jun Y., Gong P., 2008, Constructing a green railway on the Tibet Plateau: Evaluating the effectiveness of mitigation measures. *Transportation Research*, 13, p. 369-376.

Jolivet L., Cohen M., Ruas A., "Évaluation des conséquences d'aménagements d'infrastructures sur les déplacements d'animaux. Définition et expérimentation d'un modèle de simulation agent", *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, article n°712, 21 février 2015. URL : http://cybergeo.revues.org/26767.

Jongman R.H.G., Külvik M., Kristiansen I., 2004, "European ecological networks and greenways", *Landscape and Urban Planning*, Vol.68, No.2-3, 305-319.

Kabouche, Bayeul, Zimmermann, Bayle, 2006, La mortalité des oiseaux sur le réseau électrique aérien : enjeux et perspectives en PACA, DREAL PACA, 108 p.

Kaczensky P., Knauer F., Krze B., Jonozovic M., Adamic M., Gossow H., 2003, The impact of high speed, high volume traffic axes on brown bears in Slovenia. *Biological Conservation* 111, p. 191-204.

Kindlmann P., Burel F., 2008, "Connectivity measures: a review", *Landscape ecology*, Vol. 23, 879-890.

Konga F., Yinb H., Nakagoshic N., Zongb Y., 2010, Urban green space network development for biodiversity conservation: Identification based on graph theory and gravity modeling, *Landscape and Urban Planning*, 95, p. 16- 27.

Labat D., 2013, Le paysage, outil de l'action publique ?, *Métropolitiques,* 20 fév. 2013. URL : http://www.metropolitiques.eu/Le-paysage-outil-de-l-action.html.

Labat, D., *Le paysage, levier d'action dans la planification territoriale. Essai d'évaluation de la politique paysagère du SCOT de l'aire métropolitaine de Bordeaux* à AgroParisTech.

Larrieu L., Gonin P., 2008, "L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) : une méthode simple et rapide pour évaluer la biodiversité potentielle des peuplements forestiers", *Revue Forestière Française*, Vol. 6 : 727-748.

Lechner A. M., Sprod D., Carter O., Lefroy E. C., 2017, "Characterising landscape connectivity for conservation planning using a dispersal guild approach", *Landscape Ecology*, Vol.32, 89-113.

LePoint S., Gallery P., Wikelski M., Kays R., 2013, "Animal behavior, cost-based corridor models, and real corridors", *Landscape Ecology*, Vol. 28, 1615-1630.

Lesigne E., 2010, Biodiversité et infrastructures linéaires : la contribution de RTE à la Trame verte et bleue, Annales des Mines - Responsabilité et environnement 2012/4 (N° 68), p. 77-86

Liénard S., Clergeau P., "Trame Verte et Bleue : Utilisation des cartes d'occupation du sol pour une première approche qualitative de la biodiversité", *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, article n°519, 01 mars 2011. URL : http://cybergeo.revues.org/23494.

Lindenmayer D.B. et Fischer J., 2006, "*Habitat fragmentation and landscape change : an ecological and conservation synthesis*", Washington D.C., Island Press, 352 p.

Lolland O., 2011, Évaluation de l'abondance relative et de la richesse spécifique des carabes associées à différents systèmes culturaux et travaux de sol, Mémoire, Université Laval.

Lorant-Plantier E., "Un indicateur global d'évaluation de la vulnérabilité écologique du milieu le long de grandes infrastructures linéaires : Pourquoi ? Comment ?", *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Aménagement, Urbanisme, article n°680, 16 juillet 2014. URL : http://cybergeo.revues.org/26362.

Luff M.L., Eyre M.D., Rushton S.P., 1989, Classification and ordination of habitats of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in North-East England. *Journal of Biogeography*, 16, p. 121-130.

Luginbühl Y. (dir.), 2013, *Infrastructures de transports terrestres, écosystèmes et paysages. Des liaisons dangereuses* La documentation Française, Paris, 282 p.

MacEachren A.M., 2004, *How Maps Work. Representation, Visualization, and Desig*n, New York, Guilford Press.

Maillard F., 2014, Développement d'une méthode d'évaluation quantitative des effets des projets d'infrastructures de transport terrestre sur les milieux naturels, Thèse de Doctorat, Université Nantes Angers Le Mans, p. 482

Martin, 2017, Les obligations réelles environnementales, *in* Cans et Cizel (dir.), La loi Biodiversité, ce qui change en pratique, *Éditions législatives 2017*.

MC Garigal K., Marks B.J., 1995, FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure, Washington D.C : United States Departement of Agriculture genreal technical report PNW-GTR-351, p. 42

McGarigal K., Cushman S.A., Neel M.C., Ene E., 2002, FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program, University of Massachusetts, Amherst.

McRae B.H., Dickson B.G., Keitt T.H., Shah V.B., 2008, "Using circuit theory to model connectivity in ecology and conservation", *Ecology*, Vol. 89, Issue 10, 2712-2724.

McRae B.H., Kavanagh D.M., 2011, Linkage mapper connectivity analysis software. *The Nature Conservancy*, Seattle, http://www.circuitscape.org/linkagemapper.

Menerault Ph., 1995, "Approche géo-institutionnelle des relations entre transports publics urbains et territoires à l'échelle du Nord -Pas-de-Calais", *Hommes et Terres du Nord*, No.3, 161-166.

Mimet A., Clauzel C., Foltête J.C., 2016, "Locating wildlife crossings for multispecies connectivity across linear infrastructures", *Landscape Ecology*, Vol. 31, No.9, 1955-1973

Mitchell M.G.E., Bennett E.M., Gonzalez A., 2013, "Linking Landscape Connectivity and Ecosystem Service Provision: Current Knowledge and Research Gaps", *Ecosystems*, Vol. 16, Issue 5, 894-908.

Moser B., Jaeger J.A., Tappeiner U., Tasser E., Eiselt B., 2007, "Modification of the effective mesh size for measuring landscape fragmentation to solve the boundary problem", *Landscape ecology*, Vol. 22, No.3, 447-459.

Nagendra H., 2002, Opposite trends in response for the Shannon and Simpson indices of landscape diversity, *Applied Geography*, 22, p. 175-186.

O'Neill R.V., Milne B.T., Turner M.G., Gardner R.H., 1988, "Resource utilization scales and landscape pattern", *Landscape Ecology*, Vol. 2, No.1, 63-69.

Paris D., Stevens J.F., 2000, *Lille et sa région urbaine ; la bifurcation métropolitaine*, Paris, L'Harmattan, collection Métropole.

Pellissier V., Cohen M., Boulay A., Clergeau P., 2012, "Birds are also sensitive to landscape composition and configuration within the city centre", *Landscape and Urban Planning*, Vol. 104, 181-188.

Pelosi C., 2008, Modélisation de la dynamique d'une population de vers de terre Lumbricus terrestris au champ. Contribution à l'étude d'impact de sustèmes de culture sur les communautés lombriciennes. Thèse Agro Paris Tech, p. 141.

Penone C., 2012, *Fonctionnement de la biodiversité en ville : contribution des dépendances vertes ferroviaires*. Ph.D. Thesis, Paris, Museum National d'Histoire Naturelle.

Penone C., Machon N., Julliard R., Le Viol I., 2012, "Do railway edges provide functional connectivity for plant communities in an urban context?", *Biological Conservation*, Vol. 148, 126-133.

Perrenoud, 2001, De la pratique réflexive au travail sur l'habitus, *Recherche & Formation* n° 36, p. 131-162.

Petersen H., 1982, Structure and size of soil animal populations. Oikos, 39, p. 306-357.

Ponge J.F., Gillet S., Dubs F., FedoroffE., Haese L., Sousa J.P., Lavelle P., 2003, Collembolan communities as bioindicators of land use intensification, *Soil Biology and Biochemistry*, p. 813–826.

Préfet du Nord-Pas-de-Calais et Région Nord-Pas de Calais, 2014, Schéma régional de cohérence écologique à Trame verte et bleue du Nord-Pas de Calais, Rapport.

Pullinger M.G., Johanson C.J., 2010, "Maintaining or restoring connectivity of modified landscapes: evaluating the least-cost path model with multiple sources of ecological information", *Landscape Ecology*, Vol. 25, 1547-1560.

Ranta P., 2008, "The importance of traffic corridors as urban habitats for plants in Finland", *Urban Ecosystems*, Vol.11, 149-159.

Reboul-Maupin, Grimonprez, Les obligations réelles environnementales : chronique d'une naissance annoncée, *D. 2016. 2074.*

Riiters K.H., O'Neill R.V., Hunsaker C.T., Wickham J.D., Yankee D.H., Timmins S.P., Jones K.B., Jackson B.L., 1995, "A factor analysis of landscape pattern and structure metrics", *Landscape Ecology*, vol. 10, No.1, 23-39.

Rochfeld J., 2014, Quel modèle pour construire des « communs » ?, *in Repenser les biens communs*, B. Parance, J. de Saint Victor, CNRS éd., p. 124.

RTE, 2014, Schéma décennal de développement du réseau de transport d'électricité, Dossier régional Nord Pas- de-Calais - XI-16 Perspectives de développement en Nord Pas-de-Calais, 18 p.

Rutledge D., 2003, Landscape indices as measures of the effects of fragmentation: can pattern reflect process?, Sciences Internal Series, Science Technology and Information Services, New-Zealand Department of Conservation, p. 26.

Saint-Arnaud, 1992, *Connaître par l'action*, Montréal, Les Presses de l'Université de Montréal.

Schmitt G., 2009, Valeurs et usages de l'espace : approches méthodologiques des dynamiques foncières dans la région Nord-Pas de Calais, Thèse de doctorat en géographie, aménagement de l'espace et urbanisme, Villeneuve-d'Ascq, Université de Lille 1.

Schmitt S., Franchomme M., Hinnewinkel C., 2014, Réseau électrique et réseau écologique : contraintes et opportunités dans un paysage fragmenté. *Projets de paysage*, 10. http://www.projetsdepaysage.fr

Schön, 1994, *Le praticien réflexif. À la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*, Montréal, Editions Logiques.

Serrano M., Sanz L., Puig J., Pons J., 2002, Landscape fragmentation caused by the transport network in Navarra (Spain). Two-scale analysis and landscape integration assessment. *Landscape and Urban Planning,* 58, p. 113- 123.

SETRA, 2011, Infrastructure de transport, biodiversité et territoire. L'apport de l'écologie du paysage , CETE de L'Est, CETE Normandie Centre, CETE Nord Picardie, CETE Méditerranée, CETE de Lyon, CETE du Sud-Ouest, CGDD, Sétra , p. 29 , 12/2011

Small E.C., Sadler J.P., Telfer M.G., 2003, Carabid beetle assemblages on urban derelict sites in Birmingham, UK Journal of Insect Conservation, 6, p. 233-246.

SNCF Réseau, Ecosphère, MNHN-SPN, CNRS, CEREMA, 2015, Programme « Trans-fer » : Analyse et rétablisse- ment de la transparence écologique des infrastructures ferroviaires 2011-2014 – SNCF Réseau, Paris, 245 pp. + annexes.

Sordello R., Billon L., Amsallem J., Vanpeene S., 2017, Bilan technique et scientifique sur l'élaboration des Schémas régionaux de cohérence écologique - Méthodes d'identification des composantes de la TVB. Centre de ressources TVB.

SRADDT, 2012, Projet d'actualisation du Schéma Régional des Transports et Mobilités Volet Transports et Mobi- lités du SRADDT. Projet soumis à la consultation et à la mise à disposition du public, 101 p.

Taylor P., Fahrig L., With W., 2006, Landscape connectivity: A return to basics. *In* Crooks K.R., Sanjayan M. (Eds.),

Tillmann J.E., 2005, Habitat Fragmentation and Ecological Networks in Europe, GAIA, 14, 2, 119-123.

Tournant P., 2013, Impact du paysage sur la distribution spatiale et génétique des colonies de petits rhinolophes, Doctorat de Géographie, Université de Franche-Comté.

Turner M.G., Gardner R.H., 2015, *Landscape Ecology in Theory and Practice. Pattern and Process*, New York, Springer-Verlag.

Turner M.G., Tinker D.B., Romme W.H., Kashian D.M., Litton C.M., 2004, Landscape patterns of sapling density, leaf area, and abovegroundnet primary production in postfirelodgepole pine forests, Yellowstone National Park (USA), *Ecosystems*, 7, p. 51-75.

Urban D.T., Keitt T., 2001, "Landscape connectivity: a graph-theoretic perspective", *Ecology*, Vol. 82, Issue 5, 1205-1218.

Vandevelde J-C., 2014, Les instruments d'évaluation des impacts sur la biodiversité : entre aménagement du territoire et conservation : Le cas des grands projets ferroviaires, Thèse de doctorat en Géographie, aménagement, environnement, Orléans, Université de d'Orléans.

Van Lang A., 2016, La loi Biodiversité du 8 août 2016 : une ambivalence assumée*, AJDA*, p. 2381.

Vandel A., 1962, Isopodes terrestres (Deuxième partie). Faune de France 66, Office central de faunistique, Fédération française des Sociétés de Sciences naturelles, Lechevallier, Paris. p. 417

Vergnes A., Kerbiriou C., Clergeau P., 2013, "Ecological corridors also operate in an urban matrix: a test case with garden shrews", *Urban Ecosystems*, Vol. 16, 511-525.

Vimal R., Mathevet R., "La carte et le territoire : le réseau écologique à l'épreuve de l'assemblée cartographique", *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, article n°572, 01 décembre 2011. URL : http://cybergeo.revues.org/24841.

Vogt P., Riitters K.H., Iwanowski M., Estreguil C., Kozak J., Soille P., 2007, "Mapping landscape corridors", *Ecological Indicators*, Vol. 7, No.2, 481-488.

Williams J.W., Jackson S.T., 2007, "Novel climates, no-analog communities and ecological surprises", *Frontiers in Ecology and the Environment*, Vol. 5, 475-482.

With K.A., Gardner R.H., Turner M.G., 1997, Landscape connectivity and population distributions in heterogene- ous environments, *Oikos* 78, p. 151-169.

ZaborskiE.R., 2003, Allyl isothiocyanate : an alternative chemical expellant for sampling earthworms. *Applied Soil Ecology*, 22, p. 87-95.

Zhou W., Schwarz K., Cadenasso M.L., 2010, "Mapping urban landscape heterogeneity: agreement between visual interpretation and digital classification approaches", *Landscape Ecology*, Vol.25, Issue 1, 53–67.

ANNEXES

Annexe 1. Exposition XPERIUM : découvrir la recherche et l'innovation.

Ouvert depuis février 2014, l'Xperium se veut une vitrine pour tous de la Science en train de se faire et de l'innovation. L'exposition sera intégrée à LILLIAD, le Learning center Innovation qui ouvrira ses portes en septembre 2016 à l'Université de Lille – Sciences et technologies.

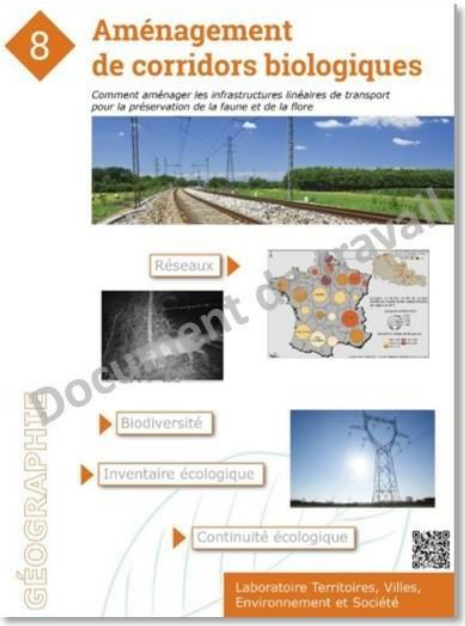
Elle a pour vocation de présenter les principes fondamentaux de la recherche actuelle, d'en monter les résultats en relation avec les grands enjeux techniques et scientifiques, mais aussi éthiques, sociaux et sociétaux. Le site est ouvert : aux lycéens accueillis par classe, accompagnés de leur professeur ; à la communauté universitaire, ainsi qu'aux entreprises et aux acteurs de l'innovation et plus largement.au grand public.

8 expériences scientifiques, interactives, étonnantes et ludiques sont présentées sous forme de stand. Ces expériences représentent 8 projets sont préalablement sélectionnés par un comité opérationnel scientifique. Le COS est composé du directeur de LILLIAD, de représentants du Conseil Régional Hauts-de-France, de la Métropole européenne de Lille, du rectorat et de personnalités du monde économique. Depuis son ouverture, l'Xperium a accueilli plus de 4 400 visiteurs

Le projet SYNERGIE a rejoindra la prochaine programmation, sous le titre : « Aménagement de corridors biologiques. Comment les infrastructures linéaires de transport pour la préservation de la faune et de la flore ? ».

Le contexte, les enjeux et les méthodes développés dans le projet seront présentés sous la forme de :

- une maquette présentant un environnement « type » (voies ferrées, train, pylônes THT, champs/prairies, faune, végétation, agents SNCF et RTE) réalisée par l'équipe technique de l'Xperium,
- plusieurs supports visuels dont une animation vidéo (Réalisation d'une carte interactive représentant une parcelle réellement étudiée et diffusion d'un film montrant l'utilité des corridors biologiques),
- un dossier pédagogique à destination des professeurs des lycées et des lycéens.



La conception du stand a associé :
Magalie Franchomme, Christelle Audouit, Olivia Lecoq (SYNERGIE), Olivier Mignotte et Pascale Brivoal (Xperium), Dominique Tissoires (LILLIAD), Elsa Delfort (TVES).L'animation du stand sera confiée à des doctorants en SHS ou SVT (rémunérés en contrat doctoral ou en vacations pris en charge par l'Université de Lille 1).

Annexe 2. Les conséquences financières pour les communes présentant sur leur territoire un ouvrage électrique.

Près de 18 000 communes françaises présentent sur leur territoire un ouvrage électrique géré par RTE. Il peut s'agir de postes, de pylônes, ou de lignes à haute et très haute tension. La présence d'une installation électrique sur les communes peut avoir une incidence positive sur leur budget : d'une part elles reçoivent des recettes fiscales supplémentaires, et d'autre part elles participent au développement du réseau.

A. Taxes, impôts et contributions territoriales

Il existe trois sources de revenus : la « taxe pylône », la Contribution Économique Territoriale et l'Impôt Forfaitaire sur les Entreprises de Réseau. Au total, ce sont 429 millions d'euros qui ont contribué en 2012 aux recettes fiscales des collectivités locales[59].

a) La « taxe pylône »

Le Code Général des Impôts a institué une imposition forfaitaire annuelle sur les pylônes électriques pour les communes et les Établissements Publics de Coopération Intercommunale. Le montant de cette taxe varie suivant la tension électrique de la ligne et dépend du nombre de pylônes présents sur le territoire. En 2016, ce montant est de 2254 € par pylône pour les lignes dont la tension est comprise entre 200 et 350 kV, et 4504 € pour celles supportant des tensions supérieures à 350 kV.

En 2012, le montant total de l'imposition forfaitaire sur les pylônes s'élevait à 232 millions d'euros[60].

b) La Contribution Économique Territoriale

Depuis 2010, la Contribution Économique Territoriale remplace la taxe professionnelle sur les équipements et biens mobiliers. La taxe versée par le gestionnaire de réseau d'installations électriques fait partie de la Cotisation Foncière des Entreprises, qui est l'une des deux composantes de la Contribution Économique Territoriale. Elle est due dans chaque commune où l'entreprise dispose de locaux et de terrains.

c) L'impôt forfaitaire sur les entreprises de réseau

L'imposition forfaitaire sur les entreprises de réseau concerne neuf types d'infrastructures (éoliennes, centrales nucléaires ou thermiques, acheminement et stockage du gaz naturel, téléphonie…). L'imposition forfaitaire sur les transformateurs électriques concerne à la fois le transport (RTE) et la distribution d'électricité (EDF). Le montant de l'imposition dépend de la tension des transformateurs électriques : 13 736 € par transformateur entre 50 et 130 kV 47 823 € par transformateur entre 130 et 350 kV 140 924 € par transformateur supérieur à 350 kV.

B. Le Plan d'Accompagnement de Projet

La construction d'un ouvrage électrique, par son impact sur les populations concernées et sur les paysages, doit faire l'objet de mesures de développement durable. Pour les projets de lignes aériennes à haute et très haute tension, le Contrat de Service Public conclu entre l'État et EDF le 24 octobre 2005 prévoit le cofinancement « *d'actions de développement économique local durable* » à travers la création d'un Plan d'Accompagnement de Projet[61]. Il s'agit à travers ce fonds de soutenir diverses actions : mesures d'intégration de l'ouvrage électrique dans le paysage, mesures de compensations, actions de développement durable. Ainsi, RTE contribuerait directement et indirectement au développement économique des territoires concernés.

Un exemple de Plan d'Accompagnement de Projet dans le Nord-Pas-de-Calais est le projet de ligne à 400 000 volts double circuits reliant Avelin à Gavrelle. Au total, la valeur des retombées économiques locales du projet est estimée à 20% de son coût total, soit 135 millions d'euros. Selon RTE, la reconstruction de la ligne actuelle (qui date de 1963) permettra de sécuriser l'approvisionnement électrique des 533 communes de la région Nord-Pas-de-Calais (près de 2 millions personnes sont concernées) et d'adapter le réseau électrique à l'essor des énergies renouvelables.

---

[59] RTE, Résultats Financiers 2012, dossier de presse du 19/02/2013, p. 5 : http://www.rte-france.com/sites/default/files/2013_02_19_dp_rte_resultats_financiers_2012_1.pdf

[60] Ibid. p. 14

[61] Contrat de Service Public entre l'Etat et EDF, 24 octobre 2005, Titre 3, p. 36

Annexe 3. Liste des espèces végétales identifiées sur le site de Bailleul.

Espèces	Nom commun
Acer campestre	Erable champêtre
Alopecurus miosuroides	Vulpin des champs
Arctium minus	Petite bardane
Arrhenatherum elatius	Fromental élevé
Artemisia vulgaris	Armoise commune
Avena fatua	Folle avoine
Bromus sterilis	Brome stérile
Calystegie sepium	Liseron des haies
Centaurea jacea	Centaurée jacée
Cirsium arvense	Cirse des champs
Convolvulus arvensis	Liserons des champs
Coronopus didymus	Corne de cerf didyme
Crataegus monogyna	Aubépine monogyne
Dactylis glomerata	Dactyle agglomérée
Echinochloa crus-galli	Panic pied de coq
Epilobium hirsutus	Epilobe hirsute
Equisetum arvense	Prêle des champs
Eupatorium cannabium	Eupatoire chanvrine
Fallopia convolvulus	Renouée à feuille de liseron
Filipendula ulmaria	Reine des prés
Gallium aparine	Gaillet gratteron
Heracleum sphondylium	Berce commune
Leucantherum vulgare	Grande marguerite
Linaria vulgaris	Linaire commune
Lolium perenne	Ray grass anglais
Papaver rhoeas	Coquelicot
Persicaria maculosa	Renouée persicaire
Phalaeris arundinacea	Baldingère faux-roseau
Phragmites australis	Roseau commun
Poa trivialis	Pâturin commun
Quercus robur	Chêne pédonculé
Rubus sp.	Ronce
Rumex sp.	Rumex
Salix alba	Saule blanc
Salix cinerea x caprea	Saule hybride cendré x Marsault
Sinapis arvensis	Moutarde des champs
Solanum dulcamara	Morelle douce-amère
Symphytum officnale su**b**sp. ***o****fficinale*	Grande consoude
Tanacetum vulgare	Tanaisie commune
Urtica dioica	Grande ortie
Vicia cracca	Vesce en épi

Annexe 4. Liste des espèces animales photographiées lors des campagnes été et automne sur le site de Bailleul pour chaque appareil photographique.

Asconit

Espèces	Total par espèce	Proportions
Bœuf domestique	8	47.0
Lièvre européen	2	11.8
Pie Bavarde	4	23.5
Grande et moyenne faune indéterminées	1	5.9
Oiseau indéterminé	2	11.8
TOTAL	17	100

Ppsmopic 05

Espèces	Total par espèce	%	Total par espèce	%
	ETE		AUTOMNE	
Faisan de colchide	1	4,5		
Lièvre européen	13	59,1	18	72,0
Lapin de garenne	1	4,5		
Fouine	1	4,5	1	4,0
Mustélidé indéterminé	1	4,5		
Chien domestique			1	4,0
Chat domestique	1	4,5		
Homme			1	4,0
Non déterminée	2	9,1	4	16,0
TOTAL	22	100	25	100

Ppsmopic 07

Espèces	Total par espèce	%	Total par espèce	%
	ETE		AUTOMNE	
Faisan de colchide			4	19,0
Oiseau indéterminé	5	38,5		
Mustélidé indéterminé	1	7,7	3	14,3
Fouine			2	9,5
Lièvre européen			8	38.1
Chat domestique	2	15,3	2	9.5
Chien domestique			1	4,7
Non déterminé	5	38,5	1	4,7
TOTAL	13	100	21	100

Ppsmopic 04

Espèces	Total par espèce	%	Total par espèce	%
	ETE		AUTOMNE	
Faisan de colchide			6	20,6
Pie bavarde	1	4,1		
Fouine			1	3,5
Lièvre européen	14	58,3	18	62,0
Chat domestique	7	29,2		
Chien domestique			2	6,9
Homme			1	3,5
Non déterminé	2	8,3	1	3,5
TOTAL	24	100	29	100

DTNP10

Espèces	Total par espèce	%
	AUTOMNE	
Faisan de colchide	2	0,6
Mustélidés indéterminés	1	0,3
Lièvre européen	25	7,4
Renard	1	0,3
Bœuf domestique	1	0,3
Chat domestique	2	0,6
Chien domestique	10	2,9
Homme	276	81,7
Non déterminé	20	5,9
TOTAL	338	100

Annexe 5. Liste récapitulative des espèces animales identifiées sur le site de Bailleul, toutes méthodes réunies.

Espèce	Nom commun	Taxon	Nb d'espèce	%
	Têtards	Amphibien	1	3.2
Nuctanea umbratica	Ariagnée des fissures	Arachnide	1	3.2
Bos taurus	Bœuf domestique	Mammifère	10	32,2
Felis sylvestris catus	Chat domestique	Mammifère		
Canus lupus familiaris	Chien domestique	Mammifère		
Martes foina	Fouine	Mammifère		
Oryctolagus cuniculus	Lapin de garenne	Mammifère		
Lepus europaeus	Lièvre européen	Mammifère		
Vulpes vulpes	Renard	Mammifère		
Talpa europaea	Taupe	Mammifère		
	Mustélidé sp.	Mammifère		
Homo spaiens sapiens	Homme	Mammifère		
Perdrix perdrix	Perdrix grise	Oiseau	11	35,5
Phasianus colchicus	Faisan de colchide	Oiseau		
Phylloscopus collybita	Pouillot véloce	Oiseau		
Sylvia communis	Fauvette grisette	Oiseau		
Columba palumbus	Pigeon ramier	Oiseau		
Aegithalos caudatus	Mésange longue queue	Oiseau		
Acrocephalus palustris	Rousserole verderolle	Oiseau		
Turdus merula	Merle noir	Oiseau		
Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire	Oiseau		
Larus argentus	Goéland argenté	Oiseau		
Pica pica	Pie bavarde	Oiseau		
	Oiseau indéterminé	Oiseau		
Chorthippus parallelus	Criquet des pâtures	Orthoptère	2	6,5
Chorthippus biguttulus	Criquet mélodieux	Orthoptère		
Maniola jurtina	Myrtil	Lépidoptère	6	19,4
Pieris sp	Piéride	Lépidoptère		
Pieris brassicae	Piéride du chou	Lépidoptère		
Polygonia c-album	Robert le diable	Lépidoptère		
Vanessa atalanta	Vulcain	Lépidoptère		
Pyronia tithonus ?	Amaryllis ?	Lépidoptère		
TOTAL			31	100

Annexe 6. Liste des espèces végétales identifiées sur le site de Ruminghem.

Espèces	Nom commun
Achilea millefolium	Achillée millefeuille
Alopecurus miosuroides	Vulpin des champs
Aphanes arvensis	Alchémille des champs
Arrhenatherum elatius	Fromental élevé
Artemisia vulgaris	Armoise commune
Avena fatua	Folle avoine
Brionia dioica	Bryone dioïque
Bromus sterilis	Brome stérile
Cirsium arvense	Cirse des champs
Convolvulus arvensis	Liserons des champs
Dactylis glomerata	Dactyle agglomérée
Equisetum arvense	Prêle des champs
Euonymus europaeus	Fusain d'Europe
Fraxinus excelsior	Frêne commun
Gallium aparine	Gaillet gratteron
Geranium molle	Géranium mou
Heracleum sphondylium	Berce commune
Holcus mollis	Houlque molle
Lathyrus pratensis	Gesse des prés
Lolium multiflorum	Ray grass d'Italie
Lolium perenne	Ray grass anglais
Matricaria recutita	Matricaire discoïde
Matricaria maritima subsp. inodora	Matricaire inodore
Persicaria maculosa	Renouée persicaire
Phalaeris arundinacea	Baldingère faux-roseau
Plantago lanceolata	Plantain lancéolé
Plantago major	Plantain à large feuille
Poa annua	Pâturin annuel
Poa trivialis	Pâturin commun
Polygonum aviculare subsp. aviculare	Renouée des oiseaux
Potentilla reptens	Potentille rampante
Prunus spinosa	Prunellier
Quercus robur	Chêne pédonculé
Ranunculus acris	Renoncule âcre
Rosa canina	Rosier des chiens
Rubus sp.	Ronce
Rumex sp.	Rumex
Salix cinerea x caprea	Saule hybride cendré x Marsault
Sambucus nigra	Sureau noir
Sonchus arvensis	Laiteron des champs
Stachys palustris	Epiaire des marais
Symphytum officnale subsp. *officinale*	Grande consoude
Ulmus minor	Orme champêtre
Urtica dioica	Grande ortie
Veronica persica	Véronique de Perse
Vicia cracca	Vesce en épi
Vicia sativa	Vesce cultivée

Annexe 7. Liste des espèces photographiées lors des campagnes été et automne sur le site de Ruminghem pour chaque appareil photographique.

Chevreuil

Espèces	Total par espèce	%	Total par espèce	%
	ETE		AUTOMNE	
Pie bavarde	1	1,6	1	
Corneille noire	3	4,9		
Fouine	1	1,6		
Grive musicienne			1	1,6
Grive indéterminée			1	1,6
Pinson des arbres			1	1,6
Héron cendré			6	9,6
Oiseau non déterminé			1	1,6
Rongeur non déterminé			1	1,6
Fouine			1	1,6
Lapine de garenne	39	63,9	39	60,9
Lièvre européen	4	6,6		
Renard	1	1,6		
Chien Domestique			1	1,6
Chat domestique			1	1,6
Homme	2	3,3	10	15,6
Non déterminé	10	16,5		
TOTAL	61	100	64	100

Chat

Espèces	Total par espèce	%
	AUTOMNE	
Pie bavarde	1	0,2
Corneille noire	24	4,9
Faisan de colchide	2	0,4
Etourneau sansonnet	1	0,2
Pinson des arbres	1	0,2
Pigeon ramier	5	1,0
Corvidé indéterminé	1	0,2
Oiseau indéterminé	26	5,3
Rongeur indéterminé	1	0,2
Hérisson européen	2	0,4
Lapin de garenne	243	49,8
Lièvre européen	5	1,0
Chat domestique	1	0,2
Renard	29	5,9
Homme	12	2,5
Non déterminé	134	27,4
TOTAL	488	100

Liseron

Espèces	Total par espèce	%	Total par espèce	%
Faisan de colchide	8	13,5	30	14,8
Pie bavarde			4	1,9
Corneille noire	1	1,7	7	3,4
Merle noir	2	3,4	3	1,5
Héron cendré			4	2,0
Oiseaux non déterminés	3	5,1	16	7,9
Lièvre européen	1	1,7	2	1,0
Lapin de garenne	27	45,8	9	44
Fouine			1	0,5
Renard	3	5,1	2	1,0
Mustelidé non déterminé			1	0,5
Chien domestique	1	1,7	4	1,9
Cheval			14	6,9
Homme	8	13,5	88	43,4
Non déterminé	5	8,5	18	8,9
TOTAL	59	100	203	100

Poisson

Espèce	Total par espèce	%	Total par espèce	%
	ETE		AUTOMNE	
Faisan de colchide	4	7,3	8	6,8
Pie bavarde	1	1,8	2	1,7
Pigeon ramier	1	1,8		
Corneille noire	3	5,4	9	7,7
Corbeaux freux			2	1,7
Bécasse des bois			1	0,8
Geai des chênes			1	0,8
Rouge gorge			2	1,7
Pinson des arbres			3	2,6
Chardonneret élégant			1	0,8
Grive musicienne			1	0,8
Merle noir			5	4,3
Oiseau non déterminé	1	1,8	8	6,8
Rat	3	5,4		
Rongeur non déterminé	2	3,6	19	16,2
Fouine			2	1,7
Hérisson européen			1	0,8
Lapin de garenne	25	45,4	22	18,8
Lièvre européen	4	7,3	3	2,6
Chat domestique	2	3,6	2	1,7
Chien domestique			3	2,6
Renard			2	1,7
Cheval			2	1,7
Homme	8	14,5	12	10,2
Non déterminé	1	1,8	6	5,1
TOTAL	55	100	117	100

Berce

Espèce	Total par espèce	%	Total par espèce	%
	ETE		AUTOMNE	
Faisan de colchide	3	0,9	38	6,5
Pie bavarde			17	2,9
Pigeon ramier	3	0,9	7	1,2
Corneille noire			23	3,9
Faucon crécerelle			1	0,2
Geai des chênes			8	1,4
Poule d'eau			2	0,4
Merle noir			10	1,7
Pic vert			1	0,2
Héron cendré			10	1,7
Grive musicienne			4	0,7
Rapace non déterminé	2	0,6		
Oiseau non déterminé	70	20,2	55	9,4
Mustélidé non déterminé			3	0,5
Rongeur non déterminé	1	0,3		
Fouine			7	1,2
Hérisson européen	1	0,3	2	0,4
Lapin de garenne	125	36,0	181	30,9
Lièvre européen	7	2,0	13	2,2
Chat domestique	13	3,7	6	1,0
Chien domestique	1	0,3	21	3,6
Renard	22	6,2	24	4,1
Cheval			17	2,9
Homme	69	19,9	115	19,6
Non déterminé	30	8,6	21	3,6
TOTAL	347	100	586	100

Annexe 8. Liste récapitulative des espèces animales identifiées sur le site de Ruminghem, toutes méthodes réunies.

Espèce	Nom commun	Groupe	Nb d'espèce	%
Thimisidae sp	Tomisicidé / Thomise	Arachnide	2	2,9
Salticidae	Saltique	Arachnide		
Aglais io	Paon du jour	Lépidoptère	9	13,2
Aglais urticae	Petite tortue	Lépidoptère		
Maniola jurtina	Myrtil	Lépidoptère		
Pararge aegeria	Tircis	Lépidoptère		
Pieris brassicae	Piéride du chou	Lépidoptère		
Pieris sp.	Piéride	Lépidoptère		
Pyronia tithonus	Amaryllis	Lépidoptère		
Vanessa atalanta	Vulcain	Lépidoptère		
Vanessa cardui	Belle dame	Lépidoptère		
Bombus sp.	Bourdon bombus	Hyménoptère	1	1,5
Chrysoperla camea	Chrysope verte	Neuroptère	1	1,5
Conocephalus fuscus	Conocéphale bigarré	Orthoptère	1	1,5
Ennalagma cyathigerum	Agrion porte coupe	Odonate	4	5,9
Crocothemis erythraea	Crocothémis écarlatte	Odonate		
Platynecmis pennipes	Agrion à larges pattes	Odonate		
	Agrion femelle	Odonate		
Oedemerea nobilis	Oedemere noble	Coléoptère	4	5,9
Coccinella septempunctata	Coccinelle à 7 points	Coléoptère		
Propylea quatuordecimpunctata	Coccinelle à 14 points	Coléoptère		
Psyllobora vigintiduopunctata	Coccinelle à 22 points	Coléoptère		
		Diptère	1	1,5
	Punaise sp.	Hémiptère	2	2,9
Pentatoma rufipes	Punaise à pattes rousses	Hémiptère		
Oryctolagus cuniculus	Lapin de garenne	Mammifère	12	17,6
Lepus europaeus	Lièvre européen	Mammifère		
Ratus sp.	Rat	Mammifère		
Vulpes vulpes	Renard	Mammifère		
Felis sylvestris catus	Chat domestique	Mammifère		
Canis lupus familiaris	Chien domestique	Mammifère		
Equus caballus	Cheval	Mammifère		
Martes foina	Fouine	Mammifère		
Erinaceus europaeus	Hérisson d'Europe	Mammifère		
Homo sapiens sapiens	Homme	Mammifère		
	Rongeur non déterminé	Mammifère		
	Mustelidé non déterminé	Mammifère		
Troglodytes troglodytes	Troglodite	Oiseau	31	45,6
Phylloscopus collybita	Pouillot véloce	Oiseau		
Corvus corone	Corneille noire	Oiseau		
Acrocephalus palustris	Rousserolle verderolle	Oiseau		
Columba palumbus	Pigeon ramier	Oiseau		
Sylvia communis	Fauvette grisette	Oiseau		
Sylvia atricapilla	Fauvette à tête noire	Oiseau		
Parus major	Mésange charbonnière	Oiseau		
Dendrocopos major	Pic épeiche	Oiseau		
Prunella modularis	Accenteur mouchet	Oiseau		
Chroicocephalus ridibundus	Mouette rieuse	Oiseau		
Emberezia citrinella	Bruant jaune	Oiseau		

Aegithalos caudatus	Mésange longue queue	Oiseau		
Erithacus rubecula	Rouge-gorge	Oiseau		
Turdus merula	Merle noir	Oiseau		
Gamulus glandarius	Geai des chênes	Oiseau		
Phasianus colchicus	Faisan de colchide	Oiseau		
Pica pica	Pie bavarde	Oiseau		
Sturnus vulgaris	Etourneau sansonnet	Oiseau		
Corvus fragilegus	Corbeau freux	Oiseau		
	Corvidés sp	Oiseau		
Fringilla coelebs	Pinsons des arbres	Oiseau		
Turdus philomelo	Grive musicienne	Oiseau		
Turdus sp	Grive sp	Oiseau		
Ardea cinerea	Héron cendré	Oiseau		
Scolopax rusticola	Bécasse des bois	Oiseau		
Carduelis carduelis	Chardonneret élégant	Oiseau		
Falco tinnunculus	Faucon crécerelle	Oiseau		
Gallinula chloropus	Poule d'eau	Oiseau		
Picus viridis	Pic ver	Oiseau		
	Oiseau non déterminé	Oiseau		
TOTAL			68	100

Annexe 9. Tableaux détaillant les moments de la journée où la faune est en activité pour les 5 appareils photos sur le site de Bailleul.

Asconit

Moment de la journée	Total	%
Matin	4	23,5
Après-midi	11	64,7
Soir	2	11,8
TOTAL	17	100

Ppsmopic 05

Moment de la journée	Total	%	Total	%
	ETE		**AUTOMNE**	
Matin	***6***	***27,3***	***8***	***32,0***
Après-midi	***1***	***4,5***	***9***	***36,0***
Soir	***15***	***68,2***	***8***	***32,0***
TOTAL	***22***	***100***	***25***	***100***

Ppsmopic 07

Moment de la journée	**Total**	**%**	**Total**	**%**
	ETE		AUTOMNE	
Matin	7	53,8	4	19,0
Après-midi	1	7,7	6	28,6
Soir	5	38,5	11	52,4
TOTAL	13	100	21	100

Ppsmopic 04

Moment de la journée	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Matin	5	20,8	8	27,6
Après-midi	13	54,2	16	55,2
Soir	6	25,0	5	17,2
TOTAL	24	100	29	100

DTNP10

Moment de la journée	Total	%
	AUTOMNE	
Matin	186	55,0
Après-midi	128	37,9
Soir	24	7,1
TOTAL	338	100

Annexe 10. Tableaux détaillant le sens des déplacements de faune photographiée pour les 5 appareils photos sur le site de Bailleul

Asconit

Sens du déplacement	Total	%
Vers la gauche	1	5,9
Vers la droite	0	0
Vers le piège photo	0	0
A l'opposé du piège photo	2	11,8
Reste sur place	14	82,3
TOTAL	17	100

Ppsmopic 05

Sens du déplacement	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Vers la gauche	9	40,9	4	17,4
Vers la droite	4	18,2	3	13,05
Vers le piège photo	0	0,0	4	17,4
A l'opposé du piège photo	4	18,2	3	13,05
Reste sur place	5	22,7	9	39,1
TOTAL	22	100	23	100

Ppsmopic 07

Sens du déplacement	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Vers la gauche	1	7,7	5	23,8
Vers la droite	1	7,7	6	28,6
Vers le piège photo	0	0,0	2	9,5
A l'opposé du piège photo	5	38,5	7	33,3
Reste sur place	6	46,1	1	4,8
TOTAL	13	100	21	100

Ppsmopic 04

Sens du déplacement	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Vers la gauche	10	41,7	5	18,5
Vers la droite	10	41,7	9	33,3
Vers le piège photo	2	8,3	0	0,0
A l'opposé du piège photo	2	8,3	6	22,2
Reste sur place	0	0,0	7	25,9
TOTAL	24	100	27	100

DTNP10

Sens du déplacement	Total	%
	AUTOMNE	
Vers la gauche	113	35,8
Vers la droite	170	53,8
Vers le piège photo	6	1,9
A l'opposé du piège photo	13	4,1
Reste sur place	14	4,4
TOTAL	316	100

Annexe 11. Tableaux détaillant la nature des déplacements de faune photographiée pour les 5 appareils photos sur le site de Bailleul

Asconit

Action	Total	%
Se nourrit	10	58,8
Se déplace	3	17,6
Se reproduit	0	0,0
Chasse	0	0,0
Sur le qui-vive	2	11,8
Activité sur place	2	11,8
Gîte	0	0,0
TOTAL	17	100

Ppsmopic 05

Action	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Se nourrit	1	4,5	8	32,0
Se déplace	17	77,3	14	56,0
Se reproduit	0	0,0	0	0,0
Chasse	0	0,0	1	4,0
Sur le qui-vive	4	18,2	0	0,0
Activité sur place	0	0,0	0	0,0
Gîte	0	0,0	0	0,0
Non déterminé	0	0,0	2	8,0
TOTAL	17	100	25	100

Ppsmopic 07

Action	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Se nourrit	8	32,0	1	4,8
Se déplace	14	56,0	20	95,2
Se reproduit	0	0,0	0	0,0
Chasse	1	4,0	0	0,0
Sur le qui-vive	0	0,0	0	0,0
Activité sur place	0	0,0	0	0,0
Gîte	0	0,0	0	0,0
Non déterminée	2	8,0	0	0,0
TOTAL	17	100	21	100

Ppsmopic 04

Action	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Se nourrit	0	0,0	2	6,9
Se déplace	24	100,0	20	69,0
Se reproduit	0	0,0	0	0,0
Chasse	0	0,0	0	0,0
Sur le qui-vive	0	0,0	5	17,2
Activité sur place	0	0,0	0	0,0
Gîte	0	0,0	0	0,0
Non déterminée	0	0,0	2	6,9
TOTAL	24	100	29	100

DTNP10

Action	Total	%
	AUTOMNE	
Se nourrit	2	0,6
Se déplace	302	89,3
Se reproduit	0	0,0
Chasse	3	0,9
Sur le qui-vive	6	1,8
Activité sur place	3	0,9
Gîte	0	0,0
Non déterminée	22	6,5
TOTAL	338	100

Annexe 12. Tableaux détaillant les moments de la journée où la faune est en activité pour les 5 appareils photos sur le site de Ruminghem.

Chevreuil

Moment de la journée	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Matin	25	41,0	17	26,6
Après-midi	14	22,9	35	54,7
Soir	22	36,1	12	18,7
TOTAL	61	100	64	100

Chat

Moment de la journée	Total	%
	AUTOMNE	
Matin	197	40,4
Après-midi	124	25,4
Soir	167	34,2
TOTAL	488	100

Liseron

Moment de la journée	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Matin	36	61,0	79	38,9
Après-midi	12	20,3	112	55,2
Soir	11	18,7	12	5,9
TOTAL	59	100	203	100

Poisson

Moment de la journée	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Matin	28	50,9	63	53,8
Après-midi	17	30,9	32	27,4
Soir	10	18,2	22	18,8
TOTAL	55	100	117	100

Berce

Moment de la journée	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Matin	156	45,1	221	37,7
Après-midi	80	23,1	302	51,5
Soir	110	31,8	63	10,8
TOTAL	346	100	586	100

Annexe 13. Tableaux détaillant le sens des déplacements de faune photographiée pour les 5 appareils photos sur le site de Ruminghem

Cheveuil

Sens du déplacement	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Vers la gauche	3	5,6	19	29,7
Vers la droite	2	3,7	9	14,1
Vers le piège photo	4	7,4	7	10,9
A l'opposé du piège photo	7	12,9	6	9,4
Reste sur place	38	70,4	23	35,9
TOTAL	54	100	64	100

Chat

Sens du déplacement	Total	%
	AUTOMNE	
Vers la gauche	122	43,6
Vers la droite	111	39,6
Vers le piège photo	24	8,6
A l'opposé du piège photo	11	3,9
Reste sur place	12	4,3
TOTAL	280	100

Liseron

Sens du déplacement	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Vers la gauche	10	17,8	61	40,7
Vers la droite	14	25,0	69	46,0
Vers le piège photo	2	3,6	2	1,3
A l'opposé du piège photo	3	5,4	7	4,7
Reste sur place	27	48,2	11	7,3
TOTAL	56	100	150	100

Poisson

Sens du déplacement	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Vers la gauche	12	22,2	10	20,4
Vers la droite	9	16,7	16	32,65
Vers le piège photo	1	1,85	1	2,0
A l'opposé du piège photo	4	7,4	6	12,2
Reste sur place	28	51,85	16	32,65
TOTAL	54	100	49	100

Berce

Sens du déplacement	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Vers la gauche	83	54,6	155	28,9
Vers la droite	62	40,8	170	31,65
Vers le piège photo	1	0,65	11	2,0
A l'opposé du piège photo	4	2,65	15	2,8
Reste sur place	2	1,3	186	34,65
TOTAL	152	100	537	100

Annexe 14. Tableaux détaillant la nature des déplacements de faune photographiée pour les 5 appareils photos sur le site de Ruminghem.

Chevreuil

Action	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Se nourrit	34	55,7	12	18,7
Se déplace	16	26,2	41	64,1
Se reproduit	0	0,0	0	0,0
Chasse	1	1,6	0	0,0
Sur le qui-vive	0	0,0	3	4,7
Activité sur place	3	0,0	8	12,5
Gîte	0	0,0	0	0,0
Indéterminée	7	11,5	0	0,0
TOTAL	61	100	64	100

Chat

Action	Total	%
	AUTOMNE	
Se nourrit	10	2,1
Se déplace	268	54,9
Se reproduit	0	0,0
Chasse	0	0,0
Sur le qui-vive	0	0,0
Activité sur place	2	0,4
Gîte	0	0,0
Indéterminée	208	42,6
TOTAL	488	100

Liseron

Action	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Se nourrit	20	33,9	4	2,7
Se déplace	29	49,1	139	92,7
Se reproduit	0	0,0	0	0,0
Chasse	0	0,0	4	2,7
Sur le qui-vive	5	8,5	3	2,0
Activité sur place	1	1,7	0	0,0
Gîte	1	1,7	0	0,0
Indéterminée	3	4,1	0	0,0
TOTAL	59	100	150	100

Poisson

Action	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Se nourrit	26	47,3	7	6,0
Se déplace	26	47,3	33	47,3
Se reproduit	0	0,0	0	0,0
Chasse	0	0,0	1	0,8
Sur le qui-vive	0	0,0	1	0,8

Activité sur place	2	3,6	7	6,0
Gîte	0	0,0	0	0,0
Indéterminée	1	1,8	68	58,1
TOTAL	55	100	117	100

Berce

Action	Total	%	Total	%
	ETE		AUTOMNE	
Se nourrit	2	1,3	109	18,6
Se déplace	150	98,7	351	59,9
Se reproduit	0	0,0	0	0,0
Chasse	0	0,0	0	0,0
Sur le qui-vive	0	0,0	27	4,6
Activité sur place	0	0,0	50	8,5
Gîte	0	0,0	0	0,0
Indéterminée	0	0,0	49	8,4
TOTAL	152	100	586	100