
Rapport de stage individuel 4^{ème} année

Etude de l'évolution de la trame verte
depuis les années 1960

Stage géomatique & environnement

AGAPE Agence d'urbanisme et de développement durable Lorraine Nord
Espace Jean Monnet, Eurobase 2,
Pôle Européen de Développement, 54810 Longlaville



Tutrice entreprise :
Céline Fetet
Géomaticienne

Mélina Clot
IUT
2020-2021

Tutrice académique :
Mathilde Gralepois

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	3
INTRODUCTION.....	3
1/ CONTEXTUALISATION DE LA MISSION DE STAGE.....	4
1.1/ Structure d'accueil.....	4
1.1.1/ L'AGAPE, agence d'urbanisme.....	4
1.1.2/ Territoire d'ancrage	5
1.1.3/ Fonctionnement & Missions.....	6
1.2/ Présentation de la mission de stage.....	8
1.2.1/ Une mission de sensibilisation.....	8
1.2.2/ Etat de l'art.....	9
2.2.3/ Territoire d'étude	12
2/ CREATION & TRAITEMENT DE LA DONNEE	13
2.1/ Choix méthodologiques & numérisation	13
2.1.1/ Données à disposition.....	13
2.1.2/ Identification par photo-interprétation.....	13
2.1.3/ Méthode de numérisation	14
2.2/ Traitement de la donnée.....	16
2.2.1/ Traitement par requêtes SQL.....	16
2.2.2/ Harmonisation des données de 1960 et 2012.....	16
2.2.3/ Mise en place d'indicateurs	16
3/ VALORISATION DE LA DONNEE	19
3.1/ Principaux résultats & analyse	19
3.1.1/ Etat des lieux du réseau de haies	19
3.1.2/ Une progression du linéaire en trompe-l'œil	21
3.1.3/ Limites de l'étude.....	22
3.2/ Vulgarisation et élaboration de la publication.....	23
3.2.1/ Introduire le sujet : de la nécessité d'une sensibilisation	23
3.2.2/ Vulgariser et illustrer le contenu.....	24
3.3/ Valoriser les données produites	24
CONCLUSION.....	26
BIBLIOGRAPHIE	27

REMERCIEMENTS

J'adresse mes vifs remerciements à ma tutrice de stage Céline Fetet, géomaticienne à l'Agence, pour le suivi régulier qu'elle a pu faire de mon stage, ainsi que pour la confiance qu'elle a accordé à mon travail. Je tiens également à remercier Julien Schmitz, directeur de l'Agence d'avoir organisé des temps d'échanges dédiés pour me présenter l'association, ainsi que pour m'avoir incluse dans deux formations au cours de mon stage, qui m'ont beaucoup appris. Je souhaite également remercier Marion Rouquette, chargée d'études Biodiversité et Planification pour ses différents aiguillages pour la mise en place de la publication et les différentes propositions de sorties terrain.

Je remercie également toute l'équipe de l'Agence pour son accueil chaleureux, dans ce contexte particulier d'alternance de télétravail et de présentiel.

Enfin j'adresse mes remerciements à ma tutrice académique de stage, Mathilde Gralepois, pour le moment d'échange qu'elle a pu m'accorder pour faire un point sur ce stage.

INTRODUCTION

Ce stage s'inscrit dans la maquette pédagogique de 4^{ème} année de l'école d'ingénieurs Polytech Tours, département aménagement et environnement. Il a été réalisé au sein de l'Agence d'urbanisme et de développement durable AGAPE, au Nord de la Lorraine, et porté sur les thématiques environnement et géomatique. L'AGAPE intervient sur un territoire au fort enjeu de développement, qui était dans les années 1970 l'un des plus grands bassins industriels de France. Aujourd'hui, la fermeture des activités sidérurgiques et minières et le développement massif du travail transfrontalier ont complètement transformé le visage et les problématiques liés à l'aménagement de ce territoire.

La mission de stage porte sur l'étude de l'évolution des continuités écologiques depuis les années 1960, à partir de traitement d'images aériennes. Dans un second temps, elle a été l'occasion de participer à l'élaboration d'une publication sur les haies et leurs rôle écologiques sur le territoire. L'orientation géomatique de ce stage a été une des principales raisons du choix du stage. Je souhaitais en effet affirmer et compléter mes compétences quant à son usage dans l'aménagement du territoire, et en particulier autour des thématiques liées à l'environnement. La géomatique s'impose en effet depuis une dizaine d'année comme un outil incontournable des sciences de l'espace, et est devenue de plus en plus pertinente dans le domaine de l'environnement, notamment pour la gestion des risques, les études d'impacts ou encore dans la compréhension de l'organisation et des dynamiques du vivant (Vanara, 2014).

Ce rapport présente dans un premier temps l'organisme d'accueil du stage et ses compétences, ainsi que le contexte du sujet du stage. Le procédé de création et de traitement de la donnée produite est ensuite présenté. Dans un dernier temps, il évoque la mise en place de la publication ainsi que les autres outils développés pour valoriser les données produites et conclue sur les apports de ce stage dans le cadre de ma formation.

1/ CONTEXTUALISATION DE LA MISSION DE STAGE

1.1/ Structure d'accueil

1.1.1/ L'AGAPE, agence d'urbanisme

L'AGAPE est une des 49 agences d'urbanisme de la Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme (FNAU) existantes en France (Figure 1). C'est un organisme de statut associatif qui propose études et conseils aux collectivités locales du Nord Lorrain dans les domaines de l'urbanisme et de l'environnement.

Les agences d'urbanisme apparaissent avec la loi d'orientation foncière (LOF) de 1967 (Agence d'urbanisme de Rouen et des Boucles de Seine et Eure, 2017). Ce sont des outils mutualisés d'ingénierie territoriale et urbaine qui peuvent être créés par les communes, intercommunalités, ou autres collectivités territoriales en partenariat avec l'Etat (FNAU, 2012). Elles ont vocation à être des organismes permanents d'un territoire. Le rôle premier des agences est l'observation territoriale, la prospective et l'aide à la maîtrise d'ouvrage. Elles participent également à la définition des politiques d'aménagement, à l'élaboration des documents d'urbanisme, notamment les Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT) et Plans Locaux d'Urbanisme éventuellement intercommunaux (PLU(ii)) (FNAU, 2012). Elles sont donc le lieu de développement d'études urbaines, et apportent une aide à la décision aux autorités compétentes en matière d'urbanisme. Les agences représentent un espace tiers de discussion entre les différents acteurs membres : Etat, Région, intercommunalités ou encore communes. Les problématiques et questions partenariales, qui nécessitent la mise en place d'une concertation, sont leur spécialité (Bendjador, 2007).



Figure 1 : Agences d'urbanismes en France en 2016 et localisation de l'AGAPE (FNAU, 2016 ; AGAPE, 2018)

Les agences d'urbanisme orientent et accompagnent donc les élus dans la mise en place de stratégies territoriales à une échelle plus ou moins large (locale, régionale). Cet accompagnement passe par la proposition d'outils d'observation et d'aide à la décision permettant de mettre en place des logiques opérationnelles.

Si l'AGAPE a été labellisée en 2000 comme agence d'urbanisme, ses activités d'observation territoriale remontent aux années 1990. En 1993, sous l'impulsion du député maire de Longwy Jean Paul Durieux, est créé l'observatoire de l'Urbanisme, de l'Habitat et du Logement. Cet observatoire vise à répondre au manque de données et d'observations disponibles sur le territoire pour mettre en œuvre des politiques publiques cohérentes, notamment concernant la rénovation des cités ouvrières de l'agglomération de Longwy. Les premières missions de l'observatoire seront donc centrées sur l'instruction des Programmes d'Aménagement Concertés du Territoire (PACT) qui visent la requalification urbaine des cités ouvrières construites dans les années 1930.

Durant la même période, L'AGAPE accompagne également le projet transfrontalier Pôle Européen de Développement (PED) souhaitant convertir les anciens sites sidérurgiques frontaliers de Belgique, du Luxembourg et de la France pour l'accueil d'activités tertiaires (AGAPE, 2018). En effet, la crise de l'industrie sidérurgique conduit les trois pays à encourager de nouvelles activités tertiaires, en particulier dans les domaines de la finance, notamment au Luxembourg, et des services aux entreprises. Différentes études transfrontalières sont réalisées par l'Agence pour proposer des premières esquisses de transformation de la zone. A la même période, le travail transfrontalier est également en plein essor. Le Luxembourg, dont

l'économie ne possède pas assez de main d'œuvre et propose des salaires plus avantageux qu'en France, voit son nombre de frontaliers exploser, passant de 12 000 en 1980 à 80 000 en 2000 (Pereira Carneiro Filho, 2012). L'émergence du fait frontalier n'est pas sans conséquences sur les territoires : augmentation des mobilités et saturation des voies de communication, évasion résidentielle des ménages luxembourgeois en France ou en Belgique où les loyers sont moins chers et donc augmentation des prix des loyers... Le transfrontalier, par son influence majeure sur la dynamique du territoire devient alors un sujet d'étude récurrent pour l'Agence.

Rattachée au départ uniquement aux communes du Bassin de Longwy, l'Agence connaît ensuite plusieurs adhésions qui agrandissent son territoire d'étude et lui confèrent une légitimité comme outil d'ingénierie territoriale en Lorraine du Nord.

1.1.2/ Territoire d'ancrage

Aujourd'hui, L'AGAPE compte 51 membres de typologie diverse : 6 intercommunalités, 24 communes, l'Etat, la Région Grand Est, le Département 54, le SCoT Nord 54, l'Etablissement Public Foncier de Grand Est (EPFGE), le Pôle Métropolitain Européen du Sillon Lorrain, l'Etablissement Public d'Aménagement (EPA) Alzette-Belval, ainsi que le Syndicat Mixte des Transport de l'Agglomération de Longwy (AGAPE,2020a) (Figure 2). La communauté de communes Bouzonvillois Trois Frontières (CCP3F), les communes de Landres et Boulange, ainsi que le Pôle Métropolitain Frontalier (PMF), sont les derniers membres à avoir rejoint l'agence, et ce en juin 2021. Le territoire d'intervention de l'Agence évolue donc avec les adhésions successives de nouveaux membres. On parlera du « territoire d'ancrage » (Figure 2) pour mentionner les territoires membres de l'Agence, qui sont le périmètre d'étude d'une grande partie des missions de l'Agence.

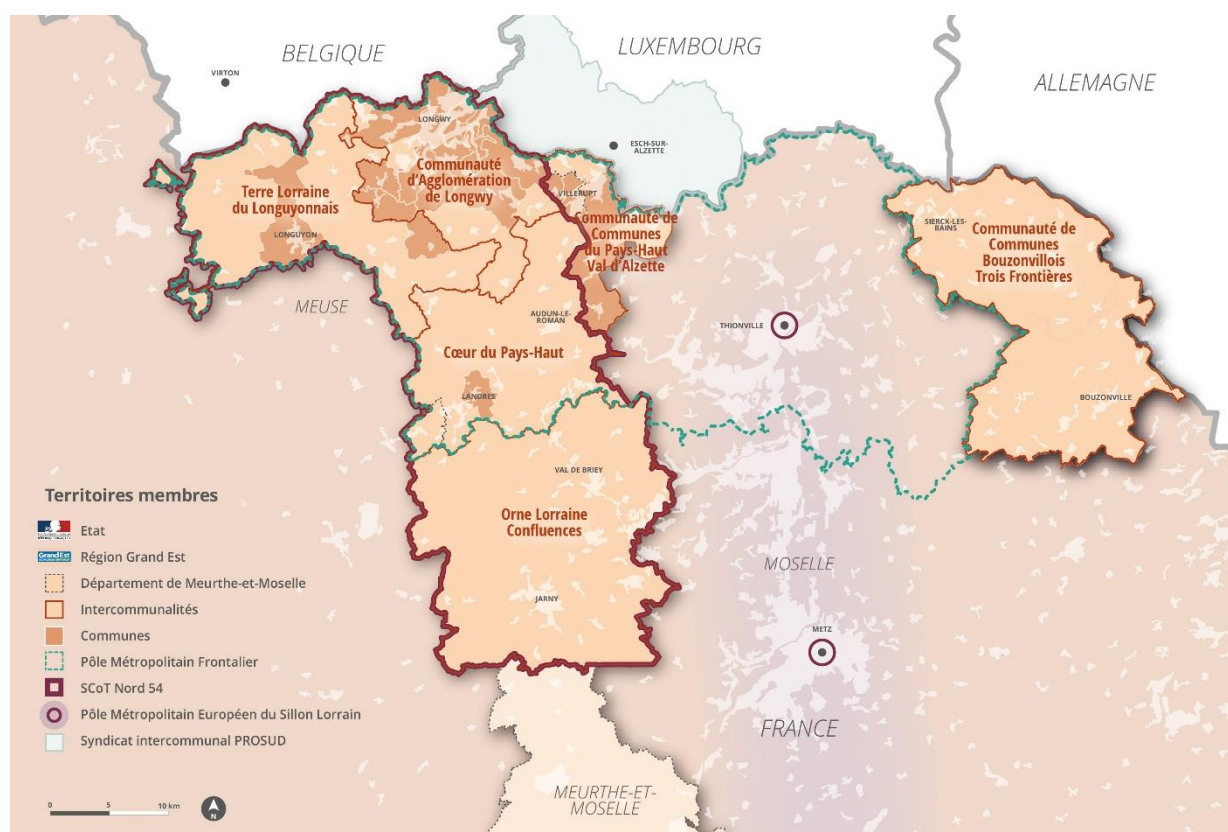


Figure 2 : Territoires membres de l'Agence en 2021 (AGAPE, 2021)

L'AGAPE intervient principalement au Nord du département de la Meurthe-et-Moselle, ainsi qu'au Nord de la Moselle avec l'adhésion récente du PMF et de la CCB3F. C'est un territoire fortement marqué par son passé industriel, dont les activités sidérurgiques et minières ont cessé dans les années 1980. Contrairement à d'autres agences d'urbanisme, l'AGAPE ne s'organise pas autour d'une métropole européenne, nationale ou régionale, ni même d'une ville phare. Le territoire d'étude englobe espaces ruraux, largement agricoles, mais également de nombreux espaces urbains, notamment autour de l'agglomération Grand Longwy et la vallée de l'Orne. Il est fortement sous l'influence de ses voisins les plus directs : le Luxembourg, la métropole messine et dans une

moindre mesure la Belgique et l'Allemagne, notamment pour l'emploi. La proximité avec la frontière luxembourgeoise a en effet entraîné un rebond de la croissance démographique du territoire, après des décennies de baisse de la population suite à la fermeture des activités minières et sidérurgiques. Entre 2006 et 2016, le Nord Lorrain a ainsi contribué à 30% de l'accroissement total de la population de la région Grand Est (SCoT Nord54, 2015). Le fait transfrontalier est une caractéristique majeure du territoire d'étude, influant sur le marché de l'habitat, les mobilités et plus largement la vie sur le territoire. L'Agence centre ainsi une grande part de ses études sur cette caractéristique, élément incontournable pour comprendre le fonctionnement de ces territoires nord lorrains.

1.1.3/ Fonctionnement & Missions

L'Agence est dirigée par une Assemblée Générale composée des représentants de tous les membres de l'association, soit 85 représentants, et un Conseil d'Administration chargé des décisions et du contrôle interne, composé également de membres de l'Agence (AGAPE, 2020c).

Pour ses missions d'étude et de conseil, elle s'appuie sur une équipe pluridisciplinaire de 17 personnes, dirigée par Julien Schmitz. Chaque projet est piloté par un responsable qui peut mobiliser d'autres chargés d'études si nécessaire (AGAPE, 2020b). L'Agence intervient dans différents domaines que sont l'habitat, la mobilité, l'environnement, le foncier, et la planification.

L'Agence travaille à partir d'un programme partenarial d'activités (PPA) pluriannuel d'une durée d'un an. Les missions sont négociées tous les ans avec les membres de l'Agence, et peuvent concerner l'ensemble ou une partie des membres. Ainsi, 80% des activités de l'Agence sont directement liées aux besoins issus des collectivités membres, et concernent donc le territoire d'ancrage de l'Agence. L'AGAPE intervient également à l'échelle régionale et nationale, à travers plusieurs réseaux comme le réseau 7EST regroupant les sept agences d'urbanisme de la région Grand Est, ou le réseau FNAU. 10% des activités sont également réalisées à une échelle transfrontalière, avec différents partenaires européens, comme le projet MMUST présenté dans la suite de ce rapport.

Le PPA s'organise autour de trois axes présentés dans la figure 3 : l'administration, le fonctionnement et la vie de l'Agence, qui regroupe toutes les missions administratives et liées à la direction ; l'axe partenarial, qui regroupe les missions permanentes de l'Agence réalisés pour tous les membres ; et enfin les études et projets partenariaux, qui concernent une seule partie des territoires membres.

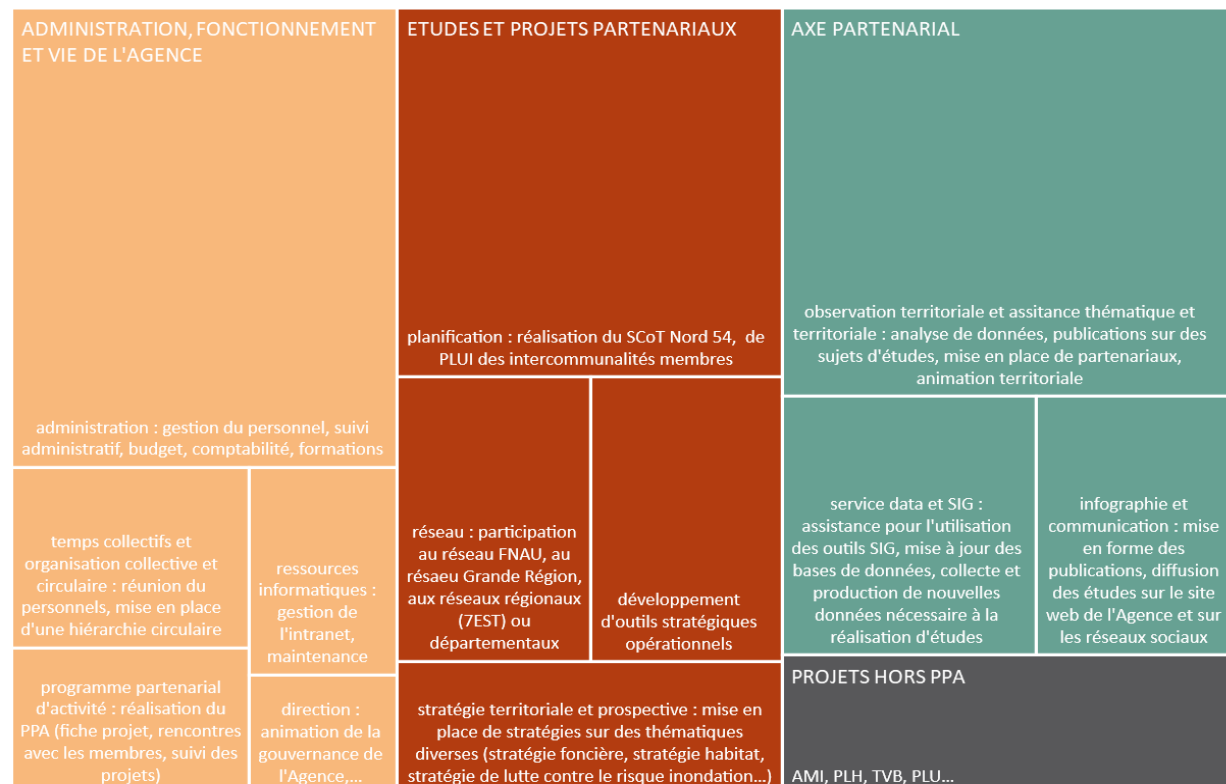


Figure 3 : Carte proportionnel des axes du programme partenarial d'activités de l'Agence (Source PPA, 2012/ Auteur MC)

L'axe partenarial

L'axe partenarial repose essentiellement sur une observation territoriale permanente. L'observation est en effet une composante essentielle des agences d'urbanisme en général. Elle permet de disposer de connaissances approfondies sur un territoire et de s'interroger sur son devenir et ce, sur différents thèmes explorés dans les 12 observatoires de l'Agence (Figure 4). La collecte, la production, et l'analyse de données donnent lieu à des publications permettant de diffuser ces informations. Elles sont également disponibles en ligne, sur le site internet de l'Agence. Les observatoires sont également sollicités pour organiser des temps d'échanges et de débat avec des professionnels et des élus autour de thématiques propres à l'observatoire, et portent également assistance aux collectivités membres. En outre, les observatoires sont l'occasion de développer des outils stratégiques d'aide à la décision pour mettre en place des logiques opérationnelles.

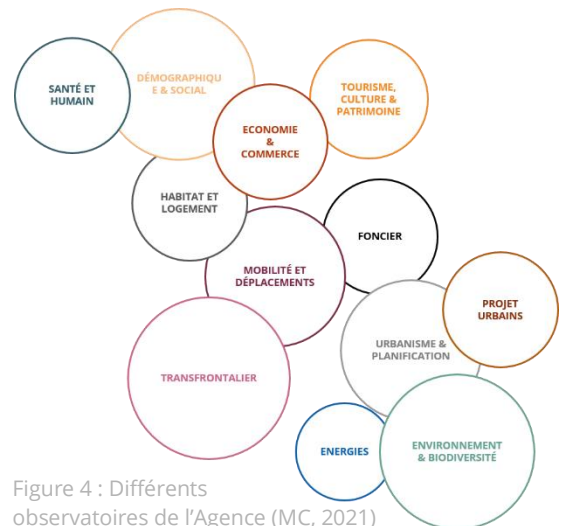


Figure 4 : Différents observatoires de l'Agence (MC, 2021)

La production, l'utilisation et l'assemblage de données sont au cœur des missions des agences d'urbanisme, notamment à travers l'utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG). En effet, c'est une ressource essentielle pour l'analyse territoriale (FNAU, 2017). Ainsi, le développement des services data et la mutualisation des données représentent une part importante des missions de l'Agence. L'AGAPE réalise donc chaque année un travail de mise à jour des données du territoire, la production et l'intégration de nouvelles données. Elle apporte également une assistance SIG aux membres de l'Agence et des formations de plusieurs niveaux sur ces outils. Depuis 2016, l'Agence s'est associée aux trois autres agences d'urbanismes voisines, l'Agence d'urbanisme de l'agglomération de Moselle (AGURAM), l'Agence d'urbanisme de la région mulhousienne (AURM) et l'Agence de développement des territoires Nancy Sud Lorrain (SCALEN), pour créer un portail de données accessible à leurs membres, DatAgences (www.datagences.eu). Ce portail permet l'accès à des données variables sur la démographie, l'emploi, les entreprises, l'habitat, l'immobilier, la mobilité, etc., à travers des fiches d'identité des territoires, des rapports thématiques et une base de données structurée.

Les études et projets partenariaux

Les études et les projets partenariaux, qui ne concernent pas l'ensemble des membres, varient chaque année. En 2021, l'Agence travaille entre autre sur l'évaluation et la révision du SCoT Nord 54, dont le périmètre administratif englobe une grande partie du territoire d'ancrage de l'Agence. Elle réalise également le PLUI de la communauté de commune d'Orne Lorraine Confluence, et de la communauté de commune Bouzonvillois Trois Frontières. Depuis 2017, l'Agence, avec plusieurs partenaires transfrontaliers, met également en place un outil d'aide à la décision en faveur de la mobilité transfrontalière en Grande Région. Les perspectives réalisées sur les dynamiques transfrontalières en cours au niveau de la frontière franco-belge-luxembourgeoise ont mis en avant une augmentation certaine du nombre de frontaliers dans les années à venir. Aux flux massif de personnes à prévoir, s'ajoutera également des flux de marchandises. Devant ces constats et le manque de modèle permettant une analyse globale des problématiques à venir, l'Agence a souhaité mettre en place un Modèle Multimodal et des Scénarios de mobilité Transfrontalière (projet MMUST). Grâce à la collecte et à l'harmonisation de données socio-économiques et de mobilité, MMUST permettra de simuler les déplacements selon plusieurs scénarios prospectifs d'aménagement urbains et socio-économiques. Cet outil permettra ainsi d'étudier l'impact de différents projets d'infrastructures ou d'aménagement sur le territoire et surtout de mettre en place un travail collectif et transfrontalier.

Les projets hors programme partenarial d'activités

Si les activités des agences exercées dans le cadre du PPA relèvent d'un intérêt collectif, des missions complémentaires peuvent également être réalisées à la demande d'un membre unique, ou d'un commanditaire extérieur à l'Agence. Ces missions doivent toutefois rester minoritaires. L'Agence réalise cette année à ce titre plusieurs PLU (révision, modification ou réalisation) sur les communes d'Ugny, de Longwy et de Villiers-la-Montagne. Elle accompagne aussi et anime l'Appel à Manifestation d'Intérêts (AMI) déposé en 2018, qui vise à restaurer la Vallée de la Crusnes et du Nanhof sur une période de 3 ans. L'AMI est un outil financier qui permet d'accompagner des politiques publiques locales pour l'émergence de projet sur une thématique, ici la préservation de la biodiversité locale.

1.2/ Présentation de la mission de stage

1.2.1/ Une mission de sensibilisation

La mission de stage s'inscrit dans une mission de sensibilisation menée par l'observatoire de l'environnement et de la biodiversité. L'observatoire a été créé en 2018, suite à l'élaboration de la Trame Verte et Bleue (TVB) locale sur le territoire de l'AGAPE. Il est piloté par Marion Rouquette, chargée d'étude biodiversité et planification à l'agence, et rassemble plusieurs acteurs du territoire, à différentes échelles (Figure 5). 27 observatoires de la biodiversité existent aujourd'hui en France métropolitaine et en outre-mer. Ils réalisent des suivis de l'état de la biodiversité, des pressions qu'elle subit et des réponses à apporter. Ils visent à mieux connaître et appréhender la biodiversité d'un territoire, et regrouper experts et société civile pour travailler ensemble autour de ces thèmes (OFB, 2021).

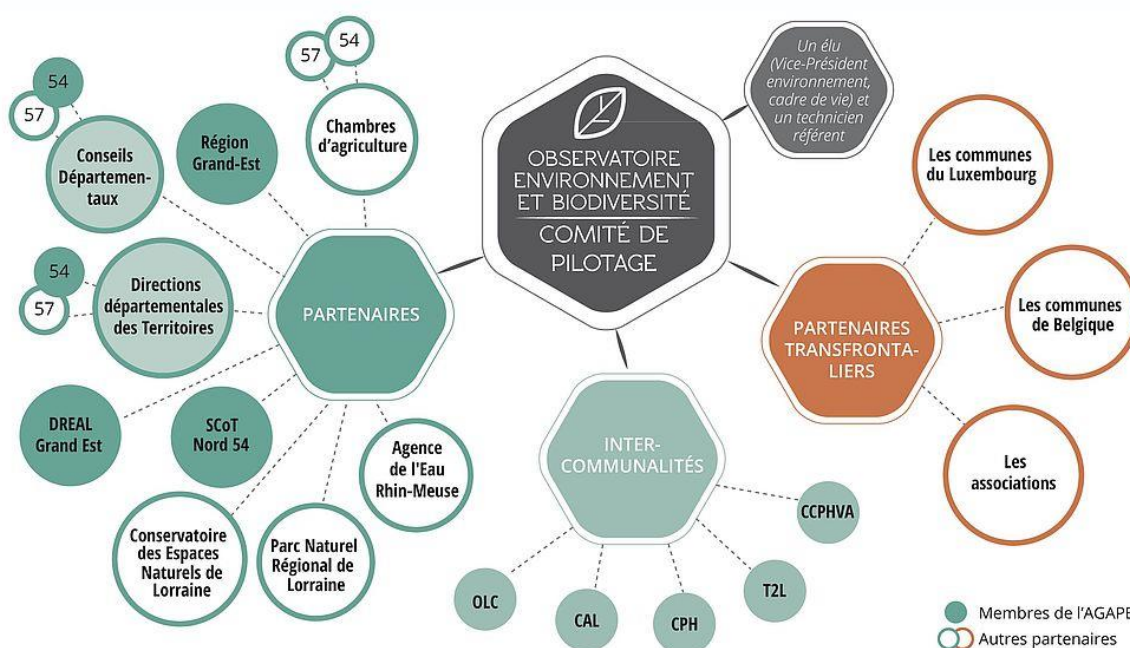


Figure 5 : Partenaires de l'observatoire de l'environnement et de la biodiversité (Agape, 2018)

Depuis sa création, l'observatoire a mis en place plusieurs indicateurs de suivi de l'état de l'environnement à l'échelle des communautés membres. Ces indicateurs permettent de mesurer l'état de la biodiversité, les pressions sociétales majeures et leurs impacts sur la biodiversité, et enfin l'implication de la société pour la préservation de la biodiversité. Ces informations sont mises à la disposition des communes membres par des publications en ligne. L'observatoire effectue également un suivi annuel de la TVB, croisant projets d'aménagement et continuités écologiques pour identifier de potentiels points de conflits. L'observatoire mène également des missions de sensibilisation à la biodiversité, par des publications sur des thématiques biodiversité comme les haies ou les mares, ou encore par sa participation à des webinaires organisés par l'Office Français de la Biodiversité (OFB) ou encore la Région Grand Est (RGE). Enfin, l'observatoire effectue des missions d'assistance aux communes, sur plusieurs projets différents. En 2020, l'Agence a ainsi contribué au schéma départemental des circulations douces du département 54, au plan paysage du département ou encore au programme d'aménagement des berges de la Crusnes dans la commune de Longuyon (AGAPE, 2021).

Cette année, l'observatoire a décidé de mener une mission de sensibilisation sur la thématique des haies, arbres isolés et vergers, éléments importants du paysage lorrain et essentiels pour la biodiversité. A travers l'analyse des données disponibles et la production de nouvelles données, l'idée est de dresser un état des lieux de la situation passée et présente à propos du réseau de haies, des arbres isolés et des vergers sur les territoires membres de l'AGAPE. L'identification précise et la caractérisation des types d'objets paysagers, comme les mares, les arbres isolés, les linéaires de haies, permet en effet de mieux connaître et de protéger ces objets. La mission de stage s'inscrit donc dans une volonté d'inventorier et d'étudier l'évolution de ces

ligneux hors forêt au cours de ces 70 dernières années. Le stage fait également suite à un travail de définition d'une trame verte et bleue au niveau local, et entend prolonger l'analyse des continuités écologiques du territoire grâce à ce focus sur les haies, arbres isolés et vergers. Les données produites et analyses réalisées seront alors valorisées dans une publication portant sur les haies et leurs rôles écologiques, dont le contenu a été précisé au cours de la mission.

La mission de stage s'est déroulée en plusieurs temps, de la prise en main du sujet jusqu'à la rédaction de la publication sur les haies. Un diagramme de Gantt (Annexe 1) a été réalisé pour prévoir les différentes phases de la mission de stage, ainsi que la rédaction progressive du présent rapport.

1.2.2/ Etat de l'art

Les ligneux hors forêts, qui sont déterminés par défaut aux espaces forestiers et donc englobent les vergers, arbres isolés et haies, jouent en effet un rôle essentiel dans la conservation et la restauration de la biodiversité. Ce rôle est aujourd'hui largement reconnu et documenté dans la communauté scientifique, en témoigne le nombre important de travaux de recherche qui lui sont dédiés. Au-delà de leur intérêt pour la biodiversité, ce sont également des éléments qui rendent de nombreux services écosystémiques. Définir un inventaire complet du rôle et des fonctionnalités des éléments ligneux est complexe. On peut néanmoins établir un tour d'horizon de ces rôles pour mieux cerner l'importance de leur conservation. La publication faisant suite à l'extraction de données portant exclusivement sur le rôle écologique des haies, la partie suivante de ce présent rapport se focalise seulement sur ces éléments.

Le maintien d'une biodiversité

Les haies sont tout d'abord des structures clés pour la biodiversité. Les haies variées, composées d'arbres et d'arbustes avec diverses essences et hauteurs, sont lieu de reproduction, d'approvisionnement, de refuge et d'habitat pour de nombreuses espèces animales et végétales. Souvent à l'interface entre deux milieux, la haie est un habitat en elle-même, mais également un écotone, terme issu de l'écologie qui désigne la portion périphérique de transition entre deux habitats. L'abondance et la diversité des organismes est souvent plus élevée dans les écotones car l'on retrouve des espèces spécifiques de l'écotone ainsi que des milieux adjacents. La faune rencontrée dans les haies provient donc des milieux environnants, et est étroitement dépendante de la variabilité des habitats aux alentours. Elle est également liée à la richesse végétale de la haie en elle-même. Plus la haie possède une diversité spécifique végétale élevée, offrant ainsi des milieux de vie, de reproduction, de nourriture, de refuge variés, plus elle sera favorable à l'accueil d'une faune diversifiée. La présence de plusieurs strates arbustives et arborées influe par exemple sur la richesse taxonomique abritée par la haie. En Italie du Nord, une étude a relevé une variation de 36% de la richesse spécifique des chiroptères entre les haies basses et clairsemées et les haies pluri-strates (Toffoli, 2016). La largeur de la haie est aussi un facteur jouant sur la faune qu'elle abrite. Les espèces à affinité forestière par exemple, disparaissent des haies quand celles-ci sont clairsemées ou ne forment pas un maillage dense. Elles sont alors remplacées par des espèces plus mobiles, adaptées aux espaces ouverts. La typologie de la haie en termes d'essences, de largeur, de hauteur, de localisation, influe donc sur la faune abritée. L'âge de la haie est également facteur de diversité spécifique. En effet, le bois mort ou vieillissant est par exemple favorable à de nombreux coléoptères comme les capricornes (PNR de Lorraine, 2012). On retrouve ainsi des insectes, arachnides, mollusques, amphibiens, reptiles, oiseaux ou encore petits mammifères au sein des haies (Sanson, 2019).

La haie est également un support de déplacement pour les espèces animales (Figure 6). Elles peuvent en effet jouer le rôle de corridors entre les réservoirs de biodiversité, et ainsi lutter contre la fragmentation des habitats, cause majeure d'érosion de la biodiversité. La notion de corridor et de réservoir de biodiversité sont des concepts issus de l'écologie des paysages, discipline qui a démontré l'importance de maintenir les structures paysagères permettant la connexion des habitats naturels. Les réservoirs de biodiversité sont ainsi des espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou une partie de leur cycle de vie et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement en ayant notamment une taille suffisante. Les corridors écologiques assurent quant à eux la connexion entre ces réservoirs de biodiversité. Se sont généralement des espaces de natures ordinaires dont la qualité permet le déplacement des espèces (SRCE Lorraine, 2015). Les caractéristiques de la haies (présence de talus, densité du maillage, positionnement dans le paysage) jouent plus ou moins sur l'effet de corridor. Pour beaucoup d'espèces de chauves-souris par exemple, le réseau de haies assure une continuité

écologique. Les haies connectent entre eux différents territoires fondamentaux pour leur biologie : des zones de chasse riches en insectes, des gîtes hivernaux frais et des sites de mise bas. Compléter avec SRCE lorraine

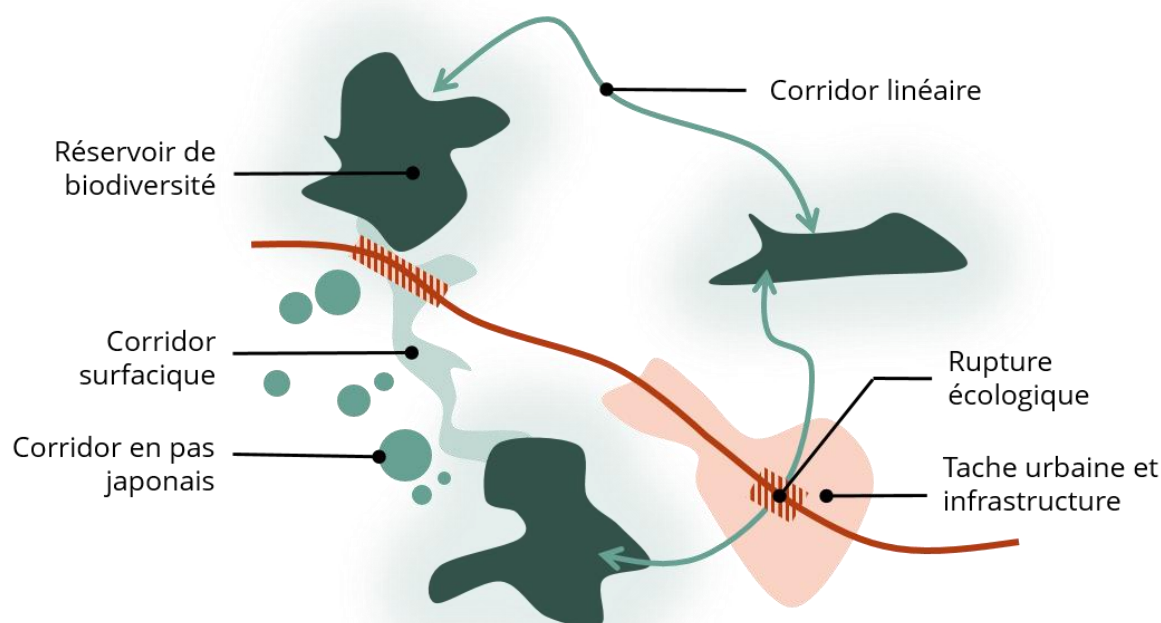


Figure 6 : Schéma explicatif du principe de continuité écologique (MC, 2021)

Un atout pour l'agriculture

La diversité des espèces animales et végétales rencontrée assure par la même occasion la stabilité de l'écosystème et des écosystèmes aux alentours. Les populations vont en effet s'autoréguler et limiter dans le même temps le risque de pullulation ou d'épidémie (PNR de Lorraine, 2012). La haie peut ainsi abriter des auxiliaires de cultures, qui permettront de limiter l'action des ravageurs. Elle devient alors un atout pour l'agriculture, de la même manière qu'elle peut héberger des insectes pollinisateurs (abeilles, papillons, frelons...) (Alterre Bourgogne, 2012).

La régulation de la ressource en eau

Outre ses fonctions biologiques et agronomiques, la présence d'un réseau de haies joue également plusieurs fonctions hydrauliques. Les haies participent en effet au ralentissement des écoulements de surface, favorisant l'infiltration et allongeant le temps de transfert de l'eau. Le système racinaire des haies guide les eaux de pluie dans le sol, permettant une infiltration en profondeur vers les nappes phréatiques. L'infiltration permet alors la réduction du ruissellement de surface. Les haies agissent également comme des barrières physiques, retenant l'eau de ruissellement localement, ce qui permet de réguler l'arrivée massive et simultanée des eaux dans le lit des rivières. Le temps de transfert de l'eau vers les cours d'eau est ainsi allongé, ce qui diminue le risque inondation par débordement de cours d'eau (Eaucéa, 2012). Ce rôle de barrière est particulièrement pertinent lorsque la haie est perpendiculaire à la pente (Viel, 2014). Lors d'événement exceptionnels, la diminution du pic de crue est néanmoins moins marquée (Fauvel, 2007).

La protection des sols

La fonctionnalité hydraulique des haies joue également sur la protection des sols. Le ralentissement de la vitesse du ruissellement limite en effet l'érosion hydrique. Les horizons supérieurs des sols, qui sont le plus impactés lors de ruissellement et également les plus importants pour l'agriculture, sont ainsi protégés. (Eaucéa, 2012). En grandissant, la haie produit également de la matière organique qui se décompose une fois tombée à terre. Les feuilles, branches ou fruits sont alors décomposés par la faune du sol, ce qui permet une accumulation de matière organique dans ce dernier. La matière organique permet de stabiliser la

structure du sol et contribue ainsi à la diminution de l'érosion. Les haies ripisylves, en bordure de rivière diminuent également l'érosion des berges en fixant la terre par leurs racines (Eaucéa, 2012).

L'amélioration de la qualité de l'eau, du sol et de l'air

Les haies participent de plus à la dénitrification et à la dégradation des pesticides. Le lessivage de ces molécules nocives est ainsi limité, ce qui préserve la qualité des masses d'eau ainsi que des sols (Eaucéa, 2012). La haie est également une barrière physique, qui limite la dérive aérienne des produits phytosanitaires. Ce rôle est d'autant plus efficace que la haie est dense et fournie (Reichenberger, 2007).

La régulation du climat

A petite échelle et dans les milieux agricoles, les haies protègent bétail et cultures des aléas climatiques (chaleur, vent, froid...). Dans les espaces plus urbains, les haies, tout comme les arbres, contribuent à rafraîchir l'air ambiant, luttant ainsi contre le phénomène d'îlot de chaleur. Ce rôle contre les aléas climatiques dépend néanmoins de la structure et la position de la haie.. Placées le long des routes, elles peuvent aussi éviter la formation de congères, qui sont des amas de neige et de glace entassés par le vent sur les routes, très fréquentes en hiver sur le territoire d'étude.

En grandissant, les haies captent également du CO₂, et stockent ainsi du carbone dans leurs branches et racines. Ce stockage pourrait s'avérer un atout dans la lutte contre le réchauffement climatique. Les chercheurs estiment ainsi qu'un kilomètre de haie adulte, encore en croissance, peut stocker 128t de CO₂. La haie fournie par la même occasion une ressource en bois, qui peut être utilisé comme bois de chauffe, bois d'œuvre, fourrage ou encore bois raméal fragmenté (BRF) pour le maraichage (Pointereau, 2018).

La haie possède donc des fonctionnalités multiples qui présentent un intérêt écologique et agricole non-négligeable. Ses propriétés d'amélioration de la ressource en eau, de la qualité des sols et de l'air portent son intérêt à une plus large échelle.

Une large régression à l'échelle métropolitaine

Entre 1960 et 1990, les haies, tout comme les arbres épars et les vergers, ont fortement régressé dans le paysage agricole français. Les différentes enquêtes de suivi menées sur le territoire chiffrent cette régression à un rythme de 45 000 km par an entre 1960 et 1980, puis 15 000 km par an entre 1980 et 1990 pour les haies (Poitereau, 2006) (Figure 7).

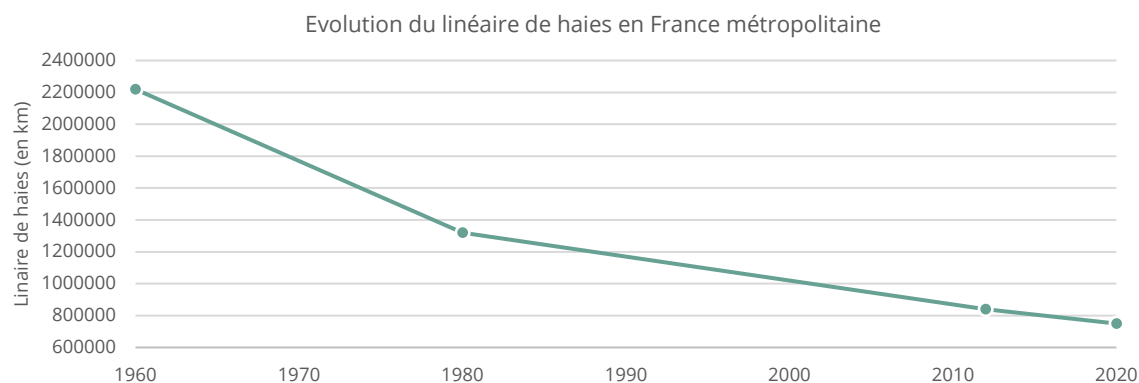


Figure 7 : Evolution du linéaire de haies depuis 1960 à l'échelle Métropolitaine (Source Pointereau, 2006 et 2018/ Auteur MC)

En plus de cette érosion quantitative, on assiste également à une érosion qualitative du bocage. Du fait de pratiques d'entretien dégradantes et d'un vieillissement général des haies, la majorité des écosystèmes bocagers en France sont en mauvais état écologique, et ne peuvent assurer les services écosystémiques de régulation normalement réalisés (Sanson, 2019). Depuis 1990, on constate toutefois une stabilisation du linéaire de haies, notamment due aux différentes politiques publiques mises en œuvre pour soutenir financièrement la plantation et l'entretien. Ce soutien n'est néanmoins pas équivalent pour les arbres isolés, vergers ou encore pré-vergers (PNR de Lorraine, 2012). La situation est de plus difficile à évaluer, car la connaissance sur les réseaux de haies, les vergers et arbres isolés est soit inexistante, soit partielle, soit ancienne et il n'existe pas de méthode uniformisée au niveau national de suivi de ces éléments (Morin et al., 2019).

2.2.3/ Territoire d'étude

Le périmètre d'inventaire et d'étude du réseau de haies, des arbres isolés et vergers s'étend les cinq communautés de communes membres de l'Agence lors du début de la mission de stage, soit les communautés de communes de Terre Lorraine du Longuyonnais, Orne Lorraine Confluences, Cœur de Pays Haut, Pays Haut Val d'Alzette et la Communauté d'Agglomération de Longwy.

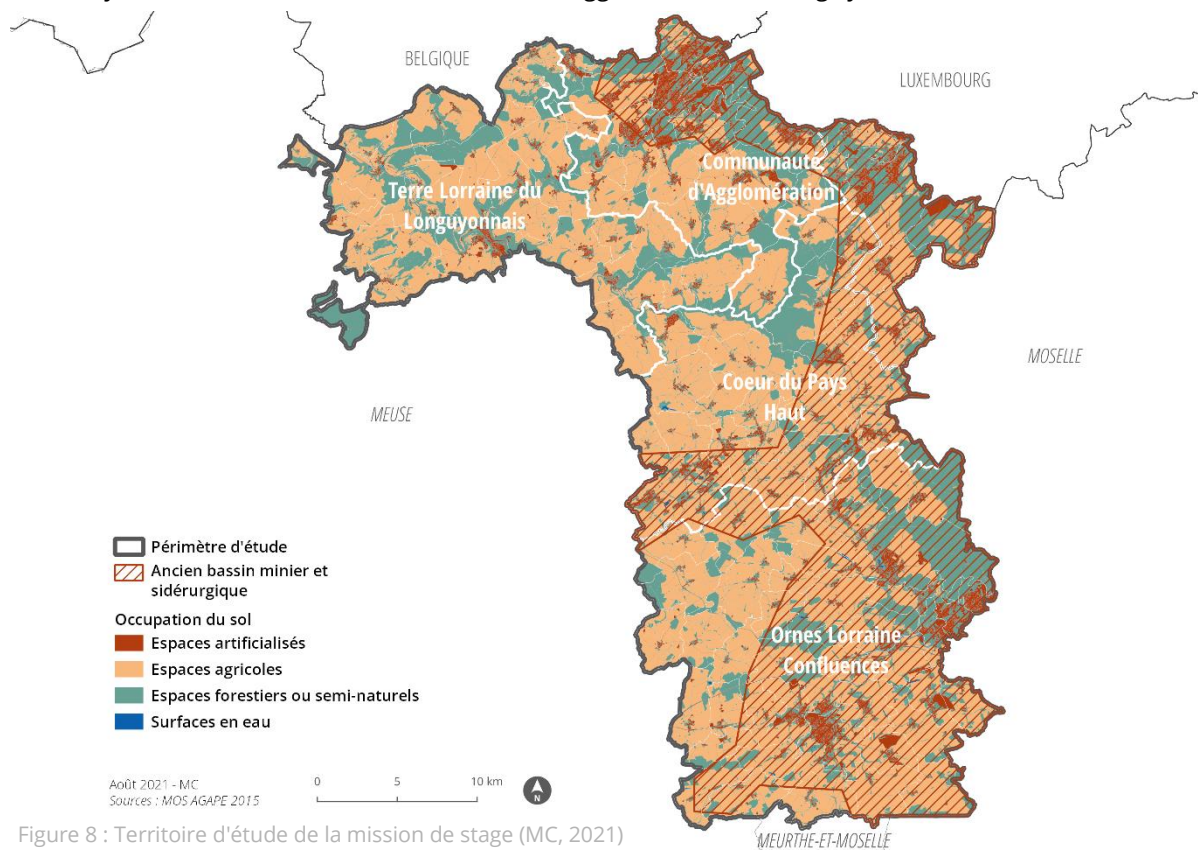


Figure 8 : Territoire d'étude de la mission de stage (MC, 2021)

Ces différentes communautés de communes et d'agglomération sont situées dans le Pays-Haut, territoire au Nord des départements de la Meuse, de la Moselle et de la Meurthe-et-Moselle. Le Pays-Haut est marqué par deux types de paysages dominants : les paysages ruraux d'openfields, qui sont des campagnes de champs ouverts aux parcelles non encloses, paysages typiques du Nord de la France, et des vallées anciennement industrielles aux coteaux boisés (Conseil Général de Meurthe-et-Moselle, 2021).

Le système d'openfield, dit aussi de champs ouverts apparaît au début du Moyen-Age et organise peu à peu l'espace. Au 13ème siècle et jusqu'à la fin du 19ème, deux pratiques agraires modèleront en effet le territoire : l'assolement triennale et la vaine pâture. L'assolement triennale repose sur le principe de division des terres en trois parcelles de cultures différentes appelées soles, dont une sole est toujours laissée en jachère. Une rotation des cultures est réalisée tous les ans, ainsi chaque sole est laissée au repos tous les trois ans. Le bétail peut alors paître gratuitement sur ces terres au repos, ainsi que sur les friches et les bords des chemins, c'est ce qu'on nommera la vaine pâture. Pour laisser les animaux brouter librement, la clôture des champs, notamment par les haies, est interdite. La Lorraine est donc historiquement caractérisée par des paysages agricoles très ouverts aux formations végétales hors forêts rares, néanmoins présentes le long des routes, des cours d'eau et des bords de villages. Ces derniers sont entourés de vergers, pré-vergers et prairies, ce qui permet une transition entre les secteurs habités et les espaces agricoles de grandes cultures (PNR de Lorraine, 2012). La Lorraine est en effet caractérisée par ses « villages-rue », qui comme leur nom l'indique, sont organisés autour d'une rue centrale unique où les maisons sont accolées les unes aux autres. L'arrière des maisons, appelée traditionnellement meix, est composé d'un jardin longitudinal pouvant également contenir un verger ou pré verger (Conseil Général de Meurthe-et-Moselle, 2021).

2/ CREATION & TRAITEMENT DE LA DONNEE

2.1/ Choix méthodologiques & numérisation

Plusieurs méthodes existent pour réaliser un inventaire de la situation du réseau de haies. Ces méthodes peuvent s'appuyer sur des images aériennes, satellites ou encore des relevés de terrain. Dans les régions où les bocages font partie intégrante du paysage, comme la Bretagne par exemple, un inventaire des haies est réalisé depuis 1971. Cet inventaire, dit enquête Terudi-Lucas, allie utilisation des photographies aériennes et relevés de terrain par des enquêteurs (Draaf Bretagne, 2008). Cependant les méthodes de terrains demandent beaucoup de temps et de connaissances spécifiques, notamment naturalistes, non disponibles à l'Agence. Ce seront donc des méthodes de détermination à distance qui seront préférées pour l'identification des haies et autres éléments souhaités.

2.1.1/ Données à disposition

Depuis 2017, l'Office Nationale de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) et l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), avec le soutien des ministères de l'Agriculture et de la Transition écologique et de l'Office Français de la Biodiversité (OFB) ont mis en place un dispositif national de suivi des bocages. Son objectif est de ralentir, voire de stopper la dégradation des bocages en France, au titre des différents services rendus par ces écosystèmes et de leur intérêt patrimonial. Il s'agit également à terme de restaurer les bocages dégradés pour les rendre fonctionnels d'un point de vue écologique (Morin et al., 2019). Dans un premier temps, le dispositif national de suivi des bocages a produit une couche nationale de référence du linéaire de haies. A partir de deux sources de données existantes, les haies issues du thème végétation de la BD Topo et les haies issues des surfaces non agricoles du registre parcellaire graphique (RPG), une couche de données linéaires des haies sur l'ensemble du territoire métropolitain a été créée et mise à disposition en ligne (IGN, 2020).

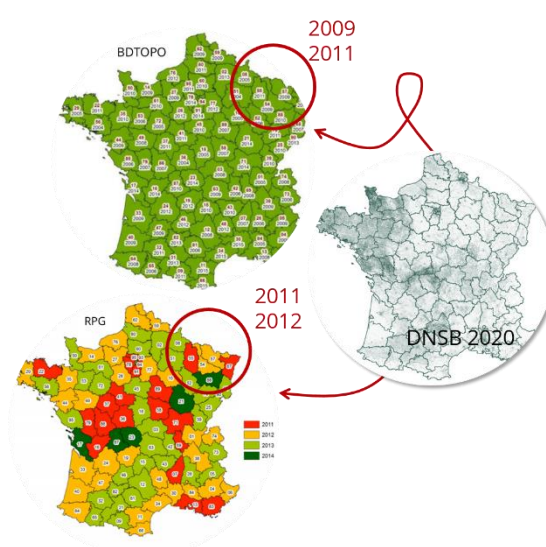


Figure 9 : Provenance des données du DNSB sur le territoire (MC, 2021)

L'étude de l'évolution de ce réseau de haies nécessite la comparaison avec des données plus anciennes. En 1960, l'IGN a réalisé une campagne de prises de photographies aériennes sur l'ensemble de la Lorraine du Nord. Ces photographies aériennes sont des données en libre accès sur le site www.remonterletemps.fr. On se propose donc d'exploiter ces images pour produire des données quant à la situation de ce réseau bocager il y a 70 ans. D'une photographie aérienne ou satellite peut en effet être extrait de nombreuses informations pour l'étude de l'environnement. A partir d'une forme, d'un motif, d'une couleur, d'une texture ou d'une comparaison avec un élément voisin, on peut en effet identifier les éléments souhaités, ici les haies, arbres isolés et vergers, et leur localisation géographique.

2.1.2/ Identification par photo-interprétation

La mission de stage a donc débuté avec la mise en place d'une méthodologie pour exploiter les vues aériennes de 1960. Un travail d'état de l'art des méthodologies existantes et de projets similaires a été effectué pour définir une méthode pertinente. En effet, plusieurs méthodes d'interprétation d'images de photographies aériennes ou satellites existent, plus ou moins automatisées grâce à des algorithmes de traitement. On parle alors de télédétection, définie comme l'ensemble des techniques utilisées pour déterminer à distance les propriétés des entités observées à partir des rayonnements électromagnétiques qu'ils transmettent (Betbeder, 2015). Ces techniques vont de la capture et l'enregistrement du rayonnement émis ou réfléchi par les objets, au traitement des données finales résultantes. Les techniques de

télédétection pour l'identification des continuités écologiques sont couramment utilisées car elles permettent d'identifier et de caractériser différents éléments du paysage, de l'occupation du sol (Latour, 2015) jusqu'à la détermination des espèces végétales présentes dans une forêt (Faijan, 2017). L'identification de l'élément souhaité repose sur l'inventaire de plusieurs caractéristiques (forme, taille, couleur, ombre projetée, texture) et l'interprétation de son association avec d'autres éléments voisins (motif, arrangement spatial, comparaison avec d'autres éléments à proximité) (François, 2018).

Selon les méthodes étudiées, ce travail est accompli manuellement, on parle alors d'interprétation visuelle ou de photo-interprétation, ou traité par ordinateur via des procédures de classification. Il existe également des méthodes intermédiaires qui ont recours à l'interprétation visuelle et assistée par ordinateur. Cependant, réaliser une extraction automatique ou semi-automatique des haies à partir d'images aériennes ou satellites est une tâche difficile. En effet deux difficultés majeures se posent : spatialement, une haie est un objet linéaire similaire à une route ou un chemin ; spectralement, une haie est semblable à la végétation arborée comme les forêts (Fauvel, 2014). De plus, le choix d'une méthode plus ou moins automatisée dépend grandement du matériel que l'on souhaite interpréter. Dans le cadre de cette mission de stage, ce sont donc des photographies aériennes argentiques qui ont été numérisées, possédant une résolution spatiale correcte mais une résolution spectrale limitée, où seules les bandes RVB sont disponibles. Les indices de végétation, notamment l'Indice de végétation par Différence Normalisé (NDVI) couramment utilisé en télédétection pour extraire la végétation d'une image (Les indices de végétation par télédétection, s. d), se basent sur les bandes infrarouges, ici non disponibles. On souhaite de plus extraire plusieurs types d'éléments : haies, arbres isolés et vergers, et un traitement automatisé pour chacun de ces éléments serait complexe et long à mettre en œuvre. C'est donc une méthode d'interprétation visuelle qui a été retenue, dite de photo-interprétation. Cette démarche nécessite un temps d'extraction important, mais les données extraites apparaissent fiables, les erreurs d'omissions et de commissions, fréquentes dans un traitement automatique, étant ici très réduites (Godefroid, 2013).

2.1.3/ Méthode de numérisation

Pour assurer la régularité des données numérisées, une méthode de photo-interprétation a été définie, recensant les éléments à numériser et leurs critères d'identification (Annexe 2). La méthode mise en place doit permettre la reproductibilité du travail réalisé, au cas où un projet similaire soit effectué plus tard. Le territoire d'étude de l'Agence étant par exemple mouvant au fur et à mesure de l'adhésion de nouveaux membres, la méthode assurera l'uniformisation des données si le même travail de photo-interprétation doit être réalisé par un nouveau photo-interprète sur une nouvelle partie du territoire. Les éléments numérisés doivent également être en cohérence avec les données que l'on souhaite comparer lors de l'analyse, soit le linéaire de haies issue du dispositif suivi des bocages mentionné plus haut. Ce linéaire provient de la fusion de deux couches préexistantes qui n'ont pas la même définition d'une haie, sauf en ce qui concerne la largeur maximale d'une haie, de 20 mètres. En s'appuyant sur des travaux semblables précédemment réalisés sur le territoire national (Région Bretagne, 2013 ; Godefroid, 2013 ; Simon et al., 2019), c'est la définition d'une haie par l'IGN qui a été retenue. Une haie est ainsi définie comme une « formation linéaire arborée, comportant des arbres sur au moins 25 mètres de long, sans interruption de plus de 20 mètres, sur une largeur inférieure à 20 mètres et d'une hauteur potentielle supérieure à 1,30 mètres. On parle également d'éléments linéaires de ligneux hors forêts » (Simon et al., 2019). Sur photographie aérienne, c'est le caractère linéaire de la haie et la continuité relative des houppiers qui permet l'identification des haies. Les alignements d'arbres, facilement reconnaissable sur une photographie aérienne du fait de la régularité et la facile distinction des houppiers, seront une sous-catégorie des haies, spécifiée dans un champ lors de la numérisation. Les vergers, définis par le Larousse comme une parcelle plantée d'arbres fruitiers (Larousse, 2021), sont également facilement identifiables par la régularité des plantations qui témoigne d'une intervention anthropique. Il n'existe pas de définition officielle d'un arbre isolé, si ce n'est que « tout arbre est dit isolé s'il est suffisamment éloigné de tout alignement ou groupement d'arbres » (Région Bretagne, 2013). Des critères de numérisation ont donc été choisis pour ne pas laisser place à une ambiguïté lors de la numérisation.

La méthode a été testée sur un échantillon du territoire, et ce test a permis de corriger quelques éléments non applicables lors de la numérisation. La présence de haies dans les villes et villages étant difficilement interprétables du fait notamment de l'organisation des villages traditionnels lorrains mentionnée plus haut, il a été décidé de différencier les espaces urbains des espaces non urbains. Pour cela, tous les espaces

urbains ont été numérisés dans une nouvelle couche de données appelée tache urbaine, englobant l'ensemble du tissu urbain bâti. Les espaces végétalisés en ville, notamment les arrières de maisons marquant la transition entre espaces urbains et agricoles, ont également été numérisés et regroupés dans une nouvelle couche appelée ceinture verte. Une grille a été mise en place pour suivre l'évolution de la numérisation et calculer le pourcentage d'images aériennes encore à traiter. Une estimation du temps de numérisation a ainsi pu être réalisée pour phaser les différentes étapes du stage.

La numérisation des haies, vergers et arbres isolés a été réalisée à partir du logiciel QGIS 3.16. QGIS est un logiciel SIG libre de droit et en open source, largement utilisé et documenté, ce qui permet de faciliter son utilisation (QGIS, 2020). Le logiciel peut être utilisé pour la visualisation de données géographiques, le traitement de couches existantes mais également la création de données. Il a été utilisé durant le stage pour numériser les éléments (haies, vergers, arbres isolés), mais également pour certaines étapes du traitement de données évoquées ci-après, ainsi que pour la réalisation de cartes.

La numérisation et l'extraction du linéaire de haies, des vergers et arbres isolés en 1960 a ainsi été réalisée pendant le premier mois du stage. Elle a permis d'extraire le linéaire de haies présent en 1960, ainsi que plusieurs précisions sur ce linéaire : haie continue ou discontinue, largeur moyenne, proximité avec un cours d'eau, précision si la haie est un alignement d'arbre, mais également les vergers, les arbres isolés, les taches urbaines et les ceintures vertes, selon les critères récapitulés dans le tableau ci-dessous (Tableau 1).

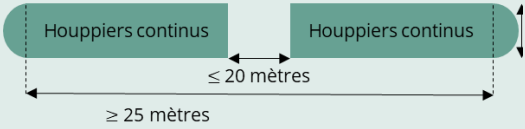
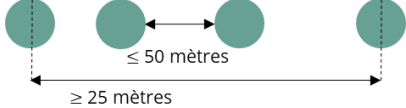
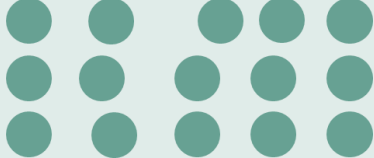
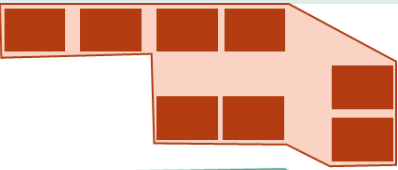
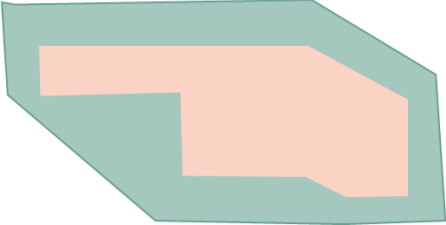
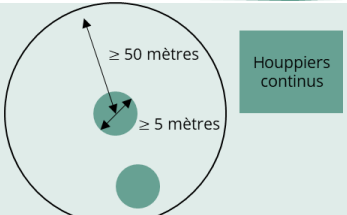
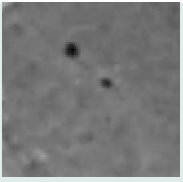
Élément numérisé	Schéma des conditions de numérisation	Exemple
Haie		
Alignement d'arbres		
Vergers		
Tache urbaine et		
Ceinture verte		
Arbre isolé		

Tableau 1 : Données numérisées et critères de numérisation (MC, 2021)

2.2/ Traitement de la donnée

La suite de ce rapport se focalise exclusivement sur le traitement des données haies. Les données vergers et arbres isolés, extraites des images aériennes de 1960, seront valorisés après la mission de stage par une tierce personne de l'Agence.

2.1.1/ Traitement par requêtes SQL

Les données numérisées ne sont pas exploitables en l'état actuel. En effet, le linéaire de haies à l'échelle de l'AGAPE est trop diffus pour être analysé tel quel. Il s'agit donc de réaliser plusieurs traitements pour extraire des tendances temporelles et spatiales sur le territoire. L'idée est de pouvoir réaliser un état des lieux sur la situation passée et présente en ce qui concerne la présence des haies sur le territoire, et ainsi analyser l'évolution du linéaire de haies pendant cet intervalle de temps. Le traitement d'information géographique peut être réalisé par plusieurs entrées : l'utilisation d'un ensemble de fonctions de traitement disponibles dans le logiciel QGIS pour obtenir le résultat escompté, ou bien la mise en place de requêtes SQL sur le logiciel PgAdmin4. PgAdmin4 est un logiciel libre de droit qui permet d'interagir facilement avec la base de données à travers la mise en place de requêtes SQL. C'est l'une des interfaces graphiques de PostgreSQL, le système de gestion de base de données en place à l'Agence, système de gestion également libre de droit (PgAdmin, 2018). Les requêtes mises en place s'appuient sur l'extension PostGIS de PostgreSQL, qui permet la réalisation de traitements spatiaux.

C'est l'utilisation des requêtes SQL qui a été choisie, celles-ci permettant en effet la mise en place d'un traitement plus flexible et plus riche que par les fonctions disponibles dans QGIS. La mise en place d'un traitement à partir de requêtes SQL a permis également de développer de nouvelles compétences.

2.2.2/ Harmonisation des données de 1960 et 2012

Le traitement de données vise tout d'abord à harmoniser les données de 1960 et de 2012 pour pouvoir effectuer une comparaison pertinente. Les haies de 1960 dans les espaces urbains n'ont en effet pas été prises en compte, du fait de la faible qualité des ortho-photographies en noir et blanc. Les haies de 2012 présentes dans les espaces urbains ont donc été tout d'abord supprimées. C'est le mode d'occupation du sol (MOS) de 2012 qui a été utilisé pour ce traitement. Cette étape a permis de mettre en lumière la difficulté de travailler avec des données d'origines différentes, qui n'utilisent pas les mêmes conditions d'extraction au départ. Il s'agit alors de trouver des équivalences pour que la comparaison des deux années soit la plus pertinente possible.

Si les taches urbaines de 2012 sont disponibles dans le MOS de 2012, sous les appellations zones d'habitat ou d'équipement, zone industrielles, commerciales, ou hangars agricoles, réseau routier et ferroviaire, ce n'est pas le cas des ceintures vertes. La numérisation des ceintures vertes de 1960 a en effet été réalisée pour préciser les surfaces où les haies n'allaient pas être extraites, lorsque la qualité de l'image aérienne ne le permettait pas. Elles correspondent aux jardins en arrière de maison, typiques des villages lorrains et également aux jardins des cités ouvrières. Il n'existe pas de catégorie équivalente dans le MOS de 2012. Les ceintures vertes correspondent aux surfaces de type végétation arbustive ou herbacée accolées aux maisons de la tâche urbaine. Pour extraire les surfaces correspondant au mieux à la définition de la ceinture verte de 1960, une condition spatiale a été ajoutée dans la requête. Il s'agit d'extraire les surfaces de la végétation arbustive ou herbacée et des qui touchent la tâche urbaine de 2012.

2.2.3/ Mise en place d'indicateurs

Haies disparues, nouvelles et conservées

L'harmonisation des données effectuée, plusieurs indicateurs sur la situation des haies en 1960 et en 2012 peuvent être calculés (densité linéaire de haies en 1960, densité linéaire de haies en 2012). La superposition des deux linéaires permet d'extraire le linéaire disparu, nouveau ou conservé, et ainsi de compléter l'interprétation que l'on peut faire entre l'évolution de la situation entre 1960 et 2012.

Typologie des haies de 2012

L'état de l'art réalisé précédemment sur les rôles écologiques des haies a permis de cerner les indicateurs à mettre en place pour interpréter la donnée. En fonction de son milieu, la haie n'a ainsi pas le même rôle. Le premier indicateur mis en place est donc la typologie des haies de 2012. Il s'agit de catégoriser les haies en fonction du milieu dans lesquels elles se trouvent, afin d'illustrer les espaces où on retrouve la haie en

Lorraine et au contraire où elle est peu présente. Le linéaire de 2012 a ainsi été croisé avec l'occupation du sol en 2012, et également avec le RPG de 2012. L'utilisation du RPG est complémentaire à celle de l'occupation du sol, car elle précise le type d'occupation des parcelles agricoles. La différence entre une parcelle agricole classée « prairie permanente » et les autres cultures est ainsi disponible, ce qui permet de compléter la typologie des haies. La haie dans une prairie et dans un espace cultivé n'a en effet pas les mêmes fonctions et n'abrite probablement pas la même biodiversité.

Cause de disparition des haies

Ce croisement avec le RPG et l'occupation du sol de 2012 a également été réalisé avec le linéaire de haie disparu. Cet indicateur permet d'émettre des hypothèses quant à la cause de la disparition de la haie. Ainsi, si la majorité des haies disparues sont dans des espaces agricoles aujourd'hui, on peut penser que c'est l'activité agricole et sa mécanisation (remembrement des cultures pour faciliter le travail des engins agricoles) qui est la cause de sa disparition.

Réduction du ruissellement

Au vu de l'actualité pendant la période de stage, il paraît important d'insister sur le rôle de la haie dans la régulation de la ressource en eau. Plusieurs villes et villages sur le territoire d'ancrage de l'Agence ont en effet été victimes d'inondations par débordement de rivières, ruissellement et saturation des réseaux d'assainissement le 14 juillet 2021 (Figure 10). Si ces événements proviennent de l'accumulation de plusieurs facteurs (événement pluvieux exceptionnel, mauvaise conception et vétusté de certains réseaux d'assainissement), le maire de Cons-la-Grandville a tenu à rappeler dans un communiqué de la communauté d'agglomération de Longwy les « erreurs commises dans le passé avec la suppression des haies et des fossés qui freinent les eaux de ruissellement ».



Figure 10 : Inondation à Longwy le 14 juillet 2021 (Lorraine Actu, 2021)

Comme mentionné plus haut, la haie peut jouer un rôle de régulation de la ressource en eau, en favorisant l'infiltration et diminuant, au moins temporairement, le ruissellement. Ce rôle de barrière au ruissellement est particulièrement pertinent lorsque la haie est perpendiculaire à la pente. Les courbes de niveau et le relief sur le territoire étant des données disponibles à l'Agence, le calcul des haies perpendiculaires à la pente a pu être effectué. Il s'agit d'utiliser le Modèle Numérique de Terrain (MNT), d'en extraire l'exposition de chaque pente, et de comparer avec l'exposition de la haie. Cet indicateur a permis de manipuler des outils de traitement de couche raster sur le logiciel QGIS, qui avait été peu abordés jusqu'à présent dans le stage (calcul de l'exposition des pentes, calcul de l'azimut et de l'orientation des haies, comparaison).

Stockage carbone

Problématique très actuelle, le stockage carbone, notamment celui permis par la végétation, est un large sujet d'étude dans la littérature universitaire. La réalisation de l'état de l'art en début de stage a permis d'estimer le stockage carbone réalisé par un kilomètre de haie (128 tCO₂ par kilomètre de haies « adulte » encore en croissance). Cet indicateur, bien qu'approximatif, permet d'illustrer le rôle de la haie en terme de stockage carbone.

Haie et déplacement des espèces

Le déplacement des espèces, indispensables à leur survie (différents lieux de cycle de vie, brassage génétique, migration saisonnière) est une thématique de travail largement saisie par les acteurs de l'aménagement, notamment avec la notion de Trame Verte et Bleue (TVB), introduite par le Grenelle de l'Environnement en 2007 (FNAU, 2007). Sur le territoire d'étude, il existe une TVB applicable dans les documents d'urbanisme depuis 2018. En croisant la TVB et le linéaire de haies de 2012, on peut alors savoir si les haies participent à

la trame verte et bleue, ou joue un rôle complémentaire hors de cet trame verte et bleue, dans les espaces où les déplacements sont plus difficiles.

Les haies peuvent servir de support de déplacement si le réseau est suffisamment dense et connecté. La notion de connexion du réseau de haie a déjà été traitée dans la littérature universitaire (Jaziri, 2017 ; Vadaine, 2002), et ce par différentes méthodes. Elles mettent en jeu le calcul d'un indice de connectivité basé sur la somme des connexions entre les haies, les connexions multiples ayant plus de poids que les connexions simples. Cependant, cet indice s'avère significatif uniquement lorsque le linéaire de haies est suffisamment développé, ce qui n'est pas le cas sur le territoire d'étude. Dans d'autres exemples, la connectivité est étudiée à partir des haies ayant une distance inter-élément inférieure à 10 mètres (Bolin, 2020). On peut alors calculer la proportion de haies connectées entre-elles selon cette distance. C'est cette méthode qui sera appliquée pour étudier la connectivité du réseau de haie.

La distance de 10 mètres appliquée dans l'étude retenue comme modèle n'est cependant pas justifiée biologiquement par la capacité de déplacement des espèces. Pour choisir une distance inter-éléments qui s'applique aux espèces utilisant les haies comme support de déplacement, on peut se référer à la méthode de la TVB utilisée par l'Agape pour réaliser la TVB locale. La distance possible de déplacement varie en fonction de l'espèce ainsi qu'en fonction du milieu de déplacement. Un grand mammifère peut ainsi parcourir 50 km dans son milieu structurant (forêts), mais seulement 48 mètres dans des milieux répulsifs (infrastructure sans grillage), tandis qu'un papillon spécialiste des prairies peut parcourir 15 km dans un milieu structurant (prairies, vergers) mais seulement 34 mètres dans un milieu très répulsif (plan d'eau, tissu urbain continu). La connectivité des haies est donc relative à l'espèce étudiée, ainsi qu'aux milieux de transition entre les haies. La distance de « rupture » entre deux haies, distance impossible à parcourir pour une espèce donnée, ne peut donc être uniforme pour toutes les espèces utilisant les haies comme support de déplacements. On se propose de retenir la distance minimale parcourable dans les milieux les plus contrains. Pour toute guildes d'animaux confondues, celle-ci est de 2.5 mètres. L'indicateur de connectivité permet ainsi d'obtenir la longueur moyenne du linéaire formé par les haies connectées entre elles, c'est-à-dire étant à moins de 2.5 mètres les unes des autres. Cet indicateur est appliqué à l'année 1960 et 2012.

Plusieurs requêtes complexes et interdépendantes ont ainsi été mise en place pour traiter la donnée. Les étapes principales du traitement sont schématisées ci-dessous (Figure 11), et un exemple de requête SQL est également disponible en Annexe pour illustrer le propos (Annexe 3). Les différentes étapes de traitement permettent ainsi d'obtenir des données exploitables et valorisables dans une publication.

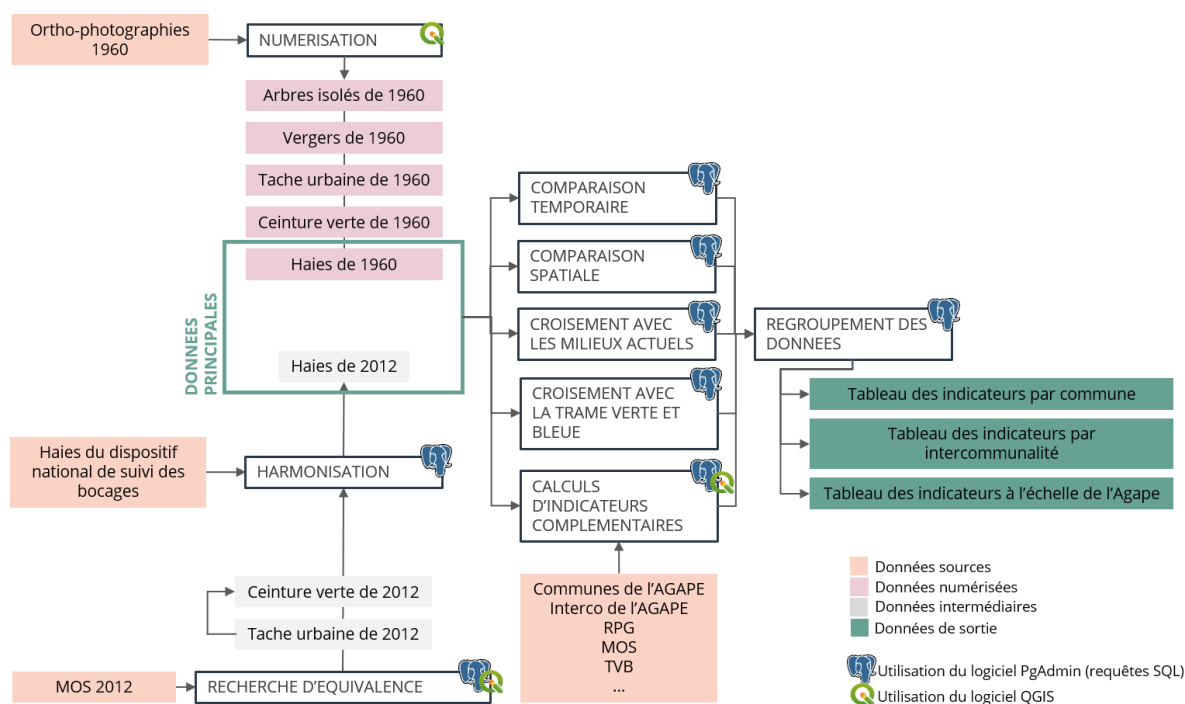


Figure 11 : Schéma des traitements effectués (MC, 2021)

3/ VALORISATION DE LA DONNEE

3.1/ Principaux résultats & analyse

3.1.1/ Etat des lieux du réseau de haies

Un réseau de haies qui n'arrête pas le regard

Contrairement à ce qu'on aurait pu attendre, la longueur du linéaire de haies a très peu varié entre les deux années étudiées. La densité linéaire sur l'ensemble du territoire reste en effet très faible en 1960 (13.4 mètres linéaires par hectares) comme en 2012 (13.6 m/ha). On note même une progression du linéaire de haies entre 1960 et 2012, et ce de 18 kilomètres. Ces faibles densités viennent confirmer le caractère openfield des paysages lorrains, où la végétation hors forêt est rare et n'arrête pas le regard. La progression du linéaire entre 1960 et 2012 peut également s'expliquer par l'arrêt des activités sidérurgiques et minières qui ont laissé de nombreux espaces de friches, où faute de pouvoir facilement urbaniser ces terrains pollués ont laissé la place à plus de végétation (Figure 12).



Figure 12 : Longwy, vallées des haut fournaux (en 1980 en haut et en 2010 en bas) (CAUE, 2010 et Flamion 1980)

Une répartition inégale du réseau de haies

A une échelle plus fine, on constate que la densité linéaire reste faible sur la majeure partie du territoire d'étude mais que cette densité est hétérogène (Figure 14). Le plateau du Pays-Haut, au Nord-Est du territoire présente une densité linéaire de haies très faible, en majorité inférieure à 10 mètres linéaire par hectare. Cette unité paysagère est caractérisée par la prépondérance des activités agricoles, notamment de grandes cultures céréalières, mais également par une forte urbanisation, notamment de l'agglomération de Longwy. A l'inverse, la densité linéaire de haies dans le Sud et le Nord-Ouest du territoire d'étude est plus importante et plus variable. La Communauté de Communes d'Orne Lorraine Confluence, au Sud, constitue un secteur plus rural avec beaucoup de prairies et une trame végétale encore bien présente. Le secteur de Longuyon, au Nord-Ouest, est quant à lui caractérisé par une trame forestière très présente et des activités agricoles

non essentiellement vouées aux grandes cultures, qui laisse plus de place aux éléments ligneux hors forêts comme les haies. (ScotNord54 ,2015).

Un réseau lâche et peu connecté

Si l'on s'intéresse à la longueur moyenne du réseau de haie, indicateur qui vient préciser la connectivité du réseau de haies, celle-ci est également très faible. En 1960, les haies connectées entre elles, c'est-à-dire étant à moins de 10 mètres les unes des autres, formaient en moyenne un linéaire de 150 mètres de long. En 2012, cette longueur a diminué, en passant à 134 mètres de long, soit moins 16% en 50 ans. Sachant que la longueur totale du linéaire de haies est de 12 kilomètres en moyenne par commune, le linéaire connecté moyen (134 mètres) représente alors moins de 1% du linéaire par commune. Cela confirme encore le caractère openfield des paysages lorrains, où les haies sont des éléments isolés dont la fonction de corridor écologique reste limitée sur de petites distances.

Une diversité du type de haies

Si le réseau de haies en Lorraine est peu développé du fait de l'histoire agraire du territoire et de la mécanisation de l'agriculture depuis les années 1950, les haies ne sont pas absentes pour autant. Elles se situent majoritairement au bord des routes et chemins, au bord des cours d'eau ou encore dans les prairies permanentes. Leur présence dans les cultures restent par contre très limitée, à peine 13% (Figure 14).

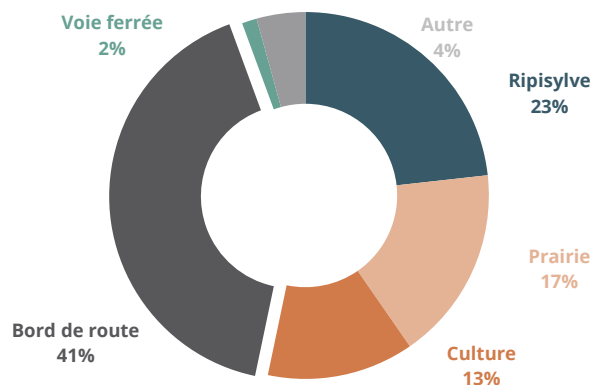


Figure 13 : Type de haies par proximité (MC, 2021)

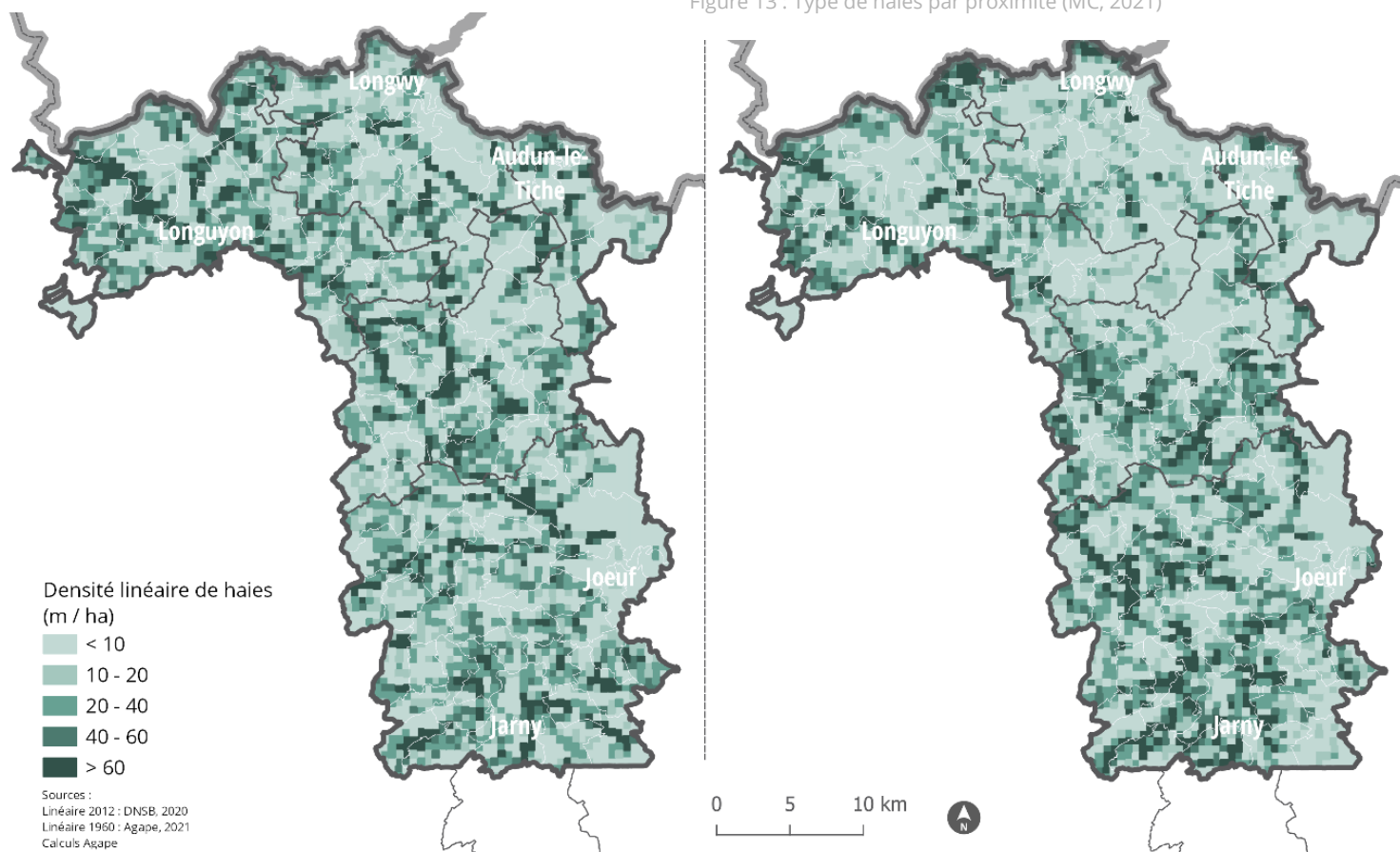


Figure 14 : Evolution de la densité linéaire de haies entre 1960 (à gauche) et 2012 (à droite) (MC, 2021)

3.1.2/ Une progression du linéaire en trompe-l'œil

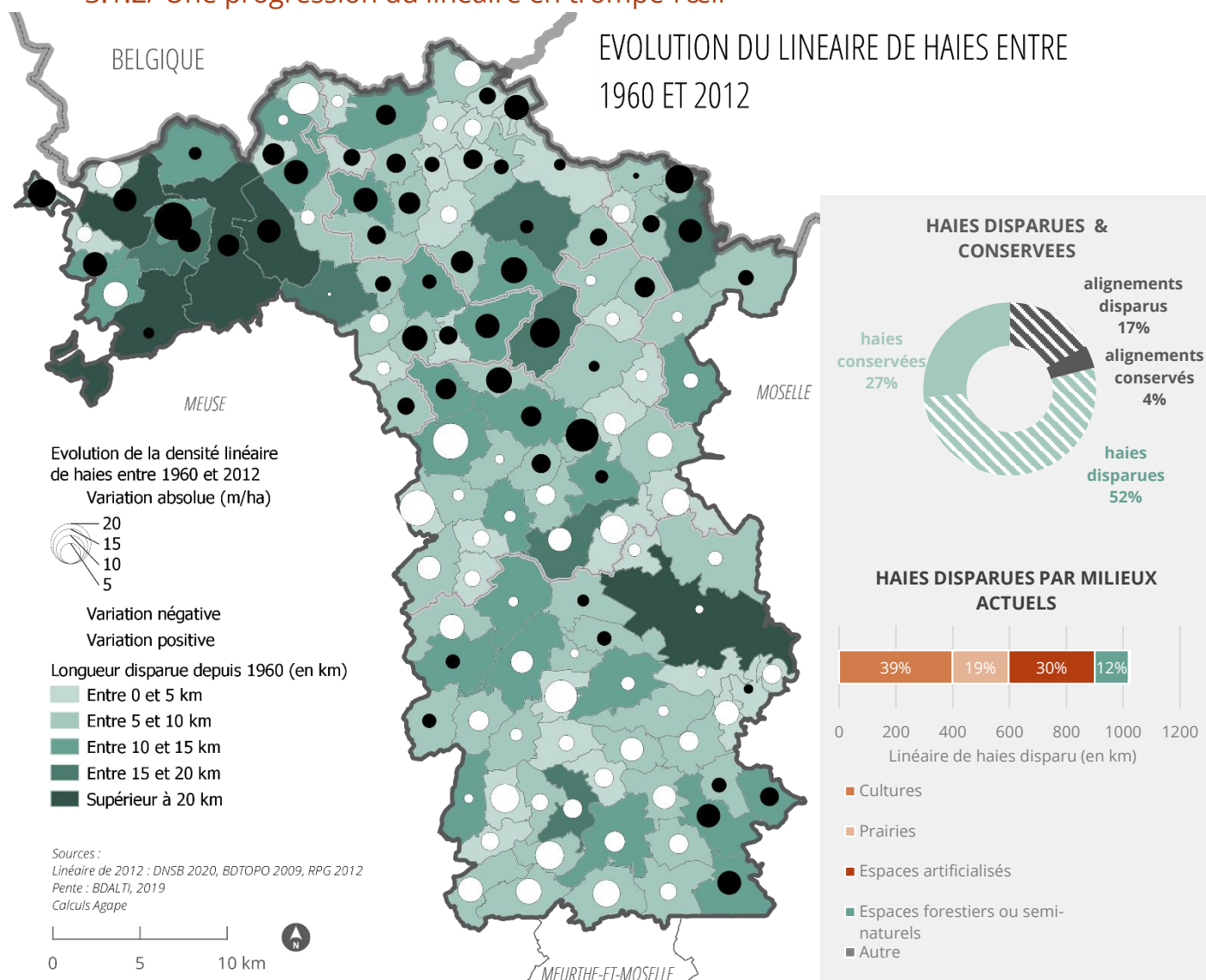


Figure 15 : Disparition des haies sur le territoire (MC, 2021)

Une variation absolue positive

Comme dit plus haut, le linéaire de haie a progressé de +18 km sur le territoire de l'Agape entre les deux dates d'études. Cependant, Si la variation totale entre ces deux années est positive, on observe néanmoins que la majorité des haies de 1960 ont disparu depuis. En effet, 69% du linéaire de 1960 n'apparaît plus sur les ortho-photos de 2012. On peut ainsi émettre l'hypothèse que les haies entre les années 1960 et 1990 ont été largement arrachées sur le territoire, mais que cette tendance s'est inversée dans les années les plus récentes (1990-2012). Le ralentissement de la régression des haies est en effet documenté sur l'ensemble du territoire métropolitain, où depuis les années 1990 les plantations et les mesures de protection des haies permettent de compenser peu à peu les arrachages massifs des quatre décennies précédentes (Pointereau, 2006).

Haies disparues

Ce sont les haies les moins larges et les plus discontinues qui ont été majoritairement arrachées. Les alignements d'arbres le long des routes ont également largement disparu, et ce à 80% (Figure 15). Faute d'entretien régulier, ils sont devenus dangereux pour la sécurité routière et également vecteur de maladies, et dès lors abattus (PNR de Lorraine, 2012). La mise en place d'infrastructures routières plus larges a également conduit à un arrachage massif des allées d'arbres, la plupart du temps sans remplacement.

Lorsque l'on s'intéresse aux haies disparues par milieux (Figure 15), on constate qu'elles se situent majoritairement dans des espaces aujourd'hui agricoles, artificialisés, et dans une moindre mesure forestière. On peut ainsi émettre l'hypothèse que la disparition de haies des années 1960 est largement dû à la transformation des espaces naturels en espaces agricoles ou urbains. La progression des forêts, phénomène en cours à l'échelle nationale, explique de plus 12% de la disparition de haies.

Si la variation absolue du linéaire de haies est ainsi positive entre les deux années d'étude, les haies sont toutefois des éléments temporaires du territoire et sont facilement déplacés et arrachés.

Indicateurs complémentaires

Le chiffrage du stockage carbone des haies, des haies perpendiculaires à la pente ou de leur intégration dans la trame verte et bleue permettent de mieux cerner les rôles écologiques que peuvent tenir la haie sur le territoire. Ainsi 33% des haies se situent en dehors de la trame verte et bleue. Elles peuvent ainsi assurer un rôle de zone de refuge ou de corridor en pas japonais dans les espaces où la circulation animale est difficile (Figure 16). 39% du linéaire de haies sur le territoire sont perpendiculaires à la pente, assurant ainsi un rôle de régulation de la ressource en eau par limitation du ruissellement. Enfin, le stockage carbone réalisé par les haies a pu être estimé à 191 653 tonnes de CO₂ sur le territoire, soit l'empreinte carbone annuelle de 17 122 personnes.

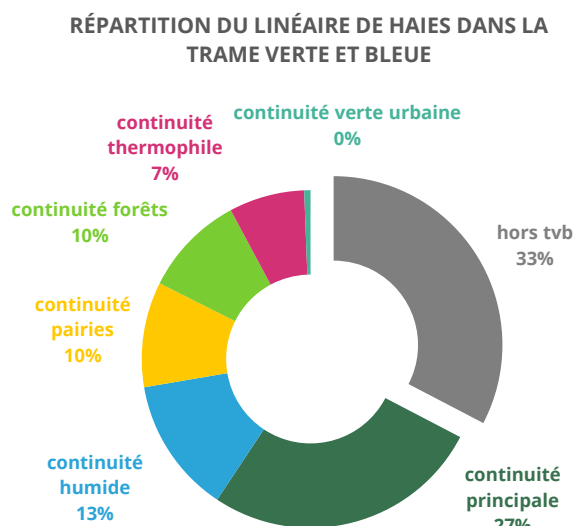


Figure 16 : Les haies dans la trame verte et bleue (MC, 2021)

3.1.3/ Limites de l'étude

Bien qu'une grande attention a été porté pour uniformiser les données produites ou traitées, l'étude de l'évolution réalisée présente des limites et des biais qu'il est important de souligner.

L'extraction du linéaire de haies des années 1960 à partir de photographies aériennes peut être parfois subjective, même si une méthodologie rigoureuse a été élaborée pour réduire au maximum cette subjectivité. La qualité du matériel traité, ici des images en noir et blanc, limite également les résultats de l'étude. Le linéaire de haies de 2012, issu du dispositif national de suivi des bocages présente de plus des biais d'extraction. Il est issu de deux sources de données différentes (RGP et BDTPO) n'ayant pas la même définition de la haie (rupture de 5 mètres au maximum pour le RGP, de 20 mètres au maximum pour la BDTPO), mais également des années de relevé différentes sur l'ensemble du territoire (de 2009 à 2012). L'uniformité des données n'est ainsi pas assurée.

Les traitements réalisés pour interpréter la donnée peuvent également être discutables et perfectibles. La suppression des haies de 2012 des espaces urbains a par exemple été réalisée à partir du MOS de 2012, dont la nomenclature n'incluait pas l'utilisation de tache urbaine et de ceinture verte comme elle a été numérisée pour l'année 1960. Il a alors été réalisé plusieurs traitements pour construire des taches urbaines et ceintures vertes de 2012 équivalentes, dont l'approximation peut être discutée.

Enfin, la mise en place de certains d'indicateurs complémentaires mérite quelques précisions. Le chiffrage du stockage carbone par les haies, et plus largement par les espèces ligneuses est un domaine d'étude complexe, dont certaines estimations reposent sur des hypothèses et des données incertaines. Le stockage carbone dans la partie souterraine de l'espèce (racines) est par exemple largement méconnu (EFES, 2019).

3.2/ Vulgarisation et élaboration de la publication

Le traitement et l'analyse des données effectuées, il s'agit de valoriser les résultats à travers une publication sur le rôle écologique des haies et leur évolution sur le territoire (Annexe 4). La dernière partie du stage a donc consisté à la rédaction et au choix du contenu publié. Les publications de l'Agence s'adressent en premier lieu aux membres de l'Agape, à savoir intercommunalités, communes ou autres collectivités territoriales, mais également au grand public, puisqu'elles sont disponibles en ligne sur le site de l'Agence. Il s'agit donc de vulgariser les analyses pour s'adresser à un public non-techniciens et d'intéresser le plus grand nombre.

3.2.1/ Introduire le sujet : de la nécessité d'une sensibilisation

Pour introduire le sujet de la publication, il a été choisi de replacer l'étude dans son contexte métropolitain, en rappelant la régression massive du linéaire de haies sur le territoire français. La situation du territoire d'étude, la Lorraine du Nord, et son histoire agraire et paysagère particulière a également été résumée dans la première partie de la publication.

S'adressant à des organismes exerçant une compétence en urbanisme et en aménagement du territoire, la publication peut également être le lieu d'exposer les outils juridiques de protection des haies existant. La prise en compte progressive de la valeur des ligneux hors forêts, notamment des haies, a en effet entraîné l'évolution des législations pour une meilleure protection de ces éléments. Les haies peuvent ainsi être protégées à plusieurs titres, celui du droit commun et des conditionnalités de la Politique Agricole Commune (PAC).

Au titre du droit commun, la localisation de la haie peut être facteur de sa protection. Ainsi, si la haie est située sur un site patrimonial remarquable, sur un périmètre de protection de captage de l'eau potable, au sein d'un site Natura 2000 ou faisant l'objet d'un arrêté préfectoral de protection de biotope, toute action sur la haie peut être soumise à autorisation selon les réglementations locales. Les haies peuvent également être identifiées dans les documents d'urbanismes locaux (PLU, PLUi) pour la préservation, le maintien ou la remise en état des continuités écologiques (*art L. 123-1-5 du code de l'urbanisme*) ou comme espaces boisés classés (*art L. 130-1 du code de l'urbanisme*) pour interdire tout changement d'affectation ou tout mode d'occupation du sol. Ces mesures de protection des haies sont ainsi très dépendantes des politiques d'aménagement du territoire.

Le rappel de ces leviers de protection dans la publication peut ainsi être l'occasion de préfigurer un travail d'intégration de cette protection dans les documents d'urbanisme du territoire. L'Agence réalisant en effet une grande partie des documents de planification du territoire (SCoT, PLU, PLUi), la publication peut intervenir en amont de la réalisation avec les élus des documents d'urbanisme, et ainsi intégrer des mesures de protection du linéaire de haie. Les études et publications réalisées dans le cadre des observatoires de l'Agence deviennent ainsi des outils pouvant être mobilisés dans des projets opérationnels. Les publications n'ont ainsi plus seulement une vocation informative, elles viennent également soutenir certains propos portés par l'Agence dans le cadre de l'élaboration des documents d'urbanisme du territoire.

Autre levier de protection du linéaire de haies, la conditionnalité BCAA7 de la Politique Agricole Commune (PAC) peut également être mentionnée. Le non-respect de cette conditionnalité, appelée Bonne Condition Agro-Environnementale n°7 (BCAA7), relative au maintien des particularités topographiques comme les haies, mares ou bosquets, peut entraîner des pénalités financières. Cependant, l'évaluation de cette mesure a mis en avant son insuffisance quant à la limitation sur l'arrachage effectif de haies. Plusieurs éléments expliquent l'inefficacité de cette mesure de protection. Le respect de l'obligation de maintien des haies apparaît tout d'abord comme un point de contrôle secondaire, peu souvent vérifié. Si la société civile, notamment par le biais d'association, mettent de plus en plus en place des dispositifs de suivi des arrachages, aucune mesure n'est prise suite à ces signalements. La définition de la haie, qui conditionne donc l'application de la BCAA7 est de plus jugée trop complexe et ainsi facilement contournable. Cette définition est en effet issue d'un compromis lors de l'élaboration de la PAC 2015-2020, qui a gardé les traces d'une négociation compliquée (Afac, 2021). La haie définie au titre de la PAC est ainsi distincte des alignements d'arbres, et doit donc contenir une strate arbustive ou broussailleuse la rendant difficilement franchissable (Magnin, 2019). La suppression de cette strate arbustive ou broussailleuse permet alors d'aboutir à un linéaire composé d'arbres alignés non protégés, ce qui ouvre la voie à un arrachage total. En

plus de ces complexités juridiques, la BCAE7 est soit vivement critiquée, soit ignorée des agriculteurs. Elle est en effet interprétée comme une ingérence supplémentaire de l'Etat dans la gestion de leur activité, et a paradoxalement créé l'effet inverse que celui escompté, en favorisant leur arrachage. La haie est ainsi devenue, en plus d'une contrainte au départ physique pour les engins agricoles, une contrainte administrative. Lorsque la règle n'est pas enfreinte, elle est de plus malconnue par les agriculteurs, ce qui conduit à une forte sous-déclaration du linéaire de haie, et donc à une non-protection de ces éléments (Sanson, 2019).

La mention des dispositions existantes quant à la protection juridique des haies dans la publication permet ainsi d'atteindre deux objectifs : porter à connaissance les leviers applicables pour les organismes ayant une compétence en urbanisme, et insister sur la nécessité complémentaire d'une sensibilisation, puisque ces outils de protection montrent facilement leurs limites.

3.2.2/Vulgariser et illustrer le contenu

La publication se base sur un format déjà publié par l'Agence en 2017 concernant les mares en Lorraine Nord. Ce format est relativement succinct et peut être déplié pour former un poster A2 au contenu variable (cartes, images, schémas). La vulgarisation du propos étant un des objectifs de la publication, il s'agit de mettre en place des illustrations pertinentes et graphiques pour simplifier et résumer les recherches et analyses détaillées précédemment. Un schéma de synthèse a ainsi été réalisé pour récapituler les rôles et fonctionnalités multiples de la haie. La chargée de mission infographie étant en vacances au moment de cette étape du stage, une infographie temporaire a été réalisée, pour coller au plus près au rendu souhaité (Figure 17). Le stage a donc également été l'occasion de manipuler des outils d'infographie et de développer de nouvelles compétences quant à ce domaine.

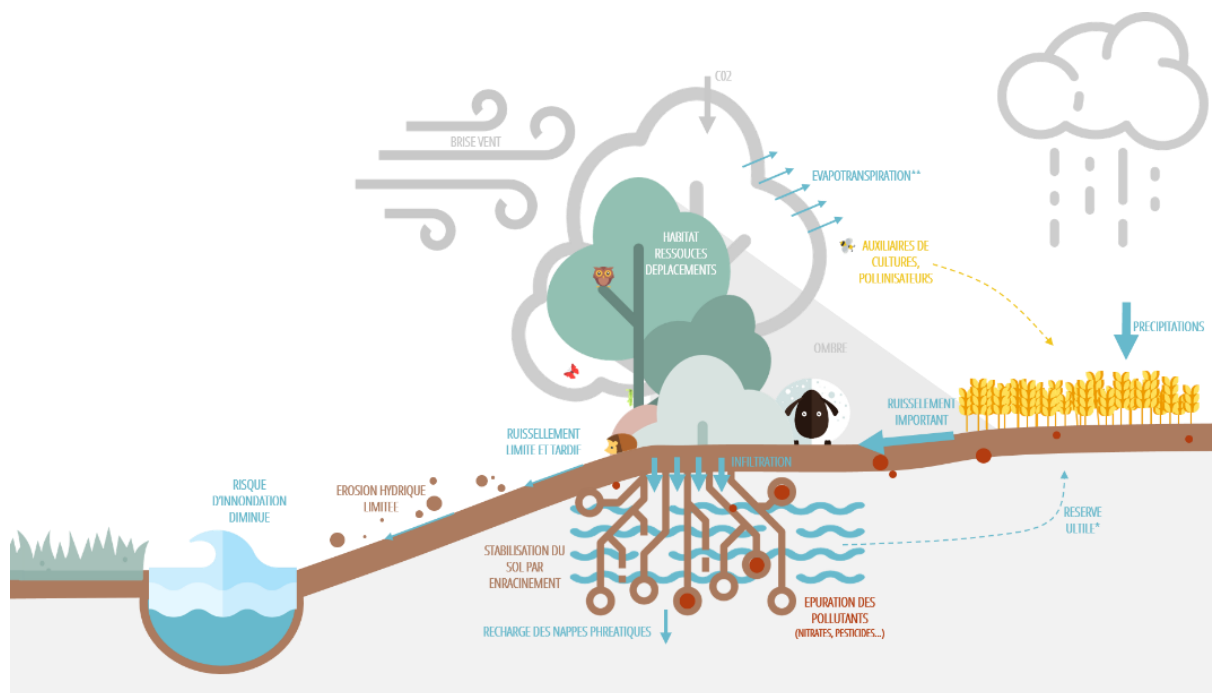


Figure 17 : Illustration des rôles écologiques des haies pour la publication (MC, 2021)

3.3/ Valoriser les données produites

Le traitement de données a permis la production de nombreux chiffres clés sur les haies et ce à plusieurs échelles temporelles (1960 et 2012) et spatiales (communales, intercommunales, ensemble du territoire d'ancrage de l'Agence). Ces chiffres ne peuvent être exploités dans le format de publication choisie, et alourdiraient le propos porté dans l'article. Il a donc été décidé de mettre en place un produit de données sur le site Internet de l'Agape. Un produit de données est une interface cartographique en ligne permettant de disposer de plusieurs données complémentaires spatialisées. Dans notre cas d'étude, le produit de données permettra d'accéder à la densité de haies passée et actuelle, la variation entre les deux années d'étude et de disposer des différents indicateurs produits à une échelle communale (Figure 18).

La mise en place de ce produit de données a été réalisée avec Lizmap, une application de webSIG pour publier des cartes en ligne. La manipulation de cet outil a permis de développer de nouvelles compétences quant à l'utilisation des systèmes d'informations géographiques, compétences qui pourront être mobilisées après ce stage.

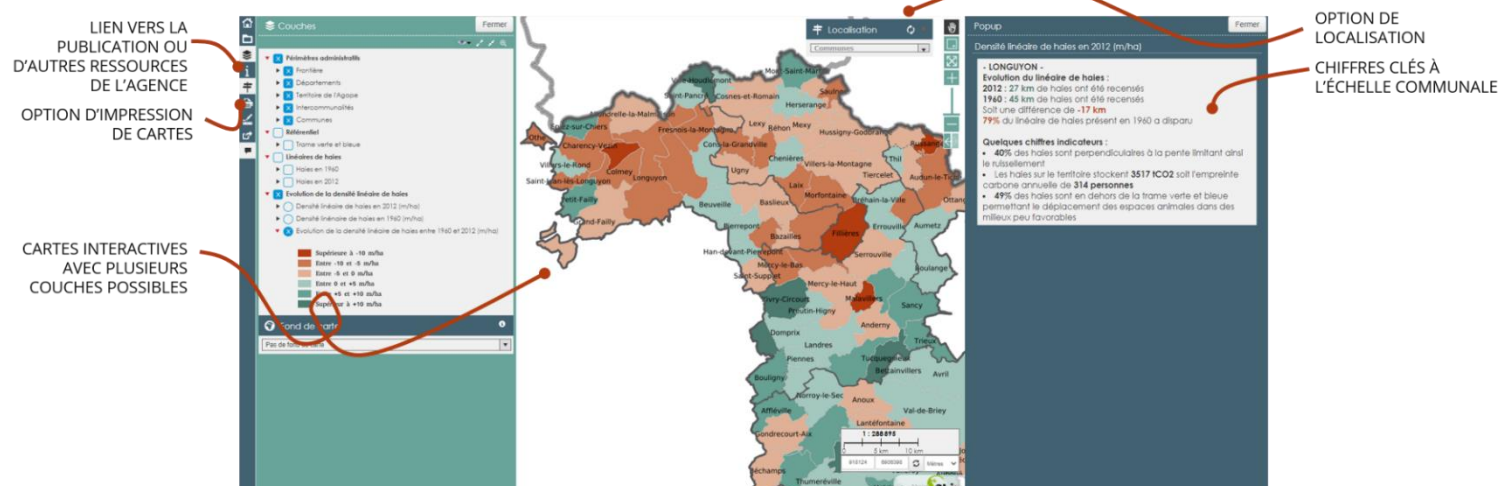


Figure 18 : Carte interactive en ligne (MC, 2021)

CONCLUSION

En conclusion, la mission de stage a permis d'acquérir ou d'approfondir des compétences aisément valorisables dans la suite de mon cursus universitaire ou de ma carrière professionnelle. Elle a largement répondu à mes attentes et a été plus complète qu'espéré en abordant des thématiques aussi diverses que la production et le traitement de données, la vulgarisation scientifique ou encore la production de cartes interactive en ligne.

D'un point de vue des compétences techniques, elle a amené à une large amélioration de la maîtrise du logiciel QGIS, et a surtout permis de se rendre compte des possibilités d'application du SIG dans des projets d'aménagement du territoire. Elle a également été l'occasion de suivre une formation de SIG, portant sur le développement de plugins en python sous QGIS. Un plugin est un outil qui permet d'ajouter des fonctions supplémentaires à un logiciel principal, et donc d'adapter le logiciel à des besoins particuliers. Venant d'une formation initiale avec une composante informatique (cycle préparatoire polytechnique mathématiques, physique, chimie et informatique), cette formation a été l'occasion de remobiliser des acquis (programmation en langage python) et de les appliquer dans le domaine de l'aménagement et de l'environnement.

Le stage a aussi permis de travailler en détails sur le traitement de la donnée, et de développer de nouveaux savoir-faire comme la mise en place de requêtes SQL pour analyser des données, ou l'utilisation de l'extension Lizmap pour produire des cartographies interactives en ligne. Ces savoir-faire pourront être mobilisés dans d'autres expériences professionnelles, puisque les données sont des ressources essentielles et incontournables pour l'analyse et la compréhension des dynamiques territoriales.

La mise en place d'une publication, dernière étape du stage, a été l'occasion de mobiliser d'autres compétences (capacité de rédaction, de synthèse, de simplification des propos) et connaissance développée lors du stage mais également au cours du cursus universitaire. Ainsi les enseignements d'écologie suivis durant ces deux années au Département Aménagement et Environnement ont pu être mobilisés pour la rédaction de la publication. La vulgarisation des analyses réalisées est un exercice intéressant lorsque l'on se place dans une perspective professionnelle. En effet, les métiers liés à l'aménagement du territoire sont très largement en relation avec des personnes élues, et non techniciennes. Il s'agit alors de pouvoir transmettre un discours intelligible et compréhensible pour orienter et aider les organismes compétents en matière d'urbanismes dans leurs décisions (communes, intercommunalités...).

Effectuer son stage dans une agence d'urbanisme a également permis d'acquérir et de solidifier mes connaissances sur les thématiques liées à l'aménagement du territoire. Une formation sur l'élaboration des PLU et PLUI a été suivie en fin de stage, formation qui a complété les enseignements de droit de l'urbanisme et de l'environnement suivis en troisième. La taille de l'Agence, à savoir une structure d'une quinzaine de personnes, a confirmé ma volonté de travailler dans des petites entreprises, où les projets sont transversaux et peu cloisonnés. Le stage a également confirmé ma volonté de travailler sur des missions orientées environnement, et a permis de découvrir le fonctionnement d'une agence d'urbanisme, organisme un peu à part entre structure privée et publique. La cinquième année d'étude au sein de Polytech Tours sera l'occasion de réaliser un stage dans une entreprise privée, type bureau d'étude, afin de compléter mes expériences professionnelles et cerner l'environnement de travail me correspondant le plus.

BIBLIOGRAPHIE

- Afac agroforesteries. (2021, mai). *Bilan d'application de la BCAE 7 en France et propositions d'amélioration dans le cadre de la nouvelle PAC*. https://afac-agroforesteries.fr/wp-content/uploads/2021/07/2021_bilan-dapplication-de-la-BCAE7-Afac-Agroforesteries_VF.pdf
- Agape. (2018, 20 novembre). *Les 25 ans de L'Agape*
<https://www.agape-lorrainenord.eu/les-activites/les-25-ans-de-lagape.html>
- Agape. (2020a, 17 juin). *Découvrir l'Agape et ses projets*. Agape.eu. <https://www.agape-lorrainenord.eu/lagence/decouvrir-lagape.html>
- Agape. (2020b, septembre 23). *L'équipe de l'Agape*. Agape.eu. <https://www.agape-lorrainenord.eu/lagence/lequipe.html>
- Agape. (2020c, octobre 5). *La gouvernance de l'Agape*. Agape.eu. <https://www.agape-lorrainenord.eu/lagence/la-gouvernance.html>
- Agape. (2021, juin). Rapport d'activités 2020.
- Agence d'urbanisme de Rouen et des Boucles de Seine et Eure. (2017, 8 décembre). *Qu'est-ce qu'une agence d'urbanisme ?* Aurbse.org. <https://www.aurbse.org/article/qu-est-ce-qu-une-agence-d-urbanisme/>
- Bendjador, Y. (2007). *Les agences d'urbanisme en France métropolitaine, des outils évolutifs ?* (Thèse). Université François Rabelais Tours. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00235072/document>
- Betbeder, J. (2015). *Évaluation des données de télédiction pour l'identification et la caractérisation des continuités écologiques*. (Thèse) Université de Rennes. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01122322/file/2015REN20006.pdf>
- Bolyn, C. (2020). Cartographie et caractérisation des arbres hors forêt à l'aide de la technologie LiDAR. *Forêt.Nature*, 155, 34-46.
https://www.researchgate.net/publication/343878645_Cartographie_et_caracterisation_des_arbres_hors_foret_a_laide_de_la_technologie_LiDAR
- Conseil Général de Meurthe-et-Moselle. (2021). *Le Pays-Haut*. Vivre les paysages de Meurthe-et-Moselle. <https://vivrespaysages.cg54.fr/unites-de-paysage/le-pays-haut>
- Corribior. (2018, août). *Outils de protection des haies champêtres*. <https://www.arbresetpaysagesdautan.fr/IMG/pdf/plaquette-corribior-2018-haie-comprese.pdf>
- DRAAF Bretagne. (2008). Résultats de l'enquête régionale sur les haies en 2008. *Agreste Bretagne*. https://draaf.bretagne.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Enquete_haies-2008_cle8d299e-1.pdf
- Eaucéa. (2012). Etude de la localisation des haies et autres éléments du territoire qui favorisent la rétention des eaux de ruissèlement. <http://www.smival.fr/images/documents/rapporthaies.pdf>
- EFES Évaluation française des écosystèmes et des services environnementaux. (2019). *La séquestration de carbone par les écosystèmes en France*. <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-33141-etude.pdf>
- EPA Alzette-Belval. (2014). *Projet stratégique et opérationnel - Opération d'Intérêt National Alzette-Belval*. https://www.epa-alzette-belval.fr/dynamic/pdf/psa_alzette_belval_compressed.pdf
- Faijan, T. (2017). *Reconnaissance d'essences forestières par télédétection hyperspectrale*. (Rapport de stage) Université Paul Sabatier Toulouse. https://oatao.univ-toulouse.fr/18566/1/FAIJAN_18566.pdf
- Fauvel, M. (2007). *Etat des lieux et caractérisation de la fonctionnalité hydraulique du bocage*. https://www.gesteau.fr/sites/default/files/doc_SAGE04026-1233749160.pdf

- Fauvel, M., Planque, C., Sheeren, D., & Dalla Mura, M. (2014). Télédétection des éléments semi-naturels : utilisation des données Pléiades pour la détection des haies. *Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection*, 208, 111-116. <https://doi.org/10.52638/rfpt.2014.101>
- FNAU. (2013, novembre). La trame verte et bleue et les agences d'urbanisme (N° 27).
- FNAU. (2012, mars). *Les agences d'urbanisme, une ingénierie en réseau pour les politiques territoriales*. <http://www.fnau.org/wp-content/uploads/2016/03/Plaquette-2012.pdf>
- FNAU. (2017, juin). *Villes intelligentes et territoires numériques* (N° 41). Les dossiers FNAU. <http://www.fnau.org/wp-content/uploads/2017/06/fnau-41-villes-numeriques-def-bd1.pdf>
- Francois, A. (2018, 3 décembre). *Tutoriel classification d'images avec QGis : 1- Introduction | Blog SIG & Territoires*. Blog SIG & Territoires | L'accompagnement SIG au service de la gestion des territoires. <https://www.sigterritoires.fr/index.php/tutoriel-classification-dimages-avec-qgis-1-introduction/>
- Godefroid, C. (2013). *Cartographie des haies à l'échelle de la Martinique*. Collaboration de recherche IRD - DEAL - ODE. https://www.observatoire-eau-martinique.fr/images/7-ODE/Accompagner_les_politiques_de_leau/Etudes_socio-economiques/2013/pdf_cartographie_20des_20haies_20_C3_A0_20I_27_C3_A9chelle_20de_20la_20Martinique.pdf
- IGN. (2020, décembre). *Les haies du dispositif de suivi des bocages*. https://geoservices.ign.fr/ressources_documentaires/Espace_documentaire/BASES_VECTORIELLES/DSB/Dispositif_National_Suivi_Bocages_DC_DSB.pdf
- Les indices de végétation par télédiction - suivi de l'environnement par télédiction*. (s. d.). Université de Paris. Consulté le 27 mai 2021, à l'adresse <https://e-cours.univ-paris1.fr/modules/uved/envcal/html/vegetation/indices/qques-indices/indices-simples.html>
- Latour, F. (2017). *Méthode d'identification semi-automatique des potentielles friches agricoles Calvados partélétection*. (Rapport de stage) Université Lumières Lyon. http://www.etudes-normandie.fr/upload/crbn_cat/1/1299_3772_RapportFinal.pdf
- Magnin, L. (2019). La politique agricole commune et les données retardataires. *Techniques & culture*, 72, 130-143. <https://doi.org/10.4000/tc.12329>
- Morin, S., Commagnac, L., & Benest, F. (2019). Caractériser et suivre qualitativement et quantitativement les haies et le bocage en France. *Sciences Eaux & Territoires, Numéro 30(4)*, 16-21. <https://doi.org/10.3917/set.030.0016>
- ONB, Nature France, & CEREMA. (2021). Les observatoires de la biodiversité, des vigies de l'évolution du vivant dans les territoires. https://naturefrance.fr/sites/default/files/2021-02/PublicationRNOB_2020_V7_compress%C3%A9_0.pdf
- Parc Naturel Régional de Lorraine. (2012). *Des arbres et des arbustes pour la Lorraine, un investissement gagnant*. https://afac-agroforesteries.fr/wp-content/uploads/2015/10/pnrl-haies_1393511337.pdf
- Pereira Carneiro Filho, C. (2012). *La Grande Région, région transfrontalière européenne*. Confins, 16. <https://doi.org/10.4000/confins.7908>
- PgAdmin (Version 4). (2018). [Plate-forme d'administration et de développement pour la base de données PostgreSQL]. <https://www.pgadmin.org/>
- Poitereau, P., & Coulon, F. (2006). *La haie en France et en Europe, évolution ou régression*. <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-35258-rnhc.pdf>
- Pointereau, P. (2018, avril). *Les campagnes arborées de demain*. http://www.paysages-apres-petrole.org/wp-content/uploads/2018/05/ARTICLE-20-Collectif-PAP_PhP.pdf

- Reichenberger, S., Bach, M., Skitschak, A., & Frede, H. G. (2007). Mitigation strategies to reduce pesticide inputs into ground- and surface water and their effectiveness ; A review. *Science of The Total Environment*, 384(1-3), 1-35. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.04.046>
- QGIS (3.16). (2020). [SIG]. <https://www.qgis.org/fr/site/>
- Région Bretagne. (2013). *Photo-interprétation* (N° 5). https://cms.geobretagne.fr/sites/default/files/documents/Fiche05-PhotoInterpretation_V1_WEB.pdf
- Sanson, B., Baudry, J., & Narcy, J. B. (2019). Ressources en eau, ressources bocagères - Avant-propos. *Sciences Eaux & Territoires*, Numéro 30(4), 3-7. <https://doi.org/10.3917/set.030.0003>
- SCoT Nord54. (2015). *SCoT Nord Meurthe-et-Mosellan*. <https://www.scotnord54.org/t%C3%A9l%C3%A9chargement>
- Simon, M., Letouzé, F., & Colin, A. (2019, janvier). Evaluation de la biomasse bocagère en Normandie - Rapport d'étude. IGN. https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/20190123-rapport_final_evaluation_biomasse_boc.pdf
- SRCE Lorraine. (2015). Description des différentes méthodologies utilisées pour l'étude des continuums écologiques du SRCE.
- Toffoli, R. (2016). The Importance of Linear Landscape Elements for Bats in a Farmland Area : The Influence of Height on Activity. *Journal of Landscape Ecology*, 9(1), 49-62. <https://doi.org/10.1515/jlecol-2016-0004>
- Vanara, N., Huet, C., Payet, N., Pech, P., & Goeldner-Gianella, L. (2014). Environnement et géomatique : des métiers en mutation. *EchoGéo*, 27. <https://doi.org/10.4000/echogeo.13790>
- Viel, V., Delahaye, D., & Reulier, R. (2014). Impact de l'organisation des structures paysagères sur les dynamiques de ruissellement de surface en domaine bocager. Etude comparée de 3 petits bassins versants bas-normands. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 20(2), 175-188. <https://doi.org/10.4000/geomorphologie.10619>



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Mélina Clot

2020-2021

Rapport de stage DAE- 4 IUT

Etude de l'évolution de la trame verte depuis les années 1960

Résumé : Ce stage s'inscrit dans la maquette pédagogique de 4ème année de l'école d'ingénieurs Polytech Tours, département aménagement et environnement. Il a été réalisé au sein de l'Agence d'urbanisme et de développement durable AGAPE, au Nord de la Lorraine. La mission de stage portait sur l'étude de l'évolution des continuités écologiques depuis les années 1960, à partir de traitement d'images aériennes. Elle a aussi été l'occasion de participer à l'élaboration d'une publication sur les haies et leurs rôles écologiques sur le territoire.

Ce rapport présente dans un premier temps l'organisme d'accueil du stage et ses compétences, ainsi que le contexte du sujet du stage. Le procédé de création et de traitement de la donnée produites est ensuite présenté. Dans un dernier temps, il évoque la mise en place de la publication ainsi que les autres outils développés pour valoriser les données produites et conclue sur les apports de ce stage dans le cadre de ma formation.

Abstract : This internship is part of the 4th year pedagogical model of the engineering school Polytech Tours, department of planning and environment. It takes place in the urban planning agency AGAPE, in the North of Lorraine. The mission of the internship was to study the evolution of ecological continuities since the 1960s, using aerial images. It was also an opportunity to participate in the elaboration of a publication on hedges and their ecological role on the territory.

This report first presents the host organization and its competences, as well as the context of the internship subject. The process of creating and processing the data produced is then presented. Finally it evokes the installation of the publication as well as the other tools developed to develop the produced data and concludes on the contributions of this training course within the framework of the training.

Mots Clés : Géomatique, environnement

AGAPE Agence d'urbanisme et de développement durable Lorraine Nord
Espace Jean Monnet, Eurobase 2,
Pôle Européen de Développement, 54810 Longlaville

Tutrice entreprise :
Céline Fetet
Géomaticienne

Tutrice académique :
Mathilde Gralepois