

ANALYSE DE LA DYNAMIQUE SPATIALE ET TEMPORELLE DES RÉSEAUX DE HAIES AU SEIN DES PAYSAGES AGRICOLLES WALLONS

LÉONE EUGÈNE

TRAVAIL DE FIN D'ÉTUDES PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE
MASTER D'ARCHITECTE PAYSAGISTE

ANNÉE ACADÉMIQUE 2022-2023

CO-PROMOTEURS : JULIEN PIQUERAY & MARC DUFRÈNE

Toute reproduction du présent document, par quelque procédé que ce soit, ne peut être autorisée qu'avec l'autorisation de l'auteur et du Président du Comité de Gestion de la formation en Architecte paysagiste.

« L'histoire ne fait rien, c'est l'homme, réel et vivant, qui fait tout. »

Karl MARX

Analyse de la dynamique spatiale et temporelle
des réseaux de haies au sein des paysages
agricoles wallons

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier Monsieur Julien PIQUERAY, sans qui le sujet de ce travail n'aurait pu voir le jour. Merci également pour votre encadrement en tant que promoteur tout au long de ce quadrimestre.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur Marc DUFRÊNE, co-promoteur, pour les conseils et ressources qu'il a pu me donner.

Un tout grand merci à la team de choc, Lisa, Laurent, Marin et Léa, ainsi qu'à Gauthier, pour leur assistance technique qui a été précieuse pour la mise œuvre de la cartographie !

Mention spéciale, également, pour la talentueuse dessinatrice qui m'a aidée à illustrer ce TFE, merci Lulu !

Merci aussi aux membres de ma famille, particulièrement à ma maman, pour son soutien pendant toute la durée de mes études, ainsi qu'à ma marraine pour sa relecture assidue et ses conseils avisés.

Une immense reconnaissance également pour mes « collègues de la dernière ligne droite ». Marie, Anne-K et Cailloux, je n'aurais jamais pu finaliser ce travail sans votre compagnie quotidienne, meilleure source de motivation de ces quatre derniers mois !

Sans oublier ces amis et amies qui ont su avoir les mots d'encouragement, avec un tout grand merci en particulier à Rodi, Adrian et ma formidable équipe de rugby !

Merci à toutes les personnes que j'ai pu rencontrer durant ces magnifiques années qui ont constitué mes études. Anciennes et nouvelles rencontres ; CRE, CAP ou AG ; en cours ou autour d'un verre, Gembloux n'aurait pas eu la même saveur sans vous !

Et pour clôturer, c'est avec une immense joie que je me dois de remercier ceux avec qui j'ai commencé ce parcours et avec qui j'aurai l'honneur de le terminer ! Gladys et Romain, je n'arrive pas à trouver les mots, mais vous savez !

Résumé

L'intérêt des haies au sein des paysages agricoles est maintenant reconnu et de nombreux programmes de plantation et de restauration voient donc le jour. Cependant, afin de savoir comment s'y prendre, il est nécessaire de connaître les dynamiques spatiales et temporelles qui ont eu lieu sur ces structures paysagères. Ce travail est réalisé au sein des paysages agricoles wallons. Il consiste en une identification du réseau de haies et l'étude de leurs caractéristiques structurelles sur 40 sites d'une superficie de 4 km², sur quatre périodes de temps (du XVIII^{ème} siècle au XXI^{ème} siècle). L'étude réalisée a ainsi montré que les paysages agricoles ont connus d'importantes modifications au cours du temps. En effet, une diminution de la densité de haies et de leur connectivité est observée au sein de tous les ensembles paysagers, à l'exception de celui de la dépression Fagne-Famenne, où la présence de haies était faible au XVIII^{ème} siècle et qui a donc connu une augmentation au cours du temps. Cependant, entre le XX^{ème} siècle et le XXI^{ème} siècle, la totalité des ensembles a subi une dégradation des réseaux de haies, avec, une importante baisse de la densité pour l'ensemble de l'Entre-Vesdre-et-Meuse. On remarque également que les haies ont changé de fonction au fil des années. En effet, du XVIII^{ème} siècle au XX^{ème} siècle, elles sont majoritairement présentes en milieu agricole, alors qu'aujourd'hui elles sont surtout en zone urbaine et le long des routes. Au final, les résultats montrent bien qu'il est important de réaliser des projets de plantation ou restauration en ciblant les besoins du territoire, à l'aide d'une telle analyse.

Mots-clés : haie, réseau, connectivité, analyse spatio-temporelle, histoire, écologie du paysage, paysages agricoles.

Abstract

The value of hedgerows in agricultural landscapes is now recognized and many planting and restoration programs are being carried out. However, in order to know how to proceed, it is necessary to know the spatial and temporal dynamics that have taken place on these landscape structures. This work is carried out within the Walloon agricultural landscapes. It consists of an identification of the hedge's network and a study of their structural characteristics on 40 sites covering an area of 4 km², over four periods of time (from the 18th century to the 21st century). The study showed that agricultural landscapes have undergone significant changes over time. Indeed, a decrease of the density of hedges and their connectivity is observed in all landscapes, with the exception of the *Fagne-Famenne* depression, where the presence of hedges was low in the 18th century and which has therefore increased over time. However, between the 20th century and the 21st century, all of the areas have suffered a deterioration in the hedge network, with a significant decrease in density for the landscapes of *Entre-Vesdre-et-Meuse*. It can also be seen that the hedgerows have changed function over the years. From the 18th to the 20th century, they were mainly present in agricultural areas, whereas today they are mainly in urban areas and along roads. In the end, the results show that it is important to carry out planting or restoration projects by pointing the needs of the territory, using such an analysis.

Key words : hedge, network, connectivity, spatio-temporal analysis, history, landscape ecology, agricultural landscapes.

Table des matières

INTRODUCTION	1
PARTIE I : ÉTAT DE L'ART	2
1. Le projet « <i>Yes We Plant!</i> »	2
2. L'évolution historique des paysages bocagers	2
3. La place de la haie dans l'identité des paysages agricoles wallons	6
4. Les travaux déjà réalisés sur le sujet	7
4.1. La Belgique	7
4.2. La France	8
4.2.1. Les Hauts-de-France	8
4.2.2. La Bretagne	9
4.3. La Grande-Bretagne	9
4.4. La République tchèque	10
4.5. Le Canada	11
4.6. Synthèse des <i>best practices</i>	12
PARTIE II : HYPOTHÈSE ET OBJECTIFS	13
PARTIE III : MATÉRIEL ET MÉTHODE	14
1. La sélection des sites d'étude	14
1.1. La plaine et le bas-plateau hennuyers	14
1.2. Le bas-plateau brabançon et hesbignonnais	14
1.3. L'entre-Vesdre-et-Meuse	14
1.4. Le Condroz	15
1.5. La dépression Fagne-Famenne	15
2. La cartographie	15
2.1. L'inventaire cartographique	15
2.1.1. Les cartes de Ferraris de 1777	15
2.1.2. Les cartes du Dépôt de la guerre de 1865	16
2.1.3. Les cartes de l'Institut cartographique militaire de 1939	16
2.1.4. Les orthophotos de 2021	16
2.2. L'identification des éléments étudiés	17
2.2.1. Les haies	17
2.2.2. Les intersections	18
2.2.3. L'occupation du sol	18
3. Le calcul des données	19
3.1. La densité des haies	19
3.2. La connectivité du réseau	19
3.2.1. La valeur totale	19
3.2.2. La répartition des types d'intersections	19
3.3. L'occupation du sol	19
3.3.1. La surface totale	19
3.3.2. En bordure de haies	19
PARTIE IV : RÉSULTATS	21
1. La sélection des sites d'étude	21
2. La cartographie des éléments étudiés	21
2.1. La plaine et le bas-plateau hennuyers	22

2.2.	Le bas-plateau brabançon et hesbignon	24
2.3.	L'entre-Vesdre-et-Meuse	26
2.4.	Le Condroz	28
2.5.	La dépression Fagne-Famenne	31
2.6.	La comparaison entre les cinq ensembles paysagers	33
3.	La densité des haies	34
3.1.	La plaine et le bas-plateau hennuyers	34
3.2.	Le bas-plateau brabançon et hesbignon	35
3.3.	L'entre-Vesdre-et-Meuse	36
3.4.	Le Condroz	37
3.5.	La dépression Fagne-Famenne	38
3.6.	La comparaison entre les cinq ensembles paysagers	39
4.	La connectivité du réseau	41
4.1.	La valeur totale	41
4.1.1.	La plaine et le bas-plateau hennuyers	41
4.1.2.	Le bas-plateau brabançon et hesbignon	42
4.1.3.	L'entre-Vesdre-et-Meuse	43
4.1.4.	Le Condroz	44
4.1.5.	La dépression Fagne-Famenne	45
4.1.6.	La comparaison entre les cinq ensembles paysagers	46
4.2.	La répartition des types d'intersections	47
4.2.1.	La plaine et le bas-plateau hennuyers	47
4.2.2.	Le bas-plateau brabançon et hesbignon	49
4.2.3.	L'entre-Vesdre-et-Meuse	51
4.2.4.	Le Condroz	53
4.2.5.	La dépression Fagne-Famenne	55
4.2.6.	La comparaison entre les cinq ensembles paysagers	57
5.	L'occupation du sol	58
5.1.	La surface totale	58
5.1.1.	La plaine et le bas-plateau hennuyers	58
5.1.2.	Le bas-plateau brabançon et hesbignon	59
5.1.3.	L'entre-Vesdre-et-Meuse	60
5.1.4.	Le Condroz	61
5.1.5.	La dépression Fagne-Famenne	62
5.1.6.	La comparaison entre les cinq ensembles paysagers	63
5.2.	En bordure de haies	64
5.2.1.	La plaine et le bas-plateau hennuyers	64
5.2.2.	Le bas-plateau brabançon et hesbignon	65
5.2.3.	L'entre-Vesdre-et-Meuse	66
5.2.4.	Le Condroz	67
5.2.5.	La dépression Fagne-Famenne	68
5.2.6.	La comparaison entre les cinq ensembles paysagers	69
PARTIE V : DISCUSSION		70
1.	La discussion des résultats	70
1.1.	La sélection des sites d'étude	70
1.2.	La cartographie des éléments étudiés	70
1.3.	La densité des haies	71
1.4.	La connectivité du réseau	71
1.5.	L'occupation du sol	73
2.	La critique du matériel et de la méthode	74

2.1. La sélection des sites d'étude	74
2.2. La cartographie	74
2.3. Le calcul des données	75
3. La mise en parallèle avec l'état des populations d'oiseaux des milieux agricoles de Wallonie	75
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	78
TABLE DES FIGURES ET DES TABLEAUX	79
1. Figures	79
2. Tableaux	82
SOURCES	83
ANNEXES	85

INTRODUCTION

Les paysages agricoles couvrent une majorité du territoire wallon. Alors qu'une vision productiviste leur a souvent été attribuée, on prend de plus en plus conscience de la multifonctionnalité que ces paysages peuvent avoir, tant au niveau de la production qu'au niveau de la protection de l'environnement ou de leur valeur patrimoniale.

Ces territoires peuvent parfois être structurés par des éléments paysagers, tels que des haies. Celles-ci ont commencé à apparaître en zone agricole, au cours du XVIIIème siècle. A l'époque, elles étaient employées comme clôtures, afin de délimiter les parcelles et garder le bétail. Mais dans la deuxième moitié du XXème siècle, elles ont été arrachées, dans le but d'augmenter la taille des parcelles, pour répondre à la mécanisation de l'agriculture et à la famine d'après-guerre.

Cependant, la suppression de ces structures paysagères a eu de graves conséquences, notamment avec le déclin de la biodiversité ou la dégradation des parcelles agricoles (érosion, coulées de boues etc.). La reconnaissance des fonctions écologiques et d'agrément des haies, ainsi que leur rôle crucial pour la protection de l'environnement et l'agriculture durable ont permis à de nombreux projets de plantation et de restauration de voir le jour.

Mais obtenir des informations sur l'évolution structurelle des réseaux au cours de l'histoire a donc toute son importance dans l'élaboration de ce type de projets, afin de comprendre comment les paysages ont évolué et de les restaurer au mieux. Plusieurs études ont déjà été réalisées sur le sujet, mais la plupart du temps sur une période restreinte, débutant après la seconde guerre mondiale. Or, c'est au XVIIIème siècle que les réseaux de haies ont commencé leur essor. Une analyse de ce genre serait donc plus pertinente sur une période allant du XVIIIème siècle à aujourd'hui.

Afin de réaliser cette tâche et de connaître les dynamiques au sein de l'ensemble des territoires agricoles wallons, une sélection systématique de sites aura lieu dans un premier temps. Puis, l'identification du réseau de haies au sein de chacun des sites sera réalisée et ce, pour quatre périodes de temps, allant du XVIIIème siècle au XXIème siècle. Ensuite, une analyse des caractéristiques structurelles des réseaux sera conduite. Et enfin, une comparaison entre les différents sites sera effectuée, afin de comprendre les grandes tendances qui ont eu lieu au fil des siècles sur les paysages agricoles de la Région wallonne.

PARTIE I : ÉTAT DE L'ART

1. Le projet « *Yes We Plant!* »

Depuis 2020, le Gouvernement de Wallonie a entamé le programme ambitieux « *Yes We Plant!* ». L'objectif est de planter, d'ici 2024, 4000 kilomètres de haies sur le territoire wallon, afin de « renforcer le maillage écologique et protéger la biodiversité »¹, en important déclin de nos jours. En effet, la région wallonne compte un tiers de sa faune et sa flore comme étant menacée d'extinction et comme ayant déjà disparu du territoire.

D'autres avantages ont également été avancés pour inciter à la plantation, particulièrement en milieu agricole. L'asbl Natagriwal en avance dix (voir annexe 1, page 85), comme par exemple :

- La haie protège les cultures du vent ;
- Les haies absorbent l'eau et servent de rempart en cas d'inondation ;
- Les haies ont un intérêt paysager.

Afin d'accompagner les personnes désirant participer à cet effort collectif, des guides de plantation sont disponibles, des « conseil haies » ont été désignés et plusieurs plateformes et sites ont été créés. Notamment le site officiel du projet, rassemblant toutes les informations pratiques sur le sujet, ainsi qu'un compteur qui recense le nombre de kilomètres de haies déjà plantés.²

Une motivation financière a aussi été mise en place, avec la possibilité d'obtenir des subventions à la plantation pouvant aller jusqu'à 9 € par mètre de haie, quand il s'agit d'une plantation à trois rangs.³

2. L'évolution historique des paysages agricoles wallons

La tendance actuelle montre qu'il faut planter des haies et le projet présenté précédemment en est la preuve. Cependant, bien que les haies offrent de nombreux avantages, il paraît intéressant d'étudier la situation durant les siècles derniers ? On oublie souvent que les paysages agricoles changent avec l'Histoire. En effet, l'évolution des réseaux de haies est liée aux changements des pratiques agricoles au cours du temps. Mais quelles sont les dynamiques que les paysages agricoles wallons ont subis et quel impact y-a-t-il eu sur les réseaux de haies au fil des siècles ?

Aux XIV^{ème} et XV^{ème} siècles, la haie avait une fonction défensive, afin de protéger les villes et villages des attaquants venant d'ailleurs.⁴ Plus économique que le bois ou la pierre, la haie épineuse est restée pendant longtemps la meilleure alternative de défense. Le réseau était donc composé d'une poignée d'espèces végétales, dont le prunellier (*Prunus spinosa*), l'aubépine (*Crataegus sp.*) et les rosiers sauvages (*Rosa sp.*). Par contre, on ne retrouvait pas de haie en milieu agricole, comme on peut le voir sur les illustrations du calendrier de *Rustican* (figure 1). Les forêts, quant à elles, étaient peu à peu grignotées suite aux grands défrichements⁵ et le bétail y était emmené, afin qu'il se nourrisse, notamment de glands comme l'illustre la figure 1.

¹ Wallonie, Biodiversité, nature et forêts, *4000 km de haies et/ou un million d'arbres en Wallonie - Yes! We plant.* Disponible à l'adresse : < <https://www.wallonie.be/fr/actualites/4000-km-de-haies-etou-un-million-darbres-en-wallonie-yes-we-plant> >.

² Soit 2421 km, le 23 décembre 2022. Disponible à l'adresse : < <https://yesweplant.wallonie.be/home.html> >.

³ Portail de la Wallonie, *Subventions à la plantation.* Disponible à l'adresse : < <http://biodiversite.wallonie.be/fr/subventions-a-la-plantation.html?IDC=6057> >.

⁴ *Les haies rurales*, 2^{ème} édition, Fabien LIAGRE, p. VI.

⁵ « Grands défrichements, transformation en terres cultivables de vastes zones [...] forestières [...] de l'Europe occidentale, entre le XI^e et le XIII^e siècle. ». Larousse, *Défrichement.* Disponible à l'adresse : < <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/d%C3%A9frichement/22763> >.



Figure 1 : Calendrier du *Rustican*, extrait du *Livre des proffiz champestres et ruraulx*, Pierre de Crescens en France [1373]. Source : CLEM Patrimoine.

Puis, aux XVIème et XVIIème siècles, on voit arriver le « proto-bocage »⁶, soit l'assemblage de paysages « mi-agricoles » et « mi-forestiers ». Comme on peut l'observer sur la figure 2,⁷ ce ne sont donc pas des réseaux de haies qui sont implantés, mais plutôt des fragments de forêts qui persistent ou des bois taillis qui se développent.



Figure 2 : Arrière-plan de l'œuvre *La Moisson*, par Pieter BRUEGHEL l'Ancien (1565). Source voir annexe 2, page 85.

Les XVIIIème et XIXème siècles marquent l'essor de l'utilisation de la haie en milieu agricole. A cette époque a lieu le « partage des communaux »⁸, soit l'émergence d'une répartition des terres plus égalitaire au sein du peuple et non plus uniquement pour la noblesse. Il était donc important pour chacun de s'approprier ses terres, notamment en plantant des haies sur le pourtour des propriétés individuelles.

On voit aussi se développer l'élevage en dehors des forêts et, afin de garder le bétail au sein des prairies, les haies étaient utilisées comme clôtures naturelles.

⁶ *Le paysage de l'historien. Archéologie des bocages de l'ouest de la France à l'époque moderne*, Annie ANTOINE, Presses universitaires de Rennes, 2002, p. 52.

⁷ L'œuvre en entier se trouve en annexe 2, page 85.

⁸ *Idem*, p. 29.

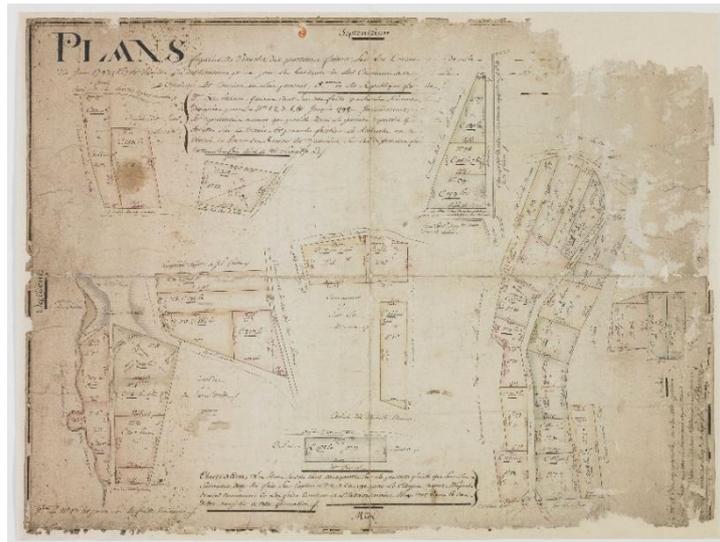


Figure 3 : Plan parcellaire des lots à partager [1796]. Source : Archives départementales du Jura.

Au niveau des paysages agricoles de la première moitié du XX^{ème} siècle, on parle surtout des haies qui y sont présentes. En effet, ces éléments paysagers permettaient, lors des deux guerres mondiales qui ont touché ce siècle, aux soldats de se cacher sur les champs de bataille.⁹ Cependant, les haies pouvaient aussi être des obstacles. C'est pourquoi les combattants américains parlaient d'*hedgerox hell*¹⁰, soit l'enfer des haies. Ces derniers ce sont d'ailleurs battus en Normandie dans la bataille dite « des haies »¹¹, comme présenté sur la figure 4 après le célèbre débarquement.



Figure 4 : Photographie de soldats durant la bataille des haies [1944]. Source : Memorabilia

Puis, durant la seconde moitié du XX^{ème} siècle et, plus particulièrement, après la 2^{ème} guerre mondiale, les paysages agricoles ont connu d'importantes modifications. En effet, lorsque les combats ont cessés, la volonté de nourrir l'ensemble des citoyens a été mise en avant et de grands moyens ont été déployés afin de lutter contre la pénurie en denrées alimentaires.

⁹ NORMANDY VICTORY MUSEUM, *La bataille des haies, un enjeu majeur des combats en Normandie*, Margaux LECLUSE (2020). Disponible à l'adresse : < <https://normandy-victory-museum.fr/en/the-hedgerow-hell-a-major-issue-in-the-fighting-in-normandy/> >.

¹⁰ *Les haies rurales*, 2^{ème} édition, Fabien LIAGRE, p. VI.

¹¹ ACADEMIC, *Bataille des haies*. Disponible à l'adresse : < <https://fr-academic.com/dic.nsf/frwiki/193904> >.

Dès le début des années 60¹², on voit apparaître la « Révolution verte », en parallèle avec la révolution industrielle¹³, qui a également lieu à ce moment-là. Elle consiste à employer des techniques agricoles permettant d'améliorer les rendements ; comme la plantation de variétés sélectionnées pour leur grande productivité, l'usage d'intrants (engrais, produits phytosanitaires) ou encore l'utilisation de machines agricoles plus performantes. A cette époque, le remembrement¹⁴ est aussi en grand essor. En effet, à l'aide des nouvelles machines, il est possible de cultiver de plus grandes parcelles, plus efficacement. On verra alors la disparition grandissante des réseaux de haies, motivée notamment par les primes à l'arrachage¹⁵ offertes par l'Etat. Les paysages agricoles tendront donc de plus en plus vers de grandes parcelles d'*openfields* à la fin du XXème siècle.

Enfin, c'est à la fin du XXème siècle et au début du XXIème siècle qu'une prise de conscience sur l'utilité des haies en milieu agricole a lieu. En effet, les conséquences qu'a eu le remembrement sur l'environnement ont fait surface, par exemple avec la chute de la biodiversité, l'augmentation de l'érosion des sols ou l'amplification du ruissellement. De plus, la notion de corridor écologique¹⁶ a fait son apparition. Les haies en sont un parfait exemple et l'arrachage de celles-ci provoque de nombreuses discontinuités dans les réseaux de haies et donc dans les corridors.

Après tous ces constats, l'urgence et la nécessité d'agir ont permis à plusieurs initiatives de voir le jour. Avec, d'une part, la volonté de protéger les haies encore présentes, notamment à l'aide du statut de « Haie remarquable »¹⁷ reconnu par le Gouvernement Wallon au sein du Code de Développement territorial (CoDT). Et, d'autre part, dans le but de replanter les réseaux de haies endommagés, comme avec le projet *Yes We Plant!* présenté précédemment ou encore des projets Life. Par exemple, avec celui des « Prairies bocagères »¹⁸ effectué sur dix sites Natura 2000, situés entre Chimay et Rochefort en Fagne-Famenne (voir figure 5), ayant pour objectif de restaurer les prairies bocagères d'autrefois.

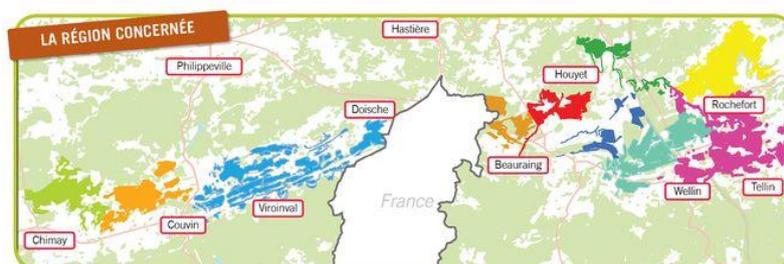


Figure 5 : Sites concernés par le projet « Life Prairies bocagères ». Source : Life Prairies bocagères.

¹² UNIVERSALIS, *révolution verte*. Disponible à l'adresse : < <https://junior.universalis.fr/encyclopedie/revolution-verte/> >.

¹³ ENCYCLOPÉDIE.FR, *Révolution verte définitions*. Disponible à l'adresse : < https://www.encyclopedie.fr/definition/R%C3%A9volution_verte >.

¹⁴ Opération foncière visant à transformer un parcellaire morcelé pour faciliter la motorisation de l'agriculture. GEO CONFLUENCES, *Remembrement* (2022). Disponible à l'adresse : < <http://geoconfluences.ens-lyon.fr/glossaire/remembrement> >.

¹⁵ H. DEHAESE, B. LASNE, P. LENAIN, R. RAOULT, P. SAUVAGE, *Agriculture et bocage à Sains-du-Nord : données et commentaires partiels* (1983). In: *Hommes et Terres du Nord, Avesnois-Thiérache*, pp. 16-19.

¹⁶ Un corridor écologique, à distinguer du corridor biologique et du continuum écologique, est une zone de passage fonctionnelle, pour un groupe d'espèces inféodées à un même milieu, entre plusieurs espaces naturels. Ce corridor relie donc différentes populations et favorise la dissémination et la migration des espèces, ainsi que la recolonisation des milieux perturbés. FUTURA, *Corridor écologique : qu'est-ce que c'est ?*. Disponible à l'adresse : < <https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/developpement-durable-corridor-ecologique-6418/> >.

¹⁷ « CHAPITRE III, Art. D.IV.4. Sont soumis à permis d'urbanisme préalable écrit et exprès, de l'autorité compétente, les actes et travaux suivants : [...] 12° abattre, porter préjudice au système racinaire ou modifier l'aspect d'un arbre ou arbuste remarquable ou d'une haie remarquable, lorsqu'ils figurent sur une liste arrêtée par le Gouvernement [...] ». SERVICE PUBLIC DE WALLONIE, Code de Développement territorial (2022).

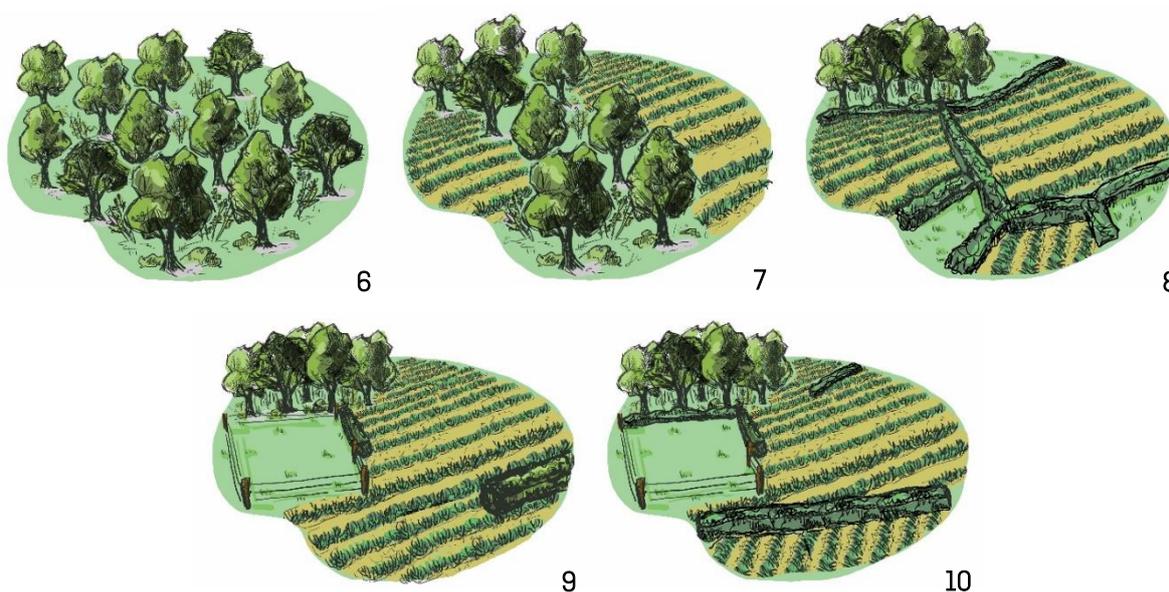
¹⁸ LIFE PRAIRIES BOCAGÈRES, *Le projet LIFE Prairies Bocagères*. Disponible à l'adresse : < <https://www.lifeprairiesbocageres.eu/index0168.html?id=2453> >.

3. La place de la haie dans l'identité des paysages agricoles wallons

La définition d'un paysage, telle qu'écrite dans la convention européenne du paysage, est « une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations ».¹⁹

« L'action de facteurs humains » est d'autant plus vraie dans les cas des paysages agricoles, puisque ceux-ci sont nécessairement nés d'actions anthropiques sur le sol, afin de produire des ressources. On a vu précédemment que les paysages agricoles ont connu de nombreuses modifications au cours du temps, mais qu'en est-il de leur identité aujourd'hui et qu'en est-il de la place de la haie au sein de ces paysages ?

Sur les figures ci-dessous, on peut voir une synthèse des dynamiques qui ont eu lieu sur les paysages agricoles au cours des siècles (XIV^{ème} siècle au XXI^{ème} siècle).



Figures 6 à 10 : Représentations graphiques et synthétiques des dynamiques qui ont eu lieu sur les paysages agricoles wallons [XIV-XV / XVI-XVII / XVIII-XIX / XX / XXI]. Source : conceptualisation personnelle, réalisation par Lucie JACOBS.

Durant le XIV^{ème} et le XV^{ème} siècle, le territoire était recouvert par des forêts naturelles (voir figure 6). A cette époque, la haie n'était pas présente au sein des paysages et n'avait donc pas d'impact sur la caractérisation du territoire. Puis, peu à peu, les zones boisées ont été grignotées et les parcelles agricoles ont progressivement pris le dessus, laissant alors des fragments de forêts entre les champs, faisant penser à des réseaux de haies (voir figure 7). La haie n'est donc pas une entité à part entière, elle est plutôt un vestige des zones forestières. Par après, les parcelles agricoles vont devenir la propriété du peuple. Chacun va donc vouloir délimiter ses terres et la technique la plus économique à l'époque était de planter des haies. On va alors voir le réseau de haies se densifier, comme illustré sur la figure 8. De plus, l'élevage en forêt n'étant plus d'actualité, il fallait également créer des obstacles, infranchissables pour le bétail, afin de le garder à l'intérieur des prairies et de les retenir à l'extérieur des cultures. La haie sera donc aussi l'alternative la moins coûteuse pour remplir cette fonction. Elle était donc, ici, uniquement perçue comme un objet de délimitation, mais sa présence au sein des paysages agricoles a connu un essor important, du fait de son faible coût. Ensuite, à la fin de la deuxième guerre mondiale, les parcelles

¹⁹ CONSEIL DE L'EUROPE, *Convention européenne du paysage* (2000), p. 2. Disponible à l'adresse : <https://rm.coe.int/168008062a> >.

agricoles seront agrandies, afin de répondre aux problèmes de famine et ainsi offrir aux citoyens une meilleure qualité de vie. L'arrachage des haies sera donc nécessaire afin de créer de l'espace et aura comme conséquence une importante simplification des paysages (voir figure 9). Ces modifications seront, à ce moment-là, perçues comme positives, puisqu'elles permettront de produire de la nourriture pour toute la population et de résoudre cette crise alimentaire.

Aujourd'hui, on s'est rendu compte des nombreux bénéfices que les haies offraient et on essaye donc de faire machine arrière en replantant des haies (voir figure 10). Cependant, il est difficile de sensibiliser la population actuelle sur des paysages agricoles plantés de haies. En effet, la majorité des paysages agricoles du territoire wallon, qu'ont toujours connus les citoyens, sont des paysages d'*openfield* couverts de grandes parcelles qui offrent des vues plongeantes. La haie fait donc peu partie des paysages au XXI^{ème} siècle, à quelques exceptions près, notamment dans le Pays de Herve.

Il serait donc intéressant de réaliser une étude afin de connaître le rapport que les citoyens ont à la haie. Une étude²⁰ a d'ailleurs été réalisée sur le sujet en Angleterre, dans le but de connaître les aspects culturels des haies et leurs implications pour la gestion future des haies, en recueillant et en examinant les points de vue de la population.

4. Les travaux déjà réalisés sur le sujet

4.1. La Belgique

Cette étude analyse l'histoire à long terme des paysages bocagers²¹ en Flandre. Une reconstruction détaillée du réseau de haies est réalisée sur 367 échantillons différents de 400 m x 400 m à cinq moments de la fin du XVIII^{ème} siècle à nos jours.

À l'aide de cartes historiques, de photographies aériennes et d'observations sur le terrain, le réseau de haies²² a été reconstruit indépendamment pour chaque échantillon à cinq périodes historiques, soit 1789, 1900, 1950, 1992 et 2002. Pour chaque échantillon, les caractéristiques qualitatives et quantitatives de la structure du réseau de haies ont été décrites par quatre variables différentes : la densité de haies, l'hétérogénéité de la taille du maillage, la connectivité du réseau et la fragmentation du réseau. Tout d'abord, la densité de haies a été déterminée comme « la longueur totale de la haie dans l'échantillon divisée par sa superficie »²³. Puis, l'hétérogénéité au sein des échantillons a été calculée à l'aide de l'indice de diversité de Shannon. Ensuite, la connectivité du réseau a été évaluée en attribuant un numéro à chaque croisement de haie en fonction du nombre total de connexions fournies. Une intersection de type T (qui relie trois obstacles) fournit 6 connexions possibles, car chacun des trois obstacles se connecte à deux autres obstacles ($3 \times 2 = 6$). Tandis qu'une intersection qui relie quatre obstacles, de type X, a une valeur de 12 ($= 4 \times 3$). L'intersection qui est égale à 2 est celle de type L, qui relie deux haies ($= 2 \times 1$). Le nombre de connexions par unité de surface fournit une mesure de la connectivité du réseau. Quant à la

²⁰ ORESZCZYN S. and LANE A., *The meaning of hedgerows in the English landscape: Different stakeholder perspectives and the implications for future hedge management*, Journal of Environmental Management (2000), pp. 101–118. Disponible à l'adresse : < <https://doi.org/10.1006/jema.2000.0365> >.

²¹ « Les paysages bocagers sont des paysages agraires constitués d'une mosaïque de prairies et de cultures délimitées par un réseau de haies et de bosquets plus ou moins dense. ». AGENCE RÉGIONALE DE LA BIODIVERSITÉ NOUVELLE-AQUITAINE, *Milieux bocagers*. Disponible à l'adresse : < <https://www.biodiversite-nouvelle-aquitaine.fr/connaître/connaître-les-milieux-terrestres/les-bocages/> >.

²² Défini dans cet article comme « un fragment d'habitat linéaire avec une structure de végétation ligneuse intégrée dans la matrice du paysage agricole ». DECKERS B. *et al.*, *Long-term spatio-temporal dynamics of a hedgerow network landscape in Flanders, Belgium*, p.22, disponible à l'adresse : < <https://www.cambridge.org/core/journals/environmental-conservation/article/longterm-spatiotemporal-dynamics-of-a-hedgerow-network-landscape-in-flanders-belgium/A9C11A4278B46759DF80A18FA8FC9D36> >.

²³ *Idem*.

fragmentation du réseau, elle a été évaluée par le nombre de bords de haie libre, soit non reliés à d'autres haies, par unité de surface.

L'utilisation actuelle des terres (forêts, pâturages, cultures fourragères, cultures, pourcentage de terres cultivées) a été déterminée en analysant des images aériennes combinées à une validation sur le terrain. La connectivité globale à travers les réseaux de haies dans la zone d'étude a été étudiée plus en détail à l'aide des indices de connectivité suivants :

$$\gamma = L/(3(V - 2)) \quad \alpha = (L-V+F)/(2V - 5) \quad \beta = L/V$$

Avec L qui correspond au nombre de connexions, V le nombre de nœuds (points d'intersection des haies) et F le nombre de fragments de réseau distincts.

L'indice γ pondère le nombre réel de connexions par rapport au nombre maximal possible de connexions, tandis que l'indice α compare le nombre réel de boucles ou de circuits dans le réseau au nombre maximal possible de circuits. Ces deux indices ont une valeur qui varie de 0 à 1, à mesure que la connectivité du réseau augmente. L'indice β indique le nombre moyen de connexions par nœud, avec soit une valeur inférieure à 1 indiquant une connectivité faible, soit une valeur supérieure à 1 qui indique un réseau complexe.

L'analyse des données a ensuite été effectuée avec le progiciel de statistiques en sciences sociales, SPSS 11.0 pour Windows.

Les résultats de cette étude conduisent à trois conclusions principales. Elle démontre d'abord le rôle de l'occupation du sol et de la localisation du paysage comme facteurs fondamentaux de la dynamique des réseaux de haies à l'échelle du paysage. Deuxièmement, la perspective à long terme de cette étude a permis de comprendre les étapes de développement des réseaux de haies. Enfin, les résultats confirment la dégradation à grande échelle des habitats semi-naturels linéaires dans les paysages agricoles européens pendant la majeure partie du XXème siècle et que des politiques rurales agressives peuvent stopper et même inverser ce processus.

4.2. La France

4.2.1. Les Hauts-de-France

Cet article met en avant la relation entre les espèces, le temps et l'espace, basé sur l'étude de la continuité historique et la connectivité spatiale qui permettrait de prouver que les haies sont des corridors écologiques efficaces pour les plantes forestières dans les paysages agricoles. L'étude de cas a été réalisée au sein des paysages agricoles du nord de la France (Hauts-de-France).

Une chronoséquence de 99 haies datant de 1725 à 2008, a été étudiée pour en savoir plus sur la présence des espèces de plantes forestières et étudier un certain nombre de descripteurs locaux-proximaux. Puis, un sous-ensemble de 29 haies a été échantillonné afin d'obtenir des données sur la richesse spécifique sur des tronçons de 5 mètres. Ensuite, un modèle linéaire généralisé a été utilisé pour tester l'interaction entre le temps (âge de la haie) et l'espace, sur la richesse spécifique. Cet « espace » a été caractérisé par la taille de l'habitat, soit la longueur, la largeur et la hauteur de la haie²⁴ et sa connectivité spatiale, c'est-à-dire si la haie est reliée à la forêt et combien d'habitats forestiers sont disponibles à proximité. Enfin, un modèle linéaire généralisé à effets mixtes a été utilisé pour tester si la probabilité d'apparition d'herbes forestières le long des haies différerait entre les espèces spécialistes et généralistes.

²⁴ LENOIR J. *et al.*, *Historical continuity and spatial connectivity ensure hedgerows are effective corridors for forest plants : Evidence from the species-time-area relationship*, Journal of Vegetation Science, 32 [2021]. Disponible à l'adresse: < <https://doi.org/10.1111/jvs.12845> >.

Les résultats montrent que l'âge et la longueur des haies ont travaillé en synergie pour augmenter la richesse des espèces végétales forestières. Les haies dans les zones boisées avaient systématiquement plus d'espèces. Des haies plus hautes et plus larges avec une plus faible intensité d'utilisation des terres adjacentes supportaient davantage d'espèces de plantes forestières. L'augmentation de la connectivité spatiale des haies a eu un effet positif sur la probabilité d'occurrence des spécialistes forestiers à dispersion limitée en sous-bois, mais pas des généralistes.

Donc, comme le prédisent les relations spatio-temporelles entre les espèces, les vieilles et longues haies attachées aux zones boisées sont des corridors plus porteurs d'espèces et plus efficaces. La création de nouvelles haies pour relier des zones forestières isolées peut être une stratégie appropriée pour restaurer la connectivité fonctionnelle, mais elle n'est efficace qu'à long terme.

4.2.2. La Bretagne

Cet article rend compte d'une enquête menée à Lalleu, une commune de 1500 hectares à 50 kilomètres au sud de Rennes, dans un paysage typique des bocages de Bretagne (France). Elle porte sur l'analyse des dynamiques paysagères qui ont eu lieu au sein de 26 quadrats contigus de 16 hectares au cours de quatre années, soit 1952, 1961, 1972 et 1985. Les mesures ont été faites manuellement.

La partie « Matériel et méthode » présente des descripteurs de paysage qui ont été sélectionnés en fonction de leurs relations connues avec les processus écologiques étudiés. Soit, la longueur du réseau de haies, la connectivité²⁵, le nombre de « non connexions »²⁶ et l'hétérogénéité de la taille des grains.

L'hétérogénéité de la taille des grains a été mesurée dans une section verticale de 100 m. La taille des particules étant la distance entre deux haies sur le transect. Ces distances ont ensuite été regroupées en cinq classes : 0-30 m, 30-60, 60-120, 120-225, >225.²⁷

L'analyse des correspondances de la matrice de données montre le gradient de passage de réseaux denses et fortement interconnectés à des paysages hétérogènes avec peu de haies. L'étude des trajectoires individuelles des quadrilatères a permis de les regrouper en différents types de haies. Le taux de changement a changé au fil du temps, le plus grand changement ayant été observé entre 1961 et 1972.

4.3. La Grande-Bretagne

Cet article porte sur une reconstitution bayésienne²⁸ des changements environnementaux, permettant d'évaluer l'impact de la perte des haies sur les populations d'oiseaux des milieux agricoles en Grande-Bretagne.

Pour ce faire, une série chronologique composite²⁹ de la longueur des haies à partir des deux principaux types de données disponibles depuis les années 1950 a été construite. Soit, d'une part, les estimations de la longueur des haies en Grande-Bretagne qui ont été dérivées du nombre de champs et d'autre part, les estimations du changement en pourcentage des haies à partir de photographies aériennes répétées ou d'enquêtes sur le terrain.

²⁵ Calculée comme pour la Belgique, avec les types d'intersection L, T et X.

²⁶ Egalement lorsque la fin d'une haie n'est pas connectée à une autre haie.

²⁷ BUREL F. & BAUDRY J., *Structural dynamic of a hedgerow network landscape in Brittany France*, Landscape Ecology (1990), pp. 197–210. Disponible à l'adresse : < <https://doi.org/10.1007/BF00129828> >.

²⁸ « L'estimation ou inférence bayésienne s'appuie sur un théorème énoncé par le mathématicien Thomas Bayes. Ce théorème donne une méthode pour calculer la probabilité d'un phénomène grâce à la connaissance de certaines informations. L'estimation bayésienne est donc la méthode qui s'appuie sur ce raisonnement ». CNIL, *Estimation bayésienne*. Disponible à l'adresse : < <https://www.cnil.fr/fr/definition/estimation-bayesienne> >.

²⁹ CORNULIER T. et al., *Bayesian reconstitution of environmental change from disparate historical records: hedgerow loss and farmland bird declines*, Methods in Ecology and Evolution (2011), pp. 86–94. Disponible à l'adresse : < <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00054.x> >.

En supposant que les changements temporels ont été relativement lisses au niveau national, un modèle bayésien additif d'espace d'état a été utilisé pour estimer les valeurs annuelles spécifiques de la disponibilité des haies sur la période 1960-2000. Ceci a nécessité une équation d'observation, pour relier les valeurs modélisées ou les différences de valeurs aux estimations disponibles et une équation de système, qui dans ce cas-ci a imposé le lissage des valeurs modélisées.

Après la reconstruction des séries temporelles annuelles de longueurs de haies, les résultats ont été mis en parallèle avec les estimations annuelles de population³⁰ de bruants jaunes, afin d'évaluer le potentiel de changements dans les variables de l'habitat en tant que source de changement de population. Nous avons comparé les deux séries chronologiques en calculant le coefficient de corrélation à différents délais dans le modèle.

Au final, l'étude montre que les approches statistiques modernes peuvent être utilisées pour reconstruire les changements environnementaux passés à partir d'une variété de sources historiques rares et hétérogènes, à condition de savoir réaliser des statistiques. L'utilisation des variables environnementales reconstruites comme variables explicatives explique l'utilité de cette approche, suggérant que les changements dans l'environnement peuvent avoir joué un rôle important dans le déclin des populations domestiques d'organismes utilisant cet environnement.

4.4. La République tchèque

Les vestiges de champs médiévaux, appelés « *pluzina* » en République tchèque, constituent un paysage historique précieux dont les caractéristiques ressemblent aux bosquets typiques des pays d'Europe occidentale. La disposition historique originelle des champs et prairies est préservée par un réseau de haies stabilisatrices. Comme d'autres pays, ces champs médiévaux ont été agrandis pour l'agriculture intensive et la colonisation au cours des dernières décennies, entraînant un important déclin.

Le choix du site d'étude a été réalisé en trois étapes. Premièrement, à l'aide des photographies aériennes qui ont permis d'évaluer visuellement l'ensemble de la région de Pilsen pour déterminer l'existence de zones présentant des caractéristiques typiques du paysage de *Pluzina* caractérisé par la présence de haies. Deuxièmement, ces zones ont été comparées et mises en parallèle avec les modèles de terrain historiques à l'aide des cartes cadastrales historiques [1840-1852] et des photos aériennes de 1950³¹. L'objectif était d'éliminer les structures dont la composition du champ n'était pas d'origine historique. Troisièmement, une base de données SIG du groupe final de cinq zones d'étude contenant le paysage restant de *Pluzina* a été établie et leurs attributs classés.

Dans cette étude, la largeur de la haie s'est avérée être la variable explicative la plus appropriée pour évaluer le développement de la haie. Car, d'une part, il est fortement corrélé avec les autres attributs de la haie qui ont été évalués, à savoir la longueur et la superficie de la haie. Et, d'autre part, son utilisation a permis de trouver facilement un profil de contrôle pour obtenir des données sur les variables explicatives au même endroit où la largeur de la haie a été mesurée. De plus, quatre classes d'occupation du sol ont été distinguées pour l'analyse, soit les prairies, les terres agricoles, les forêts et les haies.

Les résultats confirment deux grandes tendances conduisant à la disparition des systèmes médiévaux d'occupation du sol. L'expansion des terres agricoles conduit spontanément à leur abandon et à la

³⁰ Via le *Common Birds Census* (CBC). CORNULIER T. *et al.*, *Bayesian reconstitution of environmental change from disparate historical records: hedgerow loss and farmland bird declines*, *Methods in Ecology and Evolution* (2011), pp. 86–94. Disponible à l'adresse : < <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00054.x> >.

³¹ Les premières photographies aériennes couvrant l'ensemble de la zone d'étude disponible en République tchèque ont été prises dans les années 1950, faisant des années 1950 la première période historique à partir de laquelle les obstacles peuvent être estimés avec précision. SKLENICKA P. *et al.*, *Remnants of medieval field patterns in the Czech Republic: Analysis of driving forces behind their disappearance with special attention to the role of hedgerows*, *Agriculture, Ecosystems & Environment* (2009), pp. 465–473. Disponible à l'adresse : < <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.10.026> >.

plantation de champs jouxtant des haies. La densification, par contre, signifie que les terres adjacentes aux haies sont utilisées comme terres cultivées, et l'expansion progressive entraîne l'élargissement des champs, la suppression des haies et la disparition du modèle médiéval des champs.

4.5. Le Canada

Cet article présente une étude qui a été menée dans trois paysages agricoles du sud du Québec (Canada), afin d'étudier la dynamique spatiale et temporelle de trois réseaux de haies, de 1958 à 1997.

La dynamique d'utilisation des terres dans cette région est typique de plusieurs autres paysages agricoles ou semi-agricoles de l'est de l'Amérique du Nord. Les modèles historiques ont donné lieu à des parcelles de terre généralement longues et étroites parallèles les unes aux autres

Trois unités de paysage distinctes, d'une superficie de 600 hectares, ont d'abord été identifiées, avec différentes dispositions spatiales des sédiments de surface marins et glaciaires et donc différentes intensités d'utilisation agricole. Ici classées par croissant d'intensité agricole, les paysages glaciaires, les paysages mixtes et les parcelles d'agriculture intensive.

Pour chacune des unités paysagères sont renseignées les informations suivantes : le type de sédiment topographique, l'occupation du sol et les caractéristiques structurelle du réseau de haie.

Afin de réduire les erreurs d'interprétation des photographies aériennes, les classes d'occupation du sol ont été limitées à cinq, soit les prairies, les cultures fourragères, les céréales, les arbustes et les forêts. Puis, les cartes générées suite à l'identification des utilisations du sol et la structure spatiale des réseaux de haies pour chacun des trois paysages étudiés ont été superposées aux cartes géomorphologiques.³² Ensuite, chacun des trois paysages a été échantillonné à l'aide de placettes distribuées de façon systématique (en damier), soit cinq quadrats, de 200 m x 200 m, par type de paysage.

Quant aux réseaux de haies, ils ont été caractérisés par quatre variables structurelles qui ont été sélectionnées comme indicateurs potentiels des fonctions écologiques que les haies sont censées accomplir dans les paysages agricoles. Premièrement, la densité qui a été calculée comme la longueur totale des haies dans chaque parcelle. Deuxièmement, la connectivité du réseau de haies, qui a été calculée en attribuant une valeur numérique à chaque intersection en fonction du nombre de liens qu'elle supporte.³³ Cette valeur reflète le potentiel de déplacement offert par le réseau car elle correspond au nombre de nouvelles directions qu'un organisme peut choisir à l'intersection de plusieurs haies, multiplié par le nombre de voies d'accès menant à cette structure. Troisièmement, le nombre de connexions avec des zones boisées, qui prend en compte les liens physiques existants entre le réseau de haies et les zones boisées. En réduisant l'isolement des zones boisées dans les paysages agricoles, ces connexions peuvent augmenter le taux de survie de certaines populations animales ou végétales en facilitant les déplacements entre les différents fragments de forêt.

³² SCHMUCKI R. *et al.*, *Spatial and Temporal Dynamics of Hedgerows in Three Agricultural Landscapes of Southern Quebec, Canada*, *Environmental Management* (2002), pp. 651–664. Disponible à l'adresse : < <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2704-9> >.

³³ A nouveau calculée comme pour la Belgique, avec les types d'intersection L, T et X.

4.6. Synthèse des *best practices*

Tableau 1 : Synthèse des *best practices*.

Localisation	Période étudiée	Taille des échantillons	Occupation du sol	Longueur des haies	Largeur des haies	Densité des haies	Connectivité	Hétérogénéité	Comparaison entre différents sites
Belgique	1789-2002	0,16 km ²	Forêts, pâturages, cultures fourragères, cultures	Oui	-	Longueur totale divisée par la superficie de l'échantillon	Indices α , β , γ et types L, T, X	Non-connexions et indice de Shannon	-
France (Hauts-de-France)	1725-2008	Tronçons 5 m	Forêts	Oui	Oui	-	Connexion avec les forêts	-	-
France (Bretagne)	1952-1985	1,6 km ²	-	Oui	-	-	Types L, T, X	Non-connexions et taille des grains	Toute la Grande-Bretagne
Grande-Bretagne	1960-2000	-	-	Approche statistique	-	-	-	-	-
République tchèque	1840-2009?	-	Prairies, terres agricoles, forêts	Oui	Oui	-	-	-	-
Canada	1958-1997	0,04 km ²	Prairies, cultures fourragères, céréales, forêts	Oui	-	Longueur totale divisée par la superficie de l'échantillon	Types L, T, X et connexion avec les forêts	Non-connexions et taille des grains	Trois intensités d'exploitation agricole
SYNTHÈSE	XVIII-XXI	0,5 km ²	Prairies, cultures, forêts	Oui	-	Facile à calculer si on a déterminé la longueur totale	Types L, T, X	Non-connexions et taille des grains	Peu utilisé, mais intéressant sur une grande échelle

PARTIE II : HYPOTHÈSE ET OBJECTIFS

Les paysages agricoles wallons ont connus beaucoup de modifications au cours des derniers siècles, changeant au même rythme que les évolutions des techniques agricoles. Cependant, à l'heure actuelle on se rend compte que les méthodes employées ont un impact considérable sur le déclin de la biodiversité, l'érosion des sols, les inondations etc. L'arrachage des haies à la fin du XXème siècle fait ainsi partie des éléments qui ont conduit à la situation actuelle. De nombreuses espèces y avaient leur habitat, elles permettaient de prévenir les coulées de boues et aidaient l'eau à s'infiltrer dans les sols. De nombreux avantages ont donc été attribués aux haies et voilà pourquoi aujourd'hui plusieurs démarches se mettent en place afin de replanter les structures paysagères qu'elles étaient.

Néanmoins, les programmes, comme le projet *Yes We Plant*, ont l'ambition de planter un grand nombre de haies, mais sans réellement avoir de stratégie de plantation permettant, par exemple, de savoir où il serait le plus utile d'implanter un réseau de haies. En effet, si la plantation suit un processus de restauration, les bénéfices peuvent être significatifs. Mais l'inverse pourrait avoir des conséquences sur l'environnement.

A l'aide de ces constats, une hypothèse peut être formulée :

Est-il réellement judicieux de planter des haies en milieu agricole sur l'ensemble du territoire wallon ?

Afin d'essayer de mieux comprendre les dynamiques spatio-temporelles des réseaux de haies des paysages agricoles wallons, il serait donc intéressant, dans un premier temps, de [1] réaliser une analyse historique des caractéristiques structurelles des réseaux de haies. Puis, [2] comparer les résultats entre eux afin de voir s'il y a des différences significatives au sein de paysages agricoles wallons.

Pour accomplir ces deux objectifs, il sera donc nécessaire d'identifier des sites sur le territoire wallon, afin d'analyser puis de comparer des haies de l'époque et d'aujourd'hui.

PARTIE III : MATÉRIEL ET MÉTHODE

1. La sélection des sites d'étude

Ce travail porte sur une analyse des territoires agricoles en Wallonie. Afin de sélectionner au mieux les sites d'étude et de pouvoir les comparer entre eux comme dans l'étude réalisée au Canada³⁴, un premier calibrage a été réalisé via l'identification d'ensembles paysagers caractérisés par une activité agricole prédominante sur leur territoire. Les ensembles de la plaine et du bas-plateau hennuyers, du bas-plateau brabançon et hesbignon, de l'entre-Vesdre-et-Meuse, du Condraz et de la dépression Fagne-Famenne ont été retenus (voir carte en annexe 3, page 86). Les autres ont été exclus, principalement, à cause de leur caractère trop urbain ou trop forestier.

Au total, ce sont huit quadrats de 4 km² qui ont été identifiés au sein de chaque ensemble paysager. Pour faciliter la délimitation de zones de même superficie, tout en évitant de prendre une part trop importante d'occupation du sol ne correspondant pas à une activité agricole, la forme des quadrats varie entre un carré de 2 km x 2 km, ou un rectangle de 1 km x 4 km.

Le choix des sites d'étude a été réalisé à l'aide des Orthophotos de 2021 (cartographie la plus récente de la Wallonie) et de la carte de Ferraris datant de 1777 (cartographie la plus ancienne de la Wallonie). Dans un premier temps, une matrice générale de la composition du paysage a été identifiée pour chaque ensemble paysager, à l'aide des descriptions rédigées par la Conférence Permanente du Développement Territorial (CPDT). Elles sont résumées à la suite de ce travail. Ensuite, les zones correspondant globalement à cette matrice ont été sélectionnées, puis comparées à la carte de 1777. Si une différence significative était observée, la zone était conservée, dans le cas contraire, elle était abandonnée.

1.1. La plaine et le bas-plateau hennuyers

Le premier ensemble paysager, de la plaine et du bas plateau hennuyers³⁵, se situe au nord-ouest de la Wallonie. Il est composé majoritairement de vastes étendues agricoles, favorisées par un relief principalement calme et des sols limoneux. Bien qu'on y retrouve en grande partie de larges parcelles de labours, une poignée de prairies permanentes ponctuent le paysage de l'ensemble.

L'habitat, peu présent, y est dispersé.

1.2. Le bas-plateau brabançon et hesbignon

L'ensemble paysager du bas-plateau brabançon et hesbignon³⁶ se trouve à l'est de l'ensemble cité précédemment. Il est également recouvert de larges étendues agricoles, puisqu'on y retrouve aussi des sols limoneux, propices au développement de l'agriculture. Les cultures y ont une place prédominante, même si les prairies occupent les fonds de vallée ainsi que les parcelles où le drainage est modéré.

Etant donné la présence de grandes villes sur le pourtour de cet ensemble paysager, il présente une forte attraction résidentielle, ce qui a pour conséquence le développement des villages et l'étalement urbain le long des grands axes de communication.

1.3. L'entre-Vesdre-et-Meuse

L'ensemble paysager de l'entre-Vesdre-et-Meuse³⁷ se situe à l'extrême nord-est de la Wallonie. Son territoire est découpé par de nombreux cours d'eau, ce qui lui donne un relief accidenté, moins propice

³⁴ Cf. « I. 4.5. Canada ».

³⁵ Atlas des paysages de Wallonie n°7, *La Plaine et le bas-plateau hennuyers*.

³⁶ Atlas des paysages de Wallonie n°2, *Les plateaux brabançon et hesbignon*.

³⁷ Atlas des paysages de Wallonie n°1, *L'Entre-Vesdre-et-Meuse*.

aux vastes étendues de cultures. Néanmoins, on y retrouve des bocages, une forme de paysage rural assez peu répandue en Wallonie, mais bien connue de l'Europe occidentale (Irlande, Ecosse, Bretagne...). Ils sont définis comme étant un « assemblage de parcelles (champs ou prairies), de formes irrégulières et de dimensions inégales, limitées et closes par des haies vives bordant des chemins creux ».³⁸

1.4. Le Condroz

L'ensemble paysager du Condroz³⁹ est situé au sud du sillon Sambre-et-Meuse. Avec son relief ondulé typique de cette région, il offre un paysage diversifié, alternant des crêtes (tiges) couvertes de boisements et des vallées (chavées) qui accueillent des prairies. On y trouve également, sur les pentes douces couvertes de sols limoneux, des parcelles de cultures, majoritairement sur les versants exposés au sud.

L'habitat y est groupé et s'est développé autour des villages présents sur les crêtes.

1.5. La dépression Fagne-Famenne

Composé de la dépression Fagne-Famenne⁴⁰ et de la bande calcaire nommée « Calestienne », l'ensemble paysager de la dépression Fagne-Famenne a un relief relativement calme, ponctué par la présence de tiennes boisés.⁴¹

Le paysage est composé principalement de prairies dans les vallées et de quelques parcelles de labours sur les étendues plus planes, qui sont ponctuées de villages groupés.

2. La cartographie

2.1. L'inventaire cartographique

Afin de réaliser l'analyse historique, quatre cartes ont été retenues, réalisées en 1777, 1865, 1939 et 2021, soit une carte pour les quatre derniers siècles.

La première est la plus ancienne carte couvrant le territoire wallon. C'est donc la plus vieille source qui nous permet de connaître l'agencement des réseaux de haies de l'époque. Il est intéressant de commencer par ce siècle, étant donné que, comme expliqué au point « I. 2. L'évolution historique des paysages agricoles wallons », c'est à cette époque que les réseaux de haies ont fait leur apparition dans les paysages agricoles.

Les cartes du Dépôt de la guerre de 1865 constituent les données les plus fiables afin d'identifier les différents éléments qui composent les paysages après 1777.

Quant aux cartes de 1939, elles ont été choisies car elles permettent de faire un état des lieux des paysages de l'entre-deux-guerres.

Enfin, les Orthophotos de 2021 sont les données les plus récentes qui couvrent la région wallonne.

2.1.1. Les cartes de Ferraris de 1777

Les premières cartes utilisées dans ce travail ont été réalisées entre 1770 et 1777 à l'initiative du comte Jozef de Ferraris. Elles couvrent les territoires de ce qui était à l'époque les Pays-Bas autrichiens et les

³⁸ Définition du bocage par Larousse, disponible à l'adresse : < <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/bocage/9968> >.

³⁹ Atlas des paysages de Wallonie n°3, *Le Plateau condrusien*.

⁴⁰ Les Territoires Paysagers de Wallonie, *09 Ensemble de la dépression Fagne-Famenne et de sa bordure sud*, disponible à l'adresse : < <https://cpdt.wallonie.be/sites/default/files/pdf/09.pdf> >.

⁴¹ Vient du terme wallon « tiene » qui signifie colline, disponible à l'adresse : < https://moti.walon.org/dicc_esplisant_T_TE.html >.

principautés de Liège et Stavelot, soit quasiment l'entièreté de la Belgique et du Grand-duché du Luxembourg aujourd'hui.

A l'époque, la création de ces cartes devait répondre aux préoccupations de la Cour impériale qui avait commencé en 1749 la mise en carte de ses régions.⁴² Celles-ci permettaient alors de connaître précisément les éléments qui composaient les paysages au XVIIIème siècle et étaient un atout stratégique considérable lors de batailles.

Aujourd'hui, les cartes ont été géoréférencées et sont exploitables sous format raster.⁴³ La légende détaillée est présente en annexe 4, page 87.

2.1.2. Les cartes du Dépôt de la guerre de 1865

Ces cartes ont été réalisées, dans un premier temps, par les officiers Dépôt de la guerre, puis par l'Institut cartographique militaire⁴⁴. L'objectif premier de ces cartes était donc de constituer un outil militaire permettant de connaître le territoire et ses composantes, comme l'occupation du sol et la configuration des paysages et de ses éléments constitutants (composantes aussi bien naturelles qu'anthropiques). Ce sont également les premières cartes levées et nivelées sur le terrain.⁴⁵

Les cartes sont réalisés au 1/20 000⁴⁶ et son imprimées en couleurs, avec une légende détaillée présente en annexe 5, page 88. Le Département de l'étude du milieu naturel et Agricole (DEMNA) les a ensuite géoréférencées et mosaïquées, afin de créer une couche *raster* exploitable pour toute la Wallonie. De plus, les couleurs employées pour la réalisation des cartes ont été homogénéisées pour en faciliter la lecture.

2.1.3. Les cartes de l'Institut cartographique militaire de 1939

En 1883, l'Institut cartographique militaire va changer de technique d'impression.⁴⁷ Les cartes seront toujours inspirées de celles datant de 1865, mais l'Institut en profitera pour faire quelques modifications sur la légende des éléments cartographiés. En effet, cette dernière sera enrichie pour répondre aux contraintes et demandes de l'époque et le trait et le bâti seront désormais en noir.

Ensuite, après la seconde guerre mondiale, le territoire ayant été agrandi suite au Traité de Versailles de nouvelles cartes vont être réalisées afin de couvrir les extensions. Les avancées technologiques du moment seront également ajoutées à la légende.

Les cartes ont été réalisées au 1/20.000 et sont maintenant géoréférencées pour être exploitable au format *raster*.

2.1.4. Les orthophotos de 2021

« Cette couche de données est une imagerie orthorectifiée et mosaïquée acquise en 2021 couvrant le territoire wallon à une résolution de 25 cm ».⁴⁸ Les prises de vues sont exécutées par le Service public de

⁴² Description « Ferraris 1771-1778 », disponible à l'adresse : < <http://www.cartesius.be/CartesiusPortal/> >.

⁴³ Fiche descriptive « Cartes de Ferraris (1770-1778) », disponible à l'adresse :

< <http://geoportail.wallonie.be/catalogue/b8b9e555-a4d1-49bf-940d-31bbbf7613fc.html> >.

⁴⁴ Aujourd'hui l'Institut Géographique National (IGN)

⁴⁵ Description « Belgium evolves 1873 - 1904 - 1939 », disponible à l'adresse :

< <http://www.cartesius.be/arcgis/home/item.html?id=191846e821094b7c9b92fe99c3afba82> >.

⁴⁶ Fiche descriptive « Carte du dépôt de la guerre (1865 - 1880) », disponible à l'adresse :

< <http://geoportail.wallonie.be/catalogue/2005026d-c9e0-41c4-81f2-758ee21d47af.html> >.

⁴⁷ Description « Belgium evolves 1939 - 1969 - 1981 », disponible à l'adresse :

< <http://www.cartesius.be/arcgis/home/item.html?id=3dc60b2864834ec6ad91b9aa82cbcd5c> >.

⁴⁸ Fiche descriptive de « Orthophotos 2021 », disponible à l'adresse :

< <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/7608c4c6-1434-4291-940c-8b9c8da64484.html> >.

Wallonie qui couvre donc tout le territoire wallon. Le niveau de précision élevé permet une identification précise des éléments paysagers, tels que les haies.

Pour l'occupation du sol, les couches du parcellaire agricole anonyme de 2021 et de l'OSM de Belgique ont été employées. La première, localise les parcelles agricoles et donne des informations sur le type de culture qui y est affecté.⁴⁹ La seconde, permet de situer tous les éléments qui constituent le territoire, allant des zones résidentielles aux boisements.

2.2. L'identification des éléments étudiés

L'identification des éléments a été réalisée à l'aide du logiciel QGIS 3.14, afin de créer différentes couches *ShapeFile* reprenant non seulement les réseaux de haies, mais également les intersections situées aux bouts et aux croisements de ces haies, ainsi que l'occupation du sol pour les 4 périodes étudiées. Ces couches ont été superposées pour créer les cartes utilisées dans ce travail.

2.2.1. Les haies

Les haies ont été cartographiées manuellement sur des couches *ShapeFile* de format « Ligne » pour chaque quadrat, aux quatre périodes étudiées.

Pour les trois premières années étudiées, les haies avaient une symbologie présente dans la légende (voir figures 11, 12 et 13). Le travail consistait donc à retracer chacun des éléments sur QGIS en se basant sur les cartes anciennes au format *raster*.



Figures 11 à 13 : légende d'une haie selon Ferraris (11), le Dépôt de la guerre (12) et l'Institut cartographique militaire(13). Source : Géoportail de la Wallonie.

Pour l'année 2021, il était nécessaire de définir à quoi correspondait une haie, afin d'identifier les bons éléments. Dans ce travail, une haie est donc définie comme une unité linéaire de végétation ligneuse, dont la largeur ne doit pas excéder dix mètres⁵⁰ et la longueur doit être de minimum dix mètres.⁵¹ Toute discontinuité au sein du linéaire ne peut dépasser 5 mètres.

⁴⁹ Fiche descriptive de « Parcellaire agricole anonyme (situation 2021) », disponible à l'adresse : < <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/84d6fd80-7337-4575-b2d9-c9b48cbda3bd.html> >.

⁵⁰ Arrêté du 24 avril 2015 relatif aux règles de bonnes conditions agricoles et environnementales (BCAE), disponible à l'adresse : < <https://afac-agroforesteries.fr/wp-content/uploads/2016/02/arr%C3%A9t%C3%A9-BCAE-2015.pdf> >.

⁵¹ Fiche « Haies et alignements d'arbres » par Natagriwal, disponible à l'adresse : < <https://www.natagriwal.be/fr/mesures-agro-environnementales/liste-des-mae/fiches/details/333> >

2.2.2. Les intersections

Afin de calculer la connectivité des réseaux de haies identifiés, il était nécessaire de cartographier les intersections présentes au sein du linéaire. Après avoir cartographié les haies, une couche *ShapeFile* de format « Point » a donc été créée pour chacun des quadrats.

La quantité totale d'intersections est un élément indicateur qui sera utilisé pour qualifier les réseaux, mais la qualité de chaque intersection est aussi à prendre en compte. Voilà pourquoi, « la connectivité du réseau sera évaluée en attribuant un numéro à chaque intersection de haie en fonction du nombre total de connexions qu'elle offre ». ⁵² Afin de préparer cette évaluation, chacune des intersections a été caractérisée et une valeur temporaire lui a été attribuée. Cette dernière correspond au nombre de connexions possibles avec le premier segment. Au total, quatre types ont été identifiés :

- Les intersections de type 0, ne reliant aucune haie et se trouvant en bout de réseau, avec une valeur temporaire de 0 ;
- Les intersections de type T, reliant trois haies, avec une valeur temporaire de 2 ;
- Les intersections de type X, reliant quatre haies, avec une valeur temporaire de 3 ;
- Les intersections de type *, reliant cinq haies, avec une valeur temporaire de 4.

2.2.3. L'occupation du sol

Pour les trois premières années (1777, 1865 et 1939), l'occupation du sol a été cartographiée via une couche *ShapeFile* de format « Polygone » créée pour chaque site d'étude. Elle a été divisée en sept catégories qui sont :

1. « Cultures », qui reprend toutes les parcelles cultivées ;
2. « Prairies », qui comprend toutes les prairies permanentes ;
3. « Vergers », qui regroupe l'ensemble des vergers ;
4. « Forêts », qui rassemble toutes les zones boisées ;
5. « Urbain », qui englobe tout le bâti et les zones urbaines ;
6. « Routes », qui reprend toutes les voiries carrossables ;
7. « Cours d'eau », qui situe tous les cours d'eau.

Les routes et les cours d'eau ont été cartographiés via une couche *ShapeFile* de format « Ligne ». Afin d'avoir une valeur de surface lors de l'analyse de l'occupation du sol, un tampon a été créé pour chaque couche sur le logiciel QGIS 3.14 à l'aide de l'outil « Tampon ».

Un tampon de trois mètres a été appliqué pour les routes, car cette dimension correspond à la largeur moyenne d'une voirie.

Pour les cours d'eau, c'est un tampon de cinq mètres qui a été utilisé. En effet, les terminologies utilisées dans les légendes des cartes historiques sont, pour 1777, « Cours d'eau » et, pour 1865 et 1939, « Ruisseau ». Afin de respecter cette terminologie et ne pas prendre un tampon trop large, la valeur de cinq mètres a été retenue, puisqu'elle est la largeur maximale pour un ruisseau et minimale pour une rivière. ⁵³

L'occupation pour 2021 a été créée à l'aide des données vectorielles des couches du Parcellaire agricole anonyme (situation 2021) et du COSW2_07, Niveau 1.

⁵² SCHMUCKI R. *et al.*, *Spatial and Temporal Dynamics of Hedgerows in Three Agricultural Landscapes of Southern Quebec, Canada*, Environmental Management (2002), p. 654. Disponible à l'adresse : < <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2704-9> >.

⁵³ Définition d'un ruisseau sur l'Aquaportail, disponible à l'adresse : < <https://www.aquaportail.com/definition-6826-ruisseau.html> >.

3. Le calcul des données

3.1. La densité des haies

La longueur totale des haies a été calculée en mètres pour chaque quadrat sur le logiciel QGIS 3.14, à l'aide de la table d'attributs, via la commande « *\$length* ». Ensuite, afin de calculer la densité des haies pour chaque site d'étude, la longueur totale des haies a été divisée par la surface totale⁵⁴ du quadrat, soit 4 km².

3.2. La connectivité du réseau

3.2.1. La valeur totale

La valeur totale des intersections a été obtenue en multipliant le nombre de connections possibles (valeur temporaire) et le nombre de connections totales (valeur temporaire ajoutée de 1), le tout multiplié par le nombre d'intersections identifiées au sein du quadrat. Soit la formule :

$$\text{VALEUR TOTALE} = N.(T.(T+1))$$

Avec T = la valeur temporaire et N = le nombre d'intersections identifiées.

Tableau 2 : Formule pour la valeur totale de chaque type d'intersection.

	Type O	Type T	Type X	Type *
Formule	N.(0.(0+1))	N.(2.(2+1))	N.(3.(3+1))	N.(4.(4+1))

3.2.2. La répartition des types d'intersections

Pour permettre une meilleure interprétation de la répartition des types d'intersections de chaque quadrat, des cartes reprenant toutes les intersections identifiées ont été créées, en attribuant un code couleur à chaque type d'intersection :



3.3. L'occupation du sol

3.3.1. La surface totale

L'aire totale des haies a été calculée en mètres pour chaque quadrat sur le logiciel QGIS 3.14, à l'aide de la table d'attributs, via la commande « *\$area* ».

3.3.2. En bordure de haies

Afin de connaître les endroits où les haies étaient plantées, un tampon autour de ces dernières a été réalisé dans le but de découper l'occupation du sol.

La mesure retenue pour le tampon est égale à douze mètres de large. En effet, comme vu précédemment (cf. « III.2.2.1. Haies »), la largeur d'une haie ne doit pas excéder dix mètres. Le tampon devait donc avoir une largeur supérieure à ces dix mètres. Mais, afin de ne pas avoir d'autres occupations non représentatives lors du découpage, la valeur a été limitée à douze mètres.

⁵⁴ DECKERS B. et al., *Long-term spatio-temporal dynamics of a hedgerow network landscape in Flanders, Belgium*, p.22. Disponible à l'adresse : < <https://www.cambridge.org/core/journals/environmental-conservation/article/longterm-spatiotemporal-dynamics-of-a-hedgerow-network-landscape-in-flanders-belgium/A9C11A4278B46759DF80A18FA8FC9D36> >.

Ensuite, à l'aide des couches réalisées via la commande « Tampon » sur le logiciel QGIS 3.14, un découpage a été effectué sur les couches reprenant l'occupation du sol de chaque quadrat grâce à la commande « Couper » pour l'emprise des tampons nouvellement créés.

Enfin, l'aire de cette occupation découpée a été calculée en mètres pour chaque quadrat sur le logiciel QGIS 3.14, à l'aide de la table d'attributs, via la commande « \$area ».

PARTIE IV : RÉSULTATS

1. La sélection des sites d'étude

Les sites ont été identifiés sous forme de quadrats de 4 km². Chastre, Aublain et Sevry sont délimités par des rectangles de 1 km x 4 km, tandis que les autres le sont par des carrés de 2 km x 2 km.

Tableau 3 : Sites d'études identifiés pour chaque ensemble paysager.

01	02	03	04	05
Plaine et bas-plateau hennuyers	Bas-plateau brabançon et hesbignon	Entre-Vesdre-et-Meuse	Condroz	Dépression Fagne-Famenne
1. Comines 2. Evregnies 3. Bailleul 4. Molenbaix 5. Forest 6. Flobecq 7. Houtaing 8. Silly	9. Braine-l'Alleud 10. Nivelles 11. Rèves 12. Chastre 13. Eghezée 14. Jandrain 15. Waremmes 16. Bassenge	17. Julémont 18. Soumagne 19. Aubel 20. Battice 21. Crawhez 22. Andrimont 23. Plombières 24. Welkenraedt	25. Walcourt 26. Gerpennes 27. Bois-de-Villers 28. Ciney 29. Marchin 30. Huy 31. Borsu 32. Deigné	33. Momignies 34. Chimay 35. Aublain 36. Pesche 37. Sevry 38. Honnay 39. Biron 40. Filot

Une carte reprenant la localisation des sites d'étude se trouve en annexe 6, page 89.

2. La cartographie des éléments étudiés

Après l'identification des éléments étudiés, des cartes ont été générées pour les quarante sites étudiés et ce pour les quatre périodes analysées, ce qui représente un total de 160 cartes.

Afin d'alléger la lecture des résultats, un site par ensemble paysager a été sélectionné, sauf pour l'ensemble paysager du « Condroz », car on y retrouve deux grandes tendances d'évolution des paysages. Chaque site a été sélectionné parce qu'il représentait au mieux les mutations observées dans le temps au sein de tous les quadrats. De plus, dans le but d'appuyer les observations cartographiques pour 2021, un reportage photos a été effectué pour chacun des sites sélectionnés dans cette partie du travail.

2.1. La plaine et le bas-plateau hennuyers

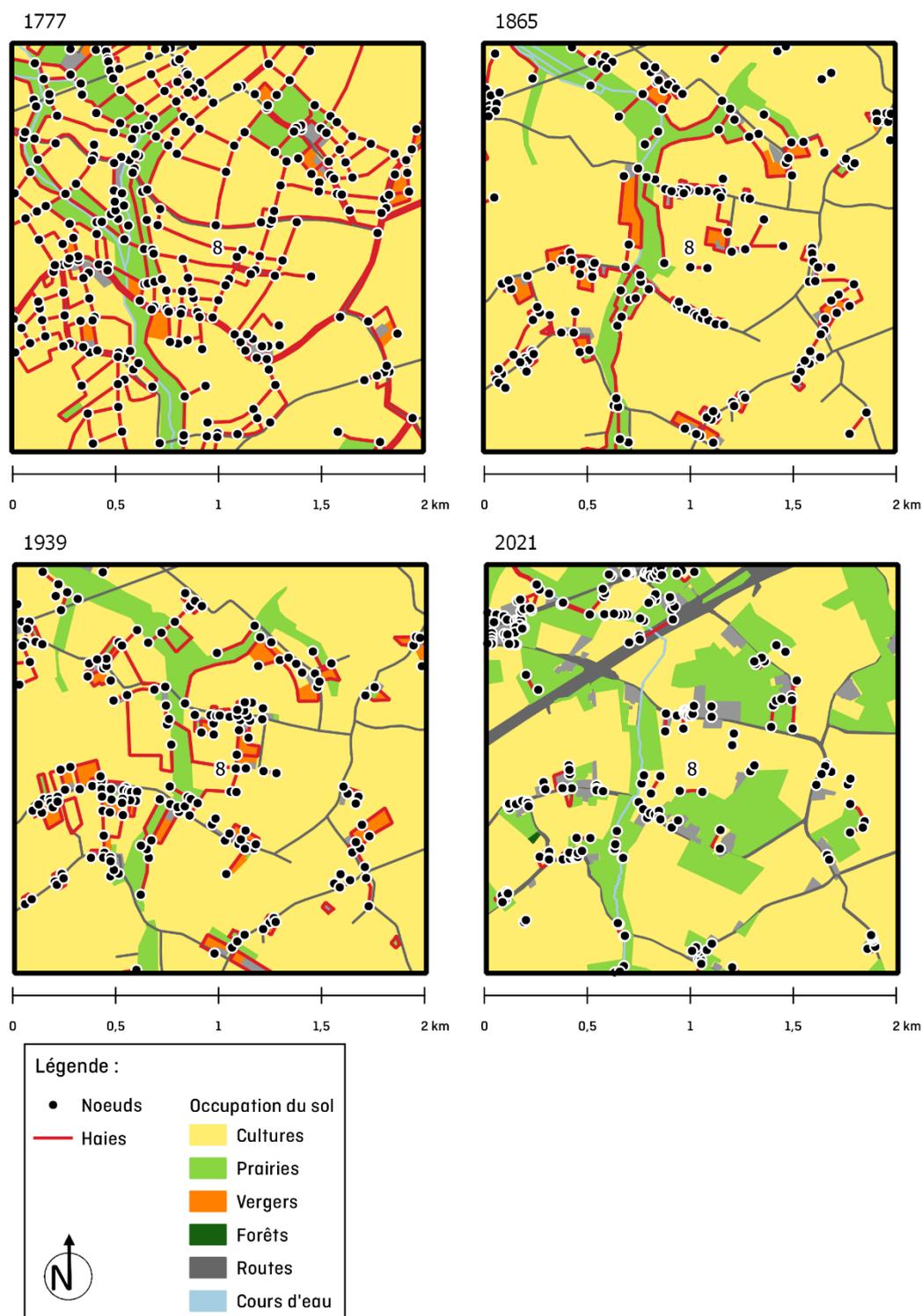


Figure 14 : Cartographie du site de Sully (8), représentative de l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers ». Source : réalisation Léone EUGENE basée sur les cartes du Géoportail.

A l'époque de Ferraris, le paysage est principalement composé de cultures entrecoupées par un réseau de haies développé. On retrouve des prairies en fond de vallée, là où s'écoulent les cours d'eau. Ceux-ci sont bordés de haies. Quelques villages, reliés par des voiries, sont dispersés au sein du quadrat. Ils sont généralement accompagnés de vergers et de prairies qui jouxtent les habitations.

En 1865, on observe la disparition des haies au sein des cultures. Les haies bordent uniquement les prairies et les vergers dont la présence ne diminue pas. Les fonds de vallée sont toujours occupés par des prairies qui sont entourées par des haies, comme on peut le voir sur les cartes en annexe 7, page 90.

Il n'y a pas d'évolution notable au XX^{ème} siècle, mais au XXI^{ème} siècle, on peut noter la disparition des vergers et des haies, le développement des villages et l'apparition de nombreuses prairies autour des villages. La matrice générale de cultures n'est plus aussi marquée qu'en 1777 et laisse place à des parcelles agricoles diversifiées ainsi qu'à une urbanisation grandissante.

A l'aide des photographies présentes ci-dessous, on peut confirmer le fait qu'il n'y a quasiment plus de haies sur le site et qu'il est majoritairement couvert de cultures et de prairies (animaux à gauche, à l'arrière-plan de la figure 16). Le relief est relativement calme à Silly (8), comme on a pu le voir en annexe 7, page 90.



Figures 15 et 16 : Photographies du site d'étude de Silly (8). Source : Léone EUGENE.

2.2. Le bas-plateau brabançon et hesbignon

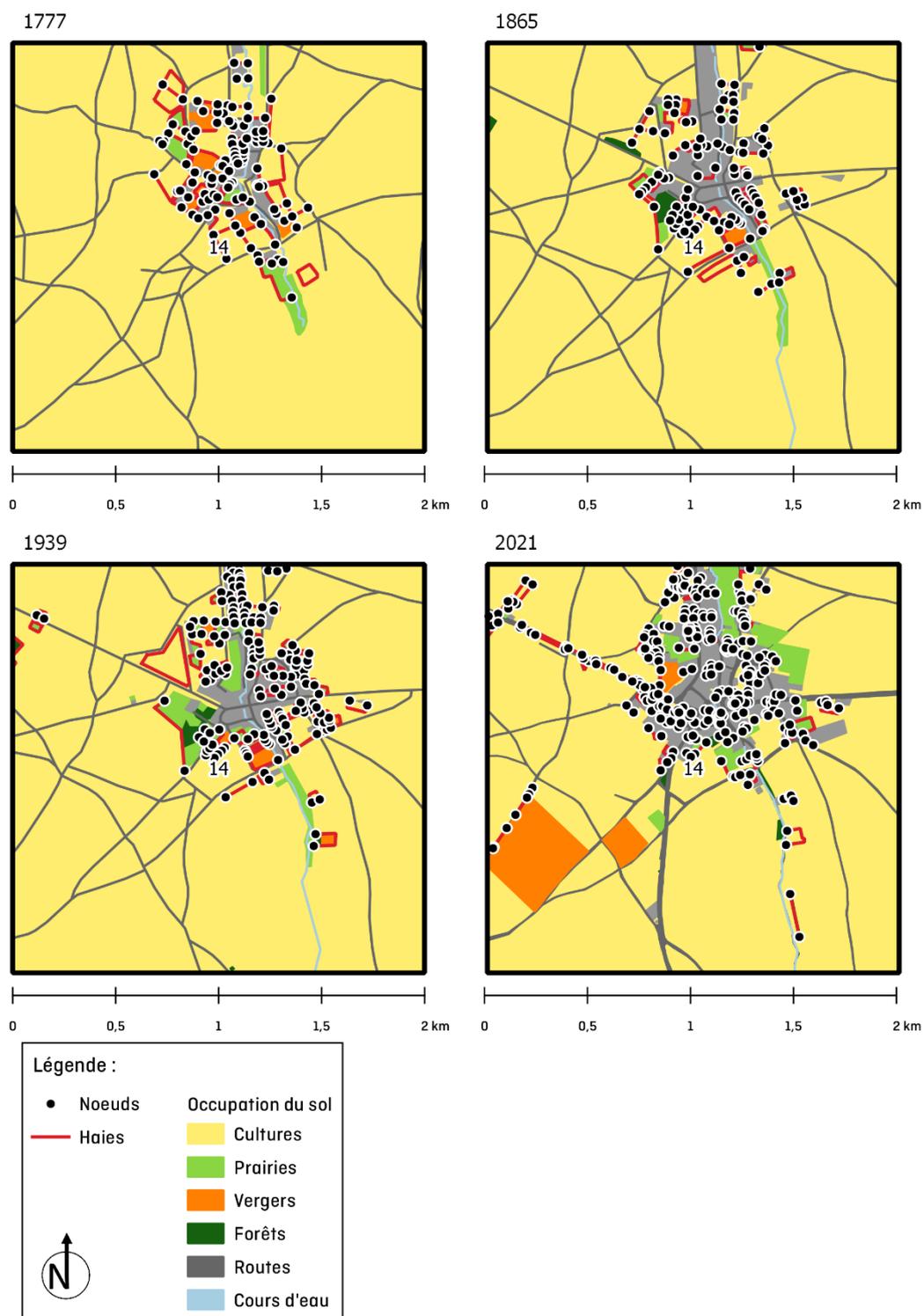


Figure 17 : Cartographie du site de Jandrain [14], représentative de l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon ». Source : réalisation Léone EUGENE basée sur les cartes du Géoportail.

Les paysages ouverts de grandes cultures caractérisent l'ensemble paysager du bas-plateau brabançon et hesbignon au XVIII^{ème} siècle. Les parcelles sont entrecoupées par des voiries, mais on n'y retrouve pas de haie. L'habitat, quant à lui, est groupé et implanté autour des cours d'eau. On retrouve des prairies et des vergers, bordés de haies, à la périphérie des villages et des surfaces enherbées en fond de vallée.

Aux XIX et XXème siècles on observe un étalement urbain autour des villages, mais l'habitat reste groupé. Les vastes parcelles de cultures dominent toujours le paysage et aucune haie n'est plantée.

Enfin, sur les Orthophotos de 2021 on observe un développement important des zones urbaines. Une diversification des activités est aussi remarquable au sein de l'ensemble paysager. En effet, si le territoire n'est pas totalement urbanisé, l'apparition de vergers (comme sur la figure 17), de prairies ou de parcelles sylvicoles revient plusieurs fois dans les quadrats étudiés. Quant aux haies, on les retrouve dans les zones d'habitat ou le long des routes.

Sur les figures 18 à 20, on voit clairement que les haies permettent de délimiter les zones d'habitat, plus particulièrement les jardins. Tandis que la figure 21 montre qu'il n'y a pas de haies en milieu agricole et qu'on a affaire à de grandes étendues d'*Openfield*. Le relief est relativement plane, comme nous le confirme la carte reprenant les courbes de niveau pour 2021 à Jandrain (14) en annexe 8, page 91.



Figures 18 à 21 : Photographies du site d'étude de Jandrain (14). Source : Léone EUGENE.

2.3. L'entre-Vesdre-et-Meuse

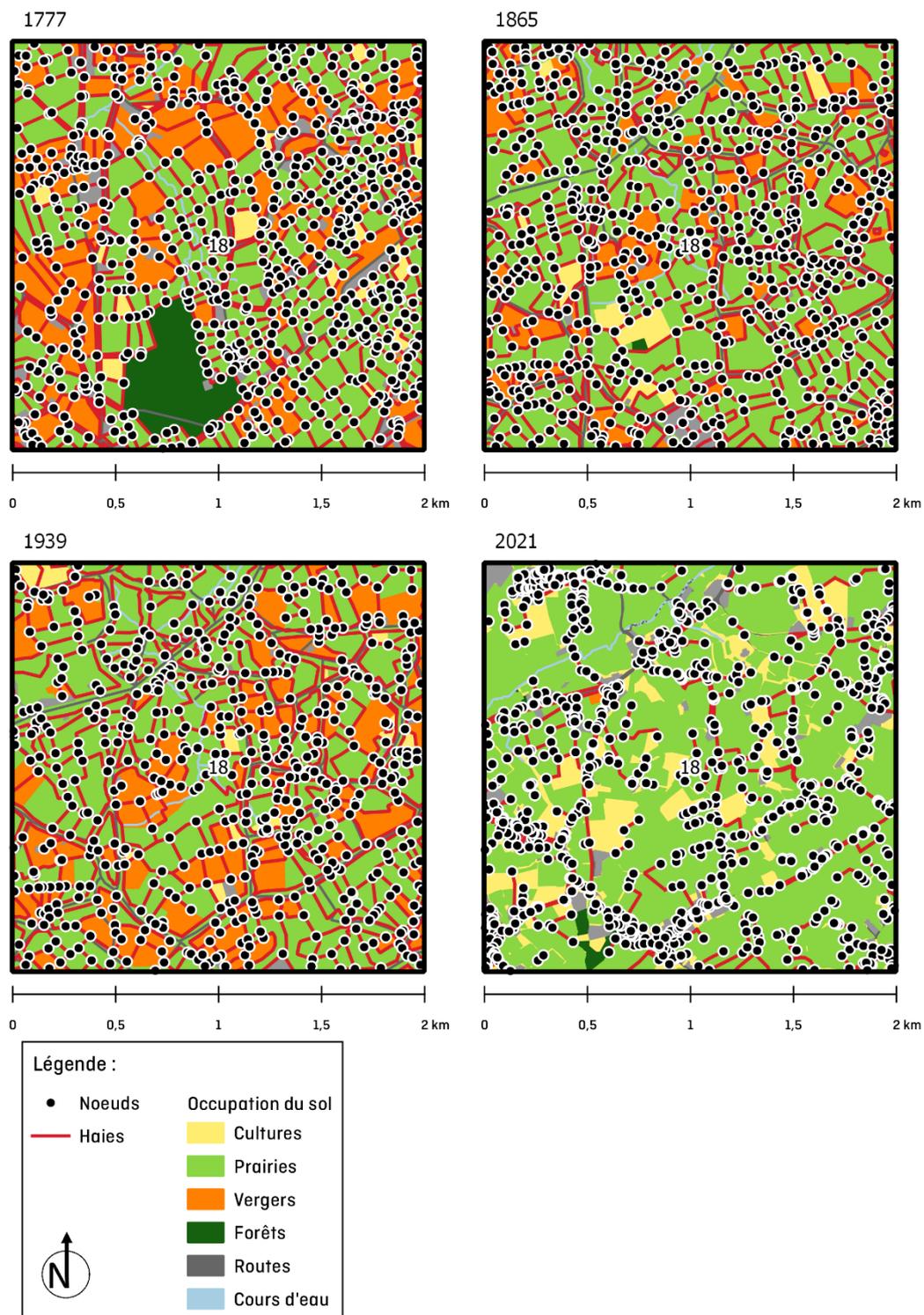


Figure 22 : Cartographie du site de Soumagne (18), représentative de l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse ». Source : réalisation Léone EUGENE basée sur les cartes du Géoportail.

L'ensemble de l'entre-Vesdre-et-Meuse est composé de paysages bocagers. En 1777, on y retrouve majoritairement des prairies et des vergers, même si quelques petites parcelles de cultures y sont présentes. Le réseau de haies est très dense au sein des sites étudiés et on remarque souvent la présence d'une parcelle forestière.

Ensuite, les cartes du Dépôt de la Guerre montrent une diminution de la surface occupée par les vergers, au profit des prairies, ainsi que la disparition des forêts. La présence de haies est toujours très importante.

Au cours du XXème siècle, les prairies sont toujours dominantes, mais un accroissement du nombre de vergers est visible.

Aujourd'hui, les vergers ont quasiment disparu, remplacés par des prairies ou des cultures et le réseau de haies a été drastiquement endommagé. La matrice générale des paysages étudiés reste tout de même la prairie.

Les deux premières photographies ci-dessous montrent bien que l'occupation du sol principale est la catégorie « Prairies ». On peut également voir que des réseaux de haies sont encore présents dans les paysages de Soumagne [18], avec d'une part, un linéaire de haies continu (figure 25) et, d'autre part, des fragments épars de haies (figure 26).

Comme on peut le voir aussi en annexe 18, page 92, sur les cartes topographiques, le relief est plus important pour ce site, en comparaison avec ceux présentés précédemment.



Figures 23 à 26 : Photographies du site d'étude de Soumagne [18]. Source : Léone EUGENE.

2.4. Le Condroz

Les paysages de l'ensemble du Condroz ont évolué selon deux dynamiques différentes. Afin d'illustrer les deux tendances, les sites de Marchin [29] et de Huy [30] ont été sélectionnés.

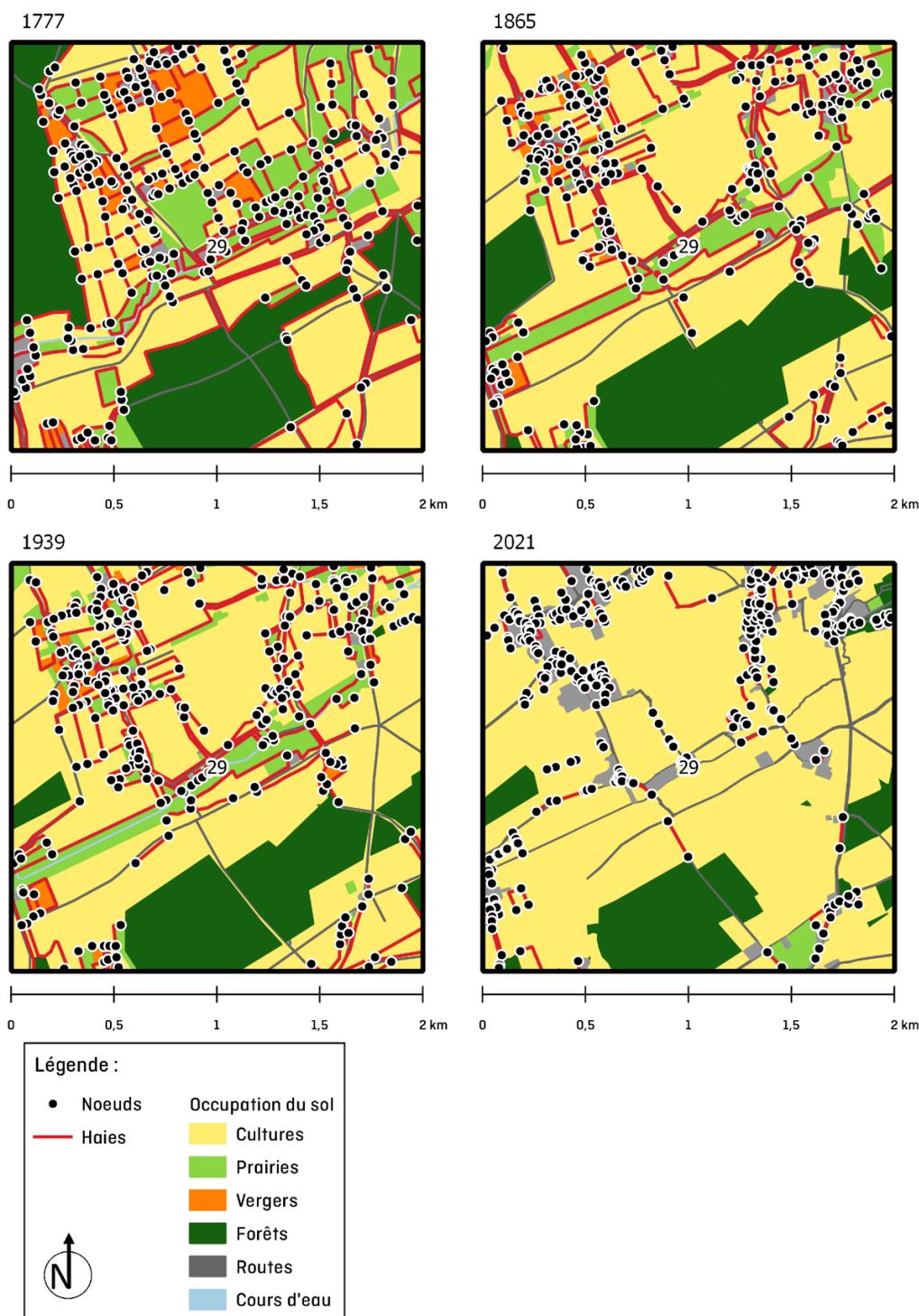


Figure 27 : Cartographie du site de Marchin [29], représentative de l'ensemble paysager « Condroz ». Source : réalisation Léone EUGENE basée sur les cartes du Géoportail.

Les cartes de Ferraris nous dépeignent des paysages assez diversifiés avec quelques villages épars bordés de vergers et de prairies. On y retrouve également des prairies en fond de vallée ainsi qu'une présence importante de forêts. Le reste du territoire est couvert par des cultures. Le réseau de haie est

assez développé, car chaque parcelle (de forêt, de prairie, de culture ou de verger) est séparée d'une autre par une haie.

En 1865, on observe une diminution des vergers, prairies et forêts au profit des cultures. Néanmoins, les prairies occupent toujours les fonds de vallée humides et les boisements persistent sur les crêtes (voir annexe 10, page 93, montrant le relief pour le site de Marchin [29]). Les haies disparaissent également pour laisser place à de larges étendues de cultures.

En 1939, les mêmes observations que celles faites en 1865 sont visibles et s'amplifient.

Enfin, sur les cartes les plus récentes du site de Marchin, on observe une baisse du nombre de prairies et la disparition des vergers pour laisser place à de vastes étendues de culture et à l'urbanisation. Les forêts sont néanmoins toujours présentes. Quant aux haies, on ne les retrouve quasiment plus en milieu agricole, elles se trouvent plutôt en milieu urbain, bordant les jardins.

Sur les photos ci-dessous, on peut voir la présence des forêts en bordure des cultures et de grandes cultures où il n'y a plus de haies. Cependant, il est intéressant de voir à l'aide de la figure 29 que les parcelles peuvent être séparées par des alignements d'arbres.



Figures 28 et 29 : Photographies du site d'étude de Marchin [29]. Source : Léone EUGENE.

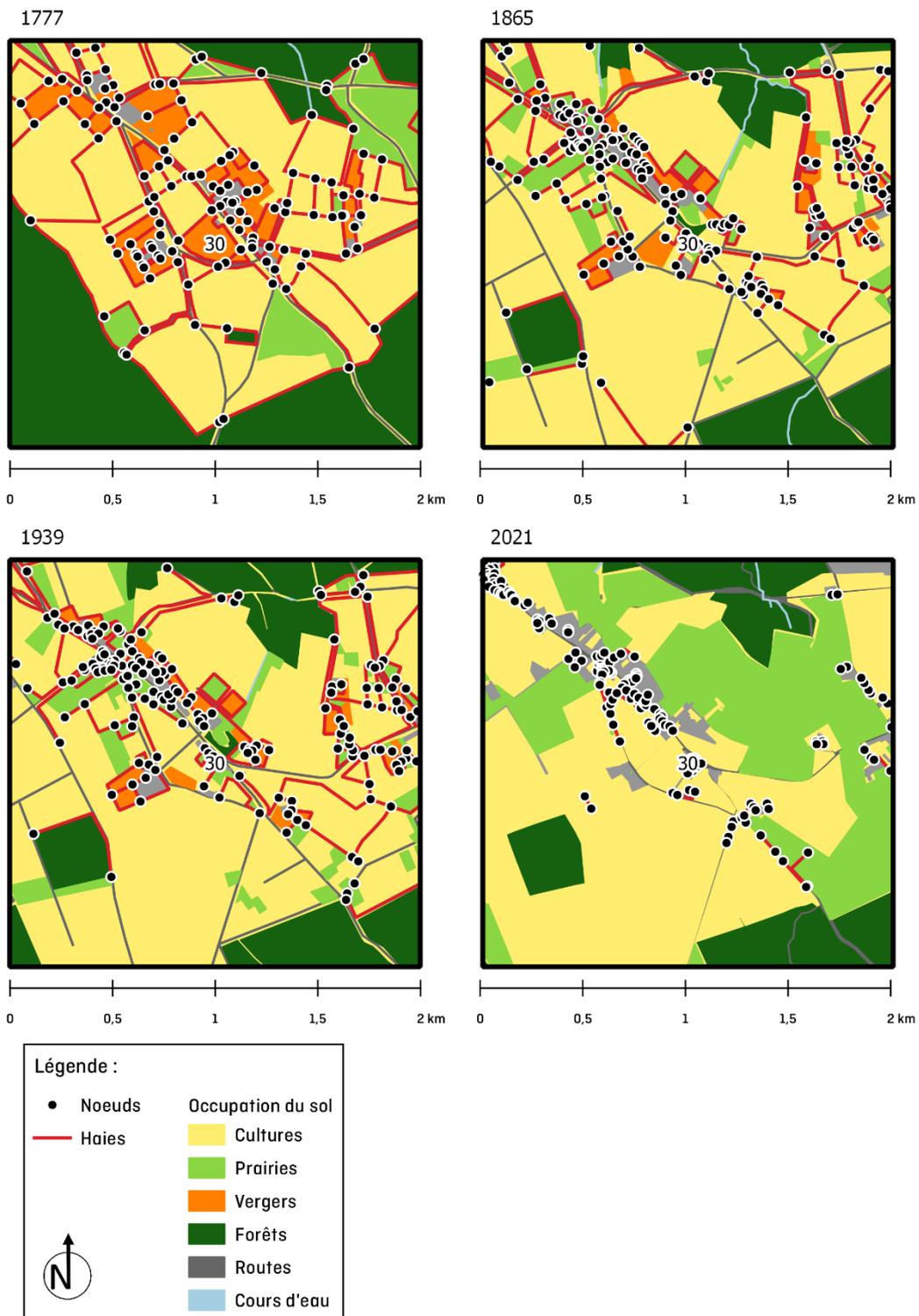


Figure 30 : Cartographie du site de Huy [30], représentative de l'ensemble paysager « Condraz ». Source : réalisation Léone EUGENE basée sur les cartes du Géoportail.

A Huy, bien que l'étalement urbain soit également présent et que les vergers disparaissent, les paysages agricoles évoluent en partie au profit des cultures. En effet, une partie seulement du paysage est couverte de cultures, tandis que l'autre est couverte de prairies. Néanmoins, les haies disparaissent en milieu agricole et sont uniquement présentes en zone urbaine.

2.5. La dépression Fagne-Famenne

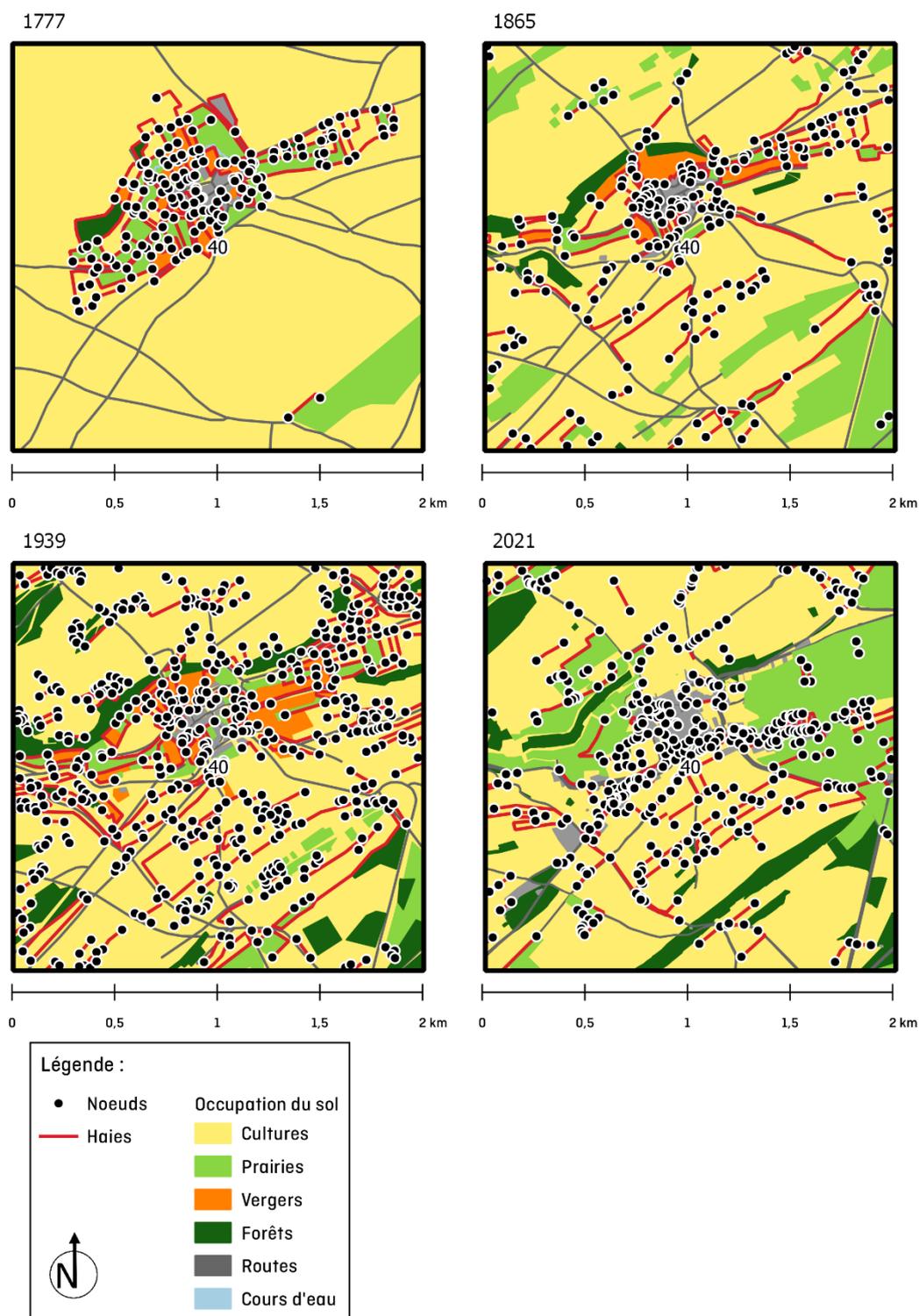


Figure 31 : Cartographie du site de Filot [40], représentative de l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne ». Source : réalisation Léone EUGENE basée sur les cartes du Géoportail.

En 1777, l'habitat est groupé et situé en fond de vallée, proche du cours d'eau. On retrouve des vergers et des prairies en périphérie, ceux-ci sont enclos par des haies. En-dehors des villages, le paysage est ouvert sur de larges étendues de cultures, entrecoupées de voiries et ponctuées quelquefois par des prairies.

Au XIX^{ème} siècle, les paysages se diversifient, on voit apparaître des prairies implantées parallèlement aux pentes (voir topographie sur les cartes présentes en annexe 11, page 94). L'apparition de quelques haies ayant la même orientation marque aussi cette époque.

En 1939, le phénomène de diversification s'amplifie et plusieurs parcelles forestières voient le jour. Le réseau de haies se densifie, toujours avec la même orientation.

La carte de 2021 présente des paysages variés, partagés entre des parcelles de cultures et des prairies. Des bandes boisées ainsi que des haies sont toujours présentes, même si on note que leur nombre a diminué depuis 1939.

A l'aide des photographies ci-dessous, on peut voir que les haies sont implantées parallèlement à la pente. Elles ne sont pas utilisées ici comme délimitation de parcelles puisqu'elles sont disposées en lignes parallèles. De plus, sur la figure 33 on observe l'alternance entre les cultures et les prairies, comme observé sur la carte en figure 31.



Figures 32 et 33 : Photographies du site d'étude de Filot [40]. Source : Léone EUGENE.

2.6. La comparaison entre les cinq ensembles paysagers

Tableau 4 : Comparaison des grandes tendances d'évolution du paysage sur les cartographies allant de 1777 à 2021.

	1777	1865	1939	2021
01	Cultures entrecoupées d'un réseau de haies développé	Disparition des haies dans les cultures.	Disparition des haies dans les cultures.	Disparition des haies et des vergers. Augmentation de la quantité de prairies proches de l'habitat.
02	Larges cultures ouvertes. Habitat groupé dans la vallée, bordé de vergers et prairies délimités par des haies.	Développement urbain.	Développement urbain.	Développement urbain et diversification des activités avec l'apparition de vergers ou de zones boisées.
03	Nombreux vergers et prairies délimités par un réseau très développé de haies.	Diminution du nombre de vergers au profit des prairies.	Faible augmentation du nombre de vergers.	Disparition des vergers au profit des prairies et des cultures. Forte altération du réseau de haies.
04	Paysages diversifiés, dont les parcelles sont délimitées par un réseau de haies développé.	Diminution du nombre de vergers et prairies et donc du nombre de haies qui les bordaient.	Diminution du nombre de vergers et prairies et donc du nombre de haies qui les bordaient.	Disparition des haies et des vergers pour laisser place à de vastes parcelles de cultures ou un mélange de grandes cultures et prairies.
05	Larges cultures ouvertes. Habitat groupé dans la vallée, bordé de vergers et prairies délimités par des haies.	Diversification des paysages avec, notamment, la plantation de prairies et de haies parallèlement à la pente.	Apparition de forêts et densification du réseau de haies.	Disparition des vergers au profit des prairies. Développement urbain.

Les tendances générales, reprises dans le tableau 4, montrent, pour 1777, que les vergers et les prairies sont toujours bordés de haies et implantés à proximité d'un habitat groupé. Aux XIX^{ème} et XX^{ème} siècles, on observe des évolutions quasiment identiques dans les différents sites d'études pour les deux périodes. En 2021, on remarque que le réseau de haies a soit été altéré, soit a disparu. A notre époque les vergers ne font plus partie du paysage, hormis pour la diversification des activités dans le bas-plateau hesbignon et brabançon.

3. La densité des haies

3.1. La plaine et le bas-plateau hennuyers

Au sein du premier ensemble paysager, chaque site suit la même évolution au cours du temps. En effet, la densité des haies est importante en 1777, puis chute considérablement au XIX^{ème} siècle, pour ensuite augmenter très faiblement en 1939, excepté pour Flobecq (6). Finalement, la densité continuera à diminuer sur les cartes de 2021, à l'exception ici aussi du site de Flobecq (6), pour lequel on observera une très légère augmentation.

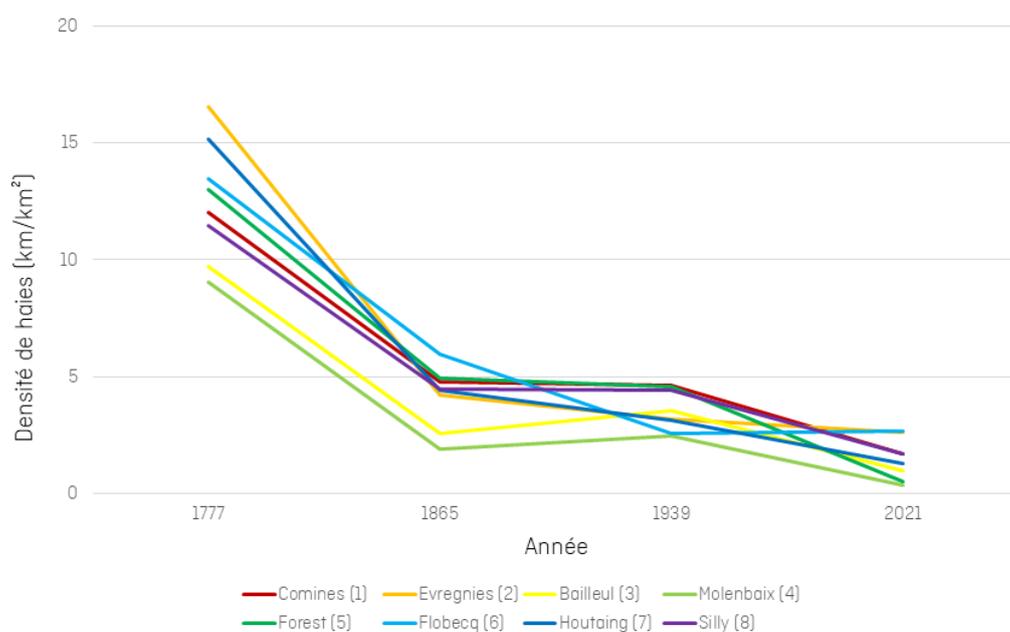


Figure 34 : Graphique de l'évolution de la densité des haies de l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers » (01) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

La densité maximale pour l'ensemble paysager de la plaine et du bas-plateau hennuyers se situe, sans surprise, en 1777, avec une valeur de 16,57 (cf. annexe 12, page 95). La valeur minimale qui est de 0,34 à Molenbaix (4) apparaît quant à elle, en 2021. Cela représente au final un écart de 16,23 entre les données.

3.2. Le bas-plateau brabançon et hesbignon

Le bas-plateau brabançon et hesbignon a une densité de haies qui, quelle que soit l'époque, n'est pas très élevée.

A l'exception des sites de Waremmes (15) et Bassenge (16), le XVIII^{ème} siècle est la période où la densité est la plus haute, pour ensuite diminuer en 1865 et décroître faiblement jusqu'en 2021, sauf pour Braine-l'Alleud (9) où l'on observe une augmentation de 1939 à 2021.

La densité calculée pour Waremmes (15) et Bassenge (16) va, elle, croître de 1777 à 1939, pour ensuite diminuer en 2021. Néanmoins, les valeurs calculées pour 2021 resteront les plus élevées de l'ensemble étudié, sur le site de Braine-l'Alleud (9).

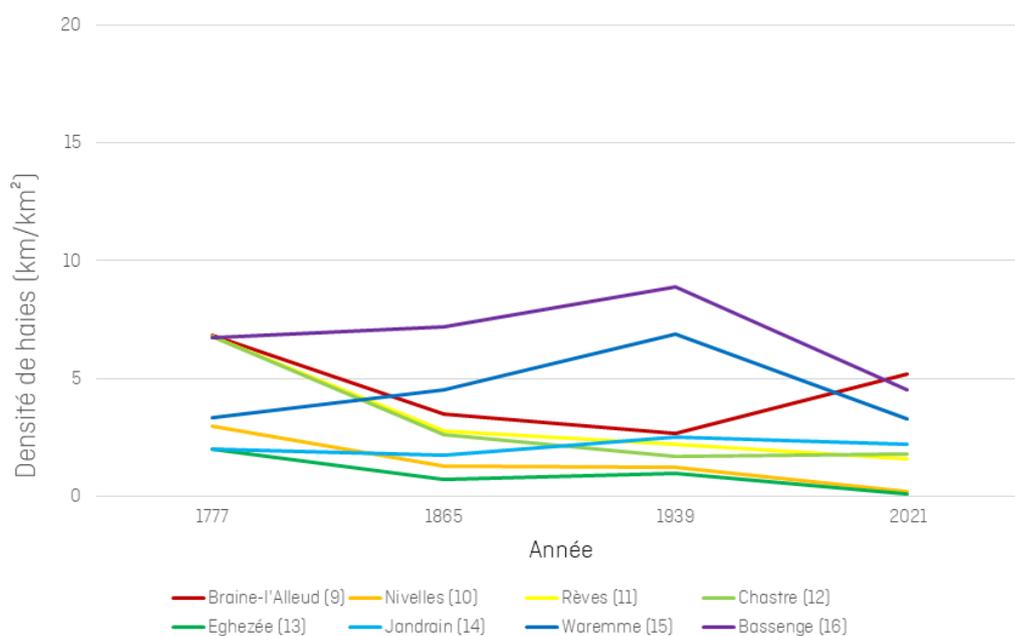


Figure 35 : Graphique de l'évolution de la densité des haies de l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon » (02) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

La valeur maximale de la densité pour l'ensemble paysager est de 8,90, en 1939, pour le site de Bassenge (16). Quant à la densité minimale, elle est de 0,11, à Eghezée, au XXI^{ème} siècle (cf. annexe 12, page 95). La différence entre les valeurs est donc de 8,79.

3.3.L'entre-Vesdre-et-Meuse

L'ensemble paysager de l'entre-Vesdre-et-Meuse a une densité de haies très importante de 1777 à 1939 avec, pour la plupart des villages, une légère croissance en 1865. Mais, en 2021, la densité chute pour tous les sites étudiés.

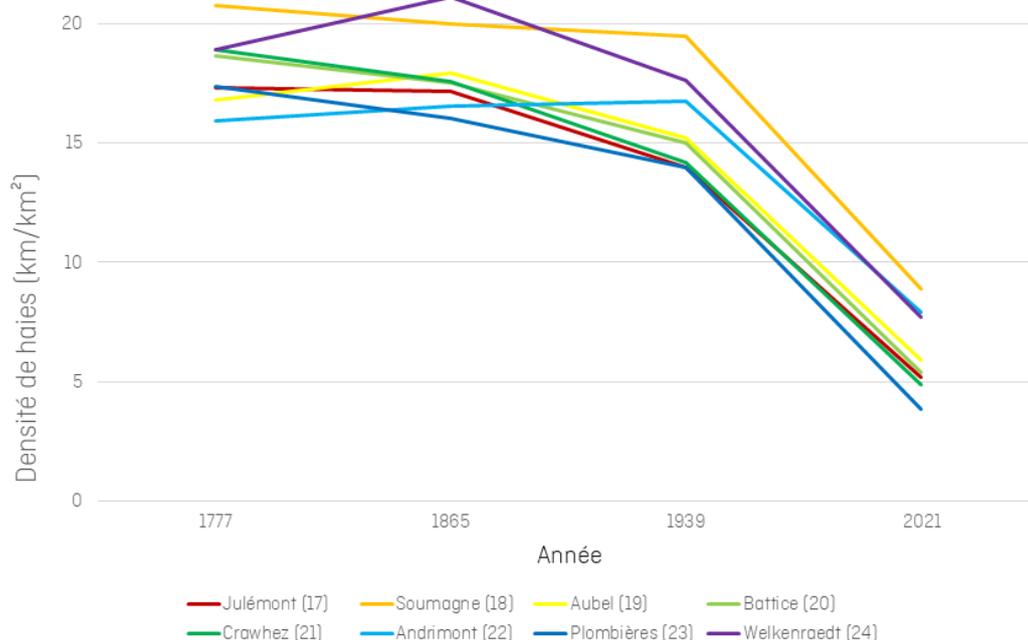


Figure 36 : Graphique de l'évolution de la densité des haies de l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse » (03) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

La densité maximale de l'ensemble est de 21,14, à Welkenraedt [24] au XIXème siècle, comme observé précédemment avec la croissance constatée en 1865. Le site de Plombières [23] présentera la valeur la plus faible, égale à 3,84, pour l'année 2021 (cf. annexe 12, page 95). L'écart entre les deux valeurs est donc de 17,3.

3.4. Le Condroz

La densité dans le Condroz en 1777 est fort variable, c'est d'ailleurs la période pour laquelle on retrouve le plus grand écart-type, d'une valeur de 5,32 (voir en annexe 13, à la page 96). Néanmoins, la tendance générale de chaque site est une décroissance de la valeur de la densité des haies au cours du temps, avec une exception pour Gerpennes (26), Ciney (28) et Deigné (32). En effet, on observe une augmentation de la densité entre 1865 et 1939 pour Gerpennes (26), une faible croissance pour Ciney (28) à partir de 1865 jusque 2021 et une hausse continue de la densité de 1777 à 1939 pour Deigné (32).

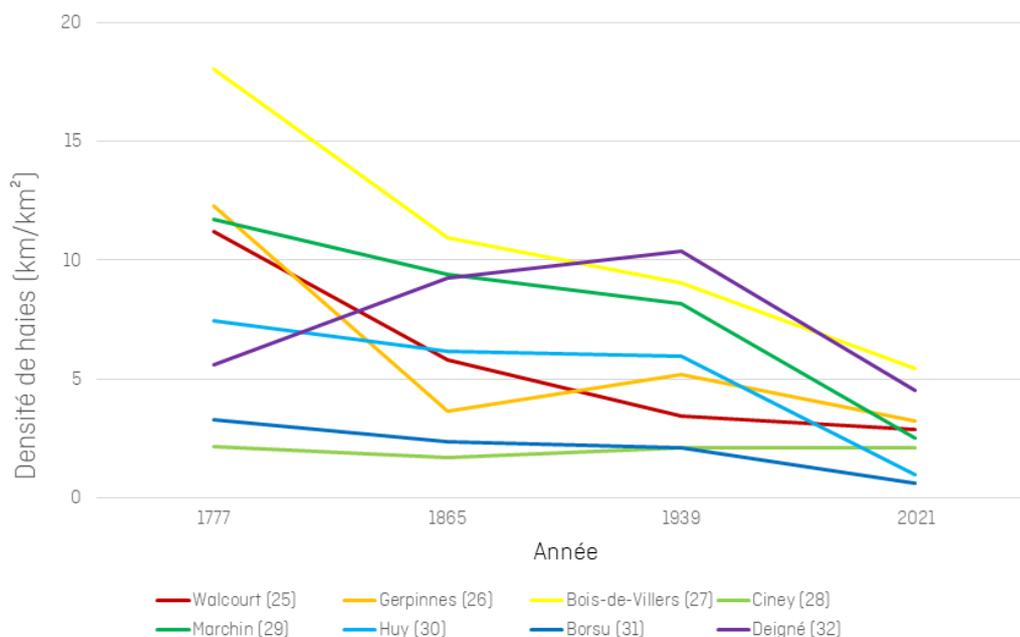


Figure 37 : Graphique de l'évolution de la densité des haies de l'ensemble paysager « Condroz » (04) de 1777 à 2021.
Source : Léone EUGENE.

La densité maximale de l'ensemble est de 18,02 en 1777, à Bois-de-Villers (27), tandis que la densité minimale est égale à 0,63 en 2021 (cf. annexe 12, page 95), pour le site de Borsu (31). Soit une différence importante de 17,39.

3.5. La dépression Fagne-Famenne

De 1777 à 1865, la densité de haies de la dépression Fagne-Famenne connaît une croissance pour tous les sites étudiés, sauf pour Momignies (33). Puis, de 1865 à 1939, cinq sites sur huit ont une densité en augmentation (33, 34, 37, 38 et 40), tandis qu'en 2021 il n'y aura plus que deux sites en augmentation (35 et 36). Notons que ces deux zones, Aublain (35) et Pesche (36) font tous les deux partie des sites qui présentaient une valeur de densité en baisse de 1865 à 1939.

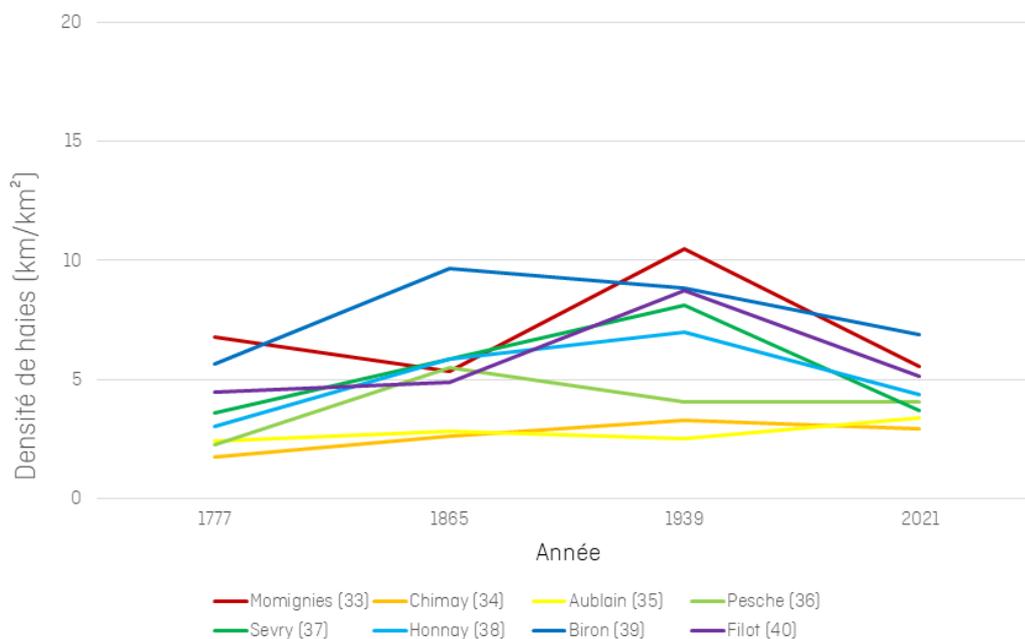


Figure 38 : Graphique de l'évolution de la densité des haies de l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne » (05) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

La valeur maximale de l'ensemble est de 10,50 à Momignies (33), au XXème siècle. Tandis que le minimum est de 1,74 en 1777 (cf. annexe 12, page 96), pour Chimay, soit une différence de 8,76 entre les deux.

3.6. La comparaison entre les cinq ensembles paysagers

Le tableau ci-dessous reprend les valeurs maximales et minimales de la densité, qui ont été relevées pour chaque ensemble paysager ainsi que la date à laquelle ces valeurs ont été repérées. On remarque que les valeurs les plus hautes (pour la densité maximale et pour la densité minimale) se trouvent toutes les deux dans l'ensemble de l'entre-Vesdre-et-Meuse (03). Et les valeurs les plus basses pour la densité maximale et la densité minimale se trouvent également au sein d'un même ensemble, celui du bas-plateau brabançon et hesbignon (02). Cela signifie que, peu importe l'évolution de la densité au cours du temps, les ensembles dont la densité est élevée gardent une densité élevée. C'est également le cas pour les densités faibles.

Tableau 5 : Densités maximales et minimales pour tous les ensembles paysagers et la Wallonie, avec l'époque correspondante.

	Densité maximale	Date	Densité minimale	Date
01	16,57	1777	0,34	2021
02	8,90	1939	0,11	2021
03	21,14	1865	3,84	2021
04	18,02	1777	0,63	2021
05	10,50	1939	1,74	1777
Wallonie	18,07	1777	1,47	2021

En comparant l'évolution de la densité des haies de tous les ensembles paysagers, on remarque, dans un premier temps, que l'ensemble de l'entre-Vesdre-et-Meuse (03) se démarque en ayant une densité nettement supérieure à celle des autres ensembles.

Ensuite, on peut noter que la tendance générale de l'évolution dans le temps de la densité est sa diminution d'année en année, sauf pour la dépression Fagne-Famenne (05) qui voit sa valeur de densité croître jusqu'en 1939, avant de redescendre en 2021, mais pas aussi bas qu'en 1777. Une légère augmentation est aussi perceptible entre 1865 et 1939 pour l'ensemble paysager du bas-plateau brabançon et hesbignon, bien qu'elle soit de très faible ampleur.

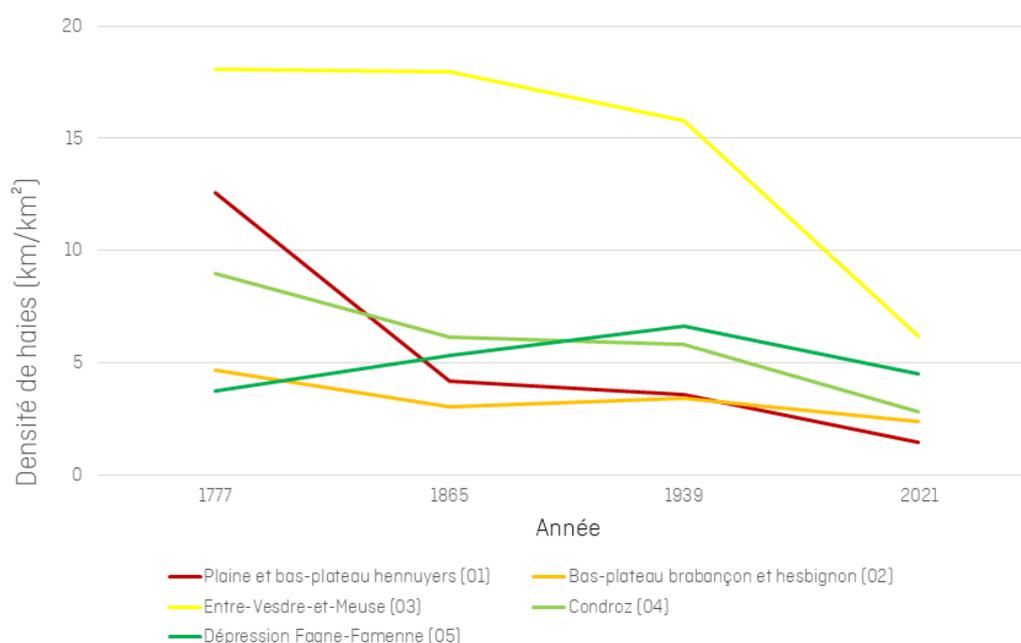


Figure 39 : Graphique de l'évolution de la densité moyenne des haies de chaque ensemble paysager de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

La valeur maximale se trouve, sans surprise au niveau de l'entre-Vesdre-et-Meuse (03), en 1777, avec 18,07 (cf. annexe 13, page 96). Tandis que le minimum se situe dans l'ensemble de la plaine et du bas-plateau hennuyers (01), en 2021, avec une valeur égale à 1,47. La différence entre les deux est de 16,60.

Notons que les écarts-types du Condroz (04) pour 1777, 1865, 1939 sont assez élevés (respectivement 5,35 ; 3,46 et 3,17). C'est aussi le cas de celui de 1939 pour l'ensemble de la dépression Fagne-Famenne (05), avec une valeur égale à 2,96.

4. La connectivité du réseau

4.1. La valeur totale

4.1.1. La plaine et le bas-plateau hennuyers

La valeur totale de la connectivité du réseau de l'ensemble « Plaine et bas-plateau hennuyers » est relativement élevée en 1777, mais chute considérablement à partir de 1865 pour décroître faiblement ou stagner jusqu'à 2021, à l'exception d'Evregnies (2), où l'on observe une petite augmentation.

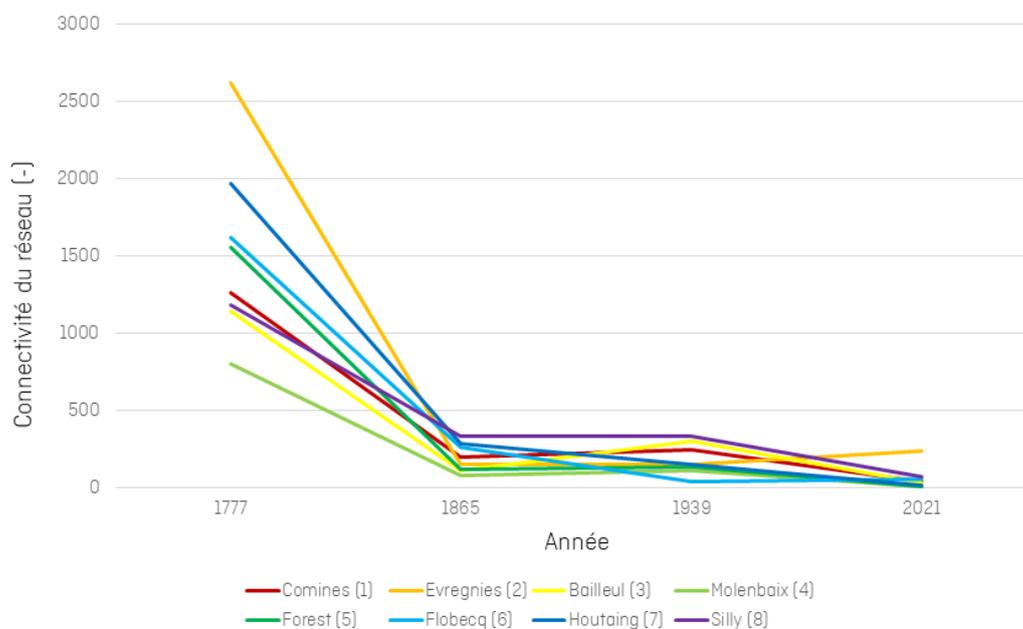


Figure 40 : Graphique de l'évolution de la connectivité du réseau de haies de l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers » [01] de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

La valeur maximale pour la connectivité de l'ensemble se situe à Evregnies (2) en 1777 et est égale à 2.622 (cf. annexe 14, page 96), tandis que le minimum est de 6 en 2021, à Molenbaix (4) et à Forest (5), soit une différence notable de 2616 entre les deux valeurs.

4.1.2. Le bas-plateau brabançon et hesbignon

La connectivité du bas-plateau brabançon et hesbignon est relativement peu élevée. On observe deux dynamiques principales sur le graphique ci-dessous ; d'une part, une diminution de la valeur totale de connectivité du réseau allant de 1777 jusque 2021 et, d'autre part, une croissance de cette même valeur de 1777 à 1939, mais avec ensuite une diminution qui se marque sur les orthophotos de 2021. On observe pour Braine-l'Alleud [9] une augmentation assez importante de 1939 à 2021.

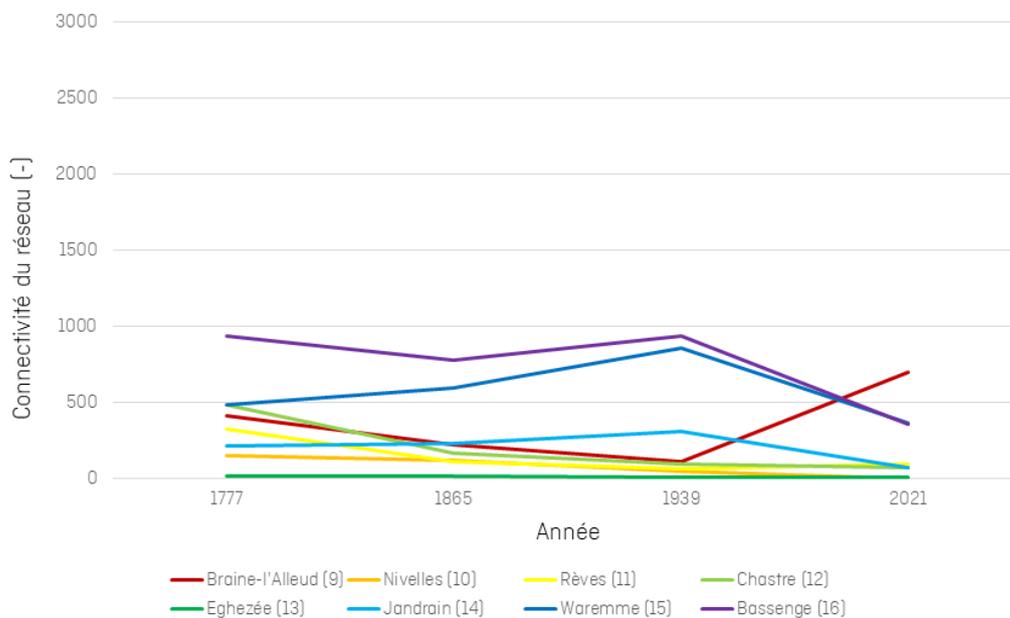


Figure 41 : Graphique de l'évolution de la connectivité du réseau de haies de l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon » (02) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

Le maximum pour cet ensemble est de 936 à Bassenge [16] pour le XVIIIème siècle, alors que la valeur minimale est à 0 (cf. annexe 14, page 96). La différence entre les deux est donc de 936.

4.1.3. L'entre-Vesdre-et-Meuse

La connectivité du réseau de l'ensemble « Entre-Vesdre-et-Meuse » est très élevée en 1777, puis diminue peu à peu jusqu'en 1865, avant de chuter une première fois en 1939 et une seconde fois pour 2021. Il n'y a que le site d'étude d'Andrimont [22] pour lequel on peut observer une légère croissance de 1865 à 1939.

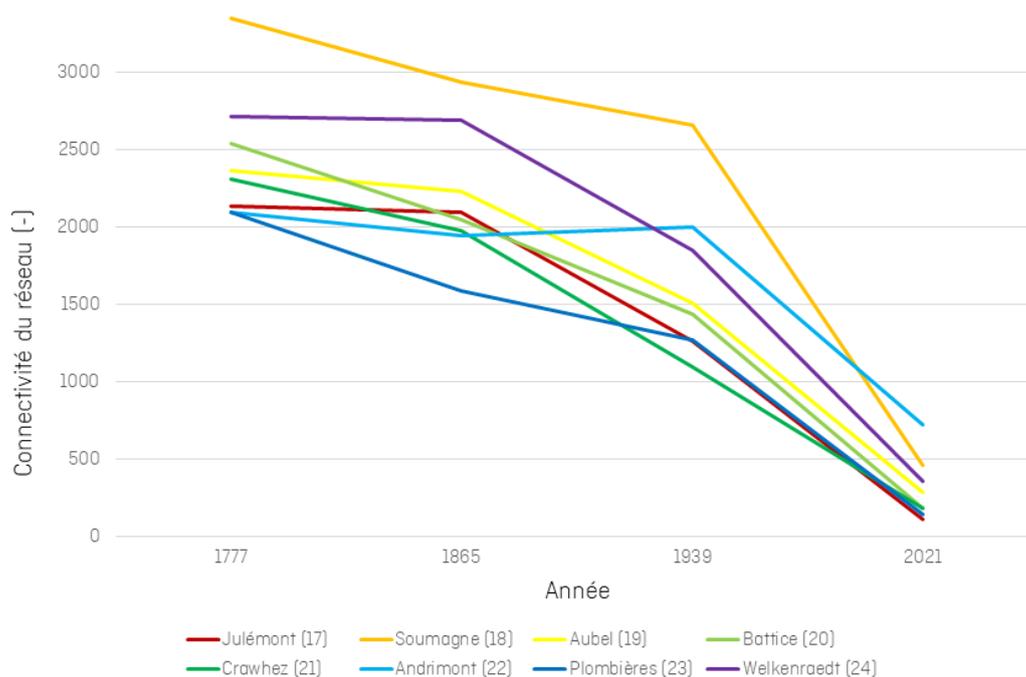


Figure 42 : Graphique de l'évolution de la connectivité du réseau de haies de l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse » (03) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

La valeur totale maximale est de 3354 à l'époque de Ferraris, pour le site de Soumagne [18]. Quant à la valeur minimale, elle est égale à 114 en 2021 (cf. annexe 14, page 97), à Julémont [17]. L'écart entre les deux valeurs est donc important puisqu'il est de 3240.

4.1.4. Le Condroz

L'ensemble paysager du Condroz a une connectivité variable en 1777. En effet, si on regarde en annexe 15 (page 97), on peut voir que c'est pour cette période et cet ensemble que l'écart-type est le plus élevé, avec une valeur de 607. La tendance générale de l'évolution de la connectivité pour les sites étudiés est une diminution de la valeur totale, avec une légère baisse de 1865 à 1939, à l'exception de Gerpinnes (26), qui croît pendant cette période.

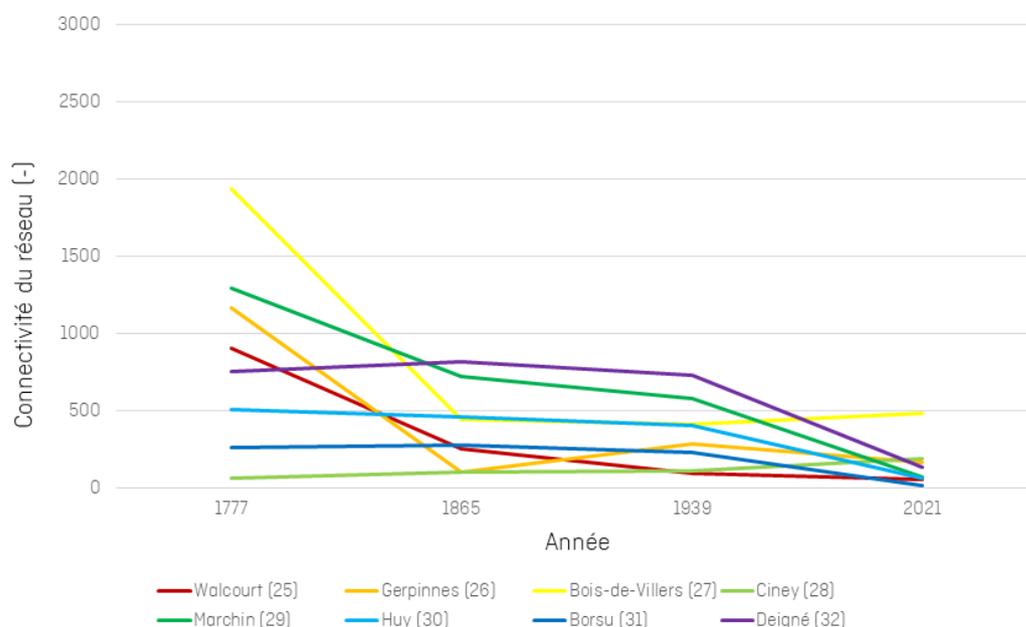


Figure 43 : Graphique de l'évolution de la connectivité du réseau de haies de l'ensemble paysager « Condroz » (04) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

Le maximum pour cet ensemble paysager a été identifié à Bois-de-Villers (27) en 1777, avec une valeur totale égale à 1934 (cf. annexe 14, page 97). Tandis que la valeur minimale est de 18 pour Borsu (31), en 2021. L'écart entre les deux est donc notable et est égal à 1916.

4.1.5. La dépression Fagne-Famenne

La dépression Fagne-Famenne a une connectivité relativement peu élevée, quelle que soit la période étudiée. De 1777 à 1865, on observe une diminution de la connectivité pour tous les sites étudiés, à l'exception de Pesche (36), Honnay (38) et Biron (39). Ensuite, la valeur totale augmente jusqu'en 1939 sauf pour Aublain (35), Pesche (36) et Biron (39), où on note une légère baisse. Enfin, tous les sites sans exception voient leur connectivité diminuer de 1939 à 2021.

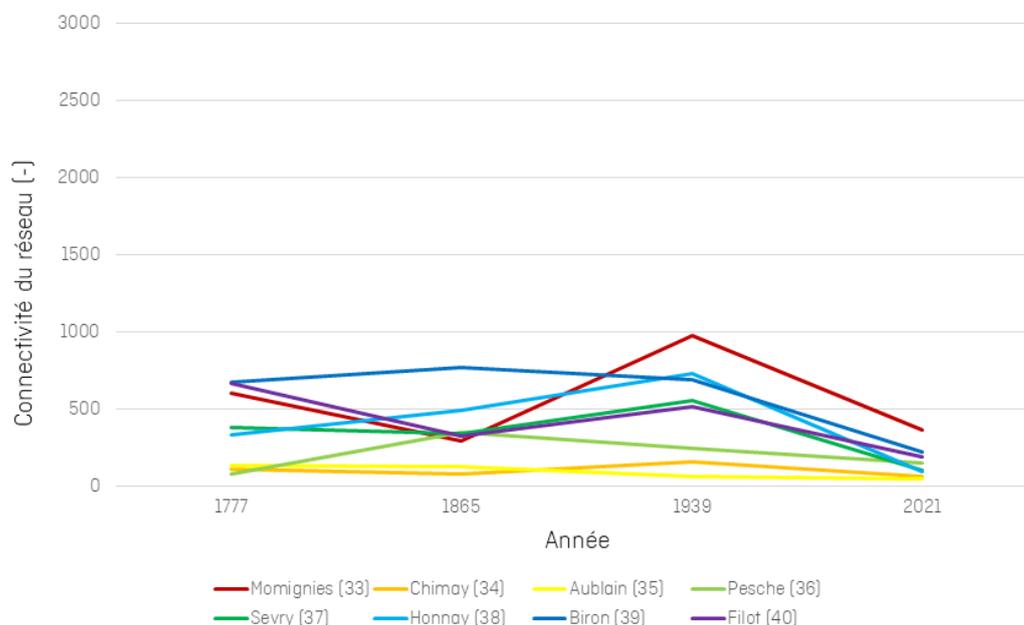


Figure 44 : Graphique de l'évolution de la connectivité du réseau de haies de l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne » (05) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

La valeur totale maximale pour la connectivité au sein de l'ensemble paysager est de 2452, alors que le minimum est égal à 48 (cf. annexe 14, page 97). On observe donc une différence notable de 2404.

4.1.6. La comparaison entre les cinq ensembles paysagers

A l'aide du tableau ci-dessous, reprenant les valeurs de connectivité maximales et minimales de chaque ensemble, on remarque que l'évolution dans le temps de la connectivité n'a pas énormément d'influence sur la connectivité générale d'un ensemble, puisque les valeurs les plus hautes et les plus basses de connectivité maximale et minimale sont identifiées au sein des mêmes ensembles paysagers.

Tableau 6 : Valeurs de connectivité maximales et minimales pour tous les ensembles paysagers et la Wallonie, avec l'époque correspondante.

	Connectivité maximale	Date	Connectivité minimale	Date
01	2622	1777	6	2021
02	936	1777	0	2021
03	3354	1777	114	2021
04	1934	1777	18	2021
05	978	1939	48	2021
Wallonie	2452	1777	57	2021

Le graphique ci-joint reprend les valeurs moyennes de la connectivité des réseaux de haies pour chaque ensemble paysager. On peut y voir que l'ensemble de l'entre-Vesdre-et-Meuse (03) se trouve au-dessus des autres de façon assez importante pour les trois premières années étudiées.

La tendance générale de l'évolution de la connectivité est une diminution au cours du temps, à l'exception de la dépression Fagne-Famenne (05) où on observe une augmentation de 1865 à 1939.

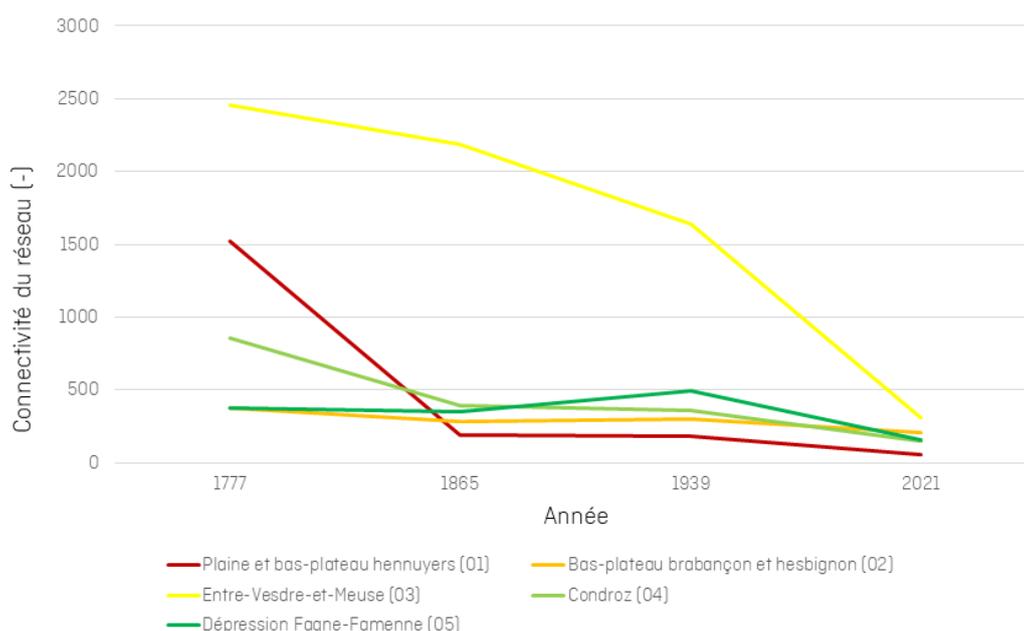


Figure 45 : Graphique de l'évolution de la connectivité moyenne des réseaux de haies de chaque ensemble paysager de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

La valeur maximale est donc de 2452 (cf. annexe 15, page 97), pour l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse » (03), en 1777. La valeur minimale, est quant à elle de 57, dans la plaine et le bas-plateau hennuyers (01) pour l'année 2021, soit une différence assez importante de 2395.

4.2. La répartition des types d'intersections

Pour chacun des ensembles paysagers étudiés, un graphique est présenté avec la répartition des types d'intersections, ainsi qu'une carte montrant leur répartition spatiale. Les cartes sont celles des sites présentés précédemment (cf. IV.2.) et qui représentent au mieux chaque ensemble.

4.2.1. La plaine et le bas-plateau hennuyers

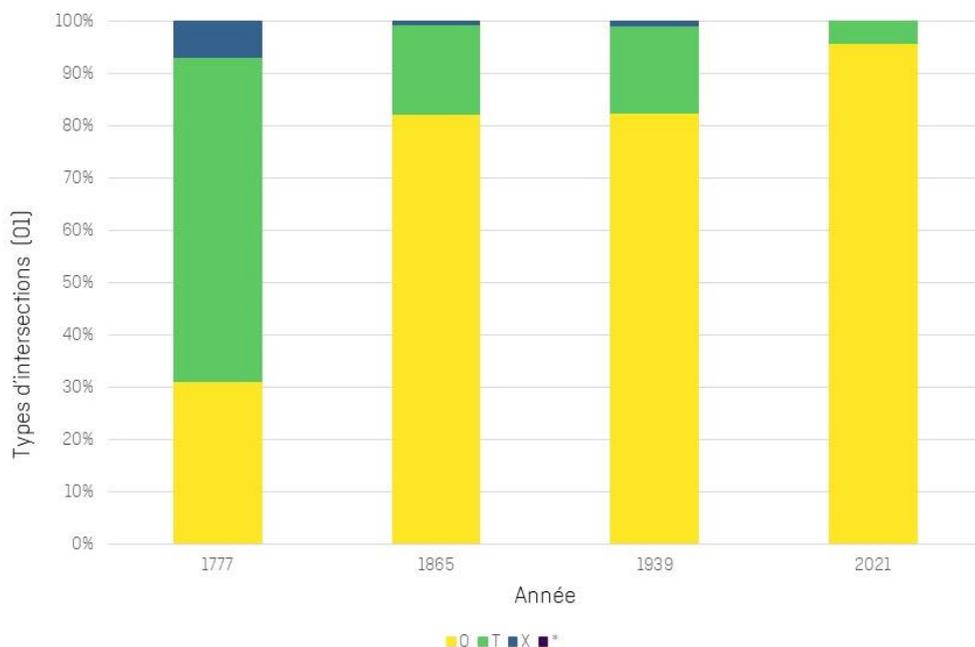


Figure 46 : Graphique de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers » (01) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

En 1777 l'ensemble paysager de la plaine et du bas-plateau a une majorité d'intersections de type T. Puis, en 1865 et 1939, on observe qu'il y a eu une augmentation des intersections de type O, montrant que la connectivité est moins importante, puisque ce sont les intersections qui ne sont pas connectées à un autre fragment de haie. Enfin, en 2021, le nombre d'intersections de type O dépasse les autres années et les intersections de type X disparaissent complètement.

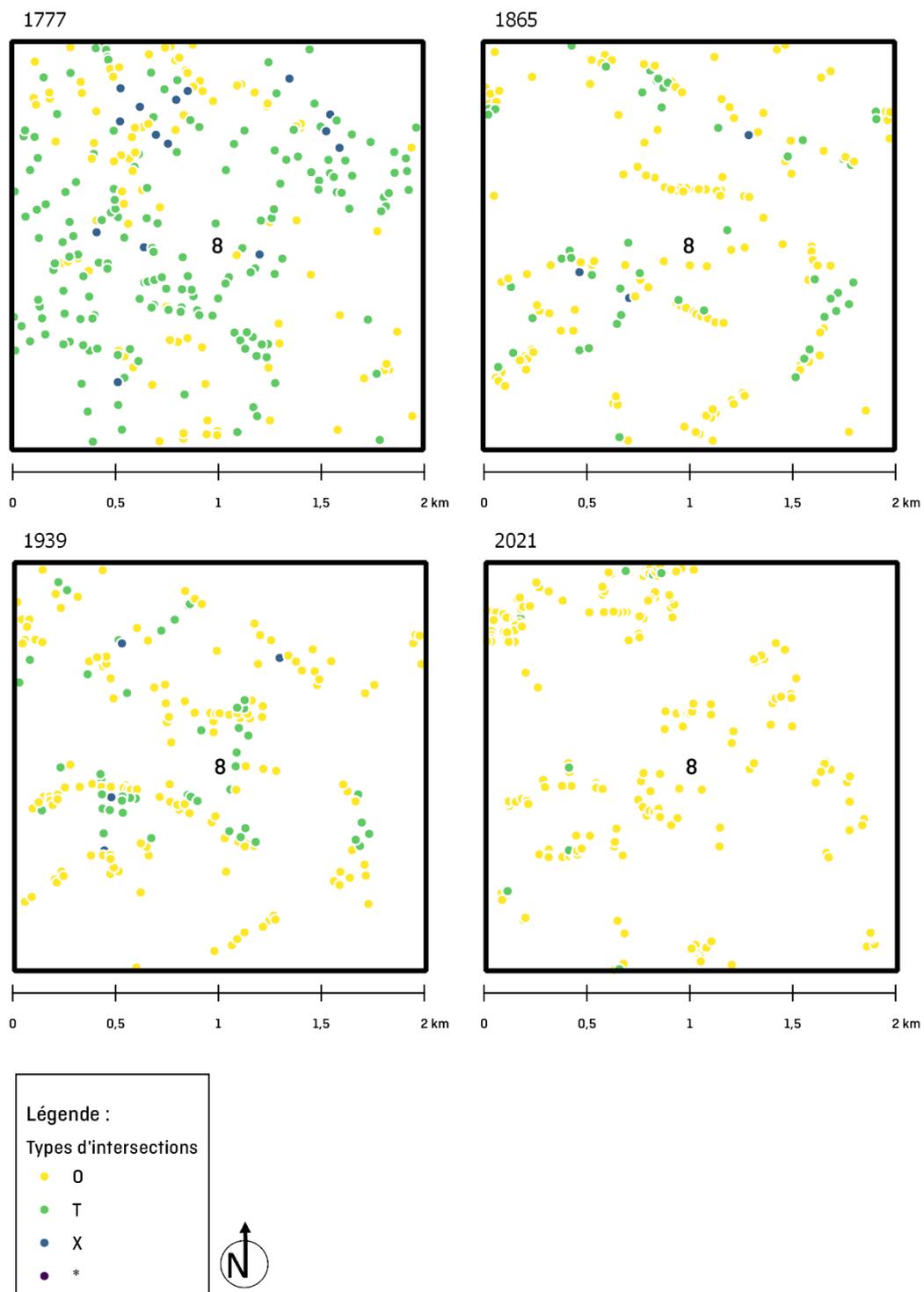


Figure 47 : Cartographie de la répartition des types d'intersection du site de Silly (8), représentative de l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers ». Source : Léone EUGENE.

L'évolution de la répartition spatiale des intersections pour Silly montre qu'au départ elle est assez éparse, puis elle se termine par de petits agglomérats répartis au sein du quadrat.

4.2.2. Le bas-plateau brabançon et hesbignon

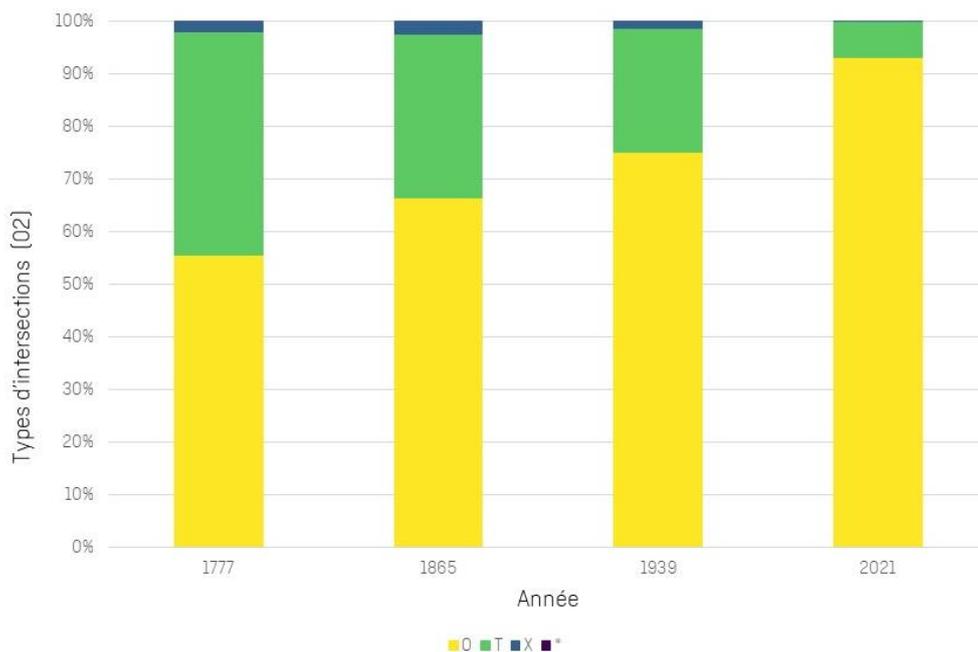


Figure 48 : Graphique de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon » (O2) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

Peu importe l'année étudiée au sein du bas-plateau brabançon et hesbignon, le nombre d'intersections de type O est toujours le plus élevé par rapport aux autres types. On observe une évolution croissante du nombre d'intersections de type O, corrélé avec la diminution du nombre d'intersections de type T et X, à l'exception de 1865 où les intersections « X » augmentent par rapport à 1777.

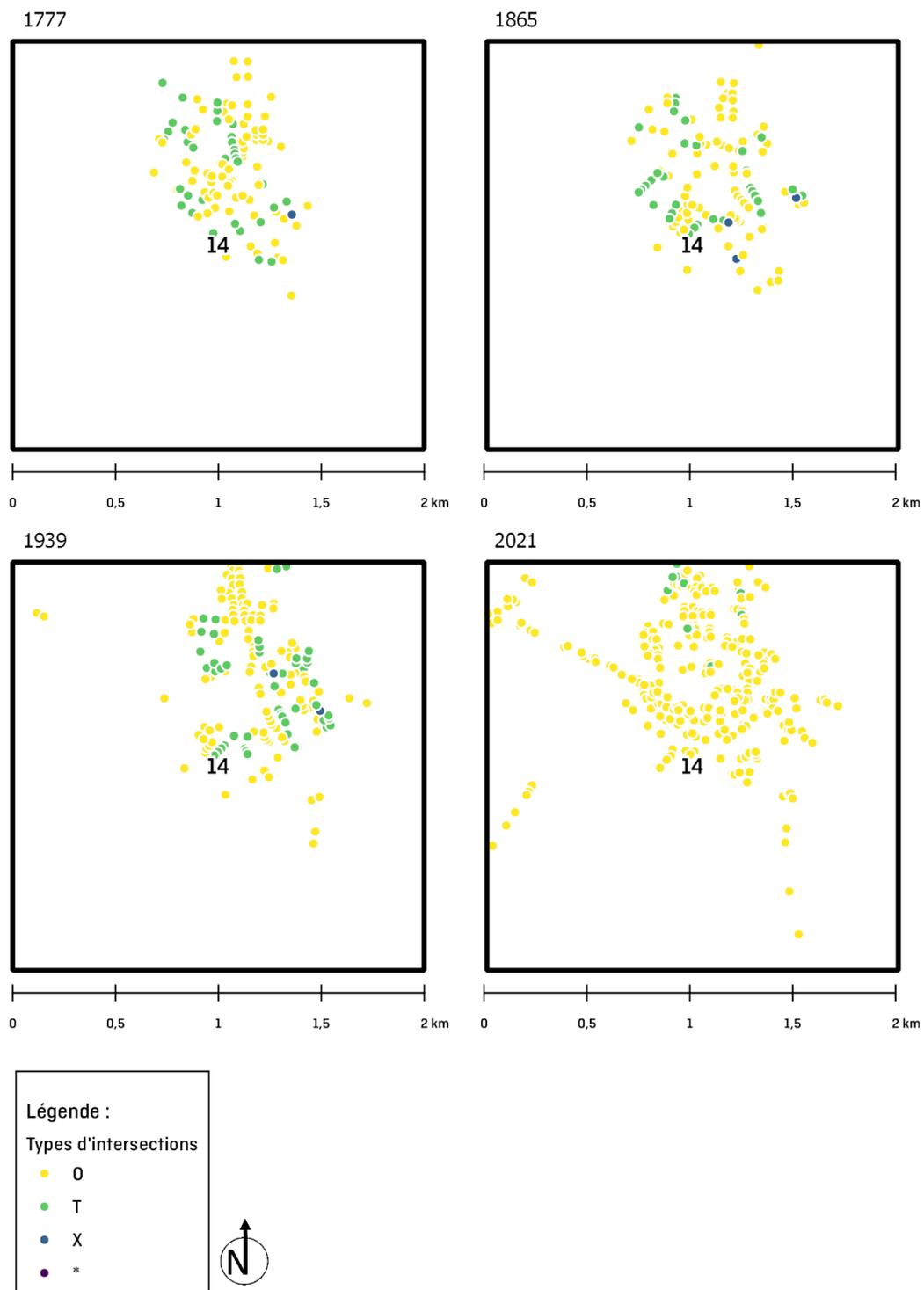


Figure 49 : Cartographie de la répartition des types d'intersection du site de Jandrain [14], représentative de l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon ». Source : Léone EUGENE.

Dans ce quadrat, on remarque que les intersections sont d'abord, en 1777, groupées entre elles. Puis au cours du temps, le centre se videra et un cercle se formera, ainsi qu'une répartition linéaire des intersections en « étoile » pour 2021.

4.2.3. L'entre-Vesdre-et-Meuse

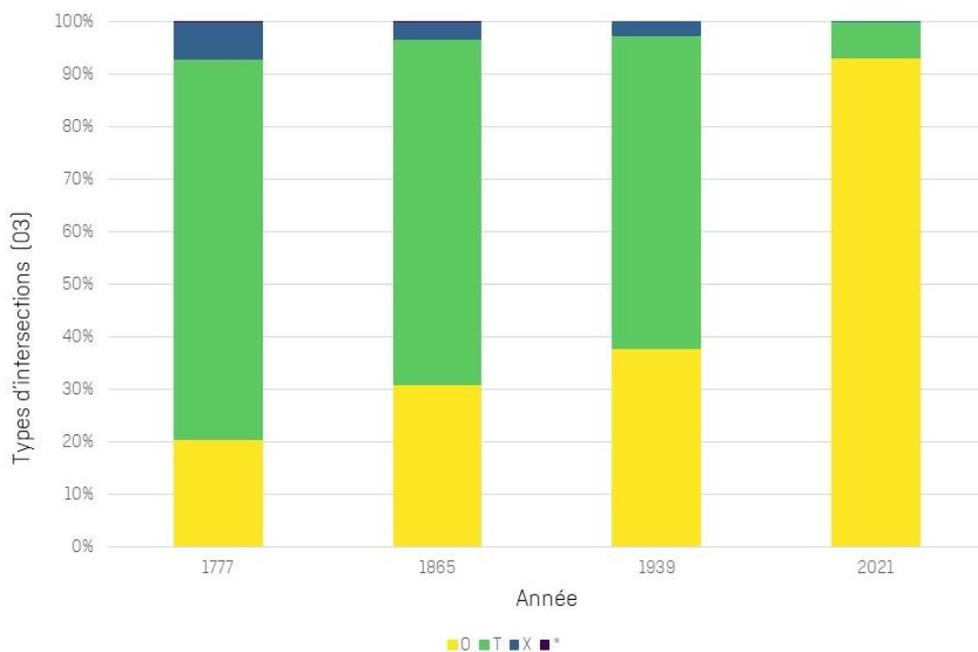


Figure 50 : Graphique de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse » [03] de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

Pour l'ensemble paysager de l'entre-Vesdre-et-Meuse, on observe une majorité d'intersections de type T, ce qui témoigne d'un réseau de haies relativement connecté, avec également la présence d'intersections * en 1777 et 1865. Cependant, en 2021, la proportion d'intersections de type O prend considérablement le dessus, laissant une part d'intersections en T inférieure à 10% (cf. annexe 16, page 98).

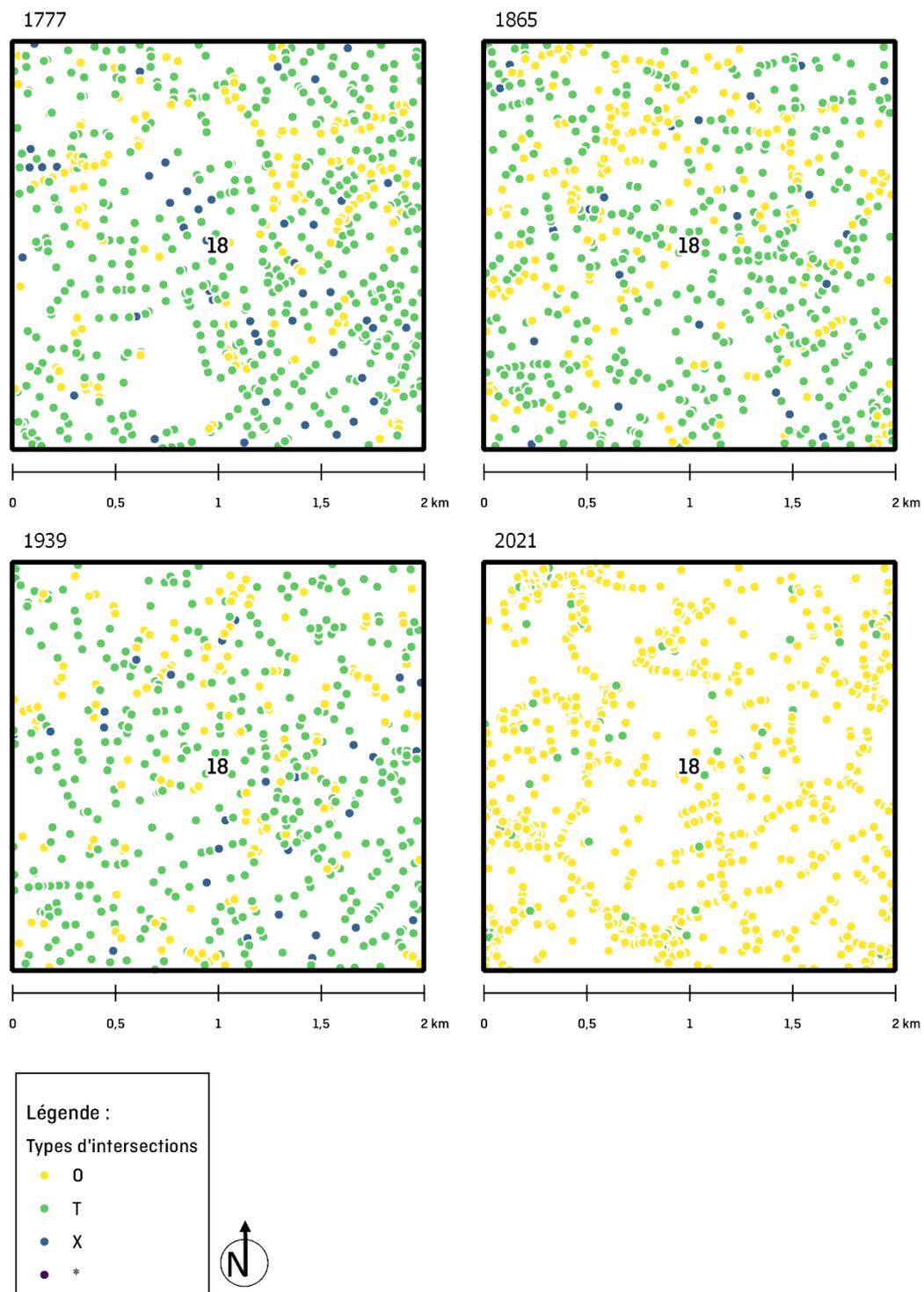


Figure 51 : Cartographie de la répartition des types d'intersection du site de Soumagne [18], représentative de l'ensemble paysager « Condroz ». Source : Léone EUGENE.

Pour le site de Soumagne, on peut voir une répartition relativement homogène des intersections qui disparaîtra en 2021. En effet, les intersections seront alors réparties en lignes de façon assez dense.

4.2.4. Le Condroz

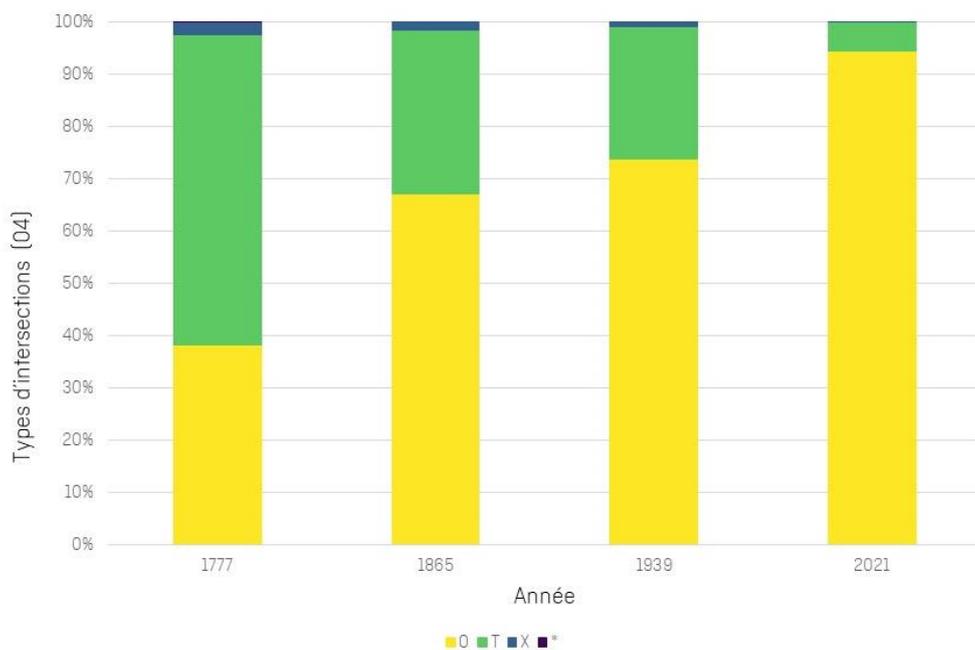


Figure 52 : Graphique de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de l'ensemble paysager « Condroz » [04] de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

Dans l'ensemble paysager du « Condroz » on peut observer, comme pour celui du bas-plateau hesbignon et brabançon [02], une évolution croissante, de 1777 à 2021, du nombre d'intersections de type O, corrélé avec la diminution du nombre d'intersections de type T et X. Cependant, dans ce cas-ci, le nombre d'intersections de type T est plus élevé que celui des intersections en « O ».

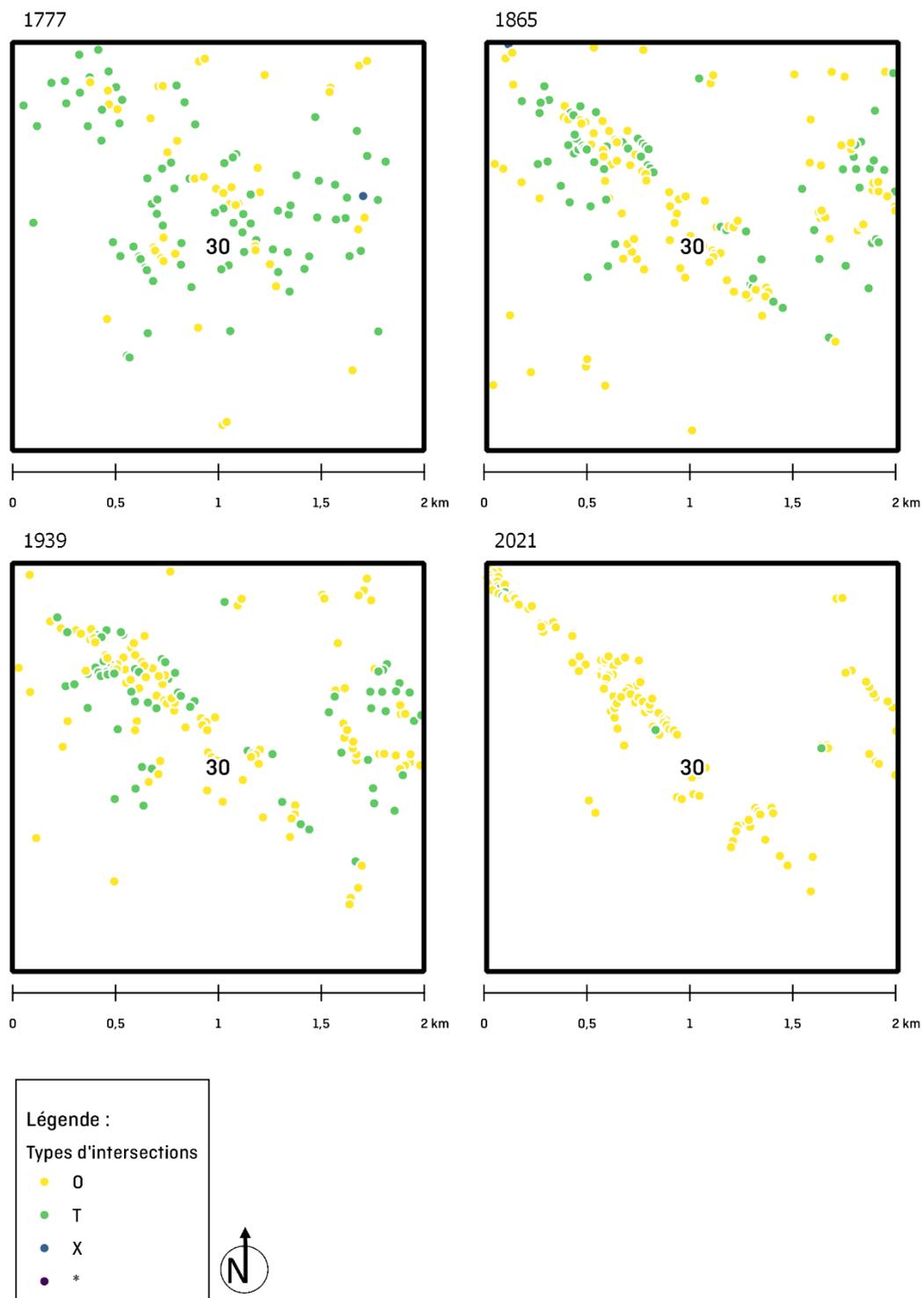


Figure 53 : Cartographie de la répartition des types d'intersection du site de Huy (30), représentative de l'ensemble paysager « Condroz ». Source : Léone EUGENE.

Le site de Huy montre une répartition éparse des quelques intersections présentes pour 1777. Puis, certaines zones vont ensuite se densifier au cours des XIX^{ème} et XX^{ème} siècles, jusqu'à ne former que des lignes d'agglomérats d'intersections.

4.2.5. La dépression Fagne-Famenne

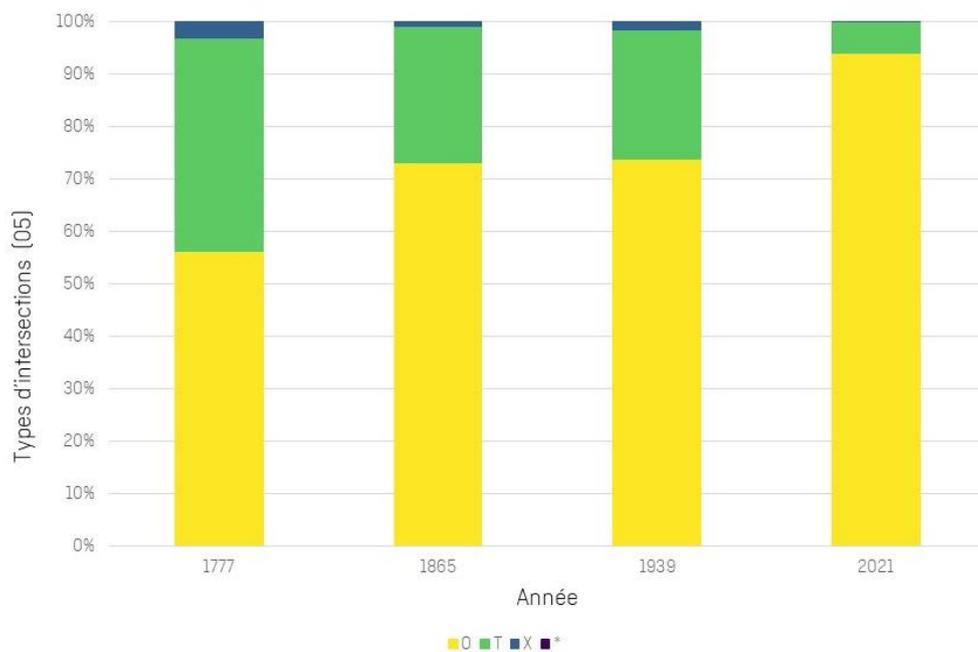


Figure 54 : Graphique de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne » (05) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

L'ensemble de la dépression Fagne-Famenne a, pour chaque période étudiée, un nombre d'intersections de type O prédominant. La répartition pour 1865 et 1939 est quasiment similaire, hormis pour les intersections de type X, qui sont légèrement plus présentes au XXème siècle. C'est en 2021 que l'on recense le nombre d'intersections de type T le plus bas.

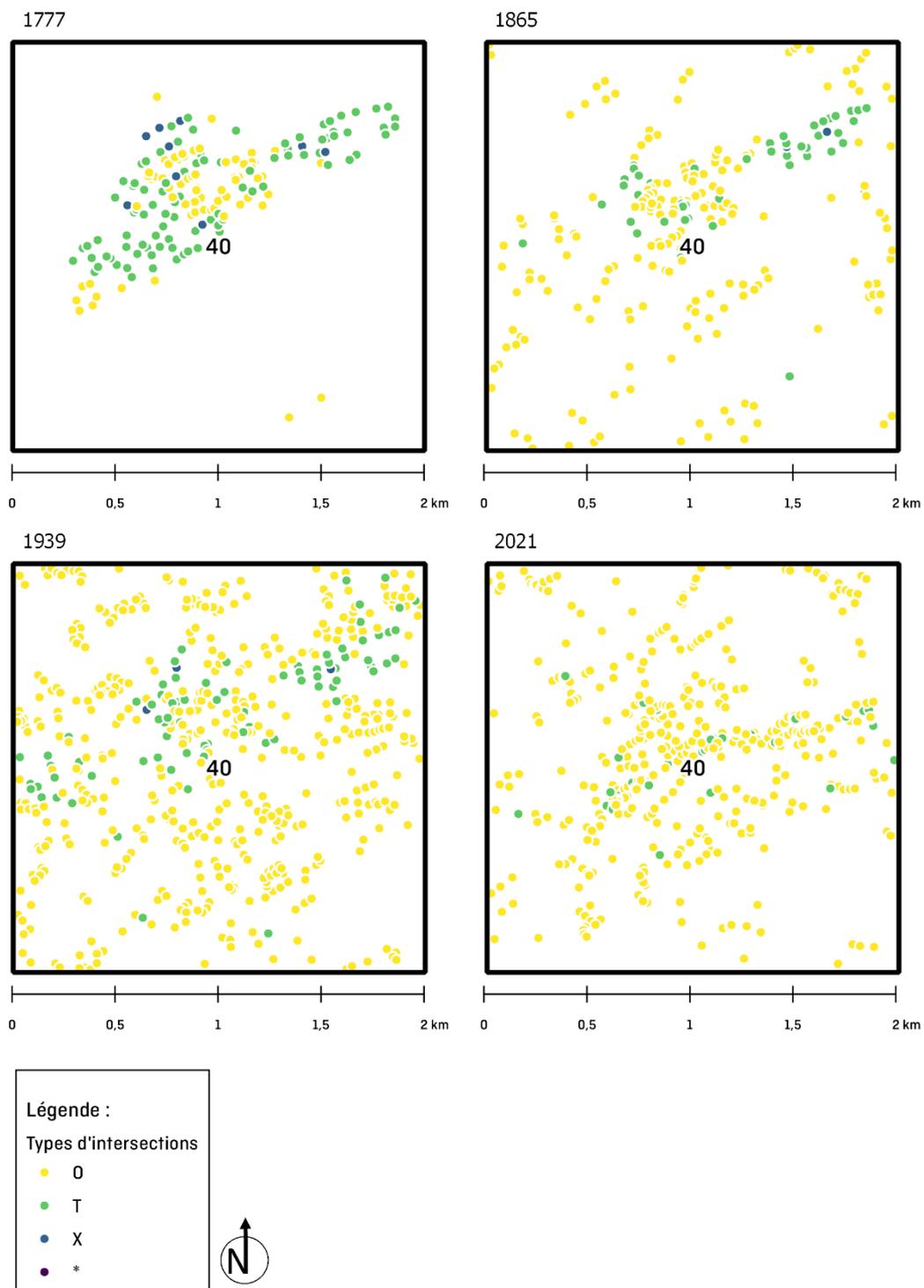


Figure 55 : Cartographie de la répartition des types d'intersection du site de Filot [40], représentative de l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne ». Source : Léone EUGENE.

Les intersections pour Filot sont, en 1777, condensées sur une partie du quadrat. Puis, en 1865 et 1939, on note l'apparition de nouvelles intersections réparties de façon diffuse. Elles vont peu à peu venir couvrir l'ensemble du territoire étudié. Au XXI^{ème} siècle, les intersections seront toujours éparpillées sur la totalité du quadrat, mais avec une zone plus condensée, située au même endroit qu'en 1777.

4.2.6. La comparaison entre les cinq ensembles paysagers

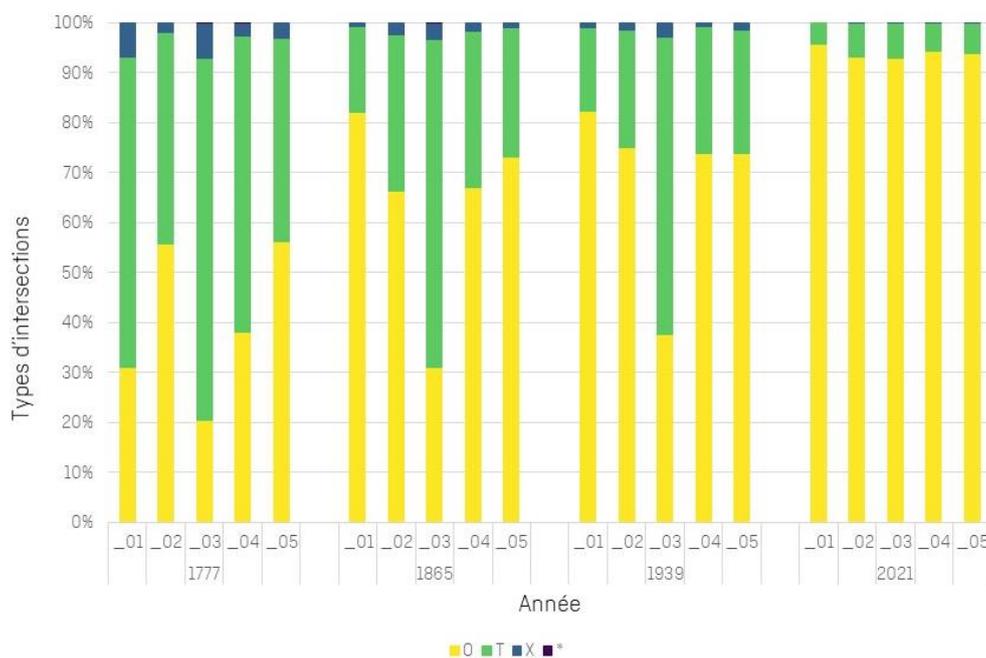


Figure 56 : Graphique comparatif de l'évolution de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de chaque ensemble paysager de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

Sur le graphique ci-dessus, on peut voir que l'année 1777 est celle où la proportion des intersections de type T et X est la plus grande et donc où la connectivité est la plus élevée. Tandis qu'en 2021, la connectivité est faible, comme le prouve le nombre d'intersections en 0.

Les années 1865 et 1939 ont des proportions assez semblables au sein de tous les ensembles paysagers, bien que celui de l'entre-Vesdre-et-Meuse (03) présente un nombre d'intersections en T plus élevé que les autres ensembles.

5. L'occupation du sol

5.1. La surface totale

5.1.1. La plaine et le bas-plateau hennuyers

Les paysages de l'ensemble de la plaine et du bas-plateau hennuyers sont majoritairement composés de cultures.

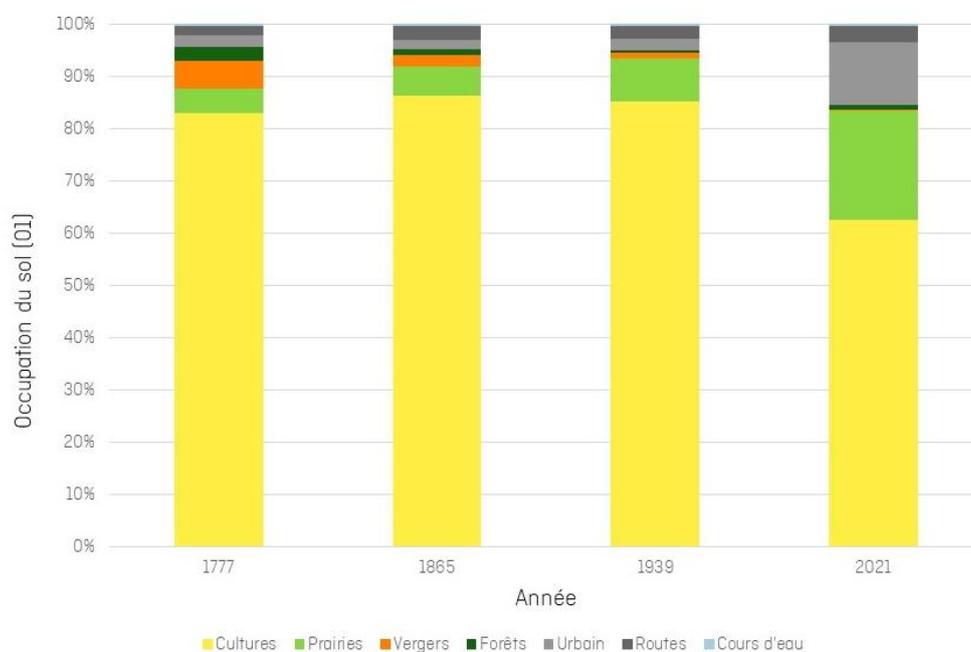


Figure 57 : Graphique de l'évolution de l'occupation du sol pour l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers » (01) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

On peut qu'en moins de trois siècles, les vergers vont être de moins en moins présents, jusqu'à disparaître presque entièrement. A l'inverse, les zones urbaines et les prairies vont se développer et occuper une part plus importante au fil des années dans les quadrats analysés. Ce phénomène aura comme conséquence une diminution de la superficie de cultures.

5.1.2. Le bas-plateau brabançon et hesbignon

Les paysages du bas-plateau brabançon et hesbignon sont également composés en majorité de cultures.

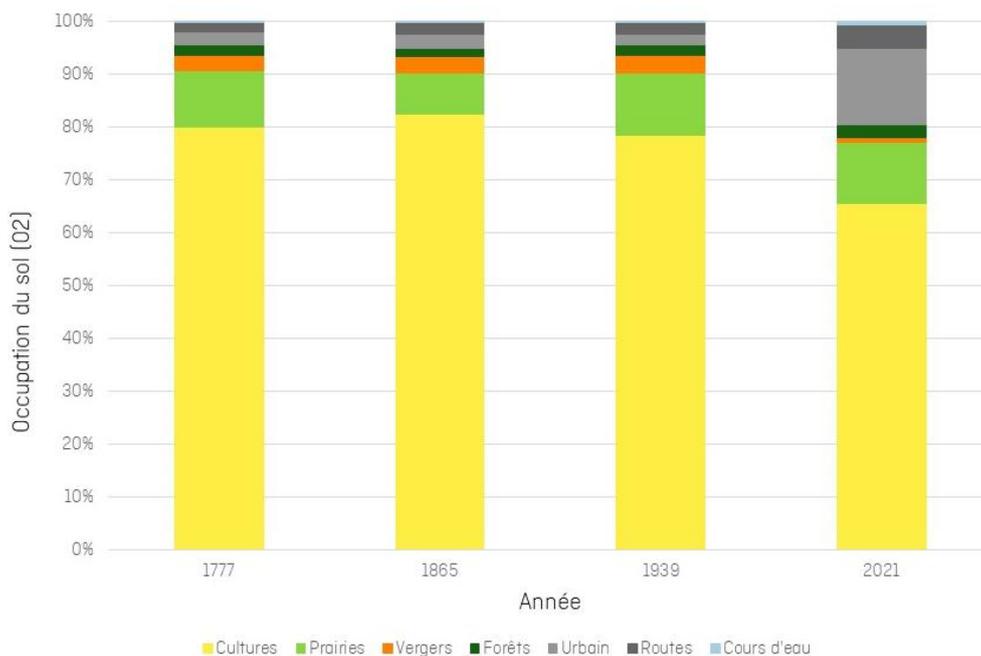


Figure 58 : Graphique de l'évolution de l'occupation du sol pour l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon » (02) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

On observe sur le graphique ci-dessus, qu'en 1777, la proportion de « Vergers », « Forêts », « Urbain » et « Routes », est équivalente, alors que celle des « Prairies » est cinq fois plus élevée. En 1865 et en 1939, il n'y a pas de grande modification des paysages, contrairement à 2021, où les cultures sont remplacées par des zones urbaines et des voiries, tandis que les vergers sont en diminution.

5.1.3. L'entre-Vesdre-et-Meuse

Au sein de l'ensemble paysager de l'entre-Vesdre-et-Meuse, ce sont les prairies qui dominent le territoire.

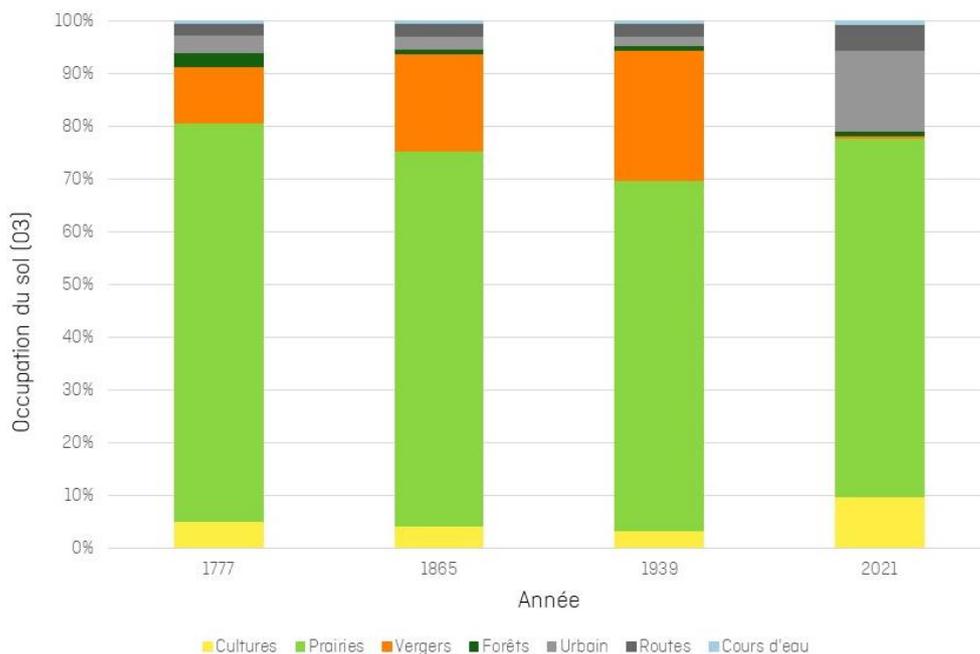


Figure 59 : Graphique de l'évolution de l'occupation du sol pour l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse » (03) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

De 1777 à 1939, on remarque une augmentation des « Vergers », qui s'accompagne d'une diminution de la superficie occupée par les prairies. On note également une légère baisse des surfaces de « Forêts ». Enfin, en 2021, on observe une diminution drastique de la superficie occupée par les vergers, ainsi que l'augmentation des zones urbaines et des cultures.

5.1.4. Le Condroz

Les paysages du « Condroz » sont, en grande partie, composés de cultures, avec un dixième de la superficie totale occupé par des prairies, à l'exception de 2021.

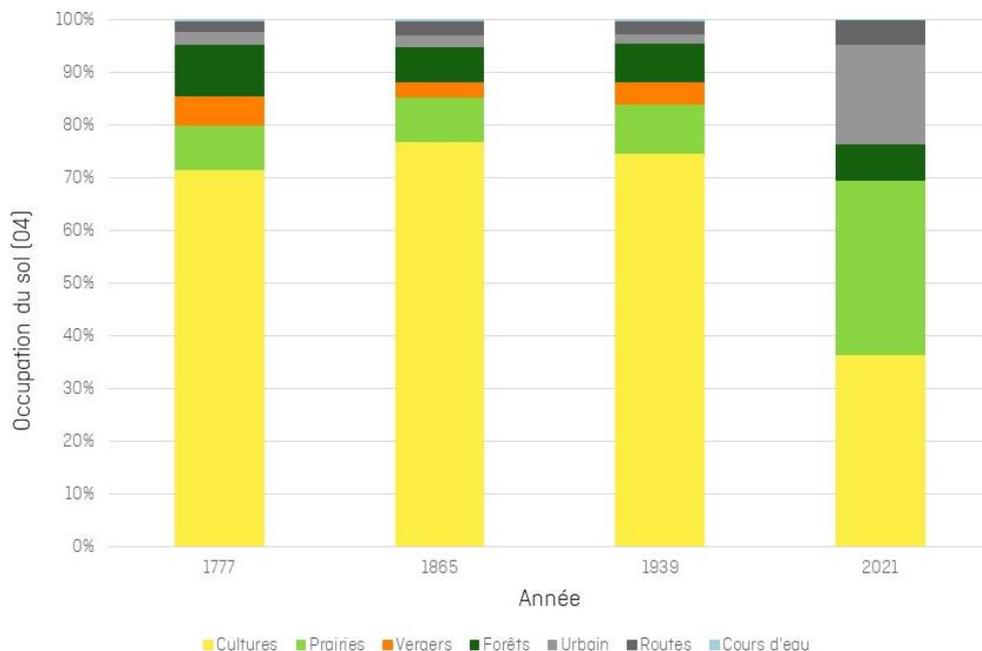


Figure 60 : Graphique de l'évolution de l'occupation du sol pour l'ensemble paysager « Condroz » (04) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

En 1777, une part légèrement supérieure à celle des prairies, est couverte de « Forêts », mais cette proportion va diminuer au fil des années. Le nombre de vergers baisse de 1777 à 1865, mais connaît une légère augmentation de 1865 à 1939, avant de disparaître complètement en 2021 (cf. annexe 17, page 99). Quant aux surfaces de cultures, elles diminueront également au XXIème siècle, laissant place aux prairies et aux zones urbaines.

5.1.5. La dépression Fagne-Famenne

L'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne » est composé principalement de cultures, mais avec une part d'environ 20% de prairies, sauf pour 2021 où la surface diminue fortement.

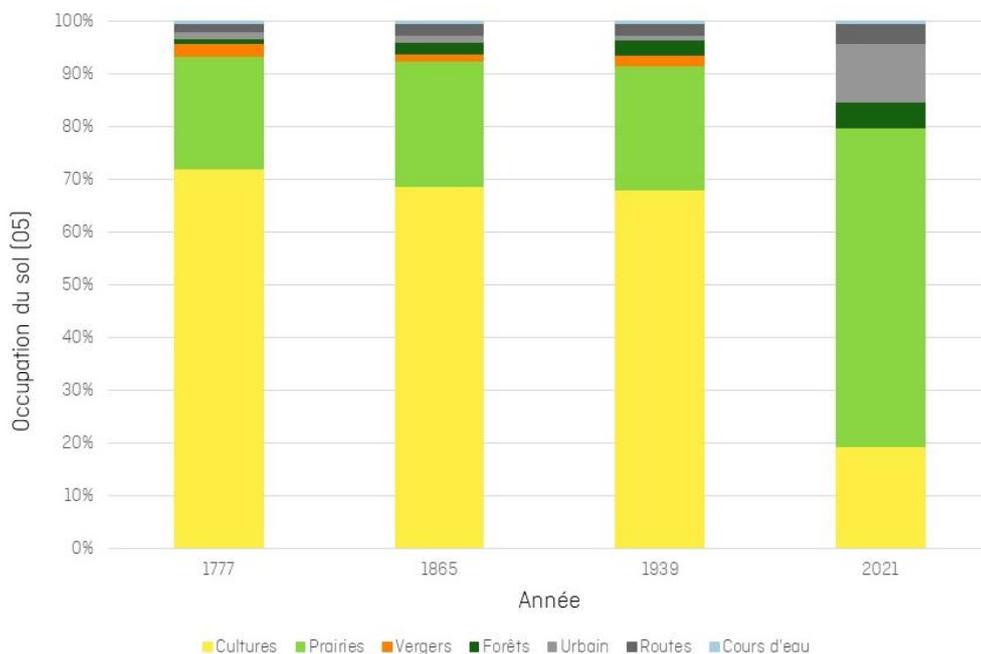


Figure 61 : Graphique de l'évolution de l'occupation du sol pour l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne » (05) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

De 1777 à 1939, on n'observe pas de modification majeure dans la composition des paysages. Cependant, au XXIème siècle, les vergers disparaissent complètement (cf. annexe 17, page 100), tandis que les surfaces de « Prairies », « Forêts », « Urbain » et « Routes » augmentent, en particulier les « Prairies ».

5.1.6. La comparaison entre les cinq ensembles paysagers

Lorsque l'on compare l'occupation du sol des différents ensembles paysagers, on remarque qu'ils sont tous en partie composés de cultures (au-delà de 70%), à l'exception de l'ensemble de l'Entre-Vesdre-et-Meuse (03) qui est couvert de prairies et, pour une part non négligeable des vergers.

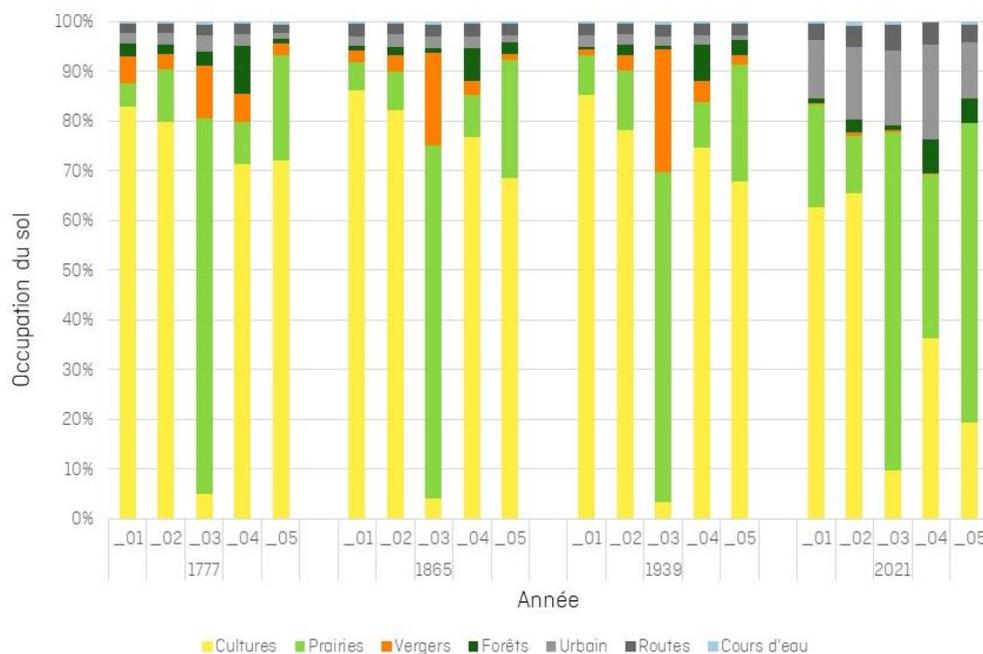


Figure 62 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol pour chaque ensemble paysager de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

De 1777 à 1939 on n'observe pas de changement majeur dans l'occupation du sol. Néanmoins, en 2021, la composition des paysages sera fort différente. En effet, dans chaque ensemble on verra une augmentation des catégories « Urbain » et « Routes », marquant une urbanisation importante pour le XXIème siècle.

Enfin, notons que les ensembles de l'entre-Vesdre-et-Meuse (03) et de la dépression Fagne-Famenne (05) sont ceux où la présence des cours d'eau est la plus importante.

5.2. En bordure de haies

Afin de comparer directement l'occupation du sol totale avec l'occupation du sol en bordures de haies, les deux sont illustrées sur les graphiques présentés ci-après, avec à gauche l'occupation totale et à droite l'occupation découpée.

5.2.1. La plaine et le bas-plateau hennuyers

Plus on avance dans le temps, pour l'ensemble de la plaine et du bas-plateau hennuyers, plus on pourra observer une différence entre l'occupation du sol totale et l'occupation du sol en bordure de haies.

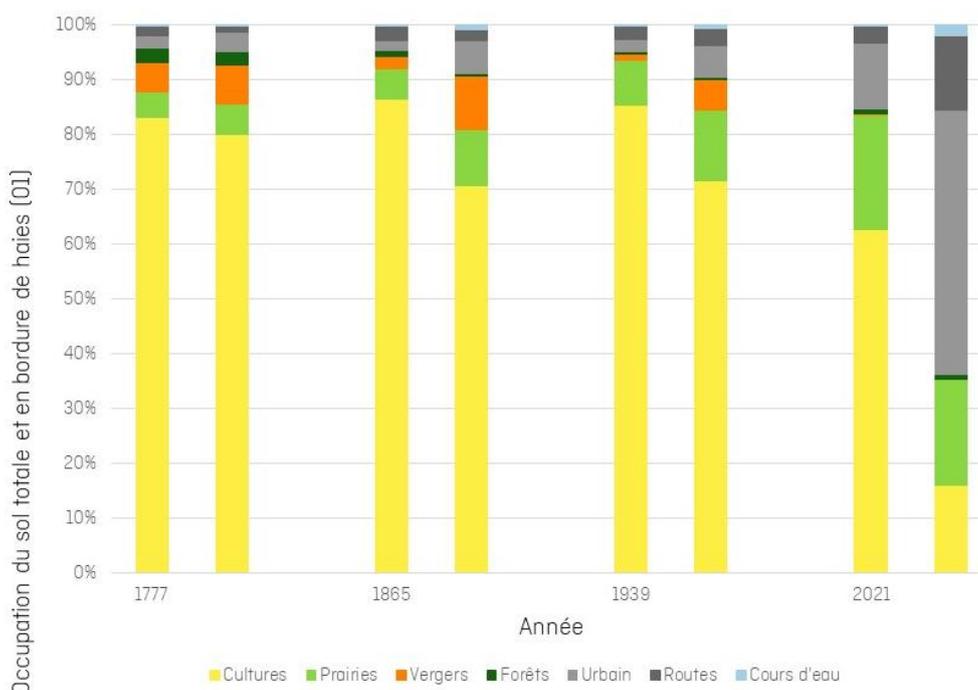


Figure 63 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol et de l'occupation du sol en bordure de haies pour l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers » (01) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

En 1777, on retrouve des haies dans chaque occupation du sol présente sur le territoire. Puis, aux XIXème et XXème siècles, il y aura moins de haies dans les cultures, mais plus de haies à la périphérie des vergers et des prairies, ainsi que dans les zones urbanisées. Enfin, en 2021, on observe une diminution de la présence des haies au sein des cultures et, au contraire, une augmentation importante du nombre de haies en milieu urbain et le long des routes. A cette période-là les berges des cours d'eau sont aussi plantées de haies.

5.2.2. Le bas-plateau brabançon et hesbignon

Sur le graphique de l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon », on peut voir une nette différence entre l'occupation totale et l'occupation découpée et ce, pour toutes les années étudiées.

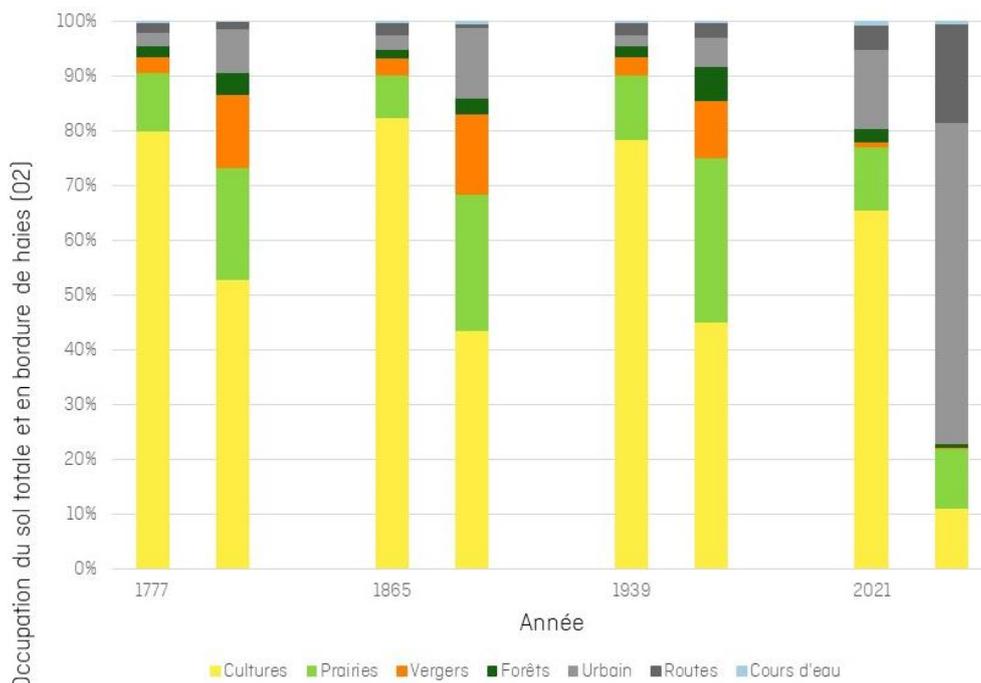


Figure 64 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol et de l'occupation du sol en bordure de haies pour l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon » (02) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

En 1777, on voit que de nombreuses haies sont plantées à la périphérie des vergers, mais aussi des prairies, des forêts et des zones urbaines. Ensuite, pour les trois dernières années étudiées, il y aura une petite diminution du nombre de haies dans les cultures, au profit des prairies et zones urbaines pour 1865, des prairies et des forêts pour 1939 et des zones urbanisées et le long des voiries pour 2021. On ne retrouvera, d'ailleurs, quasiment plus que des haies en milieu agricole pour cette dernière période.

5.2.3. L'entre-Vesdre-et-Meuse

Il y a peu de différences entre l'occupation du sol générale et en bordure de haies pour l'ensemble de l'entre-Vesdre-et-Meuse.

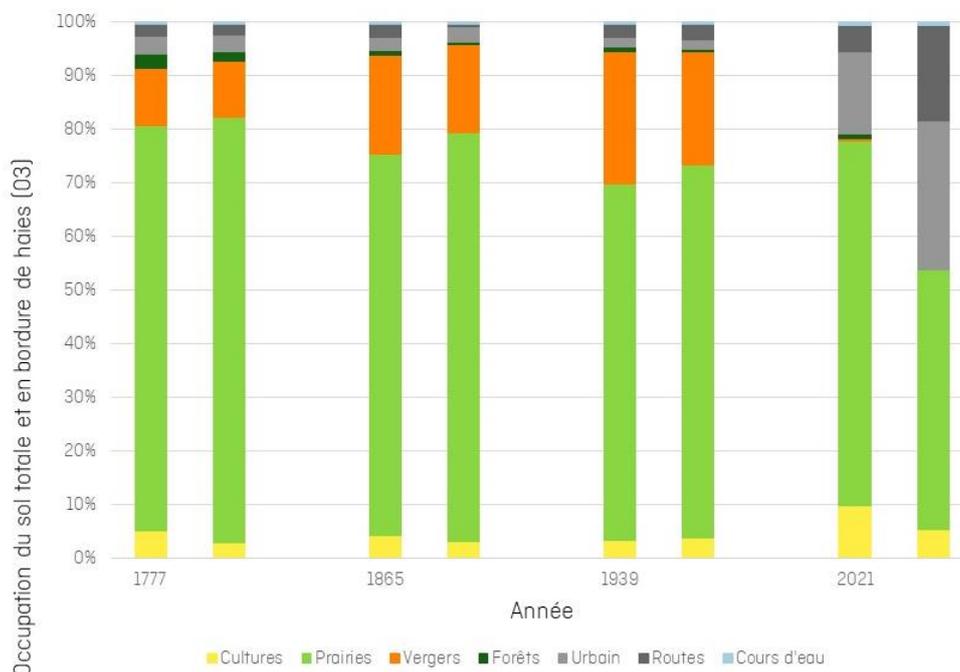


Figure 65 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol et de l'occupation du sol en bordure de haies pour l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse » (03) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

En effet, puisque cet ensemble est couvert d'un réseau de haies dense pour les trois premières années étudiées, l'occupation présente en bordure de haie est la même que celle identifiée sur tout le quadrat. Mais en 2021, on remarque une diminution de la densité de haies et on va donc apercevoir des changements au niveau de la répartition des catégories de l'occupation du sol, comme la diminution des haies en prairies et la forte augmentation du nombre de haies au bord des voiries et dans les zones urbaines.

5.2.4. Le Condroz

Dans le « Condroz », quelques rares différences peuvent être identifiées, mais les deux occupations sont assez semblables, tout particulièrement pour les trois premières années étudiées.

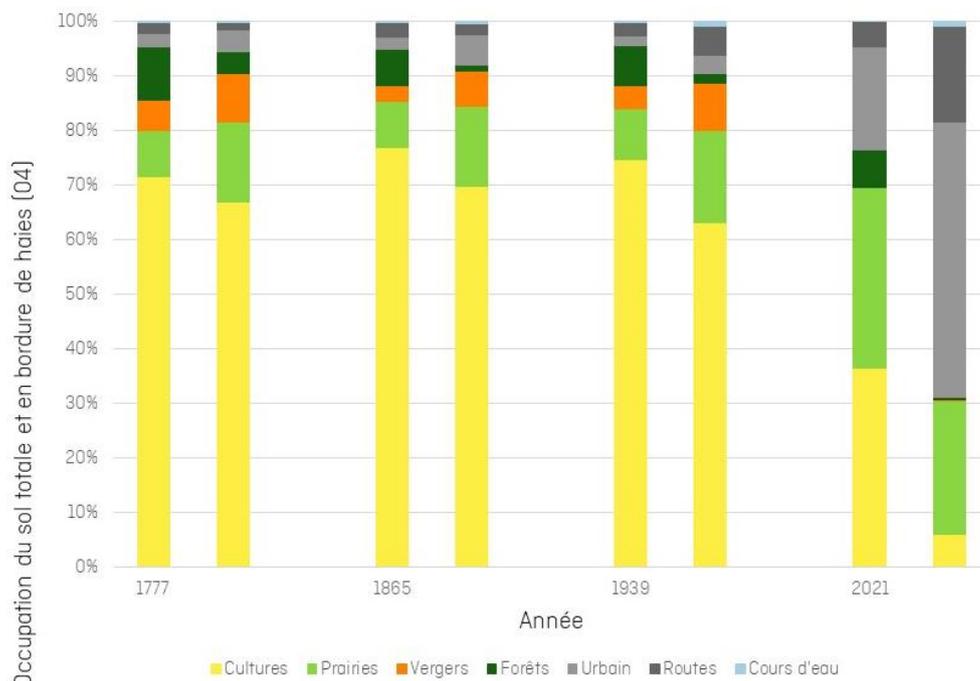


Figure 66 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol et de l'occupation du sol en bordure de haies pour l'ensemble paysager « Condroz » (04) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

En 1777, les haies se retrouvent dans toutes les occupations. Puis, en 1865 on observe une légère diminution du nombre de haies dans les forêts, tandis qu'il y a une implantation plus importante des haies dans les zones urbaines. Ensuite, il y aura une décroissance de la quantité de haies dans les cultures, qui seront plutôt plantées le long des voiries et au bord des vergers. Enfin, en 2021 il n'y a quasiment plus de haies autour des forêts. On en retrouve toujours dans les cultures, mais en moindre quantité, comme pour les prairies. C'est surtout dans les zones urbanisées et le long des voiries que les haies sont implantées, mais aussi au bord de quelques cours d'eau.

5.2.5. La dépression Fagne-Famenne

Au sein de la « Dépression Fagne-Famenne », on observe peu de divergences au niveau de l'occupation du sol, qu'elle soit totale ou découpée, y compris en 2021.

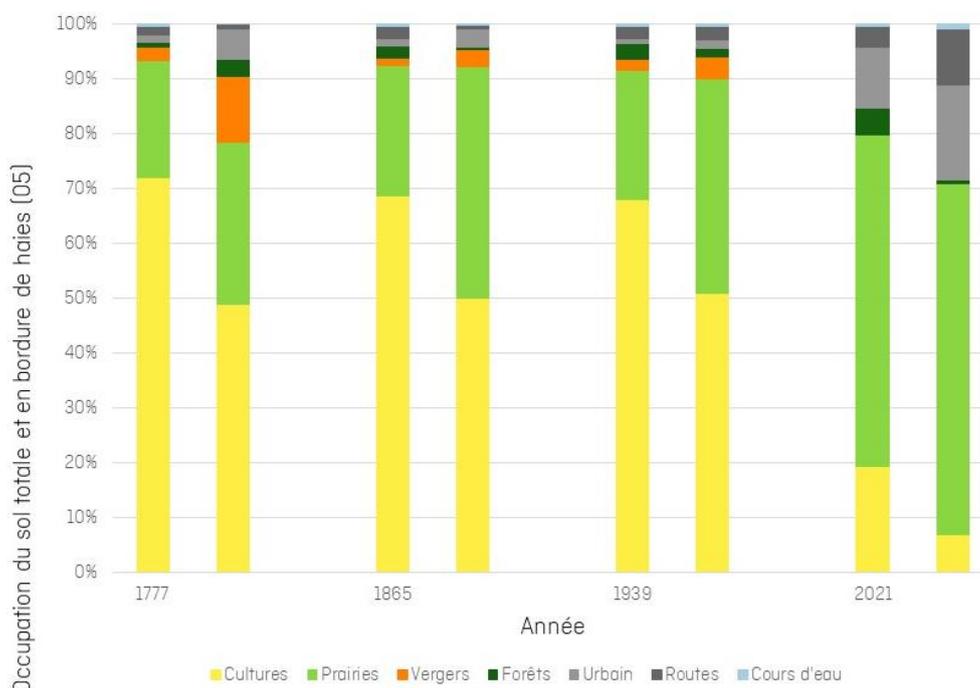


Figure 67 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol et de l'occupation du sol en bordure de haies pour l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne » (05) de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

Au XVIIIème siècle, les haies sont présentes au sein de toutes les occupations du sol. Puis, en 1865 et 1939, elles sont surtout présentes dans les cultures et les prairies, respectivement à raison de 50% et de 40%. Enfin, en 2021, on les retrouvera majoritairement dans les prairies, en zones urbaines et le long des voiries, mais aussi au bord des cours d'eau.

5.2.6. La comparaison entre les cinq ensembles paysagers

Sur le graphique ci-dessus, on voit très clairement que 2021 marque un changement important dans l'occupation du sol en bordure de haies pour tous les ensembles paysagers.

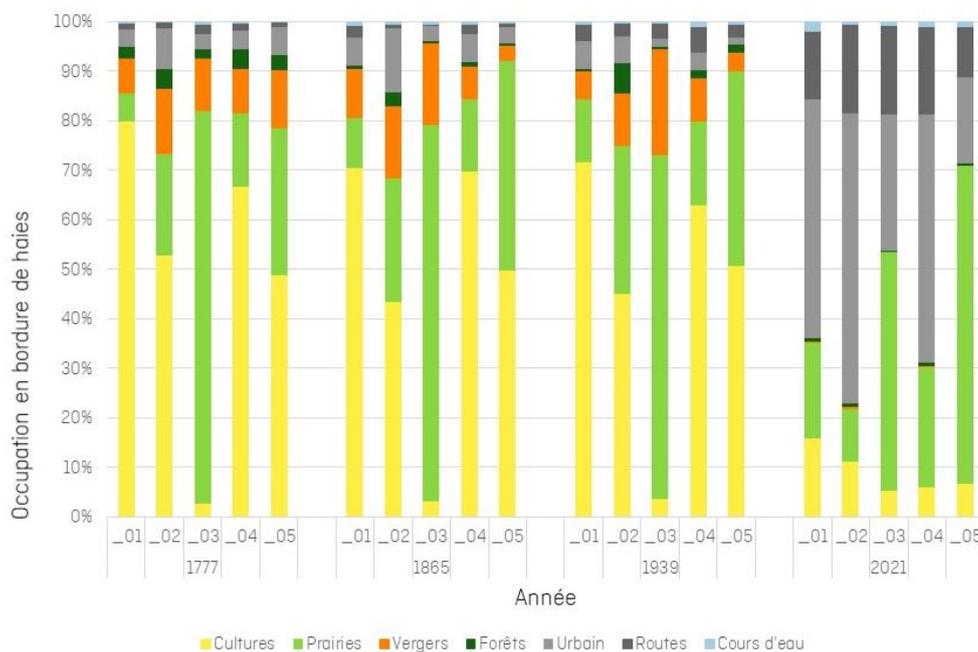


Figure 68 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol en bordure de haies pour chaque ensemble paysager de 1777 à 2021. Source : Léone EUGENE.

En 1777, l'occupation en bordure de haies est assez bien répartie entre chaque catégorie. Puis, on verra peu à peu une diminution des haies en bordure de forêts, à l'exception de l'ensemble du bas-plateau brabançon et hesbignon (02) en 1939. Enfin, comme évoqué précédemment pour d'autres sites, les grands changements sont observables en 2021. En effet, d'une part, c'est en zone urbaine ou le long des voiries que l'on retrouve la majorité des haies, alors qu'avant on les retrouvait principalement en milieu agricole. D'autre part, on peut observer une légère augmentation de la proportion de haies le long des cours d'eau.

PARTIE V : DISCUSSION

1. La discussion des résultats

1.1. La sélection des sites d'étude

Puisque les sites d'étude ont été sélectionnés manuellement et de sorte à couvrir majoritairement des territoires agricoles, ils ne sont pas répartis de façon homogène au sein de l'ensemble paysager. Ils ne peuvent dès lors pas représenter la totalité de l'ensemble. Par exemple, on peut voir à l'annexe 6 que, pour l'ensemble paysager de la plaine et du bas-plateau hennuyers, les sites ont été sélectionnés uniquement dans la partie nord.

1.2. La cartographie des éléments étudiés

La cartographie des éléments étudiés, tels que l'occupation du sol, les haies et les intersections, a permis d'imaginer à quoi ressemblait les paysages des derniers siècles. Avec une identification de quarante quadrats, il aurait été trop long d'analyser toutes les cartes générées. Voilà pourquoi il a été nécessaire de sélectionner des sites représentatifs des ensembles paysagers, afin de ne pas trop s'attarder sur la description des paysages, mais en sachant tout de même comment les territoires étaient organisés.

Il a donc été possible de ressortir les grandes tendances des ensembles paysagers. Globalement, en 1777, les villages sont groupés et, autour d'eux, on retrouve les prairies et les vergers, qui sont séparés par des haies, puisqu'elles permettaient de contenir les animaux en leur sein. A la périphérie de ces « noyaux », la plupart du temps, était implantées les cultures et parfois quelques forêts, toutes deux délimitées par des haies également. Puis, au fil des années, la présence de haies a chuté et les territoires agricoles se sont spécialisés. Au XXI^{ème} siècle, c'est l'urbanisation qui va le plus modifier les paysages. Les haies seront surtout présentes dans les zones d'habitat et beaucoup moins au sein des terres agricoles.

Cependant, deux exceptions sont à noter, d'une part pour l'ensemble de l'Entre-Vesdre-et-Meuse (03) et, d'autre part, avec la dépression Fagne-Famenne (05). Pour le premier, l'occupation du sol la plus présente est celle de « Prairies » et le réseau de haies est beaucoup plus fourni que pour les autres ensembles, puisqu'on y retrouve, comme expliqué au point « III.1.3. Entre-Vesdre-et-Meuse », des bocages. Pour le second, la tendance générale de la dégradation croissante des haies au cours du temps suit le chemin inverse, c'est-à-dire qu'en 1777 il n'y avait pratiquement pas de haies et qu'en 2021, on retrouve plus de haies sur le territoire de cet ensemble.

Notons également qu'au niveau de la topographie des sites étudiés, on ne remarque pas toujours de corrélations entre le relief et l'implantation des haies. A l'exception du site de Filot (40), où les haies sont implantées parallèlement à la pente et ont probablement plus un rôle antiérosif ou de retenue des sols plutôt qu'une délimitation de parcelles comme sur les autres sites. Pour la majorité des sites d'étude, c'est surtout l'occupation du sol qui va être liée au relief. Généralement, pour les trois premières années étudiées, on retrouve des prairies en fond de vallée, avec certaines d'entre elles qui sont bordées de haies. La plupart du temps, si le réseau de haies est implanté parallèlement à la pente, c'est parce qu'il longe les routes.

1.3. La densité des haies

Le calcul de la densité des haies est intéressant afin de comparer les observations réalisées sur les cartes de l'occupation du sol, avec des données chiffrées. En l'occurrence, ici les chiffres confirment les descriptions faites précédemment, soit une diminution générale de la densité de haies, une valeur de la densité nettement supérieure aux autres pour l'ensemble de l'entre-Vesdre-et-Meuse (03) et une augmentation de la densité au cours du temps pour la dépression Fagne-Famenne (05).

Cependant, les graphiques permettent de mettre en avant le fait que le réseau de haies de l'entre-Vesdre-et-Meuse, bien qu'historiquement bocager, a aujourd'hui (2021) une densité se rapprochant fortement de celle des autres ensembles étudiés et a donc subi une dégradation importante. De plus, la valeur de la densité est en légère augmentation pour le bas-plateau brabançon et hesbignon (02) entre 1865 et 1939, alors que ce n'était pas clairement visible dans les cartographies des éléments étudiés. Et enfin, on remarque tout de même une baisse de la densité au cours du temps pour la dépression Fagne-Famenne (05), de 1939 à 2021, bien que la densité au XXI^{ème} siècle reste quand même supérieure à celle calculée pour 1777.

Notons que pour 2021, la valeur de la densité peut être mise en parallèle avec le caractère accidenté du relief. En effet, si on observe les résultats sur la figure 39, on voit le classement par ordre décroissant des ensembles paysagers comme suit : l'entre-Vesdre-et-Meuse (03), la dépression Fagne-Famenne (05), le Condroz (04), le bas-plateau brabançon et hesbignon (02) et la plaine et le bas-plateau hennuyers (01). Or si on observe la carte du « Modèle Numérique de Terrain », présente en annexe 18 (page 100), on remarque que là où la densité est la plus élevée, le relief est également le plus accidenté et vice-versa. On pourrait en déduire que les haies, au XXI^{ème} siècle, ont perdu leur rôle de clôtures, pour servir à la place de système antiérosif ou anti-inondations, nécessaires pour les territoires au relief important.

Finalement, l'observation des minima et maxima a permis de se rendre compte de l'évolution douce (02 et 05) ou forte (01, 03 et 04) de la densité des réseaux de haies au cours du temps. Mais aussi, le calcul des écarts-types a permis de voir à quel point l'évolution dans le temps des différents sites étudiés était semblables ou pas au sein d'un même ensemble paysager. On remarque d'ailleurs que, d'année en année, l'écart-type a une valeur de plus en plus faible, ce qui signifie que les paysages de chaque site s'homogénéisent et ont tendance à se ressembler de plus en plus. A l'exception de l'ensemble de l'entre-Vesdre-et-Meuse, pour lequel l'écart-type reste stable et faible, prouvant que les changements observés au sein des sites étudiés pour cet ensemble sont les mêmes pour chacun des sites. Enfin, notons que pour la dépression Fagne-Famenne (05), l'écart-type est plus élevé entre 1865 et 1939, ce qui signifie qu'il y a une grande variation de l'évolution au cours du temps pour cette période-là. Soulignons également que le Condroz (04) a un écart-type d'une valeur très élevée de 1777 à 1939, soit une grande divergence de la densité au sein des sites étudiés pour ces années-là.

1.4. La connectivité du réseau

Bien qu'il soit intéressant de calculer la densité du réseau de haies, il est aussi important de connaître à quel point il est connecté. En plus de l'aspect quantitatif, l'aspect qualitatif a été calculé à l'aide de la méthode employée par DECKERS *et al.*, comme expliqué au point « III.3.2.1. La valeur totale ».

De manière générale, la connectivité est liée à la densité, plus il y a de haies, plus le réseau peut être connecté. C'est la tendance générale que l'on observe lorsque l'on compare les graphiques générés pour les deux valeurs. Mais, si on s'attarde de façon plus précise sur les chiffres et qu'on les compare entre eux, plusieurs éléments ressortent. Afin de comparer au mieux les données, les moyennes calculées pour chaque ensemble paysager, d'une part, pour la densité et, d'autre part, pour la connectivité, ont été classées par ordre décroissant. Ce classement a été réalisé pour chacune des années étudiées et est repris sur le tableau ci-joint.

Tableau 7 : Classement de la densité et connectivité moyenne de chaque ensemble paysager, de la valeur la plus élevée à la plus faible, pour chaque année étudiée.

	1777		1865		1939		2021	
	Densité	Connectivité	Densité	Connectivité	Densité	Connectivité	Densité	Connectivité
1	_03	_03	_03	_03	_03	_03	_03	_03
2	_01	_01	_04	_04	_05	_05	_05	_02
3	_04	_04	_05	_05	_04	_04	_04	_05
4	_02	_02	_01	_02	_01	_02	_02	_04
5	_05	_05	_02	_01	_02	_01	_01	_01

On observe donc que l'avancée dans le temps entraîne une différence entre le classement des valeurs de la densité et de la connectivité. En effet, en 1777, cinq valeurs sur cinq correspondent au même classement, alors qu'en 2021 il n'y en a plus que deux sur cinq. On remarque également que les divergences se trouvent dans le bas du classement, soit là où les moyennes sont les plus faibles. On peut donc en déduire qu'au XVIIIème siècle la connectivité du réseau allait de pair avec sa densité. Mais aussi, qu'au plus la densité est faible, au plus le classement des moyennes de la connectivité est impacté, puisque l'identification d'une poignée d'intersections en plus ou en moins aura une influence significative sur le calcul de la valeur totale.

L'ensemble de l'entre-Vesdre-et-Meuse (03), par sa densité élevée, restera en tête de liste pour chacune des périodes étudiées. En effet, ses paysages bocagers prennent le dessus dans le calcul de la densité et de la connectivité.

Les ensembles de la plaine et du bas-plateau hennuyers (01) et du bas-plateau brabançon et hesbignon (02) se trouvent à chaque fois en bas du classement pour la densité. De plus, la connectivité du premier ensemble est pour toutes les années la plus faible de tous les ensembles paysagers, alors qu'en 1777, sa connectivité moyenne occupait la deuxième place.

Pour l'ensemble de la dépression Fagne-Famenne (05), on observe une augmentation d'année en année de la densité qui s'accompagne d'une croissance de la connectivité, avec une légère chute de la connectivité en 2021, soit une baisse de la qualité du réseau pour cette année-là.

Enfin, le Condroz (04) n'a pas de changement notable. Il reste dans le milieu du classement, peu importe l'année étudiée.

Bien que l'on voie que la connectivité est souvent liée à la densité, on observe tout de même une divergence en comparant les minima et les maxima au sein des valeurs de la densité et de celles de la connectivité. En effet, dans le tableau 5, reprenant les valeurs maximales et les valeurs minimales de la densité de chaque ensemble paysager, on voit que les maxima sont présents en 1777, en 1865 et en 1939 et les minima, en 2021 (à l'exception de la dépression Fagne-Famenne (05) qui sera en 1777, qui n'est pas à prendre en compte pour cette comparaison). Alors que dans le tableau 6, qui reprend, lui, les valeurs maximales et minimales de la connectivité, montre que tous les maxima se situent uniquement en 1777, à l'exception, à nouveau, de la dépression Fagne-Famenne (05) qui aura son maximum en 1939 puisque le résultat est influencé par sa densité trop faible en 1777 et 1865. Tous les minima se trouvent en 2021.

Tableau 8 : Synthèse des années auxquelles on retrouve les valeurs maximales et les valeurs minimales de la densité et de la connectivité de chaque ensemble paysager.

	Densité	Connectivité
Maxima en	1777, 1865 et 1939	1777
Minima en	2021	2021

Au final, après avoir mis en parallèle les informations, on remarque que, peu importe la densité, c'est en 1777 que les haies avaient la meilleure connectivité, puisque c'est la seule année qui ressort dans les maxima (voir tableau 8), alors qu'il y en avait trois pour la densité.

Ce constat se justifie également à l'aide des graphiques reprenant la répartition des types d'intersections. On y voit clairement qu'en 1777 il y a une majorité d'intersections de type T, voir même de type X, soit les intersections qui permettent de favoriser la connectivité du réseau de haies. Et, au contraire, en 2021 la grande majorité des intersections sont de type O, c'est-à-dire qui ne se lient à aucun autre fragment du réseau et qui ont donc une connectivité nulle.

L'évolution de la répartition au cours du temps est également nettement visible lorsque l'on observe les cartes reprenant les différents types d'intersections. Elles permettent ainsi d'observer aisément la façon dont chaque type est réparti au sein des sites étudiés.

Notons que dans les études de références, citées dans « I. L'état de l'art », des intersections de type L sont identifiées, ce qui n'est pas réalisé dans ce travail. Cela s'explique par la difficulté de différencier les intersections en L avec un segment continu. Un angle allant de 1° à 90° aurait pu être défini pour ce type d'intersection, mais leur identification aurait alors été chronophage sans ajouter une réelle plus-value à l'analyse.

1.5. L'occupation du sol

Le calcul de l'occupation totale du sol a permis de connaître les composantes principales des paysages de chacun des sites d'étude. Cependant, ces informations n'ajoutaient pas grand-chose aux portraits des ensembles paysagers au point « III.1. La sélection des sites d'étude », ni à la description visuelle de l'occupation au point *IV.2. La cartographie des éléments identifiés*.

Par contre, ces données étaient intéressantes lors de l'analyse de l'occupation du sol en bordure de haies. En effet, en comparant l'occupation du sol totale avec celle identifiée sur le pourtour des haies, il est possible de voir si, proportionnellement à l'occupation totale, on retrouve plus ou moins de haies dans un certain type d'occupation.

Ce qui ressort de cette comparaison est que, généralement, on retrouve une plus grande proportion de haies autour des « Prairies » et des « Vergers » de 1777 à 1939. C'est le cas aussi pour les occupations « Urbain » et « Routes », mais ce à toutes les époques étudiées. D'ailleurs, en 2021, la proportion de haies au sein de ces deux catégories augmente de façon exponentielle.

En 2021, on remarque également la disparition des vergers au sein de l'occupation totale, c'est pourquoi on ne retrouve pas de haies plantées dans ces milieux à cette époque-là. On peut aussi noter qu'au XXI^{ème} siècle il y a beaucoup moins de haies en milieu agricole pour les ensembles paysagers de la plaine et du bas-plateau hennuyers (01), du bas-plateau brabançon et hesbignon (02) et du Condroz (04).

Enfin, notons tout de même que c'est au sein des « Cultures » qu'il y a la majorité des haies, à l'exception de l'ensemble de l'entre-Vesdre-et-Meuse (03) puisqu'il est composé de « Prairies » et de la dépression Fagne Famenne (05) pour 2021. Mais cela s'explique aussi par le choix des sites d'études en milieu agricole, où l'on retrouve beaucoup de cultures en Wallonie.

2. La critique du matériel et de la méthode

2.1. La sélection des sites d'étude

Les sites d'étude ont été sélectionnés si une différence significative était observée entre les cartes de Ferraris et les orthophotos de 2021. La pré-sélection a donc permis d'identifier des sites intéressants pour l'analyse historique, mais a donc déjà eu un impact sur les résultats puisqu'une « différence significative » était déjà identifiée. Une sélection aléatoire aurait pu donner des résultats plus variés, prenant en compte des sites ayant moins de divergences entre les années étudiées.

Le choix de travailler avec des quadrats identiques a permis de faciliter la comparaison des sites entre eux. Cependant, il aurait également été intéressant de travailler à différentes échelles. D'une part, avec une échelle plus petite permettant de réellement s'attarder sur la haie comme un élément à part entière et pas comme faisant simplement partie d'un réseau homogène. Et, d'autre part, une plus grande échelle afin d'avoir une vue d'ensemble du réseau de haies.

2.2. La cartographie

Les éléments paysagers de l'époque sont restitués grâce aux cartes historiques utilisées lors de la cartographie. Cependant, on ne sait pas à « l'époque » comment une haie était caractérisée. On a donc donné des critères pour identifier les haies en 2021, mais pour 1777, 1865 et 1939 c'est uniquement la légende qui a permis de savoir quel élément était considéré comme tel. Il pourrait donc y avoir des erreurs dans les résultats. En effet, puisqu'en 2021 on considère qu'un espace de plus de cinq mètres entre deux fragments de haies ne peut pas être identifié comme faisant partie du réseau, ce dernier est donc fragmenté à chaque espace de plus de cinq mètres. Qu'en est-il donc pour les autres années ? Est-ce que l'écart pouvait être plus grand et quand même considéré comme faisant partie du réseau ? Puisqu'on remarque une diminution drastique de la connectivité en 2021 pour tous les ensembles paysagers, il pourrait s'agir d'une vraie baisse de la connectivité au sein des réseaux de haies, comme d'une différence au niveau de la description d'une haie au fil des années. On n'a aussi aucune information sur les haies de l'époque comme leur largeur, les espèces etc. Il a donc fallu écarter une telle analyse au sein de ce travail, qui aurait été un point important à traiter.

De plus, pour les cartes de Ferraris il n'y a pas de courbes de niveau et il est donc difficile de comprendre le relief, en dehors de l'occupation du sol qui donne des indices, comme avec la présence de cours d'eau et de prairies humides. Quant aux cartes de 1865 et 1939, elles bénéficient toutes deux de courbes de niveau, mais pas sous un format *ShapeFile*. Il aurait donc fallu retracer toutes les courbes de niveau manuellement, ce qui aurait pris trop de temps pour la réalisation de ce travail. Voilà pourquoi les cartes historiques ont directement été utilisées pour analyser le relief des sites représentatifs.

Lors du choix des années étudiées, il a été décidé d'analyser une carte par siècle. Cependant, il aurait été intéressant de réaliser l'exercice avec les vues aériennes datant de 1971. En effet, on a pu voir dans l'état de l'art qu'après la deuxième guerre mondiale il y a eu la volonté de produire assez pour que toute la population puisse être nourrie, notamment avec la révolution verte [de 1960 à 1990] et l'intensification du remembrement [de 1960 à 1980].

L'identification des éléments étudiés a été réalisée à la main via le logiciel QGIS, soit de façon non automatisée. Une technique plus rigoureuse aurait été beaucoup moins chronophage et aurait permis d'avoir des résultats plus précis, permettant une meilleure comparaison entre les sites étudiés. Cependant, la formation en Architecture du Paysage ne permet pas d'atteindre de telles compétences, il n'a donc pas été possible d'automatiser l'identification de ces éléments.

2.3. Le calcul des données

Lors du calcul des données, il aurait aussi été intéressant de s'attarder aux indices α , β et γ , respectivement la présence de circuits, la complexité du réseau et la connexité du réseau, afin d'évaluer ces différents paramètres pour chacun des ensembles paysagers et pouvoir comparer les résultats entre eux. Cependant, il aurait alors été nécessaire de cartographier le réseau de haies de sorte que chaque segment présent entre deux intersections soit identifié comme une seule entité. La cartographie n'aurait alors pas pu être réalisée dans le temps imparti pour ce travail.

En ce qui concerne la connectivité du réseau, les haies sont les seuls éléments qui ont été pris en compte lors du calcul de cette donnée. Cependant, les forêts auraient pu être comptabilisées, comme dans les études de références réalisées dans les Hauts-de-France et au Canada.

Enfin, une analyse statistique plus poussée aurait également été bénéfique, mais la formation en Architecture du Paysage ne permet pas d'atteindre de telles compétences, il n'a donc pas été possible de réaliser une telle analyse.

3. La mise en parallèle avec l'état des populations d'oiseaux des milieux agricoles de Wallonie

Afin d'illustrer l'impact que l'arrachage ou la plantation de haies a pu avoir au cours du temps, une mise en parallèle avec l'évolution de l'avifaune des milieux agricoles de Wallonie a été réalisée. En effet, la simplification des paysages a un impact sur les ressources alimentaires des oiseaux nicheurs des milieux agricoles, notamment pour la fourniture de graines.⁵⁵

Il est important de noter que de nombreux facteurs, autres que la présence ou non de haies, font que les populations d'oiseaux des milieux agricoles sont en augmentation ou en diminution.⁵⁶ Néanmoins, dans ce travail, les espèces ont été sélectionnées si leur comportement est influencé en grande partie par la plantation de haies. Les six espèces représentatives choisies sont donc : le bruant jaune (*Emberiza citrinella*), la pie-grièche écorcheur (*Lanius collurio*), le vanneau huppé (*Vanellus vanellus*), l'alouette des champs (*Alauda arvensis*), la bergeronnette printanière (*Motacilla flava*), le bruant proyer (*Miliaria calandra*). Afin de réaliser le parallèle, les résultats de 2021 du projet d'inventaire et de surveillance de la biodiversité de la Wallonie, « Surveillance des Oiseaux Communs en Wallonie - SOCWAL »⁵⁷, ont été utilisés.

Le bruant jaune et la pie-grièche écorcheur sont des espèces emblématiques des haies. Elles apprécient également toutes deux les milieux prairiaux, c'est pourquoi on les retrouve souvent dans les bocages. Cependant, la première espèce est en déclin à raison de 2,2% de perte par année (voir annexe 19, page 101), tandis que la deuxième espèce est en augmentation, avec une croissance de 4,5% par année (voir annexe 20, page 101) et elle apparaît à de nombreux endroits où on ne la trouvait pas avant. En effet, le

⁵⁵ *L'évolution préoccupante des populations d'oiseaux nicheurs en Wallonie : 28 ans de surveillance de l'avifaune commune*, Antoine DEROUAUX & Jean-Yves PAQUET, 2018, p.17.

⁵⁶ « Les modifications des pratiques et globalement l'intensification de l'agriculture semblent principalement responsables de la dégradation des populations d'oiseaux dans les campagnes, même si d'autres facteurs d'évolution (évolution de la forêt, haute densité d'ongulés, changements climatiques) sont également à considérer. ». *Idem*, p.1.

⁵⁷ « Programme d'inventaire et de surveillance de la biodiversité de la Wallonie (SPW – DGO3 – DEMNA) coordonné par Aves, le pôle ornithologique de Natagora (DEROUAUX & PAQUET, 2018). Des dizaines d'ornithologues volontaires contribuent à ce programme, en comptant les oiseaux présents en des endroits fixes et préalablement définis, pendant une durée de 5 minutes. Ces inventaires sont répétés chaque année à la même période, le plus souvent deux fois au cours du printemps. En moyenne, 1800 points d'écoute sont réalisés chaque année dans notre région. Les séries de données récoltées sont ensuite modélisées pour calculer des indices d'abondance annuelle et estimer les tendances des populations pour chaque espèce. ». *Etat de l'avifaune des milieux agricoles de Wallonie 2021*, AVES Natagora, p.4.

bruant jaune a été fortement impacté par l'arrachage des haies Wallonie, particulièrement dans les bocages, soit dans l'ensemble de l'entre-Vesdre-et-Meuse (03). La population a donc subi une importante baisse. Pour la pie-grièche écorcheur, son développement a été favorisé par la plantation de haies, notamment lors du projet LIFE « Prairies bocagères »⁵⁸, au sein de l'ensemble paysager de la dépression Fagne-Famenne (05), bien qu'il ait été démontré qu'historiquement les paysages n'étaient pas plantés de haies à cet endroit. A l'aide de la carte ci-dessous, on peut voir l'apparition de cette espèce à l'Ouest de l'ensemble paysager (en orange sur la figure 69) et l'augmentation plus au nord-est.

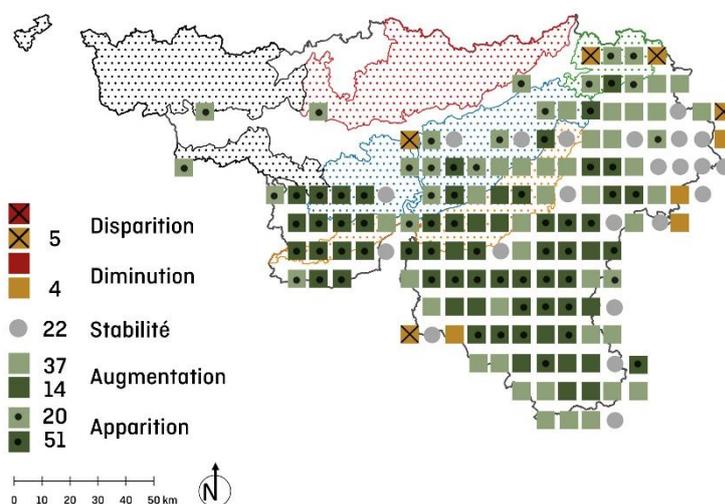


Figure 69 : Carte de comparaison, entre 1973-1977 et 2001-2007, de la répartition et de l'abondance de la Pie-Grièche écorcheur en Wallonie. Source : réalisation Léone EUGENE, tirée de l'*Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie* [p. 397].

A l'opposé, « les haies peuvent également avoir une influence négative sur certaines espèces d'oiseaux typiques des parcelles agricoles ouvertes ».⁵⁹ Le vanneau huppé, l'alouette des champs, la bergeronnette printanière et le bruant proyer sont des espèces qui préfèrent les grandes cultures en *openfields*, bien qu'avant la bergeronnette printanière préférait les prairies. On les retrouve en grande partie dans les régions limoneuses, soit dans les ensembles de la plaine et du bas-plateau hennuyers (01), du bas-plateau brabançon et hesbignon (02) et du Condroz (04). Ces espèces sont toutes en déclin (voir annexes 21 à 24, allant de la page 102 à 103), avec le bruant proyer qui est la variation annuelle la plus importante de -15,8%. Etant donné que la présence de haies est en diminution au fil des années, il est évident que ce sont d'autres facteurs qui influencent l'évolution de ces populations. Cependant, il est important de savoir que pour ces espèces, la plantation de haies aurait un effet néfaste qui ne ferait qu'empirer leur situation.

Notons que la perdrix grise (*Perdix perdix*) et la caille des blés (*Coturnix coturnix*) sont deux espèces que l'on retrouve également au sein des plaines de cultures en Wallonie.⁶⁰ La première a une diminution importante de 6,8% chaque année, tandis que l'autre a une situation stable. Cependant, les conditions climatiques seraient le plus grand facteur de leur disparition, donc elles n'ont pas été reprises dans les exemples cités ci-avant.

⁵⁸ DROSSON Bernard, *Evaluation de la restauration des structures bocagères par la mise en place d'actions de projets LIFE en Wallonie*, 2020, p.10.

⁵⁹ *The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to bird: A review*, S.A. HINSLEY & P.E. BELLAMY, p.34. Disponible à l'adresse : <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0301479700903608?token=D314E65379048C3A4DF6A5F7AC0339FD2425B31026AC1EC808EB454D93162E7F399647FAB0DC2B051E471E7C2A9C8783&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220920085026> >.

⁶⁰ *AGRINATURE N°3, Les oiseaux des plaines de cultures*, Baptiste BATAILLE, Thierry WALOT & Alain LE ROI, pp.26-36.

Ce parallèle aurait aussi pu être réalisé pour d'autres espèces dont la présence ou non de haies impacte leur mode de vie, comme certains chiroptères, mais aussi avec l'évolution du risque d'érosion suite à l'arrachage des haies.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce travail avait pour objectifs de réaliser une analyse historique des caractéristiques structurelles des réseaux de haies, ainsi que de comparer les résultats entre eux afin de voir s'il y avait des différences significatives au sein de paysages agricoles wallons, afin de savoir si oui ou non il n'est pas toujours judicieux de planter des haies en milieu agricole sur le territoire wallon.

Après avoir réalisé cette analyse et comparé les résultats, on peut dire que les paysages agricoles wallons n'ont pas évolué de façon similaire sur l'ensemble du territoire. Les projets de plantations et restauration ne peuvent donc pas être réalisés de la même façon dans toute la Région wallonne.

L'étude réalisée a ainsi montré que les paysages agricoles ont connus d'importantes modifications au cours des quatre siècles étudiés. En effet, une diminution de la densité de haies et de leur connectivité est observée au sein de tous les ensembles paysagers, à l'exception de celui de la dépression Fagne-Famenne, où la présence de haies était faible au XVIII^{ème} siècle et qui a donc connu une augmentation au cours du temps. Notons cependant qu'entre le XX^{ème} siècle et le XXI^{ème} siècle, la totalité des ensembles a vu la dégradation des réseaux de haies, avec, en particulier, une importante baisse de la densité pour l'ensemble de l'Entre-Vesdre-et-Meuse.

On remarque également que les haies ont changé de fonction au fil des années. En effet, du XVIII^{ème} siècle au XX^{ème} siècle, elles étaient majoritairement présentes en milieu agricole, alors qu'aujourd'hui elles sont surtout en zones urbaines et le long des routes.

Suite à cette analyse de la dynamique spatiale et temporelle des réseaux de haies au sein des paysages agricoles wallons, il serait intéressant de réaliser un programme de plantation, accompagné d'une étude permettant de connaître le rapport que les citoyens ont à la haie (cf. « 1.3. La place de la haie dans l'identité des paysages agricoles wallons »). Celui-ci ciblerait alors les territoires où les pertes ont été les plus importantes, tout en visant le type d'occupation du sol qui était à l'époque le plus planté de haies. Ainsi, des sites d'actions pourraient être identifiés et permettraient de savoir où des projets de la sorte devraient être réalisés au sein des paysages agricoles wallons, tout en ayant des informations sur l'évolution de ces structures paysagères au cours du temps.

TABLE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

1. Figures

Figure 1 : Calendrier du <i>Rustican</i> , extrait du <i>Livre des proffiz champestres et ruraulx</i> , Pierre de Crescens en France [1373]. _____	3
Figure 2 : Arrière-plan de l'œuvre <i>La Moisson</i> , par Pieter BRUEGHEL l'Ancien [1565]. _____	3
Figure 3 : Plan parcellaire des lots à partager [1796]. _____	4
Figure 4 : Photographie de soldats durant la bataille des haies [1944]. _____	4
Figure 5 : Sites concernés par le projet « Life Prairies bocagères ». _____	5
Figure 6 : Représentation graphique et synthétique des dynamiques qui ont eu lieu sur les paysages agricoles wallons XIV-XV. _____	6
Figure 7 : Représentation graphique et synthétique des dynamiques qui ont eu lieu sur les paysages agricoles wallons XVI-XVII. _____	6
Figure 8 : Représentation graphique et synthétique des dynamiques qui ont eu lieu sur les paysages agricoles wallons XVIII-XIX. _____	6
Figure 9 : Représentation graphique et synthétique des dynamiques qui ont eu lieu sur les paysages agricoles wallons XX. _____	6
Figure 10 : Représentation graphique et synthétique des dynamiques qui ont eu lieu sur les paysages agricoles wallons XXI. _____	6
Figure 11 : légende d'une haie selon Ferraris. _____	17
Figure 12 : légende d'une haie selon le Dépôt de la guerre. _____	17
Figure 13 : légende d'une haie selon l'Institut cartographique militaire. _____	17
Figure 14 : Cartographie du site de Silly [8], représentative de l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers ». _____	22
Figure 15 : Photographie du site d'étude de Silly [8]. _____	23
Figure 16 : Photographie du site d'étude de Silly [8]. _____	23
Figure 17 : Cartographie du site de Jandrain [14], représentative de l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon ». _____	24
Figure 18 : Photographie du site d'étude de Jandrain [14]. _____	25
Figure 19 : Photographie du site d'étude de Jandrain [14]. _____	25
Figure 20 : Photographie du site d'étude de Jandrain [14]. _____	25
Figure 21 : Photographie du site d'étude de Jandrain [14]. _____	25
Figure 22 : Cartographie du site de Soumagne [18], représentative de l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse ». _____	26
Figure 23 : Photographie du site d'étude de Soumagne [18]. _____	27
Figure 24 : Photographie du site d'étude de Soumagne [18]. _____	27

Figure 25 : Photographie du site d'étude de Soumagne [18].	27
Figure 26 : Photographie du site d'étude de Soumagne [18].	27
Figure 27 : Cartographie du site de Marchin [29], représentative de l'ensemble paysager « Condroz ».	28
Figure 28 : Photographie du site d'étude de Marchin [29].	29
Figure 29 : Photographie du site d'étude de Marchin [29].	29
Figure 30 : Cartographie du site de Huy [30], représentative de l'ensemble paysager « Condroz ».	30
Figure 31 : Cartographie du site de Filot [40], représentative de l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne ».	31
Figure 32 : Photographie du site d'étude de Filot [40].	32
Figure 33 : Photographie du site d'étude de Filot [40].	32
Figure 34 : Graphique de l'évolution de la densité des haies de l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers » [01] de 1777 à 2021.	34
Figure 35 : Graphique de l'évolution de la densité des haies de l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon » [02] de 1777 à 2021.	35
Figure 36 : Graphique de l'évolution de la densité des haies de l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse » [03] de 1777 à 2021.	36
Figure 37 : Graphique de l'évolution de la densité des haies de l'ensemble paysager « Condroz » [04] de 1777 à 2021.	37
Figure 38 : Graphique de l'évolution de la densité des haies de l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne » [05] de 1777 à 2021.	38
Figure 39 : Graphique de l'évolution de la densité moyenne des haies de chaque ensemble paysager de 1777 à 2021.	39
Figure 40 : Graphique de l'évolution de la connectivité du réseau de haies de l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers » [01] de 1777 à 2021.	41
Figure 41 : Graphique de l'évolution de la connectivité du réseau de haies de l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon » [02] de 1777 à 2021.	42
Figure 42 : Graphique de l'évolution de la connectivité du réseau de haies de l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse » [03] de 1777 à 2021.	43
Figure 43 : Graphique de l'évolution de la connectivité du réseau de haies de l'ensemble paysager « Condroz » [04] de 1777 à 2021.	44
Figure 44 : Graphique de l'évolution de la connectivité du réseau de haies de l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne » [05] de 1777 à 2021.	45
Figure 45 : Graphique de l'évolution de la connectivité moyenne des réseaux de haies de chaque ensemble paysager de 1777 à 2021.	46
Figure 46 : Graphique de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers » [01] de 1777 à 2021.	47
Figure 47 : Cartographie de la répartition des types d'intersection du site de Silly [8], représentative de l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers ».	48

Figure 48 : Graphique de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon » (02) de 1777 à 2021. _____	49
Figure 49 : Cartographie de la répartition des types d'intersection du site de Jandrain (14), représentative de l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon ». _____	50
Figure 50 : Graphique de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse » (03) de 1777 à 2021. _____	51
Figure 51 : Cartographie de la répartition des types d'intersection du site de Soumagne (18), représentative de l'ensemble paysager « Condroz ». _____	52
Figure 52 : Graphique de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de l'ensemble paysager « Condroz » (04) de 1777 à 2021. _____	53
Figure 53 : Cartographie de la répartition des types d'intersection du site de Huy (30), représentative de l'ensemble paysager « Condroz ». _____	54
Figure 54 : Graphique de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne » (05) de 1777 à 2021. _____	55
Figure 55 : Cartographie de la répartition des types d'intersection du site de Pilot (40), représentative de l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne ». _____	56
Figure 56 : Graphique comparatif de l'évolution de la répartition du type d'intersections au sein du réseau de haies de chaque ensemble paysager de 1777 à 2021. _____	57
Figure 57 : Graphique de l'évolution de l'occupation du sol pour l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers » (01) de 1777 à 2021. _____	58
Figure 58 : Graphique de l'évolution de l'occupation du sol pour l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon » (02) de 1777 à 2021. _____	59
Figure 59 : Graphique de l'évolution de l'occupation du sol pour l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse » (03) de 1777 à 2021. _____	60
Figure 60 : Graphique de l'évolution de l'occupation du sol pour l'ensemble paysager « Condroz » (04) de 1777 à 2021. _____	61
Figure 61 : Graphique de l'évolution de l'occupation du sol pour l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne » (05) de 1777 à 2021. _____	62
Figure 62 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol pour chaque ensemble paysager de 1777 à 2021. _____	63
Figure 63 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol et de l'occupation du sol en bordure de haies pour l'ensemble paysager « Plaine et bas-plateau hennuyers » (01) de 1777 à 2021. _____	64
Figure 64 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol et de l'occupation du sol en bordure de haies pour l'ensemble paysager « Bas-plateau brabançon et hesbignon » (02) de 1777 à 2021. _____	65
Figure 65 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol et de l'occupation du sol en bordure de haies pour l'ensemble paysager « Entre-Vesdre-et-Meuse » (03) de 1777 à 2021. _____	66
Figure 66 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol et de l'occupation du sol en bordure de haies pour l'ensemble paysager « Condroz » (04) de 1777 à 2021. _____	67
Figure 67 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol et de l'occupation du sol en bordure de haies pour l'ensemble paysager « Dépression Fagne-Famenne » (05) de 1777 à 2021. _____	68

Figure 68 : Graphique comparatif de l'évolution de l'occupation du sol en bordure de haies pour chaque ensemble paysager de 1777 à 2021. _____ 69

Figure 69 : Carte de comparaison, entre 1973-1977 et 2001-2007, de la répartition et de l'abondance de la Pie-Grièche écorcheur en Wallonie. _____ 76

2. Tableaux

Tableau 1 : Synthèse des best practices. _____ 12

Tableau 2 : Formule pour la valeur totale de chaque type d'intersection. _____ 19

Tableau 3 : Sites d'études identifiés pour chaque ensemble paysager. _____ 21

Tableau 4 : Comparaison des grandes tendances d'évolution du paysage sur les cartographies allant de 1777 à 2021. _____ 33

Tableau 5 : Densités maximales et minimales pour tous les ensembles paysagers et la Wallonie, avec l'époque correspondante. _____ 39

Tableau 6 : Valeurs de connectivité maximales et minimales pour tous les ensembles paysagers et la Wallonie, avec l'époque correspondante. _____ 46

Tableau 7 : Classement de la densité et connectivité moyenne de chaque ensemble paysager, de la valeur la plus élevée à la plus faible, pour chaque année étudiée. _____ 72

Tableau 8 : Synthèse des années auxquelles on retrouve les valeurs maximales et les valeurs minimales de la densité et de la connectivité de chaque ensemble paysager. _____ 72

SOURCES

BATAILLE Baptiste, WALOT Thierry & LE ROI Alain, *AGRINATURE N°3, Les oiseaux des plaines de cultures*.

BIODIVERSITÉ DE LA WALLONIE, *Subventions à la plantation*. Disponible à l'adresse :

< <http://biodiversite.wallonie.be/fr/subventions-a-la-plantation.html?IDC=6057> >.

BUREL F. & BAUDRY J., *Structural dynamic of a hedgerow network landscape in Brittany France*,

Landscape Ecology (1990), pp. 197–210. Disponible à l'adresse : <

<https://doi.org/10.1007/BF00129828> >.

CONFÉRENCE PERMANENTE DU DÉVELOPPEMENT TERRITORIAL, *Accueil*. Disponible à l'adresse :

< <https://cpdt.wallonie.be/> >.

CARTESIUS, *Belgium evolves 1873 - 1904 - 1939*. Disponible à l'adresse :

< <http://www.cartesius.be/arcgis/home/item.html?id=191846e821094b7c9b92fe99c3afba82> >.

CARTESIUS, *Belgium evolves 1939 - 1969 - 1981* (no date). Disponible à l'adresse :

< <http://www.cartesius.be/arcgis/home/item.html?id=3dc60b2864834ec6ad91b9aa82cbcd5c> >.

CARTESIUS, *Belgium in 1939*. Disponible à l'adresse :

< <http://www.cartesius.be/arcgis/home/item.html?id=33aeb442ef724b8ba79e7bbf1afe2aa2> >.

CORNULIER T. *et al.*, *Bayesian reconstitution of environmental change from disparate historical records: hedgerow loss and farmland bird declines*, *Methods in Ecology and Evolution* (2011), pp. 86–94.

Disponible à l'adresse : < <https://doi.org/10.1111/j.2041-210X.2010.00054.x> >.

DECKERS B. *et al.*, *Long-term spatio-temporal dynamics of a hedgerow network landscape in Flanders*,

Belgium, p.22. Disponible à l'adresse : < <https://www.cambridge.org/core/journals/environmental-conservation/article/longterm-spatiotemporal-dynamics-of-a-hedgerow-network-landscape-in-flanders-belgium/A9C11A4278B46759DF80A18FA8FC9D36> >.

DEROUAUX A. & PAQUET J.-Y., *L'évolution préoccupante des populations d'oiseaux nicheurs en Wallonie : 28 ans de surveillance de l'avifaune commune* (2018), p. 31.

GEOPORTAIL DE LA WALLONIE, *Carte du dépôt de la guerre (1865 - 1880)* (no date). Disponible à l'adresse :

< <http://geoportail.wallonie.be/catalogue/2005026d-c9e0-41c4-81f2-758ee21d47of.html> >.

GEOPORTAIL DE LA WALLONIE, *Cartes de Ferraris (1770-1778)* (no date). Disponible à l'adresse :

< <http://geoportail.wallonie.be/catalogue/b8b9e555-a4d1-49bf-940d-31bbbf7613fc.html> >.

GEOPORTAIL DE LA WALLONIE, *Orthophotos 2021*. Disponible à l'adresse :

< <http://geoportail.wallonie.be/catalogue/7608c4c6-1434-4291-940c-8b9c8da64484.html> >.

GEOPORTAIL DE LA WALLONIE, *Parcellaire agricole anonyme (situation 2021)*. Disponible à l'adresse :

< <http://geoportail.wallonie.be/catalogue/84d6fd80-7337-4575-b2d9-c9b48cbda3bd.html> >.

JESSENNE J.-P. & VIVIER N., *Libérer la terre ! Une Europe des réformes agraires (vers 1750-1850) ?*,

Revue d'histoire moderne & contemporaine (2016), pp. 27–65. Disponible à l'adresse :

< <https://doi.org/10.3917/rhmc.634.0027> >.

LENOIR J. *et al.*, *Historical continuity and spatial connectivity ensure hedgerows are effective corridors for forest plants : Evidence from the species–time–area relationship*, *Journal of Vegetation Science*, 32 (2021). Disponible à l'adresse: < <https://doi.org/10.1111/jvs.12845> >.

LIAGRE Fabien, *Les haies rurales*, 2^{ème} édition.

LIFE PRAIRIES BOCAGÈRES, *Le projet LIFE Prairies Bocagères*. Disponible à l'adresse :

< <https://www.lifeprairiesbocageres.eu/index0168.html?id=2453> >.

NATAGRIWAL, *Mesures agro-environnementales*. Disponible à l'adresse :

< <https://www.natagriwal.be/fr/mesures-agro-environnementales/liste-des-mae/fiches/details/333> >.

ORESZCZYN S. and LANE A., *The meaning of hedgerows in the English landscape: Different stakeholder perspectives and the implications for future hedge management*, *Journal of Environmental Management* (2000), pp. 101–118. Disponible à l'adresse : < <https://doi.org/10.1006/jema.2000.0365> >.

PAQUET J.-Y. *et al.*, *Atlas des oiseaux nicheurs de Wallonie*, AVES et Département de l'Etude du Milieu Naturel et Agricole (2010).

S.A. HINSLEY & P.E. BELLAMY, *The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to bird: A review*, p.34. Disponible à l'adresse :

< <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0301479700903608?token=D314E65379048C3A4DF6A5F7AC0339FD2425B31026AC1EC808EB454D93162E7F399647FAB0DC2B051E471E7C2A9C8783&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220920085026> >.

SCHMUCKI R. *et al.*, *Spatial and Temporal Dynamics of Hedgerows in Three Agricultural Landscapes of Southern Quebec, Canada*, *Environmental Management* (2002), pp. 651–664. Disponible à l'adresse :

< <https://doi.org/10.1007/s00267-002-2704-9> >.

SKLENICKA P. *et al.*, *Remnants of medieval field patterns in the Czech Republic: Analysis of driving forces behind their disappearance with special attention to the role of hedgerows*, *Agriculture, Ecosystems & Environment* (2009), pp. 465–473. Disponible à l'adresse :

< <https://doi.org/10.1016/j.agee.2008.10.026> >.

SPW, *Yes We Plant, Yes We Plant*. Disponible à l'adresse :

< <http://yesweplant.wallonie.be/cms/render/live/fr/sites/haies/home.html> >.

ANNEXES

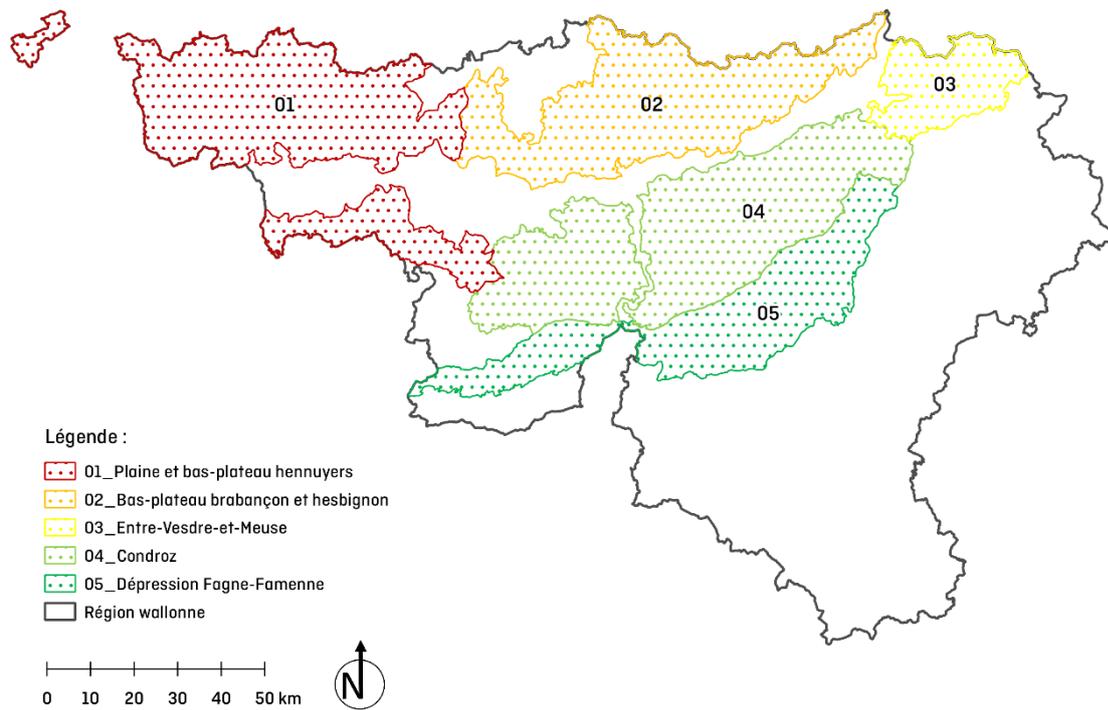
Annexe 1 : Les 10 avantages de replanter des haies dans les champs ou les terrains privés, par l'asbl Natgriwal. Disponible à l'adresse : <https://www.rtb.be/article/planter-des-haies-en-wallonie-a-quoi-ca-sert-10311488> .

1. La haie protège les cultures du vent.
2. Elle permet le retour d'insectes qui se nourrissent des ravageurs de cultures comme les pucerons
3. Les haies servent de nichoirs aux oiseaux mais aussi de garde-manger si l'on plante des haies "gourmandes" d'arbres fruitiers.
4. Les haies contribuent à faire baisser la température grâce à l'ombre produite.
5. Les haies absorbent l'eau et servent de rempart en cas d'inondation.
6. Les haies peuvent servir de fourrage, de nourriture pour le bétail comme les vaches.
7. Elles peuvent apporter du petit bois de chauffage
8. Elles contribuent à un environnement favorable pour les insectes pollinisateurs comme les abeilles en disparition.
9. Des haies peuvent aussi permettre de produire des fruits.
10. Enfin, les haies ont aussi un intérêt paysager.

Annexe 2 : *La Moisson*, par Pieter BRUEGHEL l'Ancien (1565). Disponible à l'adresse : <https://cerclesdesamisdebarbizon.com/2018/08/12/les-plus-beaux-paysages-de-lhistoire-de-lart-les-reponses-du-quizz/> >.



Annexe 3 : Carte des cinq ensembles paysagers sélectionnés pour choisir les sites d'étude. Réalisation personnelle sur base des données *ShapeFile* envoyées par la CPDT.

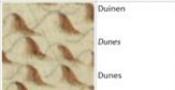
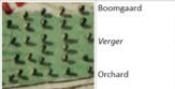


Annexe 4 : Légende des cartes de Ferraris datant de 1777. Disponible à l'adresse :

< <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/b8b9e555-a4d1-49bf-940d-31bbbf7613fc.html> >.

Legenda van de Ferrariskaarten
Légende des Cartes de Ferraris
Legend of Ferraris' maps

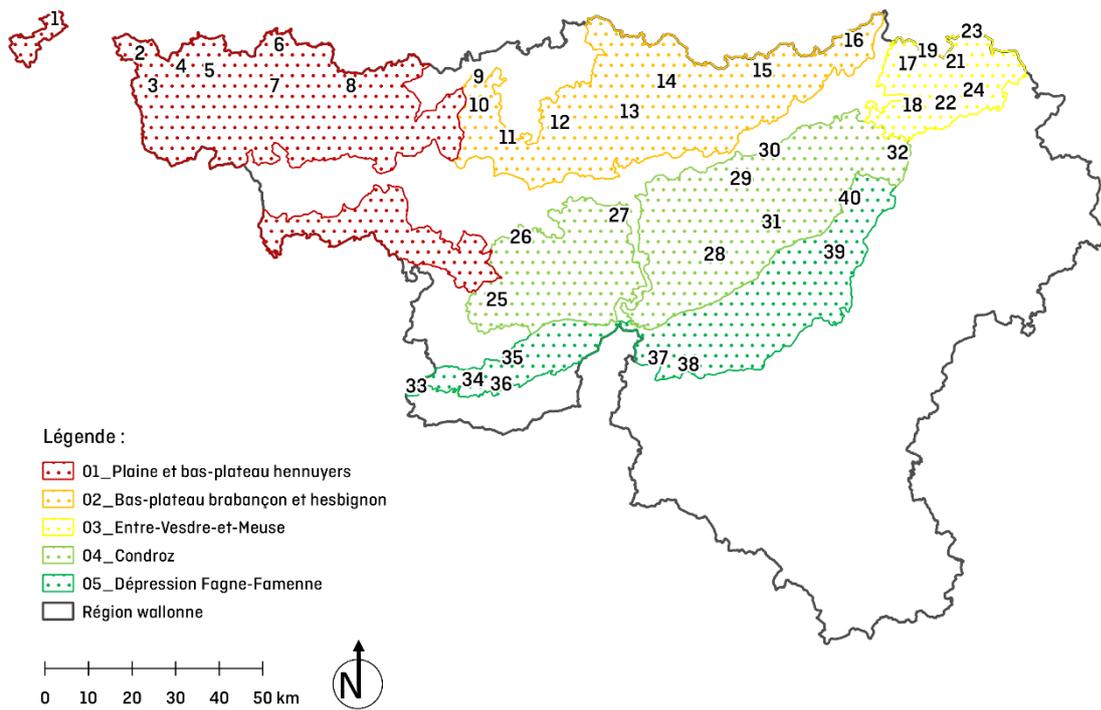
(1771-1778)

	Akkers, velden Terrain de culture Fields		Heuvel Colline Hill		Vrijstaande gebouwen (beveerd bij de parochies met het nummer 35) Bâtimens avec numéro paroissial Buildings and number of their parish
	Weiland Prairie Grassland		Mijnschachten [B] Puits de mine Mine		Huizenblokken Pâtes de maisons City blocks
	Heide Bruyère Heathland		Groeve [B] Carrière Pit		kerk Eglise Church
	Turfleyen Etang tourbière Bog, mire		Hagen Haies Hedges		Kapel Cappelle Chappel
	Onbegaanbaar moeras [R] Marais impraticable Swamp		Bomen Arbres Trees		Kruisbeeld Cruifix Cruifix
	Folde (niet volledig drooggelegd) Polder pas drainé complètement Folde (not completely drained)		Kruipelhout, lage begroeiing Bois de basse futaie Bushes, shrubs		Houten windmolen Moulin à vent en bois Wooden windmill
	Duinen Dunes		Hoogstammen [R] Bois de hausse futaie High-trunk trees		Bakstenen windmolen Moulin à vent en maçonnerie Brick or stone windmill
	Boomgaard Verger Orchard		Naaldbomen [R] Sapins Pines		Watermolen (met twee raderen) [B] Moulin à eau Watermill
	Wijngaard [H] Vignoble Vineyard		Hoofdweg, verharde en verhoogde weg Route, chaussée Road		Sluizen Écluses Locks
	Moestuinen Potagers Vegetable patches		Landweg Chemin Way		Wip, doelwit voor boogschutters [B] Tir à l'arc Target
	Park [H] Parc Parc		Pad Sentier Path		Schandpaal [B] Pillori Pillory
	Pool, vijver Etang Pond		Aarden dijk, wal Digue Dike (dyke), levee		Galg Potence Gallows
	Waterlopen Cours d'eau Waterways		Muur of kade Mur ou appontement Wall or quay		Grens (kleuren v/d betrokken staten) Frontière (couleurs référant au pays) Border (colours of concerned countries)
	Stromend water (in de richting v/d pijl) Eau courante (flèche indiquant direction) Current (in direction of the arrow)		Weermuur Rempart Curtain wall		Vorstelijk domein Domaine appartenant à l'Empereur Emperor's private estate
	Voorde, doorwaadbare plaats [H] Gué Ford, shallow place in a waterbody		Houten brug Pont en charpente Wooden bridge		Slagveld Champ de bataille Battlefield
	Helling (de top aan weerszijden) [B] Pente (sommet étant à côté) Grade (top being on both sides)		(Bak)stenen brug Pont en maçonnerie Brick or stone bridge		Schermutseling, licht treffen [O] Chouk, petit combat Skirmish
	Rotsen [H] Rochers Rocks		Gedempte kruising met een waterloop Carrefour comblé Filled in waterway crossing		

De afbeeldingen zijn afkomstig van uitdruk nr. 2 (Nieuwpoort), tenzij anders vermeld.
 Les images ont été tirées dans le découpe no. 2 (Nieuwpoort), sauf les découpages mentionnés.
 All images were taken from extract R2 (Nieuwpoort), unless if mentioned otherwise:

[B] 54 (Bergen - Mons)
 [H] 153 (Hoei - Huy)
 [R] 188 (Rekem)
 [O] 7 (Doostende - Ostende - Ostend)

Annexe 6 : Localisation des sites d'études en Wallonie au sein des ensembles paysagers étudiés. Réalisation personnelle sur base des données *ShapeFile* envoyées par la CPDT.



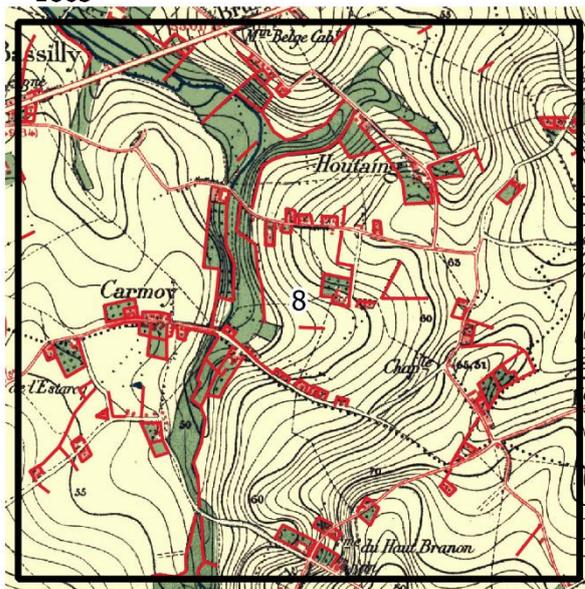
Annexe 7 : Cartes de Ferraris, du Dépôt de la Guerre, de l'Institut cartographique militaire et Orthophotos et des haies de Sully (8).

1777



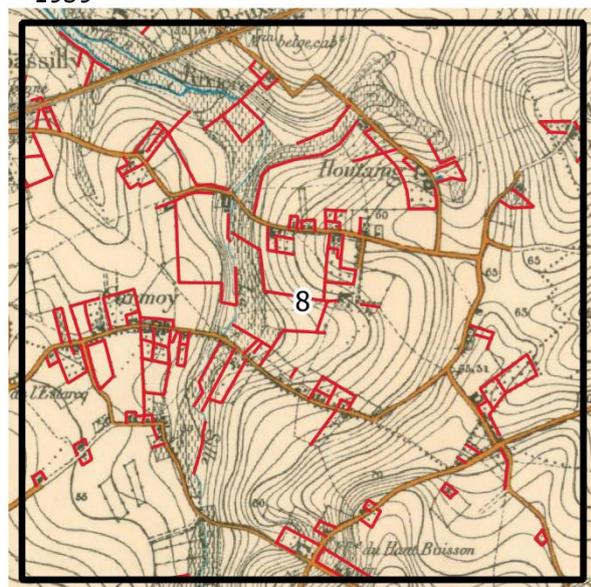
0 0,5 1 1,5 2 km

1865



0 0,5 1 1,5 2 km

1939



0 0,5 1 1,5 2 km

2021



0 0,5 1 1,5 2 km

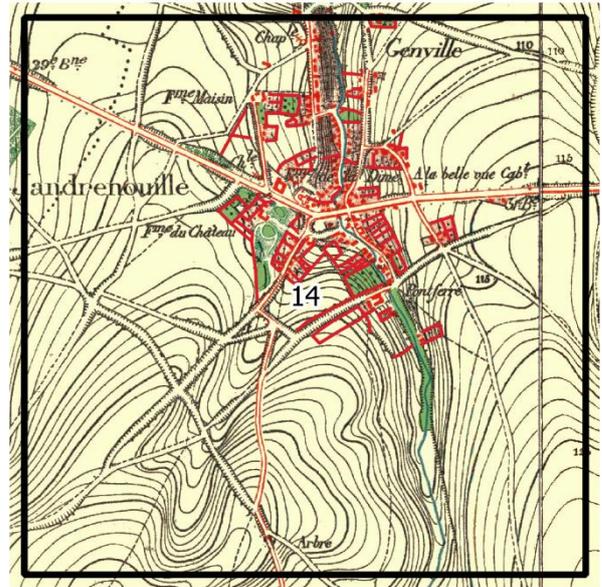
Annexe 8 : Cartes de Ferraris, du Dépôt de la Guerre, de l'Institut cartographique militaire et Orthophotos et des haies de Jandrain [14].

1777



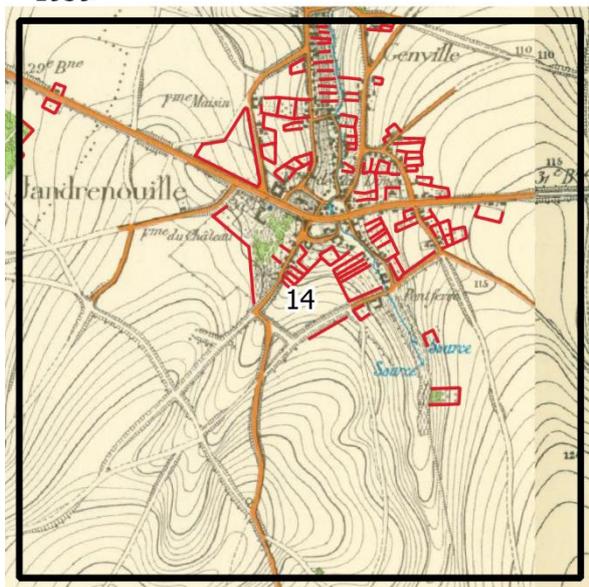
0 0,5 1 1,5 2 km

1865



0 0,5 1 1,5 2 km

1939



0 0,5 1 1,5 2 km

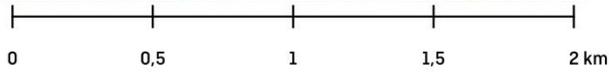
2021



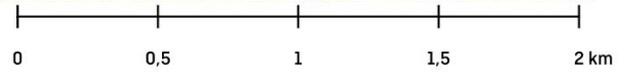
0 0,5 1 1,5 2 km

Annexe 9 : Cartes de Ferraris, du Dépôt de la Guerre, de l'Institut cartographique militaire et Orthophotos et des haies de Soumagne [18].

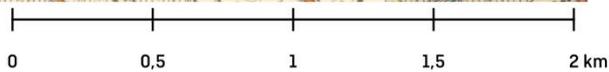
1777



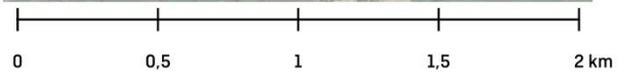
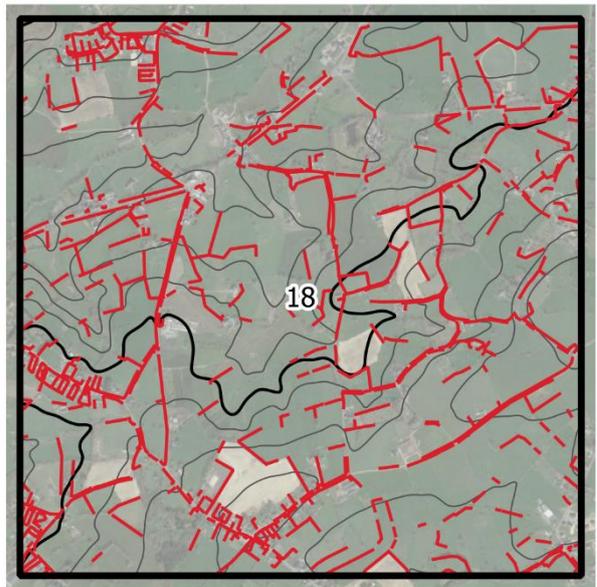
1865



1939



2021



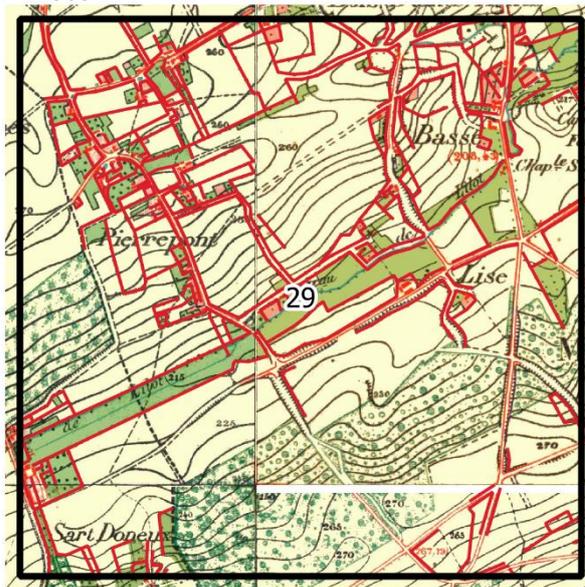
Annexe 10 : Cartes de Ferraris, du Dépôt de la Guerre, de l'Institut cartographique militaire et Orthophotos et des haies de Marchin [29].

1777



0 0,5 1 1,5 2 km

1865



0 0,5 1 1,5 2 km

1939



0 0,5 1 1,5 2 km

2021



0 0,5 1 1,5 2 km

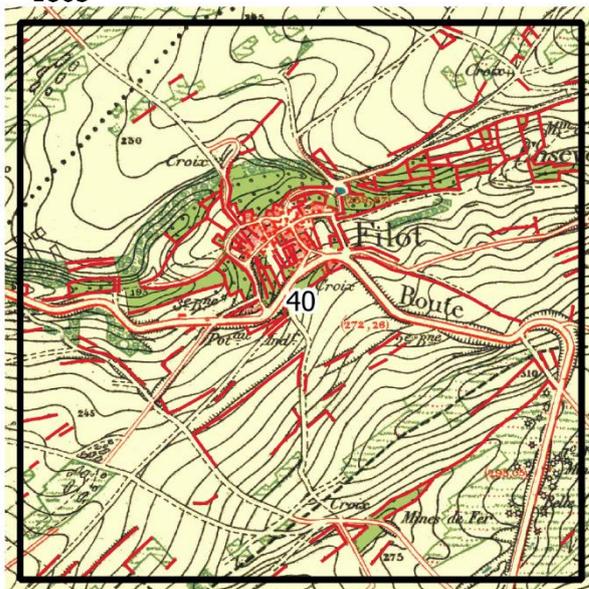
Annexe 11 : Cartes de Ferraris, du Dépôt de la Guerre, de l'Institut cartographique militaire et Orthophotos et des haies de Filot (40).

1777



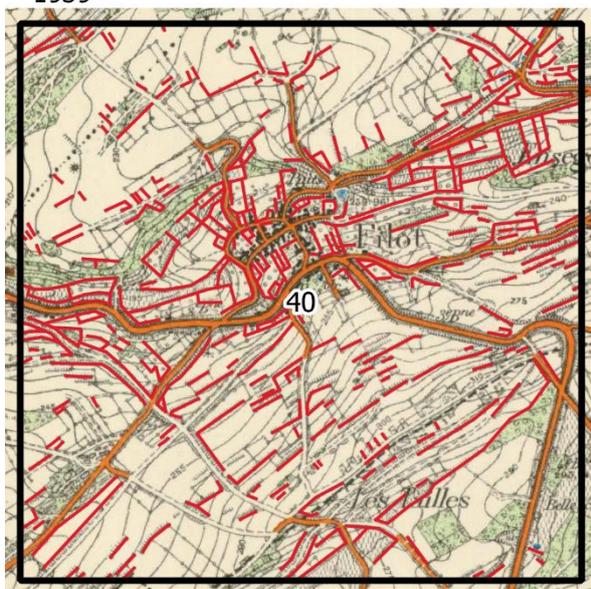
0 0,5 1 1,5 2 km

1865



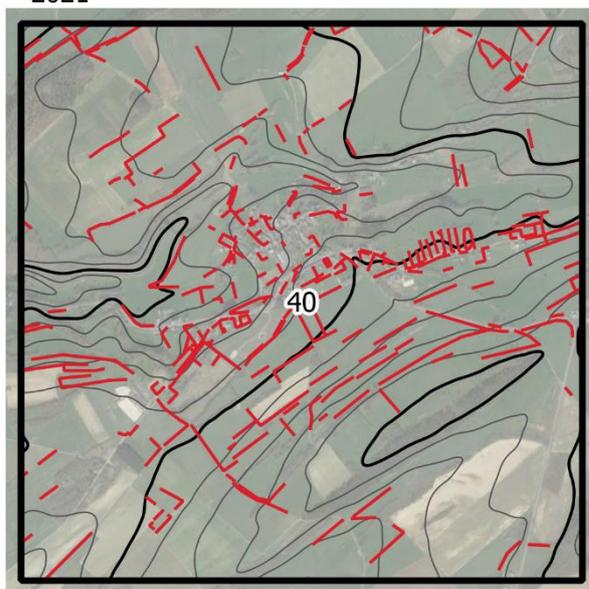
0 0,5 1 1,5 2 km

1939



0 0,5 1 1,5 2 km

2021



0 0,5 1 1,5 2 km

Annexe 12 : Densité du réseau de haies aux quatre périodes, calculée pour chaque site étudié. Le maximum est indiqué en rouge et le minimum en bleu.

	1777	1865	1939	2021
Comines (1)	12,04	4,78	4,61	1,71
Evregnies (2)	16,57	4,20	3,16	2,61
Bailleul (3)	9,70	2,57	3,52	0,98
Molenbaix (4)	9,04	1,89	2,48	0,34
Forest (5)	12,98	4,92	4,54	0,49
Flobecq (6)	13,48	5,95	2,59	2,66
Houtaing (7)	15,15	4,43	3,12	1,28
Silly (8)	11,46	4,47	4,39	1,70

	1777	1865	1939	2021
Braine-l'Alleud (9)	6,86	3,48	2,66	5,21
Nivelles (10)	2,99	1,25	1,24	0,22
Rèves (11)	6,80	2,78	2,21	1,57
Chastre (12)	6,76	2,64	1,71	1,79
Eghezée (13)	2,02	0,73	1,00	0,11
Jandrain (14)	2,00	1,76	2,52	2,21
Waremme (15)	3,36	4,49	6,90	3,28
Bassenge (16)	6,72	7,20	8,90	4,51

	1777	1865	1939	2021
Julémont (17)	17,31	17,15	13,95	5,19
Soumagne (18)	20,74	19,98	19,45	8,88
Aubel (19)	16,79	17,93	15,22	5,92
Battice (20)	18,64	17,53	15,00	5,42
Crawhez (21)	18,94	17,58	14,20	4,85
Andrimont (22)	15,92	16,56	16,75	7,92
Plombières (23)	17,35	16,02	14,00	3,84
Welkenraedt (24)	18,89	21,14	17,61	7,69

	1777	1865	1939	2021
Walcourt (25)	11,18	5,79	3,44	2,90
Gerpennes (26)	12,29	3,64	5,19	3,25
Bois-de-Villers (27)	18,02	10,95	9,04	5,44
Ciney (28)	2,14	1,69	2,10	2,10
Marchin (29)	11,72	9,39	8,18	2,53
Huy (30)	7,44	6,18	5,98	0,99
Borsu (31)	3,28	2,34	2,08	0,63
Deigné (32)	5,60	9,22	10,35	4,52

	1777	1865	1939	2021
Momignies [33]	6,80	5,34	10,50	5,57
Chimay [34]	1,74	2,60	3,29	2,90
Aublain [35]	2,39	2,82	2,52	3,38
Pesche [36]	2,24	5,50	4,07	4,07
Sevry [37]	3,57	5,84	8,11	3,72
Honnay [38]	3,05	5,87	6,96	4,38
Biron [39]	5,67	9,67	8,83	6,86
Filot [40]	4,44	4,89	8,76	5,16

Annexe 13 : Densité moyenne et écart-type du réseau de haies aux quatre périodes, calculés pour chaque ensemble paysager. Les maxima sont indiqués en rouge et les minima en bleu.

	1777		1865		1939		2021	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Plaine et bas-plateau hennuyers [01]	12,55	2,56	4,15	1,31	3,55	0,86	1,47	0,87
Bas-plateau brabançon et hesbignon [02]	4,69	2,29	3,04	2,07	3,39	2,89	2,36	1,86
Entre-Vesdre-et-Meuse [03]	18,07	1,52	17,99	1,73	15,77	1,99	6,21	1,75
Condroz [04]	8,96	5,32	6,15	3,46	5,80	3,17	2,79	1,63
Dépression Fagne-Famenne [05]	3,74	1,78	5,32	2,18	6,63	2,96	4,50	1,30

Annexe 14 : Connectivité du réseau de haies aux quatre périodes, calculée pour chaque site étudié. Le maximum est indiqué en rouge et le minimum en bleu.

	1777	1865	1939	2021
Comines [1]	1260	198	246	36
Evregnies [2]	2622	150	150	240
Bailleul [3]	1146	108	300	30
Molenbaix [4]	804	78	108	6
Forest [5]	1554	120	138	6
Flobecq [6]	1620	264	42	54
Houtaing [7]	1968	288	150	12
Silly [8]	1182	336	330	72

	1777	1865	1939	2021
Braine-l'Alleud [9]	414	222	108	696
Nivelles [10]	150	120	48	0
Rèves [11]	324	114	66	96
Chastre [12]	480	162	96	72
Eghezée [13]	18	18	6	6
Jandrain [14]	216	228	306	72
Waremme [15]	480	594	858	366
Bassenge [16]	936	774	937	360

	1777	1865	1939	2021
Julémont [17]	2136	2094	1266	114
Soumagne [18]	3354	2936	2664	462
Aubel [19]	2364	2232	1506	282
Battice [20]	2540	2046	1434	180
Crawhez [21]	2310	1974	1092	180
Andrimont [22]	2094	1944	2004	726
Plombières [23]	2100	1590	1272	144
Welkenraedt [24]	2718	2694	1854	360

	1777	1865	1939	2021
Walcourt [25]	906	252	96	54
Gerpennes [26]	1166	102	282	162
Bois-de-Villers [27]	1934	444	414	486
Ciney [28]	60	102	108	192
Marchin [29]	1296	720	576	72
Huy [30]	510	456	408	60
Borsu [31]	258	276	228	18
Deigné [32]	750	816	732	138

	1777	1865	1939	2021
Momignies [33]	600	294	978	366
Chimay [34]	108	78	156	60
Aublain [35]	138	126	60	48
Pesche [36]	78	348	246	150
Sevry [37]	378	342	558	102
Honnay [38]	330	492	732	96
Biron [39]	678	768	690	222
Filot [40]	666	324	516	192

Annexe 15 : Connectivité moyenne et écart-type du réseau de haies aux quatre périodes, calculés pour chaque ensemble paysager. Les maxima sont indiqués en rouge et les minima en bleu.

	1777		1865		1939		2021	
	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type	Moyenne	Ecart-type
Plaine et bas-plateau hennuyers [01]	1520	568	193	94	183	99	57	78
Bas-plateau brabançon et hesbignonn [02]	377	279	279	263	303	378	209	245
Entre-Vesdre-et-Meuse [03]	2452	426	2189	433	1637	516	306	207
Condroz [04]	860	607	396	266	356	223	148	149
Dépression Fagne-Famennaise [05]	372	252	347	215	492	316	155	105

Annexe 16 : Répartition des types d'intersections, en pourcents, pour chaque ensemble paysager.

	1777	1865	1939	2021
_01				
O	31	82	82	96
T	62	17	17	4
X	7	1	1	0
*	0	0	0	0
S	100	100	100	100

	1777	1865	1939	2021
_02				
O	56	66	75	93
T	42	31	23	7
X	2	2	1	0
*	0	0	0	0
S	100	100	100	100

	1777	1865	1939	2021
_03				
O	21	31	38	93
T	72	66	60	7
X	7	3	3	0
*	0	0	0	0
S	100	100	100	100

	1777	1865	1939	2021
_04				
O	38	67	74	94
T	59	31	25	6
X	2	2	1	0
*	0	0	0	0
S	100	100	100	100

	1777	1865	1939	2021
_05				
O	56	73	74	94
T	41	26	25	6
X	3	1	2	0
*	0	0	0	0
S	100	100	100	100

Annexe 17 : Superficies des différents types d'occupation du sol, en pourcents, pour chaque ensemble paysager.

	1777	1865	1939	2021
_01 Cultures	83,10	86,35	85,30	62,07
Prairies	4,72	5,63	8,15	20,86
Vergers	5,35	2,24	1,13	0,16
Forêts	2,60	1,02	0,49	1,04
Urbain	2,19	1,88	2,27	11,81
Routes	1,84	2,59	2,43	3,19
Cours d'eau	0,19	0,28	0,23	0,24
S	100,00	100,00	100,00	100,00

	1777	1865	1939	2021
_02 Cultures	80,07	82,35	78,40	65,53
Prairies	10,53	7,86	11,92	11,55
Vergers	2,94	3,11	3,16	0,89
Forêts	2,00	1,63	2,01	2,53
Urbain	2,39	2,61	2,07	14,48
Routes	1,75	2,16	2,16	4,36
Cours d'eau	0,32	0,28	0,28	0,65
S	100,00	100,00	100,00	100,00

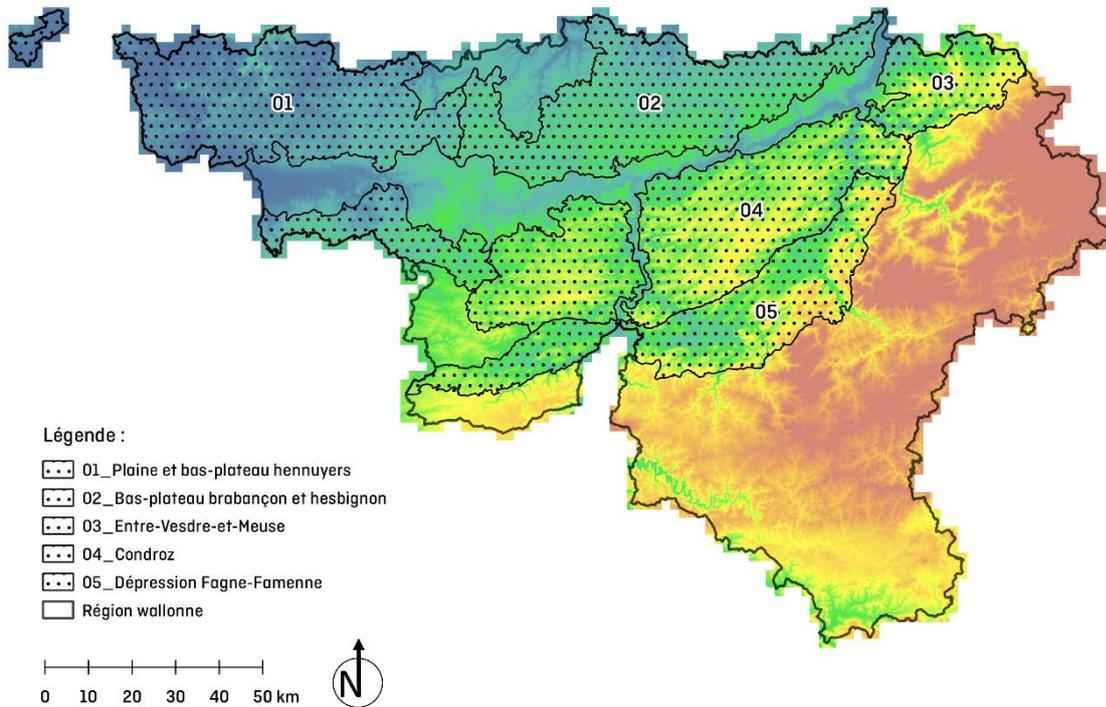
	1777	1865	1939	2021
_03 Cultures	5,19	4,20	3,39	9,82
Prairies	75,41	71,05	66,40	68,04
Vergers	10,75	18,62	24,69	0,41
Forêts	2,73	0,89	0,85	0,93
Urbain	3,32	2,39	1,79	15,24
Routes	2,15	2,40	2,43	4,97
Cours d'eau	0,44	0,46	0,46	0,60
S	100,00	100,00	100,00	100,00

	1777	1865	1939	2021
_04 Cultures	71,62	76,89	74,73	36,41
Prairies	8,44	8,40	9,19	33,07
Vergers	5,49	2,82	4,31	0,04
Forêts	9,81	6,80	7,25	6,95
Urbain	2,33	2,16	1,80	18,95
Routes	2,02	2,66	2,42	4,47
Cours d'eau	0,29	0,29	0,30	0,11
S	100,00	100,00	100,00	100,00

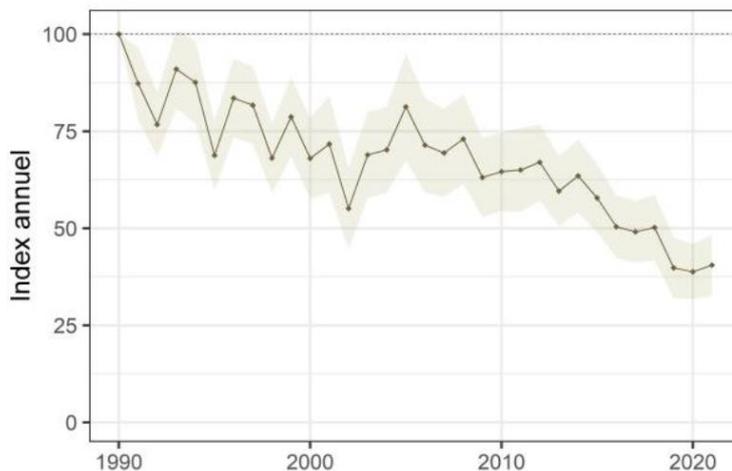
	1777	1865	1939	2021
_05 Cultures	72,10	68,67	67,94	19,43
Prairies	21,23	23,79	23,60	60,35
Vergers	2,33	1,19	1,90	0,00
Forêts	1,03	2,30	2,92	4,99
Urbain	1,27	1,42	1,01	11,10
Routes	1,62	2,25	2,25	3,62
Cours d'eau	0,42	0,37	0,37	0,50
S	100,00	100,00	100,00	100,00

Annexe 18 : Carte du Modèle Numérique de Terrain pour la Région wallonne, réalisée à l'aide des données du Géoportail de la Wallonie, disponibles à l'adresse :

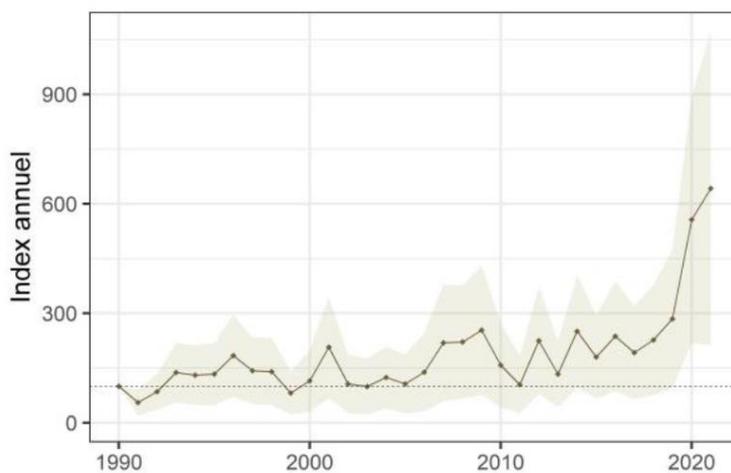
< <https://geoportail.wallonie.be/catalogue/300a9c30-f7de-474e-98f1-b43f5296e880.html> >.



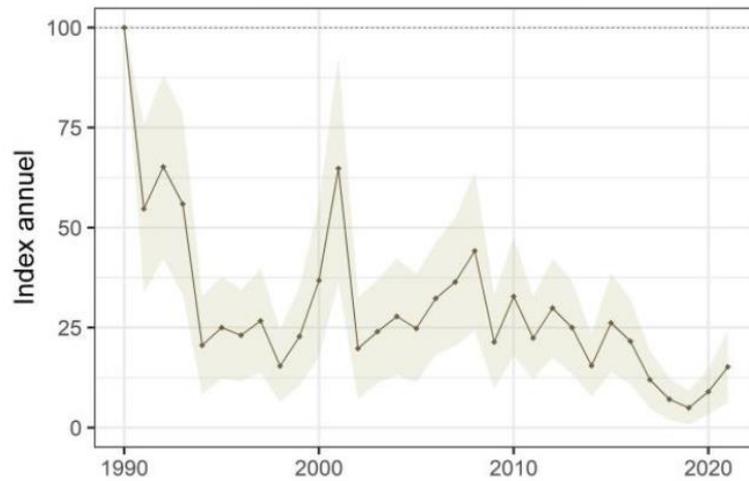
Annexe 19 : Evolution de la population du Bruant jaune en Wallonie entre 1990 et 2021. La zone grisée correspond à l'intervalle de confiance à 95%. *Etat de l'avifaune des milieux agricoles en Wallonie 2021*, AVES Natagora, 2022, p.12.



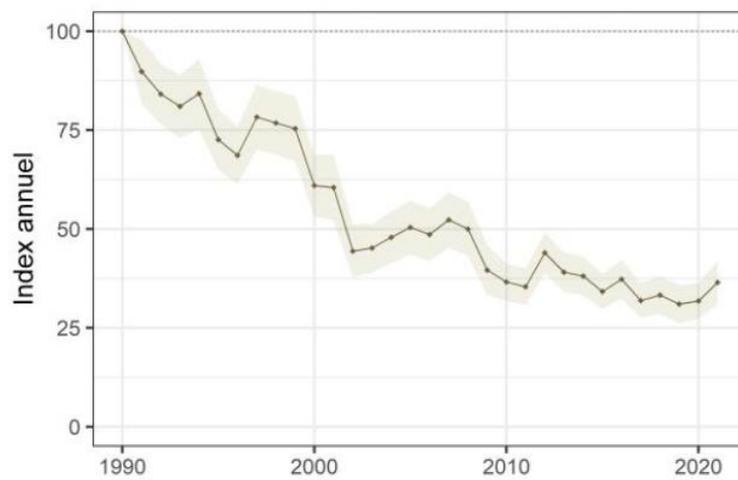
Annexe 20 : Evolution de la population de la Pie-Grièche écorcheur en Wallonie entre 1990 et 2021. La zone grisée correspond à l'intervalle de confiance à 95%. *Etat de l'avifaune des milieux agricoles en Wallonie 2021*, AVES Natagora, 2022, p.15.



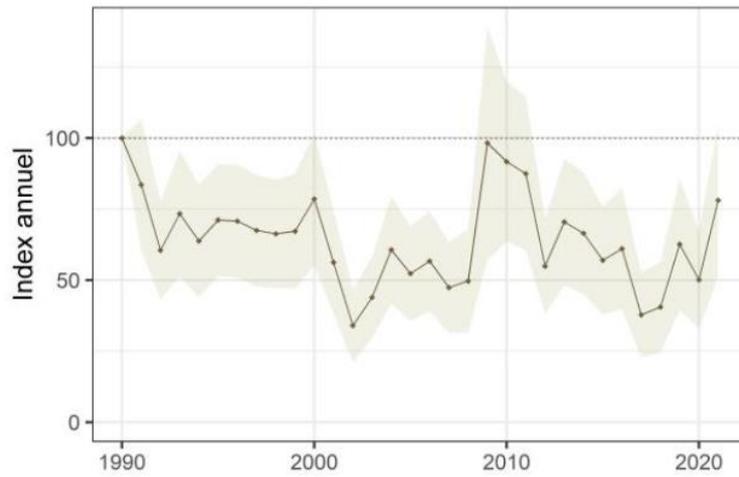
Annexe 21 : Evolution de la population du Vanneau huppé en Wallonie entre 1990 et 2021. La zone grisée correspond à l'intervalle de confiance à 95%. *Etat de l'avifaune des milieux agricoles en Wallonie 2021*, AVES Natagora, 2022, p.9.



Annexe 22 : Evolution de la population de l'Alouette des champs en Wallonie entre 1990 et 2021. La zone grisée correspond à l'intervalle de confiance à 95%. *Etat de l'avifaune des milieux agricoles en Wallonie 2021*, AVES Natagora, 2022, p.9.



Annexe 23 : Evolution de la population de la Bergeronnette printanière en Wallonie entre 1990 et 2021. La zone grisée correspond à l'intervalle de confiance à 95%. *Etat de l'avifaune des milieux agricoles en Wallonie 2021*, AVES Natagora, 2022, p.11.



Annexe 24 : Evolution de la population du Bruant proyer en Wallonie entre 1990 et 2021. La zone grisée correspond à l'intervalle de confiance à 95%. *Etat de l'avifaune des milieux agricoles en Wallonie 2021*, AVES Natagora, 2022, p.15.

