
Mémoire

Auteur : Vandromme, Jérôme

Promoteur(s) : Delcourt, Johann; Licoppe, Alain

Faculté : Faculté des Sciences

Diplôme : Master en biologie des organismes et écologie, à finalité spécialisée en biologie de la conservation : biodiversité et gestion

Année académique : 2021-2022

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/16066>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Comment le sanglier (*Sus scrofa*), en occupant la plaine agricole, prend-il son indépendance vis-à-vis du couvert forestier en Wallonie ?

Jérôme Vandromme

Travail de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie des organismes et écologie

Finalité spécialisée en biologie de la conservation: biodiversité et gestion

Faculté des Sciences -Année académique 2021-2022

CO-PROMOTEURS : JOHANN DELCOURT & ALAIN LICOPPE

Remerciements

Je tiens à remercier mon promoteur Dr. Johann Delcourt, du département de Biologie, Écologie et Évolution de l'Université de Liège, pour son appui scientifique, ses nombreuses relectures. Je tiens également à remercier mon co-promoteur, Pr. Alain Licoppe, du Département de l'Étude du Milieu Naturel et Agricole à Gembloux, d'avoir accepté de m'encadrer mais également pour son appui scientifique, sans lequel ce travail n'aurait pas été possible. Je les remercie conjointement cette fois, pour le temps qu'ils ont consacré à encadrer ce travail.

Je remercie aussi Cozmin Lucau-Danila (CRAW), Céline Malengreaux (DEMNA), Julien Lievens (DEMNA), Frédéric Della Libera (DEMNA) et Kévin Morelle (Max Planck Institute of Animal Behavior) pour leurs conseils et aides durant ce travail.

Un grand merci également à ma famille pour leur aide au cours de ce travail. Je remercie d'une part Pauline, pour ses relectures attentives et rigoureuses ainsi que pour son soutien. Je remercie d'autre part Vincent pour son aide lors du décryptage des parcellaires agricoles.

Un dernier remerciement pour les masters BOE de la promotion 2022 ainsi qu'au corps professoral de l'université pour ces bons moments passés.

Résumé

Bien qu'étant une espèce forestière, lors de ces dernières décennies les populations de sangliers ont augmenté et colonisé progressivement les milieux agricoles, voire urbains. Malgré cette cohabitation problématique pour l'homme et la faune des plaines (transmissions de maladies aux bétails, prédation, collision avec les véhicules...) l'écologie de mouvement (navigation, motivation et capacité de déplacement) du sanglier, en plaine agricole reste mal comprise. Dans ce travail nous montrons des stratégies de mouvement (shift comportemental, délocalisation du domaine vital, sélection adéquate de cultures) utilisées par le sanglier en plaine agricole afin de gagner en indépendance vis-à-vis du couvert forestier (dont il est originaire). Ces stratégies peuvent être des pistes afin d'expliquer les mécanismes adaptatifs développés par le sanglier pour coloniser la plaine agricole. Toutefois, dans la majeure partie du temps, il semble garder une certaine dépendance vis-à-vis de ce couvert (retour fréquent sous couvert forestier et faible éloignement vis-à-vis de la lisière forestière). Une meilleure appréhension de ses capacités d'adaptation et de son écologie de mouvement permettrait d'améliorer la gestion problématique du sanglier en milieu agricole et, dans un futur proche, en milieu urbain.

Abstract

Although a forest species, in recent decades, wild boar populations have increased and gradually colonised agricultural and even urban areas. Despite this challenging cohabitation for humans and wildlife on plains (transmission of diseases to livestock, predation, collision with vehicles, etc.), the movement ecology (navigation, motivation and capacity to move) of wild boar in agricultural plains remains poorly understood. In this work, we show movement strategies (behavioural shift, relocation of home range, appropriate crop selection) used by wild boars on agricultural plains to gain independence from the forest cover (from which they originate). These strategies may be clues to explain the adaptive mechanisms developed by wild boars to colonise the agricultural plain. However, for the most part, the wild boar seems to remain dependent on the forest cover (frequent return under forest cover and short distance to the forest edge). A better understanding of its adaptive capacities and movement ecology would help improve the problematic management of wild boar in agricultural areas and, in the near future, urban areas.

Table des matières

1. Introduction.....	1
2. État des connaissances	2
3. Objectifs.....	14
4. Matériel et méthode.....	15
5. Résultats.....	28
6. Discussion.....	41
7. Conclusion	49
8. Bibliographie	51
9. Annexes	65

1. Introduction

Le sanglier (*Sus scrofa*), bien qu'initialement cloisonné aux massifs forestiers du Sud de la Belgique, a connu une explosion démographique ces dernières décennies le poussant à traverser le sillon Sambre et Meuse. Cette traversée engendre la colonisation d'un nouveau territoire, constitué principalement de plaines agricoles éloignées des massifs forestiers du Sud. Ce nouveau territoire est loin d'être hostile au sanglier, ce dernier démontrant même une capacité à tirer profit des nouvelles ressources qu'il y trouve (Keuling et al. 2009). Or l'occupation accrue du sanglier en plaine agricole questionne sur ses réelles capacités d'adaptation ainsi que son écologie dans un environnement fortement dynamique et varié (Morelle 2015).

De plus, l'occupation du sanglier en plaine agricole est loin d'être placide, s'accompagnant de nombreux conflits (transmission de maladies aux bétails, dégâts agricoles et aux espaces verts des villes, collision routière, compétition, prédation...) (Taylor & Hellgren, 1997 ; Melberg, 2012 ; Morelle, 2015).

Malgré cela, le sanglier est l'ongulé le moins étudié au niveau de l'écologie de mouvement (navigation, motivation et capacité de déplacement). Pourtant, la modification du comportement spatial de l'espèce pourrait jouer un rôle essentiel dans la compréhension de ses capacités adaptatives lui ayant permis de quitter progressivement le milieu forestier (Morelle, 2015). Cette meilleure compréhension pourrait in fine, améliorer sa gestion en plaine agricole. De plus, ce problème ne se limite pas à la Belgique : que ce soit en Europe (aire d'origine) ou dans les zones où il a été introduit, les densités ont augmenté durant les dernières décennies, augmentant le nombre de conflits (Sáaez-Royuela & Tellería, 1986 ; Barrios-Garcia & Ballari, 2012).

L'objectif de ce travail est donc de caractériser le schéma d'occupation de la plaine agricole par le sanglier, de déterminer dans quelle mesure il est capable de se rendre indépendant vis-à-vis du couvert forestier (dont il est originaire) et d'identifier les types de cultures pouvant favoriser cette dépendance afin d'améliorer la gestion du sanglier en plaine agricole.

2. État des connaissances

2.1. Le sanglier, en bref

Le sanglier (*Sus scrofa*) est un mammifère omnivore suidé d'origine eurasienne introduit dans de nombreux endroits (MFFPQ, 2016). Son poids varie entre 100 et 130kg (jusqu'à 250kg) pour les mâles (ou « verrats ») contre 80 à 90kg pour les femelles (ou « laies »). La hauteur au garrot est généralement de 90cm. Les juvéniles (ou « marcassins ») possèdent un pelage alternant des bandes claires et foncées facilitant le camouflage. Les juvéniles de plus d'un an se nomment « subadultes » (Balligand, 2015).

Plutôt sédentaire, l'animal change malgré tout quasiment quotidiennement de site de repos (bauge) et les mâles subadultes se dispersent (Maillard, 1996). La taille du domaine vital est de l'ordre de $6,23 \pm 4,60 \text{ km}^2$ (Prévot & Licoppe, 2013). Les domaines vitaux des mâles peuvent même couvrir 2000 ha tandis que ceux des femelles sont de l'ordre de 200 ha (Prévot et Morelle, 2012). Les mâles (en raison de leur plus grand poids) et les subadultes (en raison de leur comportement de dispersion) possèdent un domaine vital plus grand que les femelles (Keuling et al., 2008 ; Harestad & Bunnell, 1979).

Actifs principalement la nuit (Campbell & Long, 2010), leur période d'activité varie en fonction des saisons, augmentant au printemps et été (Péron et al., 2018). Cette augmentation s'explique par celle des températures (Campbell & Long, 2010). D'autres facteurs comme le sexe, la présence de jeunes ou de prédateurs peuvent également faire varier cette durée d'activité (Péron et al., 2018). La plage horaire d'activité nocturne varie d'une région à l'autre. En effet, en Australie, le sanglier est pleinement nocturne, tandis qu'au Tennessee et au Texas, il est plutôt crépusculaire (Campbell & Long, 2010). En Caroline du Sud, ils passent d'une activité diurne en hiver à nocturne en été (Kurz & Marchinton, 1972). Cette plasticité dans les périodes d'activité a également été observée en Italie (Boitani et al., 1994).

Il possède également des comportements typiques comme le souillage, consistant à se rouler et se frotter dans de la boue afin de réguler leur température (en effet, le sanglier présente une incapacité à transpirer). De plus, la boue protège l'animal des insectes piqueurs (Erdtmann & Keuling, 2020).

En termes de prédateurs naturels, notons la présence permanente du loup dans l'est de la Belgique. Dans certaines études, 28% des proies des loups étaient des sangliers (la proie de prédilection restant le cerf élaphe (*Cervus elaphus*), comptant pour 60% des proies totales) (Jedrzejewski et al., 2002). Cette prédation est plus importante au printemps en raison de la présence des juvéniles plus vulnérables (Jedrzejewski et al., 2002).

2.1.1. Système social

Les laies forment principalement des groupes d'individus apparentés mais de générations différentes (matriarche suivie des jeunes et des subadultes). Les mâles, solitaires (surtout l'été), peuvent rejoindre ces groupes en automne-hiver, ou rester solitaires tout au long de l'année (Rosell et al., 2004). La stabilité des groupes peut varier aussi au cours de la journée : différents groupes peuvent se reposer dans une même aire la journée mais se disperser la nuit (Hebeisen, 2007). De plus, les individus d'un même groupe peuvent également se disperser la nuit et ne pas spécifiquement rester avec le groupe (Hebeisen, 2007)

2.1.2. Distribution temporelle et spatiale des comportements du sanglier

Nous pouvons synthétiser l'ensemble des comportements du sanglier en 7 catégories (Erdtmann & Keuling, 2020) : **Locomotion** (marche, course, saut...) : la locomotion rapide (course) ne couvre que 22,27% de la locomotion totale (Schneider, 1980) ; **Comportement d'olfaction** (reniflement sur le sol, l'air, défécation...) : permet la détection des prédateurs, la recherche de nourriture, l'intrusion dans le territoire, la communication intraspécifique... ; **Comportement de vigilance** (avoir peur, arrêt, se coucher brusquement sur le sol pour améliorer le camouflage...) ; **Recherche de nourriture** (gratter le sol, retourner, mâcher, ingestion de sel, tentative de succion...), occupant 70 à 90 % de la période active ; **Comportement de confort** (étirement, secouement, frottement, grignotage contre les troncs, grattage, se rouler, se souiller...) ; **Comportement sexuel** (copulation uniquement) ; **Interaction sociale** (menacer, pousser doucement, coup de museau, contact museau-museau/corps, jeux) : le contact museau-museau est ainsi fortement utilisé par la laie envers ses marcassins, mais également entre les adultes pour la séduction.

Ces différents comportements ne sont pas distribués uniformément dans le temps ni dans l'espace.

Les comportements de recherche de nourriture, la locomotion et la vigilance sont ainsi plus fréquents. De plus, certains comportements sont corrélés entre eux. Par exemple, la recherche de nourriture (souvent durant la première moitié de la nuit) est souvent suivie de comportements de « confort ». Ou encore, la locomotion et la vigilance ont souvent été observées conjointement avec la recherche de nourriture, s'expliquant par les longues distances à traverser en espaces ouverts pour trouver leur nourriture (Erdtmann & Keuling, 2020).

Erdtmann & Keuling (2020) ont aussi détecté un manque d'activité en milieu forestier aux alentours de 18h et entre 1h et 3h : soit les sangliers possèdent un temps de repos durant la nuit, soit ils se rendent dans les milieux agricoles durant ces horaires-là.

Du point de vue de la distribution spatiale, dans un environnement principalement forestier (composé de feuillus et de conifères), les 3 comportements essentiels (recherche, locomotion, vigilance) sont principalement adoptés, la nuit, en forêts de feuillus. À l'inverse, les comportements de confort et de repos ont été observés dans les forêts de conifères (préférés par les sangliers pour s'y frotter) aux abords des étangs. (Erdtmann & Keuling, 2020).

2.1.3. Dynamique de population

Trois facteurs jouent un rôle prépondérant dans la dynamique de population des sangliers : l'alimentation (artificielle ou naturelle), la reproduction et la survie des individus (Baubet, 2008). Le sanglier semble suivre une stratégie démographique de type « r », le différenciant des autres ongulés ayant principalement une stratégie de type « k » (décrit par MacArthur & Wilson, 1967). C'est principalement la survie des jeunes (>1 an) qui affectera la démographie de la population (Servanty, 2007).

Une augmentation des fruits forestiers (glands) entraîne une avancée de la période de rut ainsi qu'une augmentation du nombre de marcassins par portée (en moyenne un marcassin en plus par portée) (Baubet, 2008).

Le nourrissage supplémentaire (dérive de l'agrainage dissuasif¹) semble provoquer, dans les milieux pauvres en alimentation naturelle, une augmentation de la croissance du sanglier ainsi qu'une augmentation de sa reproduction (Baubet, 2008).

2.1.3.1. Facteurs de régulation des populations

Bien que cela dépende de la classe d'âge et de la zone d'étude, seule une minorité meurt de cause naturelle (maladie, or cas d'épidémie comme lors de la PPA). La prédation, la mortalité naturelle et la mortalité routière, dans nos contrées, n'ont qu'un faible impact sur les populations de sangliers. A contrario, l'alimentation et la chasse sont déterminantes. Pourtant, les taux de prélèvements effectués par la chasse sont parfois insuffisants pour contrecarrer les taux de reproduction nets (allant jusque plus de 200% certaines années) (Keuling et al., 2013).

Des taux de prélèvements plus élevés (surtout en ce qui concerne les marçassins et les laies) sont souvent recommandés même si ces avis ne sont pas unanimes (Keuling et al., 2013).

2.2. Contexte de la colonisation du sanglier en plaine agricole wallonne

2.2.1. Le sanglier, une espèce d'origine forestière

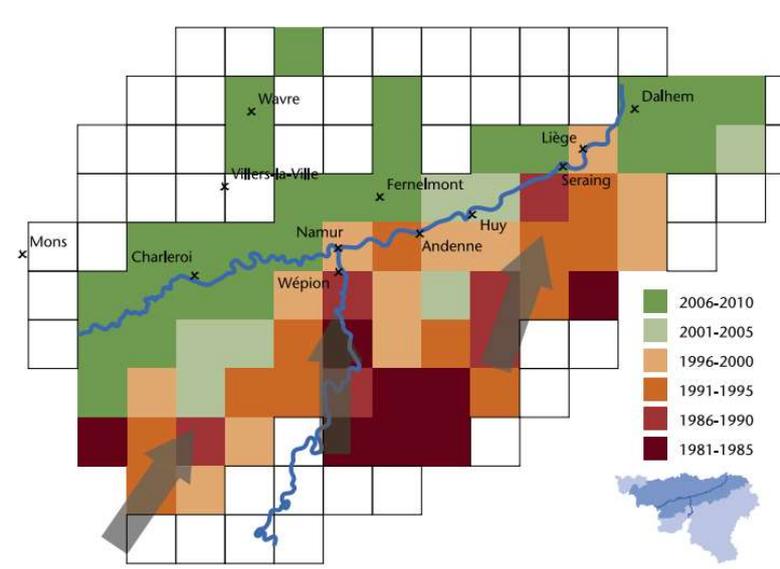
Dans nos forêts wallonnes, le sanglier préfère les feuillus (hêtraie et charmaies) aux conifères (épicéa...), car il y retrouve suffisamment de nourriture et de site de bauge (zone ombragée) (Fonseca, 2008). Indigène, son aire de répartition a cependant connu divers changements en Belgique. Déjà présent avant le Moyen-âge (Toussaint et Pirson, 2011) le défrichement intensif des campagnes et la pression de chasse exercée vont conduire le sanglier à se retrancher dans les massifs forestiers subsistant au sud de la Belgique (hauts plateaux ardennais) (Tallier, 2004). À la fin du 19^{ème} siècle, l'attrait économique que représente la chasse est tel, qu'il va s'opérer de multiples réintroductions en Wallonie afin de maintenir un haut taux de population (Tallier, 2004). Celles-ci, couplées à une vague de colonisation du sanglier vers 1870, feront que les effectifs (avant mises-bas) sont de 2000 à 3000 individus en 1924 pour la Wallonie (Libois, 2006).

¹ Pratique consistant à éloigner les sangliers des plaines agricoles en les nourrissant en forêt (Vassant, 1997). Mal pratiquée, elle peut conduire à une augmentation des populations (Baubet, 2008)

Les populations vont ensuite fortement augmenter (plus de 6000 individus fin des années 40') pour connaître un déclin jusqu'en 1965. Une nouvelle phase d'explosion démographique s'en suit, avec plus de 9000 individus en 1976 (Libois, 2006).

Ces fortes densités de population sont alors restreintes aux massifs forestiers et contrastent avec une absence du sanglier en plaine agricole. Ce contraste va perdurer jusqu'au milieu des années 80', période marquant le début de l'expansion du sanglier en plaine agricole (Cellule État de l'environnement wallon, 2010). Notons qu'en 1980, on comptait environ 7000 individus (suite à une légère régression démographique entre 1976 et 1980), en 1995 environ 15000, et en 2004 près de 22000 individus sur l'ensemble de la Wallonie (soit une multiplication par un facteur 10 de la population en 80ans) (Libois, 2006).

Initialement contenu sous le sillon Sambre-et-Meuse, il a récemment traversé cette limite naturelle pour progressivement coloniser toute la Wallonie et ses plaines agricoles (*Carte 1*). Ni le réseau routier ni le réseau ferroviaire ne freineront cette expansion (Prévot & Licoppe, 2013). Certains affirment même qu'aucun obstacle en Wallonie n'est infranchissable pour le sanglier (Morelle & Prévot, 2012).



Carte 1 : « Carte illustrant la progression du sanglier en Région wallonne. La progression du sanglier, défini à l'intérieur d'une maille de 10 x 10 km et d'un pas de 5 années (voir couleur), montre l'existence de trois couloirs de progression depuis le sud vers le nord (représentés par les flèches) » (Morelle & Prévot, 2012).

2.2.2. Causes de la surpopulation

Les causes de cette surpopulation sont multiples : les capacités précoces de reproduction du sanglier, le manque d'efficacité de la chasse en tant que régulatrice des populations, l'effet de réserve, la faible présence du loup et la mise à disposition d'un nouvel environnement riche en nourriture (détaillée plus loin).

Il est l'un des seuls ongulés à pouvoir se reproduire dès que son poids atteint 60% de celui des adultes (contre 75% pour les autres ongulés) (Bonenfant & Klein, 2013). Ils possèdent toutefois un taux de renouvellement élevé, car malgré cette reproduction précoce, il possède un taux de survie assez faible (24% pour les mâles, et 43% pour les femelles contre 90 à 95% pour les autres ongulés). Une génération de sanglier dure ainsi 2.5 ans en moyenne, contre 4 à 6 ans pour le chevreuil ou 6 à 8 ans pour le cerf. (Bonenfant & Klein, 2013).

Le manque d'efficacité de la régulation des populations par la chasse est aussi responsable de cette surpopulation, le sanglier étant capable de s'y adapter. Lorsque la pression de chasse est importante dans une zone, l'âge de la première reproduction avance. Cette pression sélectionne les individus ayant une meilleure reproduction à faible poids. Associé à cela le passage de la polygynie à la promiscuité dans les appariements, tout ceci induit une corrélation positive directe entre la pression de chasse et le taux d'accroissement des populations (jusqu'à un certain seuil) (Bonenfant & Klein, 2013).

Une autre explication serait le regain d'intérêt pour le sanglier par les communautés de chasse suite à la disparition du petit gibier. Cela aurait entraîné une augmentation du nourrissage ou de lâchers et donc, à terme, une augmentation de sa population. (Ropars-Collet & Le Goffe, 2009). Nous pouvons également relever un autre problème lié au principe même de la chasse : les individus qui sont prélevés lors de la chasse, sont principalement les plus mobiles ; les plus discrets sont donc artificiellement sélectionnés sur le long terme, rendant la pratique de cette dernière de plus en plus difficile (Bonenfant & Klein, 2013). En lien avec la chasse, « l'effet de réserve » est également mis en cause. La disparition du petit gibier s'explique en partie par la crise de biodiversité que l'on connaît actuellement. Pour répondre à cette crise, de nombreuses réserves naturelles ont été créées.

Il en découle ce qu'on nomme « l'effet de réserve » : la plupart des animaux sélectionnent expressément les zones de réserve (fermées à la chasse) lors de la saison de la chasse pour y mettre la bauge (lieu de repos dans le cas du sanglier). Ce phénomène a été observé aussi bien en milieu montagnard qu'en milieu de garrigue méditerranéenne. Tolon & Baubet (2010) avancent qu'une réduction des effectifs dans ces zones permet de diminuer les populations.

Finalement, l'absence de prédateur dans l'ensemble du territoire wallon explique également la surpopulation. Le prédateur naturel qu'est le loup n'est localisé (pour l'instant) que dans les Hautes-Fagnes et en effectifs réduits (6 adultes sont officiellement établis de manière permanente, communication de la Région Wallonne, 2022).

2.2.3. Solutions actuelles contre la surpopulation

Diverses méthodes, plus ou moins efficaces, existent pour contrôler les populations de sangliers : des méthodes létales (piégeage, colletage, chasse avec chiens, tirs nocturnes, tir aérien, tir depuis une voiture, chasse à l'arc, empoisonnement et l'utilisation d'un cochon de judas) et des méthodes non létales (le contrôle de la fertilité, la translocation et le contrôle biologique). Aucune méthode ne constituant la solution à elle seule, il est important de coupler différentes méthodes (Casaer & Scheppers, 2012).

2.2.4. Les raisons de la colonisation de ce nouveau territoire

Comme cité précédemment, le sanglier colonise de plus en plus le milieu agricole wallon. L'occupation de cette plaine agricole est plus ou moins marquée en fonction des saisons (plus importante en été, et moins en hiver), même si certaines études montrent qu'il peut l'utiliser tout au long de l'année (Gerard et al., 1991 ; Herrero et al., 2006).

Une hypothèse est que le monde agricole permet au sanglier une expansion rapide en offrant une quantité de ressources différentes. Pourtant, le milieu agricole ne facilite pas l'expansion du sanglier ; c'est davantage la surpopulation qui le force à occuper de tels milieux (Morelle, 2015).

Même si le sanglier occupe de manière saisonnière la plaine agricole, une étude menée par Morelle (2015) dans le sud de la Belgique a prouvé qu'au niveau des mouvements de populations (colonisation de nouveaux territoires), il semble éviter cette plaine et préférer le paysage forestier au niveau régional.

Cela traduit un potentiel besoin de l'habitat forestier sur le long terme et à plus large échelle (population d'une région). (Morelle, 2015). La plupart des études s'accordent en effet dans ce sens (Dardaillon, 1987 ; Geisser & Reyer, 2004 ; Fonseca, 2008 ; Keuling, 2009).

Trois facteurs permettent d'expliquer comment il est parvenu à coloniser la plaine agricole : ses capacités d'adaptation face à ce nouveau territoire (*Cfr point 2.2.2*), l'efficacité relative de la chasse comme agent régulateur (*Cfr point 2.2.2*) et le changement de législation. La présence d'une nourriture attractive dans la plaine agricole peut également en être responsable (*Cfr point 2.3.3*).

2.2.5. La législation, aussi responsable de la colonisation

La chasse, comme toute autre activité, est soumise aux normes législatives. La Loi sur la chasse (Moniteur belge du 03/03/1882) y classe les espèces considérées comme « grand gibier ». De nombreux décrets seront apportés à cette loi précisant certaines modalités pour la pratiquer (date d'ouverture, détention d'un permis...) afin de préserver leur population et de réglementer leur prélèvement. Le sanglier n'était pas inscrit comme « gibier » dans cette loi de 1882. Considéré comme « espèce nuisible », il ne bénéficiait d'aucune restriction législative. Il n'était donc pas nécessaire de posséder un permis pour l'abattre ni même d'attendre certaines dates, rendant facile sa destruction dès l'apparition des premiers dégâts en plaine agricole. Depuis 1985, un nouveau décret le classe désormais en tant que « grand gibier » ce qui aura pour effet de freiner son abattage en plaine agricole et de permettre une colonisation progressive (Morelle, 2015).

2.2.6. De potentiels conflits ?

L'augmentation des populations de sangliers induit une augmentation des dommages économiques (Keuling et al., 2013), une augmentation de la propagation des maladies, des dommages aux cultures, de la réduction de l'abondance et de la richesse des plantes et autres animaux (prédation, consommation des plantes, déracinement...) ainsi qu'une augmentation des collisions avec des véhicules (Croft et al., 2020). Sur les routes wallonnes, le sanglier est l'espèce la plus impliquée dans des collisions avec des animaux sauvages et engendre, dans 13% des collisions, des blessés et dans 1% des cas, des morts. Ces collisions ont augmenté de 21% par an entre 2003 et 2011 (Morelle et al., 2013).

Les sangliers sont capables de rentrer en compétition alimentaire directe avec beaucoup d'espèces, dont les ongulés. Le sanglier, de par sa masse corporelle, son déplacement en groupe et son régime opportuniste, se classe comme un meilleur compétiteur que les ongulés de petites à moyennes tailles (Taylor & Hellgren, 1997). En plus de cette compétition, il peut également être à l'origine d'une prédation envers des juvéniles de diverses espèces (*Ovis aries*, œufs, jeunes oiseaux...) (Melberg, 2012).

2.3. Impact de ce nouveau territoire sur le comportement du sanglier

Comme précisé précédemment, en conséquence de la surpopulation, une partie des populations de sangliers a été forcée d'occuper le milieu agricole au détriment du milieu forestier. Ce nouvel environnement est radicalement différent du milieu forestier (couvert végétal différent, cycle de culture, milieux plus homogènes que la forêt, proximité avec l'homme...) (Morelle, 2015).

2.3.1. Les types de sangliers en milieu agricole

Une étude allemande a démontré que les sangliers apparaissaient dans les champs dès le début de la floraison des céréales (ou du colza) et les quittaient une fois la récolte terminée (Keuling et al., 2009). Cette étude a d'ailleurs classé les laies en 3 catégories selon la localisation de leur domaine vital :

- Les laies des champs (45% des individus): qui ont entièrement déplacé leur domaine vital dans ceux-ci et qui possédaient des domaines vitaux plus petits en été. C'est le type d'individus le plus fréquent. Elles restent principalement dans les champs de céréales de jour comme de nuit, ne retournant que très peu dans les forêts.
- Les navetteurs (35% des individus) : qui occupent aussi bien la forêt que les champs. Ils restent la nuit dans les champs plus de 35% du temps, et moins de 70% du temps dans ceux-ci en journée. Certains utilisent autant la forêt que les champs, d'autres plus les champs ou plus la forêt.
- Les laies des forêts : (20% des individus) : qui restent toujours dans les forêts.

L'étude a révélé que les jeunes de l'année étaient principalement des « navetteurs » tandis que les groupes familiaux étaient soit forestiers soit dans les champs (Keuling et al., 2009).

L'utilisation en été de la plaine agricole par les laies des champs et les navetteurs pourraient expliquer pourquoi le domaine vital des populations tend à augmenter en été. (Keuling et al., 2007 ; Keuling et al., 2009).

Cependant, les profils comportementaux peuvent changer d'une année à l'autre. Un individu peut être une « laie des champs » une année, et devenir une « laie des forêts » l'année suivante. Ce qui reste certain, c'est que tous les sangliers ne migrent pas dans les champs en été (Keuling et al., 2009).

2.3.2. Mode d'occupation

L'utilisation de l'habitat diffère selon les classes d'âge. En effet, les laies adultes choisiront principalement des endroits sûrs (à tout moment de la journée) comme le centre des champs ou les forêts, pour assurer une protection aux marcassins. Cette zone « sûre » doit également disposer d'une bonne quantité de nourriture (Keuling et al., 2009). Toutefois, il semblerait qu'en hiver et au printemps, les sangliers (mâles comme femelles) semblent utiliser davantage les lisières des champs que les centres (Thurfjell et al., 2009).

Durant les nuits hivernales et printanières, les sangliers utilisent préférentiellement les éléments linéaires du paysage agricole (les haies, les fossés, les murs de pierre, les rangées d'arbres ou de buissons ou les cours d'eau). Des hypothèses avancent que la plus faible utilisation de ces éléments linéaires durant l'été serait due à la présence des cultures matures (offrant à la fois le couvert et le nourrissage) ainsi qu'une pression de chasse plus faible (Thurfjell et al., 2009).

Le sanglier en milieu agricole a tendance à posséder un déplacement « circulaire ». Il quitte la bauge et part se nourrir en plaine agricole et retourne dans sa bauge initiale ou une autre à proximité (Janeau et al., 2014). Cette bauge sera principalement située en bordure des habitats naturels (forêt, lande) et le plus loin possible des habitations (Gerard et al., 1991). Lors de ses déplacements, que ce soit pour partir se nourrir ou pour retourner à la bauge, il choisira le chemin le plus court (Meynhardt, 1986).

En Flandre, la probabilité de dommages dans les champs de maïs dépend d'éléments du paysage à proximité tels que la proportion de champs de maïs environnants (négativement corrélée, car plus de choix induit moins de chance de s'attaquer à ce champ en particulier), de prairies (offrant moins d'abris naturels, donc diminuant la probabilité de dégâts), de forêts et de zones urbanisées (Rutten et al., 2020).

L'influence de la proportion de forêts n'est pas une surprise, car de précédentes études avaient montré que plus la distance avec la forêt est proche, plus il y avait des risques de dommages dans les cultures (Lemel et al., 2003). Toutefois, le sanglier peut s'éloigner plus loin de la trame forestière lors de l'occupation de la plaine agricole (généralement à moins de 1 km de celle-ci, mais il lui arrive de s'éloigner davantage) (Morelle, 2015).

Les variables propres aux champs (fertilisation ou non, type de culture anciennement plantée) ne possèdent que peu d'influence sur cette probabilité (Rutten et al., 2020). Néanmoins, les zones à forte productivité primaire semblent plus attractives pour le sanglier (Stillfried et al., 2017). Le type de culture possède également une influence : en Allemagne, bien que les sangliers soient principalement nocturnes, une activité diurne plus élevée a été enregistrée à proximité du blé, de l'avoine et du colza (Keuling et al., 2008).

Pour les prairies, plus la distance avec la forêt diminuait, plus la probabilité de dommages augmentait également. De plus, les variables propres aux prairies (fertilisation, âge des prairies) possèdent une influence positive sur la probabilité de dégâts (Rutten et al., 2020).

2.3.3. Influence sur le régime alimentaire

Le sanglier est omnivore, mais consomme principalement des aliments d'origine végétale (seuls 2% sont d'origine animale). Il est également opportuniste, même si la majeure partie de son alimentation (60%) ne provient que d'une seule sorte d'aliments. Cela s'explique par son comportement parfois monophasique (une seule prise de nourriture quotidienne) nécessitant donc une source importante (car unique) (Baubet et al., 2008).

Pour comprendre la dynamique saisonnière du régime alimentaire en plaine agricole, un rappel de son régime sous couvert forestier est utile. Le sanglier y consomme principalement des glands et des faines d'octobre à avril (60 à 80% du régime alimentaire). De juillet à novembre, il consomme principalement des fruits à pulpes (framboise, merise, pommes, poires). Les racines d'herbacés et les fibres ligneuses (jeunes pousses de plants forestiers) peuvent être nettement plus consommées en cas de baisse de la production de glands et de faines (si aucun agrainage en maïs ne se fait). Dès lors, en présence d'une source abondante, le sanglier se nourrira uniquement via celle-ci. Mais lors de l'absence de cette source, il diversifiera son régime (Baubet et al., 2008).

En zone agricole, son régime varie selon les saisons, résumé dans le *tableau 1*. Ce tableau ne reprend que les aliments consommés provenant de la plaine agricole, tout en sachant que le sanglier, même agricole, semble toujours consommer des éléments forestiers saisonnièrement. Dès lors en hiver, il trouvera sa nourriture principalement en forêt (glands et faines y sont abondants à cette période). En été, le milieu agricole lui propose des ressources hautement énergiques, expliquant en partie sa migration à cette période. Les années pauvres en glandées (suite aux conditions météorologiques) peuvent aussi pousser les sangliers à diversifier leur régime en allant chercher de la nourriture davantage dans le milieu agricole.

Saison	Régime
<u>Hiver</u>	<ul style="list-style-type: none"> - racines d'herbacées, jeunes pousses de plans forestiers de manière aléatoire (Baubet et al., 2008) - Seigle (Ballari & Barrios-García, 2014)
<u>Printemps</u>	<ul style="list-style-type: none"> - racines d'herbacées, jeunes pousses de plans forestiers de manière aléatoire (Baubet et al., 2008) - l'herbage vert fortement consommé (d'habitude, il couvre 10% du régime) (Baubet et al., 2008). Il y a de bons compléments alimentaires dans les prairies via les lombrics ou des petits rongeurs riches en protéines (Widar, 2011). Une autre raison expliquant la présence du sanglier en prairie à cette période pourrait être la facilité d'y trouver des tiges vertes herbacées ou autres végétaux qui sont essentiels à son alimentation (Brandt et al., 2006). - Début de la consommation de céréales (Baubet et al., 2008) - Pomme de terre (Ballari & Barrios-García, 2014)
<u>Été</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Depuis mai : les céréales (orge, blé, avoine) sont consommées principalement (et de préférence en « lait », stade de formation du grain). Cette consommation peut couvrir jusque 50% de l'alimentation totale à cette période (Baubet et al., 2008) - Consommation de maïs, couvrant de 17 à 38% du régime et devenant parfois la nourriture dominante. Ce constat est parfois expliqué par la présence d'agrainage dissuasif. En effet, il est réalisé justement à cette même période, mais en forêt. Donc la forte consommation de maïs à cette période ne traduit pas toujours une forte prise de nourriture dans les champs de maïs (Baubet et al., 2008) <p>➔ Le sanglier sélectionnera principalement le maïs (en lait) et le blé. Puis dans un second temps, il consommera l'orge et la luzerne en fonction de leur abondance (Herrero et al., 2006)</p>
<u>Automne</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Maïs (Baubet et al., 2008) - Betterave (Ballari & Barrios-García, 2014)

Tableau 1 : composition saisonnière du régime alimentaire du sanglier en milieu agricole

3. Objectifs

Afin de diriger le travail, 3 objectifs ont été formulés :

- 1) Quantifier et caractériser l'occupation de la plaine agricole par le sanglier en identifiant les périodes et les cultures préférentiellement sélectionnées ainsi que les facteurs pouvant modifier cette utilisation.
- 2) Identifier une potentielle indépendance vis-à-vis du couvert forestier par le sanglier, et la variation temporelle de celle-ci.
- 3) Identifier les composantes de la plaine agricole pouvant favoriser l'indépendance du sanglier vis-à-vis du couvert forestier.

3.1. Hypothèses

Dans le but de pouvoir répondre à ces objectifs, différentes hypothèses de recherche ont été émises :

1. L'occupation du sanglier en plaine agricole dépend de différents paramètres tels que la saison, l'heure et la distance par rapport au couvert forestier.
 - a. L'occupation est maximale durant les nuits estivales.
 - b. Seules certaines cultures sont principalement sélectionnées par le sanglier, variant selon les saisons.
2. Le sanglier reste dépendant du couvert forestier. Cette dépendance se traduit par :
 - a. La nécessité d'un retour quotidien sous le couvert forestier, quelle que soit la saison, en fin de nuit.
 - i. Ce retour est nécessaire afin de se baigner et se souiller.
 - b. Un faible éloignement par rapport au couvert forestier (distance moyenne de 50m).
 - c. Le domaine vital du sanglier s'agrandit lors des périodes de fortes occupations, mais ne se délocalise pas intégralement.
3. L'utilisation de certaines cultures permet de favoriser l'indépendance vis-à-vis du couvert forestier.
 - a. Les cultures permettant de favoriser cette indépendance sont peu nombreuses et varient selon les saisons.
 - b. Ces cultures permettent au sanglier d'y réaliser un ensemble divers de comportements.

4. Matériel et méthode

4.1. Collecte des données

De nombreux ongulés ont été marqués depuis les années 80 afin d'améliorer les connaissances sur la biologie de ces espèces (sanglier, cerf, chevreuil) en Belgique. Ce marquage se fait par la pose d'oreillettes marquées (similaires à celles utilisées dans l'élevage, si ce n'est qu'un code couleur ainsi que le positionnement sur l'oreille droite ou gauche indiquent une année de marquage précise) chez les nouveau-nés. Toujours dans ce but d'améliorer les connaissances, des individus ont été équipés, en plus, de colliers émetteurs VHF (depuis les années 80) ou GPS (depuis les années 2000). La capture pour le marquage des sangliers s'est faite par cage-piège, coordonnée par le DEMNA (SPW) (Licoppe et al., 2007).

Les oreillettes marquées apportaient déjà bon nombre d'informations (déplacement entre deux captures, relation âge-poids, organisation sociale et la dynamique des populations via la capture-recapture), mais la pose de collier émetteur GPS permet d'identifier avec plus ou moins de précision la position d'un individu 24h/24, 7jours/7. Cet apport de données permet d'améliorer grandement les connaissances biologiques sur les espèces marquées (domaine vital, trajectoires, vitesse de déplacement, utilisation de l'habitat...) (Licoppe et al., 2007).

La pose de collier GPS sur les sangliers en Belgique n'a débuté qu'à partir de 2005. De plus, elle est plus compliquée que pour les autres ongulés car le sanglier ne possède pas de cou (rendant la pose difficile) et adopte un comportement « moins soigneux » avec les colliers. Par conséquent, les suivis de plus d'un an sont plus rares (Balligand, 2015). Ce constat est d'autant plus vrai en plaine agricole qu'en milieu forestier.

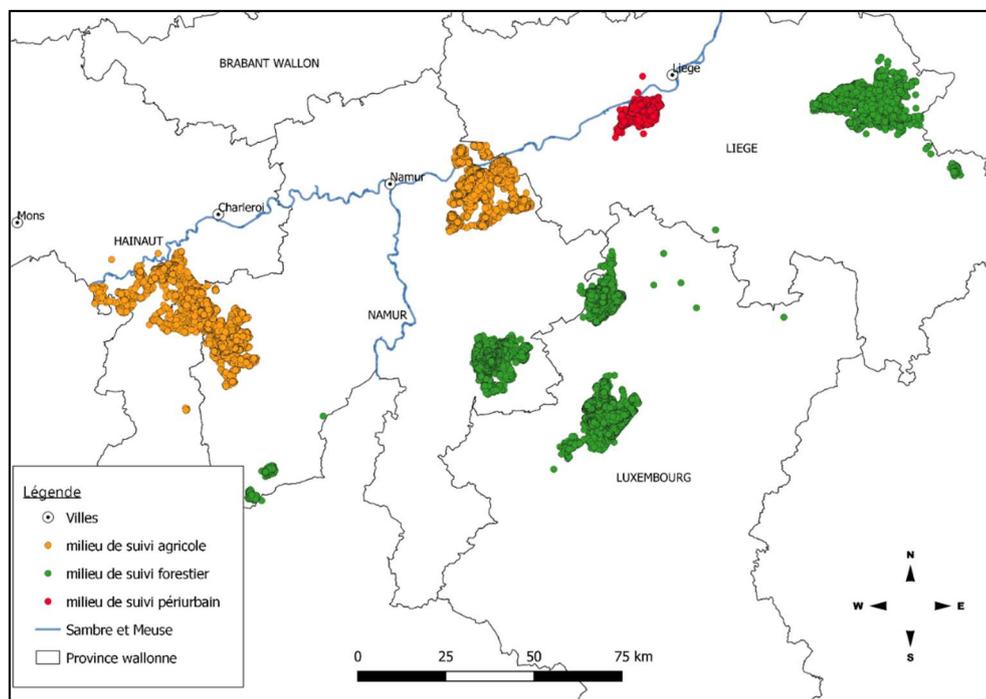
4.1.1. Type de collier placé

Les colliers GPS sont de type « Vectronic Aerospace GmbH, model GPS PRO Light-3 » (http://www.vectronic-aerospace.com/wildlife.php?p=GPS_Pro, précision de l'ordre de 10m). Ce modèle est également équipé d'un capteur de température proche de la peau de l'animal. La collecte des données émises se fait directement vers un modem via le réseau GSM.

4.1.2. Localisation des suivis

Les 78 sangliers suivis de 2003 à 2017 se répartissent sur l'ensemble de la Wallonie (*Carte 2*). On peut y distinguer 3 catégories de sangliers en fonction de la composition de leur habitat:

- En milieu agricole : suivi principalement dans les régions de Thuin et d'Andenne
- En milieu périurbain : suivi principalement dans la région de Seraing
- En milieu forestier : suivi principalement dans les régions au sud du sillon Sambre-et-Meuse (Nassogne, Marche-en-Famenne, Ciergnon, Couvin, Hertogenwald...)



Carte 2. : Localisation des sangliers suivis pour cette étude par collier GPS de 2003 à 2017 en fonction du type de milieu.

4.2. Préparation des données

Afin de vérifier les hypothèses de recherche, une sélection des individus a dû être effectuée.

4.2.1. Création du dataframe

Les données de localisation ont été couplées à la couche d'occupation du sol wallon WALOUS de 2018 (Lennert et al., 2019) afin d'obtenir pour chaque localisation le milieu dans lequel le sanglier se trouvait (résolution spatiale de 1m).

Ce couplage a été réalisé via la fonction « Prélever des valeurs rasters » dans QGIS DESKTOP 3.16.3 with GRASS 7.8.5.

Nous retrouvons donc 30 classes d'utilisation des sols. Ces 30 classes peuvent être réparties dans 5 catégories comme suit :

Catégories des milieux	Classe d'occupation du sol (Walous 2018)
Milieu (péri)-urbain	1. Revêtement artificiel du sol (béton...) 11. Revêtement artificiel du sol sous un pont 15. Revêtement artificiel du sol sous un canal 18. Revêtement artificiel du sol sous résineux 19. Revêtement artificiel du sol sous feuillus 2. Construction artificielle hors sol 28. Construction artificielle hors sol sous résineux 29. Construction artificielle hors sol sous feuillus 3. Réseau ferroviaire 31. Réseau ferroviaire sous un pont 38. Réseau ferroviaire sous résineux 39. Réseau ferroviaire sous feuillus
Plaine agricole : - Culture - Prairie	6. Couvert herbacé en rotation dans l'année (culture) 7. Couvert herbacé toute l'année (prairies) 71. Prairies sous un pont 75. Prairie sous un canal
Couvert forestier	8. Résineux (+ de 3m de haut) 80. Résineux (- de 3m) 81. Résineux sous un pont 83. Résineux sous réseaux ferroviaires 85. Résineux sous un canal 9. Feuillus (+ de 3m) 90. Feuillus (- de 3m) 91. Feuillus sous pont 93. Feuillus sous réseaux ferroviaires 95. Feuillus sous un canal
Réseau hydrologique	5. Eaux de surface 51. Ponts sur l'eau 55. Eaux de surface sous de l'eau de surface (cours d'eau sous un canal) 58. Eaux de surface sous résineux 59. Eaux de surface sous feuillus
Divers	0. pas de données 4. Sols nus (falaise, roches) 62. Serres

Tableau 2 : catégories des classes d'occupation du sol pour la carte Walous 2018.

Dans le cadre de ce travail, la plaine agricole sera donc définie comme l'ensemble des champs et des prairies uniquement (bosquets, routes, bâtiments sont donc exclus de cette définition). Le couvert forestier ou « forêt » sera défini comme une aire de minimum 1m² (correspondant à la résolution de la couche *Walous 2018*) recouverte par des feuillus ou des résineux (dès lors, un bosquet dans un champ sera considéré comme « couvert forestier »).

4.2.2. Sélection des individus

Afin de répondre aux objectifs, nous avons dû classer les individus selon leur caractère agricole ou non. Pour ce faire, le nombre de localisations dans le milieu agricole (catégories 6,7,71 et 75 dans le *tableau 2*) a été divisé par le nombre total de localisations, et ce pour chaque sanglier. Le tableau en *Annexe 2* reprend les résultats pour les sangliers ayant au moins une localisation en milieu agricole (les autres étant considérés d'office comme forestiers). Sur les 26 sangliers ayant au moins une localisation en milieu agricole, 17 étaient suivis dans la caserne militaire de Marche-en-Famenne. Ces derniers étant donc des sangliers « faussement » agricoles (bien que composé en grande partie de prairie, ce milieu ne s'apparente pas à la plaine agricole), nous ne considérerons que 9 sangliers comme réellement agricoles. Ces derniers se trouvent dans les régions de Namur (Andenne), Thuin et du Condroz liégeois (Seraing) (*Carte 2*).

4.2.3. Parcellaire agricole

Une fois les 9 sangliers agricoles sélectionnés, chacun a été placé dans un subset différent afin de venir y adjoindre le parcellaire agricole adéquat selon l'année de suivi. Le parcellaire agricole reprend « l'utilisation du sol dans les zones agricoles et forestières gérées dans le cadre de la mise œuvre de la Politique Agricole Commune par l'Organisme Payeur de Wallonie » (Service Public de Wallonie, 2019). En d'autres termes, il comprend l'ensemble des récoltes qui seront réalisées dans le courant de l'année. Le parcellaire d'une année donnée, couvre la période d'avril de cette année à mars de l'année suivante (par exemple, le parcellaire 2013 couvre la période d'avril 2013 à mars 2014). Ce couplage a également été réalisé via la fonction « Jointure spatiale » dans QGIS DESKTOP 3.16.3 with GRASS 7.8.5. Une attention particulière a été portée pour les cultures pouvant être semées à la suite d'une précédente. En effet, une culture déclarée en 2013 est récoltée, par exemple, en juillet 2013.

Une autre culture peut alors être semée en août 2013 pour la récolte de juillet 2014 (comme les céréales d'hiver). Bien que cette dernière n'apparaîtra que dans le parcellaire 2014 (car récoltée en 2014), elle est déjà présente en fin 2013.

4.2.4. Calcul de la distance par rapport au couvert forestier

Afin de posséder une information quant à l'éloignement du sanglier par rapport au couvert forestier, la distance entre chaque localisation et la lisière de la forêt a été calculée via l'extension NNjoin de Qgis. Pour ce faire, nous avons extrait les polygones correspondant à la catégorie « couvert forestier » (*cfr Tableau 2*) de la couche Walous 2018 et nous avons calculé (via l'extension) la distance séparant chaque localisation du polygone forestier le plus proche. La résolution spatiale de ces polygones forestiers est de l'ordre de 50m. En raison de la puissance de calcul nécessaire pour réaliser cette opération, il n'a pas été possible de réduire cette résolution.

4.2.5. Taux de succès de la prise de mesure GPS

Comme rapporté par Bourgoïn et al. (2007), la topographie et la végétation sont deux facteurs qui peuvent influencer le succès ou l'échec de la localisation GPS. Or, vu que nous souhaitons étudier les déplacements selon la plaine agricole et le couvert forestier, il est nécessaire de vérifier si les différences dans les couverts végétaux possèdent un impact ou pas sur le taux de réussite de la prise de mesure. Si elle possède un impact, cela pourrait mener à un biais comme la surreprésentation des localisations en milieu agricole.

Pour ce faire nous avons, pour chaque sanglier, calculé la différence de temps entre la première et la dernière localisation (R, fonction *difftime*, package « base »). Ensuite, nous avons divisé cette valeur par l'intervalle de mesure pris par le collier GPS du sanglier. Ceci nous donne le nombre théorique de localisations que nous devrions obtenir par sanglier. Par exemple, si un sanglier est suivi toutes les 15min, entre le 1/03/2022 à 10h00 et le 3/03/2022 à 10h00, nous devrions obtenir théoriquement 192 localisations (2880 min entre les deux localisations, divisées par 15).

Une fois cette valeur théorique obtenue, nous la divisons par le nombre réel de localisations obtenues, et ce pour chaque sanglier.

Parallèlement, afin de vérifier si ce pourcentage de succès varie selon le milieu, nous avons attribué la valeur « Erreur » si le temps entre deux relocalisations successives est supérieur à l'intervalle de prise de mesure.

La valeur « Succès » a été attribuée dans le cas contraire (exemple en *Annexe 8a*). Cette opération a été réalisée pour chaque sanglier. Ensuite, les pourcentages de succès en milieu agricole et en milieu forestier ont été calculés et comparés.

Bourgoin et al. (2007) rapportaient également que la température pouvait avoir un impact sur la qualité de la prise de mesure, dès lors le même procédé a été appliqué pour vérifier une quelconque influence de la saison et des heures sur le succès de la prise de mesure.

4.3. Analyses et traitements

L'ensemble des analyses suivantes ont été réalisées sur Rstudio version 3.6.3. Le cas échéant, les hypothèses de normalité (fonction *ggqqplot*, library « *ggpubr* »), d'homoscédasticité (fonction *bartlett.test*, package « *stats* ») ainsi que la corrélation (fonction *cor*, package « *stats* ») de Pearson (lors d'une distribution normale) ou de Kendall (lors d'une distribution non-normale) entre les variables ont également été vérifiées. Le seuil de significativité a été placé à 0.05.

4.3.1. Objectif 1 : quantification et caractérisation de l'utilisation de la plaine agricole

Nous allons découper cet objectif en 4 parties :

A) Identifier les paramètres influençant la fréquentation agricole

Une régression logistique binomiale (fonction *glm*, package « *stats* ») a été effectuée avec comme variable dépendante la présence (« TRUE ») ou non (« FALSE ») en milieu agricole (pour chaque localisation) et ,comme variables explicatives, la distance par rapport au couvert forestier (*cf* 4.3.2), la saison et l'heure.

```
glm( Presence_agricole ~ distance+saison+heure, family = binomial(logit))
```

B) Caractériser l'occupation en plaine agricole

La fréquentation saisonnière a été déterminée en calculant, pour chaque saison, le pourcentage de positions GPS au sein du milieu agricole par rapport au nombre total de localisation, et ce pour chaque sanglier choisi. Un test statistique de comparaison multiple de moyennes a été réalisé afin de potentiellement mettre en avant des différences entre les fréquentations saisonnières. Puisque les hypothèses de normalités n'étaient pas respectées, un test de Kruskal-Wallis a été effectué (fonction *kruskal_test*, package « rstatix ») pour effectuer la comparaison multiple des moyennes.

La même opération était réalisée pour la fréquentation horaire.

Pour la fréquentation nocturne/diurne, la fonction *getSunlightTimes* (package « suncalc ») a été utilisée afin d'identifier le moment du début coucher du soleil et celui du début du lever du soleil. Chaque localisation a été dès lors catégorisée comme « nuit » si elle se situe après le début du coucher du soleil et avant le début du lever du soleil ; la catégorie « jour » correspond à l'inverse. Cette opération permet ainsi de tenir compte du décalage lors du coucher/lever du soleil qui s'opère entre chaque jour.

C) Identifier les cultures principalement sélectionnées

Le taux de fréquentation de chaque culture a été obtenu en calculant le nombre de positions dans chaque culture divisé par le nombre total de localisations. Cela nous permet d'identifier les cultures principalement utilisées par le sanglier. Il faut désormais identifier si ces cultures sont utilisées parce qu'elles sont fortement présentes, ou si elles sont spécifiquement sélectionnées par les sangliers. Pour ce faire, une analyse RSF (*resource selection function*, Thurfjell et al., 2014) a été effectuée. Lors de cette analyse, 20 000 localisations comprises dans les aires d'études (identifiées comme l'ensemble des MCP² annuels des sangliers sélectionnés) ont été générées aléatoirement. Ces points ont ensuite été joints au parcellaire agricole comme expliqué précédemment. 20 000 autres points ont ensuite été tirés aléatoirement parmi l'ensemble des localisations « réelles » afin de constituer un data comparatif équivalent. Une colonne « observé » a été créée, avec la valeur « FALSE » pour les points aléatoires et la valeur « TRUE » pour les points réels (donc observés).

² Cette notion sera définie plus loin dans ce travail

Pour chaque culture, à chaque localisation, la valeur « 1 » a été attribuée si le sanglier a bel et bien été localisé dans cette culture, et la valeur « 0 » dans le cas inverse (*cfr Annexe 8b*).

Une régression logistique binomiale est ensuite réalisée pour identifier une potentielle différence entre les fréquences d'utilisation faites par les sangliers « réels » et les sangliers randomisés.

```
glm( Observé ~ avoine + betterave_sucrière +...+tournière_enherbée, family = binomial(logit) )
```

La fréquentation saisonnière de chacune des cultures sélectionnées a également été mesurée afin de montrer une potentielle variation dans l'utilisation de celles-ci.

D) Identifier une potentielle modification dans le rythme d'activité du sanglier

Lors de l'utilisation de la plaine agricole, le sanglier pourrait modifier son rythme d'activité. En effet, ce dernier possède un pic d'activité la nuit, et un minima le jour. Puisque cette activité est principalement nocturne, les vitesses de déplacement doivent dès lors être plus élevées la nuit que le jour. Un décalage de ce rythme lors de l'utilisation de la plaine agricole pourrait signifier une modification des comportements. Cette modification (ou non) de l'activité doit être prise en compte lors de la caractérisation de l'occupation de la plaine agricole par le sanglier.

Pour connaître les vitesses de déplacement, nous avons utilisé la fonction *as.ltraj* (package « *adehabitat* ») qui permet d'extraire l'ensemble des trajectoires en séparant selon le jour et l'individu. La fonction *ld* (package « *adehabitatLT* ») permet de convertir les trajectoires en data et d'ainsi accéder à la vitesse correspondante à chaque localisation (*cfr Annexe 8C*). La vitesse de chaque localisation a été jointe au data global.

La même opération a été réalisée sur 35 sangliers purement forestiers situés dans les massifs forestiers de Saint-Hubert et de l'Hertogenwald (n'ayant aucune localisation en culture d'après la couche *Walous 2018*).

La vitesse moyenne par heure a été calculée et illustrée pour les sangliers agricoles et forestiers via la fonction *ggplot* (package « *ggplot2* »). Cette opération a été répétée pour chaque saison.

Une analyse de la variation de la vitesse par heure en fonction des saisons a également été faite afin de déterminer une potentielle modification saisonnière du rythme d'activité en plaine agricole. La vitesse moyenne par heure en fonction des saisons pour les sangliers agricoles a également été calculée et illustrée via la fonction *ggplot* (package « *ggplot2* »).

4.3.2. Objectif 2 : Indépendance vis-à-vis du couvert forestier et variation temporelle

La dépendance au couvert forestier a été définie ici comme la nécessité de retourner quotidiennement au couvert forestier, un faible éloignement par rapport à la lisière forestière et un domaine vital s'agrandissant lors de l'utilisation de la plaine agricole sans une quelconque délocalisation intégrale.

Les potentielles raisons d'un retour sous couvert forestier ont également été explorées

A) Temps moyen sans retour vers le couvert forestier

Un subset a été composé en sélectionnant uniquement les positions dans le milieu forestier. Ensuite, la différence de temps entre les positions successives a été calculée au moyen de la fonction *difftime* (package « *base* »). Ces temps correspondent à l'écart temporel entre deux positions sous couvert forestier. En d'autres termes, plus le temps entre deux positions forestières successives augmente, plus le sanglier quitte longtemps ce couvert.

Les temps ont ensuite été convertis en catégories ordonnées : de 0 à 3h ; de 3 à 6h ; de 6 à 12h ; de 12 à 24h ; de 24 à 48h ; de 48 à 72h ; de 72 à 96h ; de 96 à 120h ; de 120 à 144h ; de 144 à 240h ; et de 240 à 600h.

Pour les catégories supérieures à 12h, une vérification manuelle a été effectuée afin d'éviter les biais possibles suite à une perte de données GPS (échec de la localisation pendant plusieurs heures, voire jours). Dans le cas où une perte de données aurait été observée, la catégorie a été remplacée par celle possédant l'intervalle de temps maximum durant lequel aucune perte de données n'a été observée. Ainsi, si un intervalle de temps nous indique un non-retour sous couvert forestier de catégorie « 96-120h », mais que nous observons une perte de données pendant plusieurs heures après 48h, la catégorie « 96-120h » sera remplacée par « 24-48h ». La fréquence de chaque catégorie a ensuite été calculée selon les différentes saisons.

Il est également intéressant d'identifier quand le sanglier retourne sous le couvert forestier après une occupation de la plaine agricole. Pour cela, nous avons identifié les jours de fortes occupations agricoles en sélectionnant les jours présentant au minimum 78% de localisation en plaine agricole (correspondant à la moyenne de l'occupation journalière en plaine agricole + 1 écart-type). Le pourcentage de localisations sous couvert forestier est calculé pour chaque heure des jours sélectionnés. Cette opération est réalisée pour l'été uniquement afin de limiter la variabilité due à la saison, vu que celui-ci regroupe l'essentiel des jours de fortes localisations agricoles (le pourcentage de ces jours hors été est de 3,1%).

B) Éloignement par rapport à la lisière forestière

Nous avons réalisé un test de Kruskal-Wallis (le non-respect de la normalité empêchant la réalisation d'une Anova) entre la distance moyenne d'éloignement des positions lors des différentes saisons. Un test similaire (mais basé uniquement sur les localisations agricoles, afin de ne pas biaiser la moyenne) a également été réalisé pour comparer la distance moyenne d'éloignement lors des jours agricoles (plus de 78% de localisations en plaine agricole) et celle des jours sans forte utilisation (moins de 78% de localisations en plaine agricole). De nouveau, nous avons choisi de nous limiter aux jours agricoles estivaux.

C) Modification du domaine vital

Le domaine vital peut être perçu comme l'espace occupé par un individu lors de ses activités normales (recherche de nourriture, soin aux jeunes, accouplement) (Gula & Theuerkauf, 2013). Deux techniques permettent de le déterminer.

La méthode dite des « kernels » est une méthode non paramétrique qui, via la proximité des localisations (plus ou moins rapprochées les unes des autres), calcule la densité de probabilité de présence de l'animal. On peut dès lors calculer la probabilité de trouver à 50% (ou 90%, 95%...) du temps un animal dans des noyaux (« kernels ») correspondant au cœur des domaines vitaux. La réduction à 50% permet d'identifier les noyaux de forte utilisation (Balligand, 2015).

La méthode des polygones convexes minimums consiste quant à elle, à regrouper l'ensemble des points au sein d'un seul et même polygone, ayant la plus petite aire possible (White & Garrott, 1990).

Il est également possible de réduire les polygones pour capturer 50% (ou 90, 95% ...) des points, afin d'identifier les zones plus fortement utilisées. Puisque les résultats concernant les domaines vitaux sont influencés par la méthode utilisée (Gula & Theuerkauf, 2013), les deux méthodes (kernels et MCP) ont été utilisées dans ce travail.

Pour les sangliers agricoles et forestiers (identiques à ceux de *l'objectif 1D*), les domaines vitaux ont été calculés saisonnièrement selon la méthode des kernels à 50% (fonction *kernelUD*, package « *adehabitatHR* ») afin d'identifier les noyaux de forte utilisation. La méthode des MCP à 50% (fonction *mcp*, package « *adehabitatHR* ») pour le domaine vital saisonnier a aussi été utilisée afin de mettre en avant les potentiels éloignements des différents noyaux obtenus lors de la méthode des kernels. L'aire des différents domaines vitaux a été obtenue via la fonction *gArea* (package « *rgeos* »).

D) Raison d'un retour sous couvert forestier

Comprendre quels comportements le sanglier réalise sous le couvert forestier permettrait de déterminer les raisons qui le poussent à y retourner. Une approximation des comportements réalisés peut être effectuée via une analyse des vitesses de déplacement. En effet, certains comportements sont synonymes de vitesses plus faibles (le repos, la souille) tandis que d'autres sont corrélés à des vitesses de déplacement plus élevées (fuite, recherche de nourriture...).

Nous avons réalisé un test de Wilcoxon (le non-respect de la normalité empêchant la réalisation d'un Student-test) entre la vitesse moyenne des positions en milieu forestier et celle des positions en milieu agricole. La même opération a été réalisée pour les jours agricoles (plus de 78% de localisations en plaine agricole).

4.3.3. Objectif 3 : Cultures favorisant l'indépendance vis-à-vis du couvert forestier

Au vu de la définition donnée au *point 4.3.2* de l'indépendance, nous pouvons caractériser la favorisation de cette indépendance par les composants de la plaine agricole comme :

- toute culture permettant d'augmenter le temps d'occupation en plaine agricole,
- toute culture permettant d'augmenter l'éloignement vis-à-vis de la lisière forestière,
- toute présence d'un ensemble de cultures permettant de réaliser les divers comportements nécessaires à la survie du sanglier.

A) Culture permettant l'augmentation de la fréquentation de la plaine agricole

Pour chaque jour, le pourcentage de localisation agricole a été calculé. Ce pourcentage a été reclassé en catégories : de 0 à 10%, de 10 à 20%, etc jusque 90 à 100% de localisation en plaine agricole par jour.

Parallèlement, pour chaque culture sélectionnée (*cfr 4.3.1*), la valeur « 1 » a été attribuée si cette culture a été visitée par le sanglier durant ce jour, et la valeur « 0 » dans le cas contraire.

Une régression logistique ordinaire (fonction *clm*, package « ordinal ») a ensuite été réalisée avec comme variable dépendante le pourcentage de localisation et comme variable explicative la visite ou non de chaque culture sélectionnée. Cette opération permet d'affirmer si la visite d'une culture (l'avoine par exemple) au cours de la journée influe significativement ou pas sur le temps que restera le sanglier en milieu agricole.

```
clm(Pourcentage_occupation ~ avoine + froment +...+tourniere_enherbée)
```

B) Culture permettant l'augmentation de l'éloignement vis-à-vis du couvert forestier

Réalisation d'un test de Kruskal-Wallis (fonction *kruskal_test*, package « rstatix ») de la distance moyenne d'éloignement en fonction de chaque culture.

C) Présence d'un ensemble de cultures permettant de réaliser divers comportements

Cette présence se traduit par un ensemble de cultures dans lesquelles les vitesses de déplacement du sanglier ne sont pas homogènes. Si nous possédons une trame paysagère agricole avec des vitesses de déplacement identiques, quelle que soit la culture utilisée cela signifie que le sanglier ne peut y réaliser qu'un nombre réduit de comportements. Par exemple, si nous ne retrouvons uniquement que des vitesses élevées, quelle que soit la culture, il est assez improbable que le sanglier utilise la plaine agricole pour se bager. À l'inverse, si différentes vitesses sont observées selon les cultures, cela signifie qu'il est capable de réaliser des comportements divers (recherche de nourriture, fuite, bauge...).

Dans cette optique, un test de Kruskal-Wallis (fonction *kruskal_test*, package « rstatix ») de la vitesse moyenne de déplacement en fonction de chaque culture a été réalisé. Cette opération a été répétée pour chaque saison.

5. Résultats

5.1. Changement d'heure

Par souci de clarté et pour des raisons biologiques (les sangliers étant indifférents face au changement d'heure), l'ensemble des heures présentées ci-après sont dans le fuseau horaire « GMT+01 », correspondant au fuseau horaire de Bruxelles en « heure d'hiver » afin de ne pas tenir compte du changement d'heure saisonnier opéré en Belgique (le passage à l'heure d'été correspondant au fuseau horaire « GMT+02 »).

5.2. Succès de la prise de mesure

Pour chaque sanglier agricole sélectionné, nous avons obtenu les taux de succès de la prise de mesure suivants :

Nom	Région	% des localisations agricoles	Intervalle des localisations (min)	Succès de la prise de mesure (%)	Saisons	Années
Canicule	Namur	69%	120	70%	E-A-H-P	2012
Coralie	Thuin	50%	30	61%	E-A-H-P	2011
Dede	Thuin	45%	15	52%	E-A-H-P	2012
Gilbert	Namur	44%	15	56%	E-A-H-P	2011-2012
Guy	Namur	42%	15	91%	E-A-H-P	2012
Lactose	Thuin	38%	15	55%	E-A-H-P	2012-2013
Leopold	Thuin	34%	15	63%	E-A-H-P	2013
Noe	Thuin	71%	30	95%	E-A-H-P	2012
Perry	Seraing	52%	30	89%	E-A-H-P	2012

Tableau 3 : Récapitulatif des sangliers agricoles sélectionnés

Pour la plupart des sangliers, le taux de succès avoisine les 50-70%. Malgré ces taux suboptimaux, l'hypothèse de l'apparition d'une différence de qualité de prise de mesure entre les deux milieux est rejetée. En effet, l'analyse de la variation des pourcentages de succès en fonction des milieux (agricole ou forestier) montre que les différences d'échec sont minimales entre les deux milieux (respectivement de 20 et 24,9%) donc négligeables (seulement 4,9% de différence). Il n'y a également aucune variation dans la qualité de la prise de mesure entre les saisons ni les heures.

5.3. Objectif 1 : quantification & caractérisation de l'occupation en plaine agricole

5.3.1. Paramètres influençant la fréquentation de la plaine agricole

La régression logistique nous informe que la saison, l'heure ainsi que la distance d'éloignement par rapport à la lisière forestière influencent toutes significativement (p-value respectivement de $< 2e-16$, $< 2e-16$, et $5.04e-09$) la fréquentation de la plaine agricole. L'influence de chacune de ces variables sur l'occupation en plaine agricole sera détaillée par la suite.

5.3.2. Fréquentation saisonnière

Les résultats nous montrent une nette variation (p-value 0.0184) dans le taux de fréquentation de la plaine agricole selon les saisons (*figure 1*). Nous remarquons que la plaine agricole est principalement utilisée l'été. L'occupation en plaine agricole n'est cependant pas nulle durant les autres saisons.

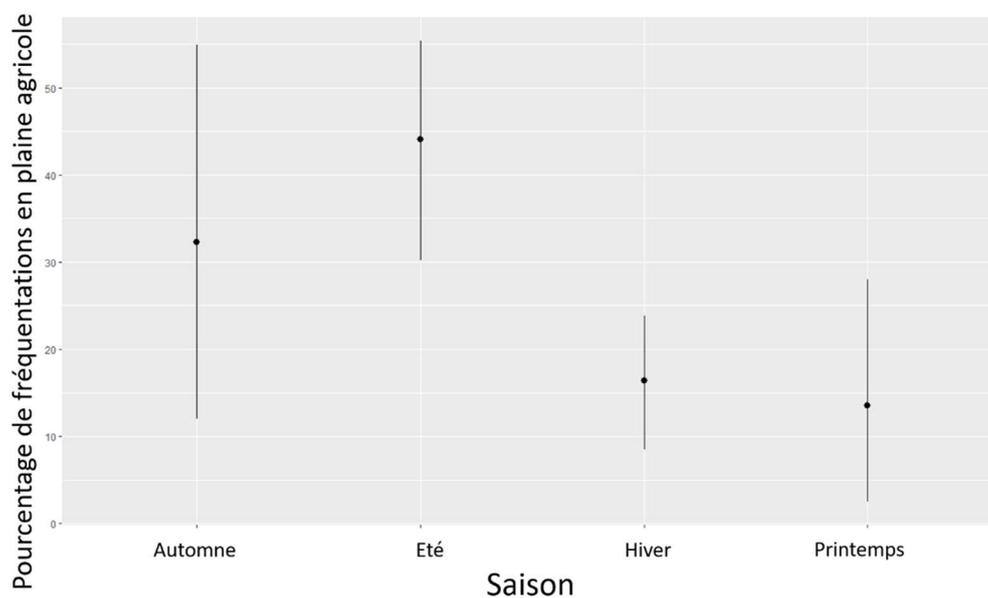


Figure 1 : Pourcentage d'occupation (moyenne et écart-type) de la plaine agricole selon les saisons

5.3.3. Fréquentation horaire

L'analyse de la répartition des localisations en plaine agricole selon les heures nous apprend que cette dernière dépend fortement de la saison (p-value de 8.66e-05, *figure 2*). Ainsi, l'occupation en plaine agricole l'été est plus lissée et plus homogène que durant l'automne ou l'hiver. Durant ces deux dernières, il y a une nette démarcation entre l'occupation nocturne (maximale) et l'occupation diurne (minimale). À l'inverse, l'occupation de la plaine en été est homogène dans la journée.

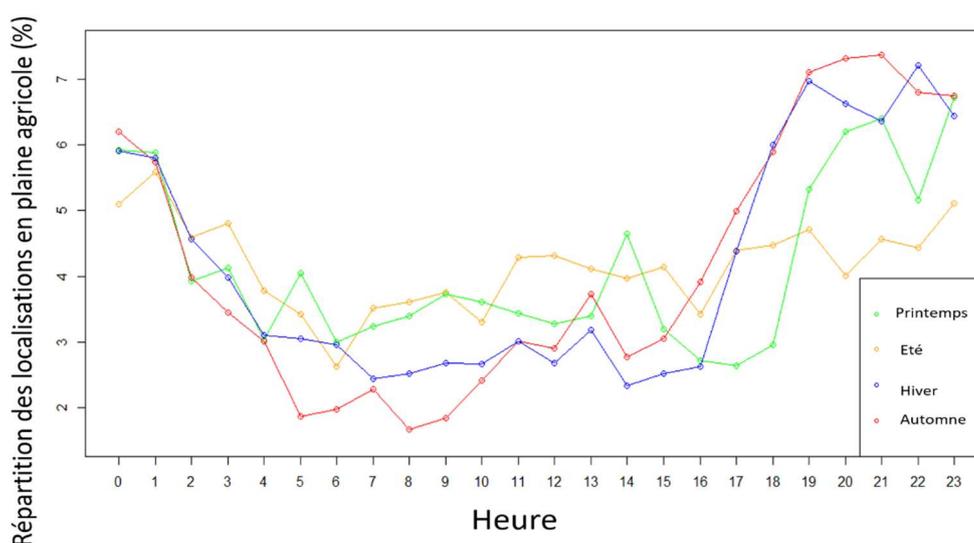


Figure 2 : Répartition du temps total passé en plaine agricole selon les différentes heures, par saison (en %)

I. Fréquentation nocturne/diurne

Le constat précédent est corroboré par les résultats de la fréquentation nocturne et diurne. En effet, pour l'hiver et l'automne, l'occupation de la plaine agricole se fait principalement la nuit (*Tableau 4*). En été, cette occupation est inversée, en étant maximale en journée et minimale la nuit. Notons toutefois que la différence jour/nuit pour le printemps n'est pas fortement marquée, contrairement à l'été.

Saison	Nombre de localisations en journée	Nombre total de localisations	Pourcentage
Automne	1392	2256	38,15%
Hiver	2242	2602	46,28%
Printemps	1260	1239	50,04%
Été	4122	6821	60,41%

Tableau 4: Nombre de localisations en plaine agricole en journée, nombre total des localisations en plaine agricole (jour + nuit), et pourcentage du nombre de localisations en plaine agricole la journée.

5.3.4. Cultures principalement sélectionnées

Parmi les 41 cultures reprises dans le parcellaire agricole, seules 12 cultures regroupent 90% des localisations en plaine agricole. Les 29 autres cultures ayant moins de 1% des localisations sont considérées comme négligeables. Les 12 cultures principalement utilisées par le sanglier sont, par ordre décroissant d'importance : le froment d'hiver (27%), le maïs d'ensilage (22%), les prairies permanentes (19%), l'orge d'hiver (7.5%), le miscanthus (6%), l'avoine (5,8%), les tournières enherbées (5,5%), la betterave sucrière (3.3%), le maïs pour le grain (3%), le colza et la navette d'hiver (2.5%), l'épeautre (1.8%) et les prairies temporaires (1%). Le pourcentage correspond à la part de chaque culture dans l'ensemble des localisations agricoles.

L'analyse RSF a démontré que l'ensemble de ces 12 cultures étaient bel et bien sélectionnées, et pas uniquement utilisées en raison de leur présence en grand nombre (P-value en *Annexe 1-A*). Si on prend l'exemple du maïs d'ensilage, la RSF montre que les sangliers observés utilisent cette culture dans 2149 cas, contre 1665 cas pour les « sangliers » générés aléatoirement.

La majorité des cultures peu utilisées par le sanglier ne montre aucune différence significative (*Annexe 1-B*) entre leur utilisation par les « sangliers » générés aléatoirement et ceux observés, preuve qu'elles ne sont pas sélectionnées par ce dernier. Cela explique également pourquoi elles sont peu utilisées. Par exemple, le froment de printemps est utilisé à 18 reprises par les « sangliers » aléatoires, contre 24 fois par les sangliers observés. Cette différence étant non significative, c'est donc bel et bien une culture faiblement utilisée et non sélectionnée.

Notons toutefois la présence de 4 cultures faiblement utilisées mais pourtant sélectionnées par le sanglier : l'orge de brasserie, la pomme de terre, les sapins de Noël et les trèfles.

I. Variation de l'utilisation des cultures sélectionnées au cours des saisons

Comme le montre le *tableau 5*, l'utilisation des différentes cultures sélectionnées est variable selon les saisons. On remarque toutefois que certaines cultures sont davantage utilisées durant l'été, alors que d'autres le sont surtout l'hiver, l'automne ou le printemps. Notons que la prairie temporaire (moins de 5 années d'utilisation consécutives comme prairie) est utilisée de manière similaire tout au long de l'année.

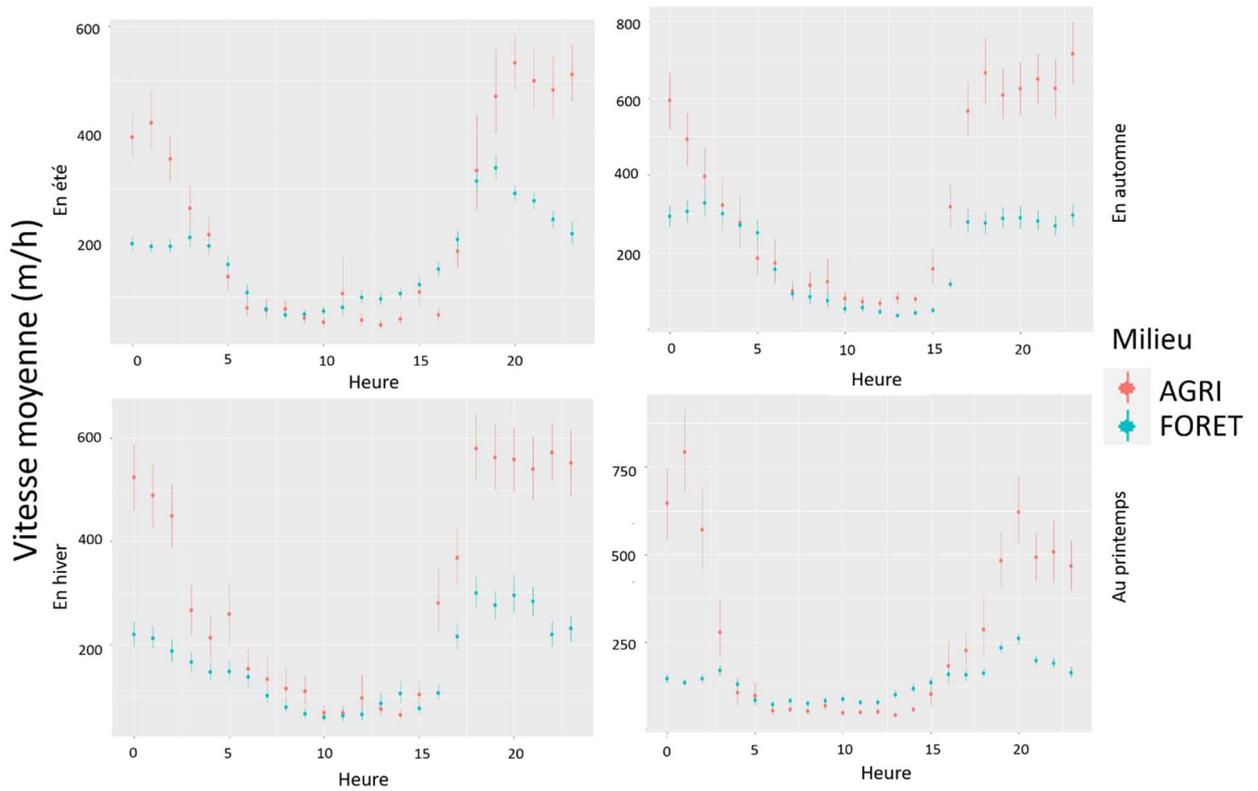
Culture	Automne	Été	Hiver	Printemps
Avoine	3	2	1	4
Prairie permanente	2	4	1	3
Tournière enherbée	2	4	1	3
Colza et navette d'hiver	4	3	2	1
Orge d'hiver	2	4	3	1
Betterave sucrière	1	3	2	4
Miscanthus	1	4	3	2
Épeautre	3	1	2	4
Froment d'hiver	2	1	3	4
Maïs d'ensilage	2	1	3	4
Maïs pour grain	2	1	3	4
Prairie temporaire	1	1	1	1

Tableau 5 : Gradation d'utilisation d'une culture au cours des saisons (1 : plus forte utilisation → 4 : plus faible utilisation). En bleu ce sont les cultures principalement utilisées l'hiver ; en orange elles le sont principalement le printemps ; en vert pour l'automne et en violet pour l'été.

5.3.5. Modification dans le rythme d'activité du sanglier

Notre premier résultat obtenu nous indique que le sanglier possède toujours un rythme ayant un pic d'activité la nuit et un minima le jour. Ce constat est vrai, quels que soient les saisons et le milieu de vie (*figures 3 à 6*).

Lors d'une analyse plus fine des vitesses de déplacements selon les heures, uniquement pour les positions en milieu agricole cette fois-ci, le même schéma d'activité a été retrouvé, quelle que soit la saison (*figure 7*). Aucune modification dans le rythme d'activité du sanglier n'a donc été détectée.



Figures 3 à 6 (De gauche à droite et de haut en bas) : Graphique de la vitesse moyenne (et écart-type) de déplacement (m/h) selon les heures en été, automne, hiver et printemps en fonction des sangliers forestiers (bleu) ou agricoles (rouge).

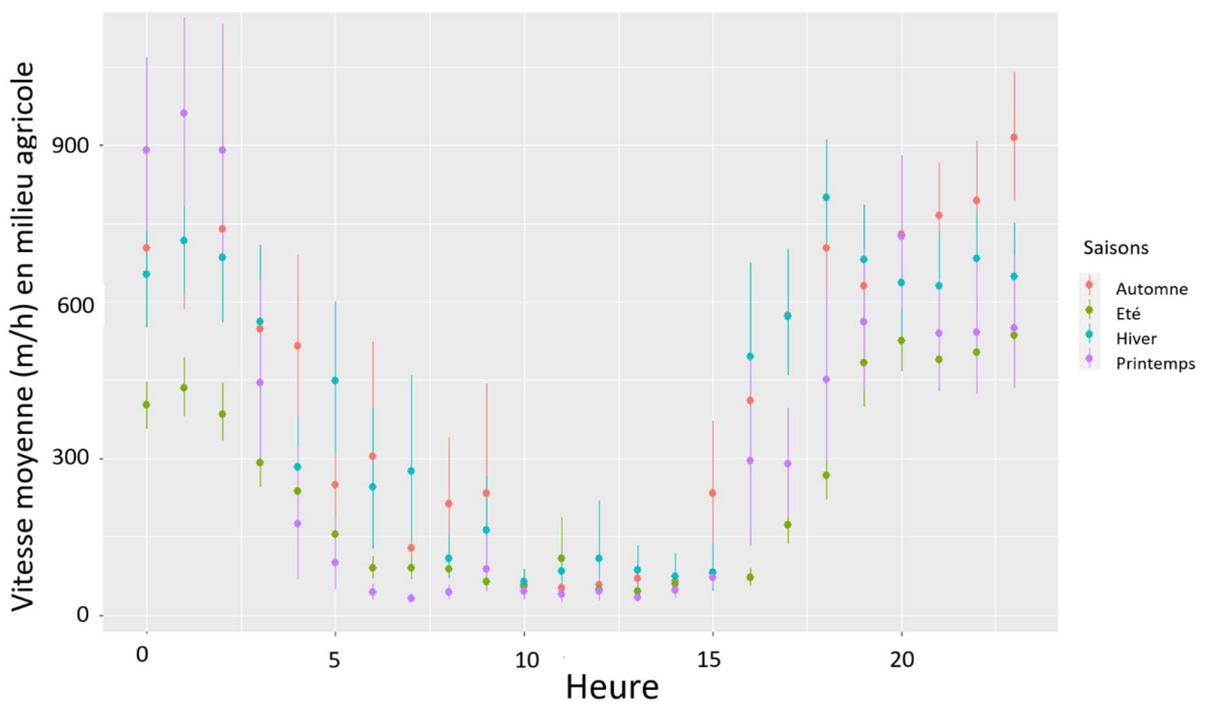


Figure 7 : vitesse de déplacement moyenne (et écart-type) (en m/h) pour les localisations en milieu agricole selon les saisons

5.4. Objectif 2: Identification de la dépendance au couvert forestier et de sa variation temporelle

5.4.1. Temps moyen sans retour vers le couvert forestier & heures de retour

Dans 96% des cas, le sanglier s'éloignait entre 0 et 3h du couvert forestier. Cette tendance est plus faible en été, descendant à 92% (*Annexe 9*). En corolaire, les éloignements de plus de 12h (12 à 24h, 24 à 48h, 48 à 72h, 72 à 96h, 96 à 120h et 120 à 144h) y sont plus fréquents que durant les autres saisons.

En ce qui concerne les éloignements de plus de 24h, il s'opère dans 0.3% des cas. Notons toutefois un record de 144h sans retour sous couvert forestier, opéré par un sanglier en été.

L'étude des heures de retour sous couvert forestier montre une tendance de retour vers le début de nuit principalement (entre 19h et 23h dans 50,4% des retours) (*figure 8*).

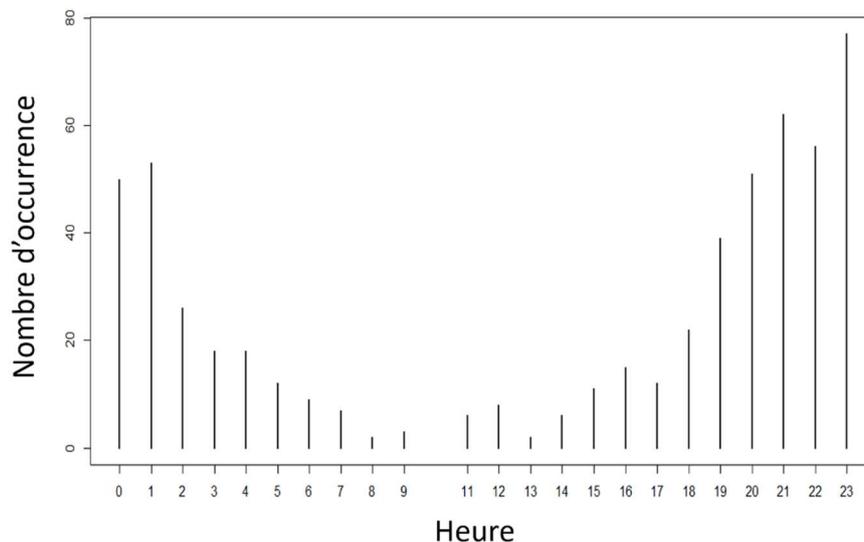


Figure 8 : nombre de fois que le retour sous couvert forestier s'est déroulé selon chaque heure des jours d'été. Les heures sont dans le fuseau horaire GMT+01.

5.4.2. Raison d'un retour sous couvert forestier

L'étude des vitesses pour les jours sans occupation de la plaine agricole spécifique montre une vitesse de déplacement en milieu agricole systématiquement et significativement (p -value = 0.00038) plus élevée (quelle que soit la saison) que celle en milieu forestier (*Figure 9*).

À l'inverse, la même étude mais réalisée sur les jours de fortes occupations agricoles (minimum de 78% des localisations en milieu agricole) montrent une situation tout à fait différente. La vitesse en milieu agricole est significativement plus faible que celle en milieu forestier (figure 9).

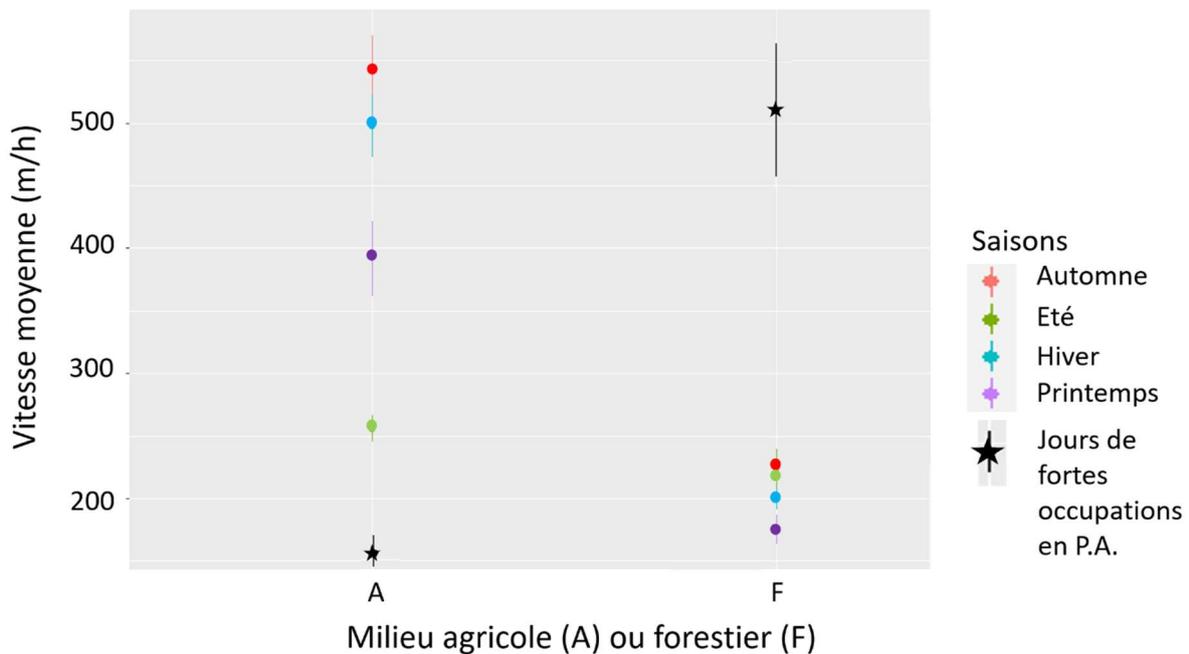


Figure 9 : vitesse (moyenne et écart-type) de déplacement du sanglier en m/h en fonction du milieu agricole (A) ou forestier (F), de la saison, ou des jours de fortes occupations de la plaine agricole (en période estivale uniquement).

5.4.3. Distance d'éloignement vis-à-vis de la lisière forestière

La distance d'éloignement fluctue selon les saisons, mais est significativement (p -value < $2.2e-16$) plus importante l'été que les autres saisons (tableau 6).

Saison	Moyenne de la distance d'éloignement (m)	Écart type (m)
Été	157	185
Automne	50	102
Hiver	26	69
Printemps	31	62

Tableau 6 : Distance moyenne d'éloignement des sangliers à la lisière forestière en fonction des saisons

5.4.4. Variation de la distance moyenne d'éloignement durant les jours de fortes occupations agricoles

Les résultats nous montrent que la distance moyenne durant les jours de fortes utilisations est significativement ($p\text{-value} < 2.2e-16$) plus importante que durant les jours d'occupation normale (*Tableau 7*).

	Distance moyenne (m)	Écart-type (m)
Jours de fortes utilisations	219,35	188,57
Jours d'utilisations normales	57,28	127,71

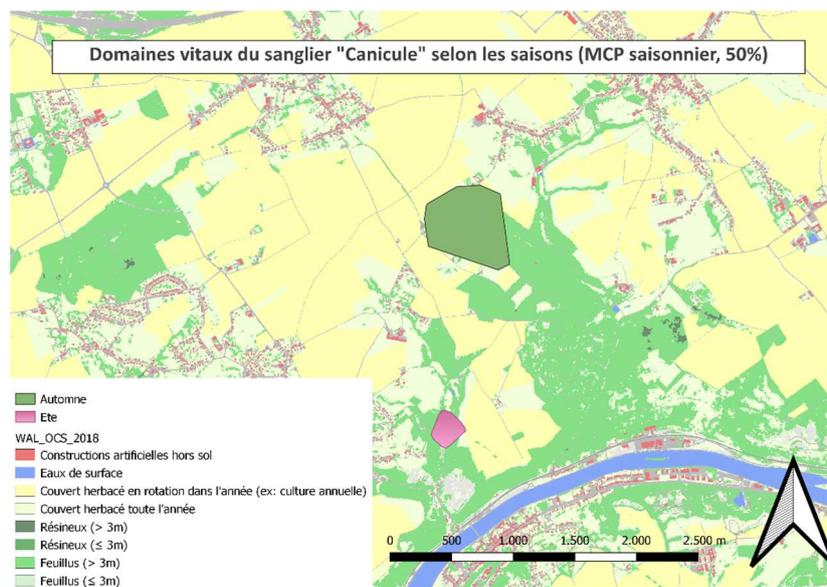
Tableau 7 : Distances moyennes d'éloignement de la lisière forestière et écart-type, en fonction des jours de fortes occupations agricole (au moins 78% du temps en plaine agricole) et d'occupation normale.

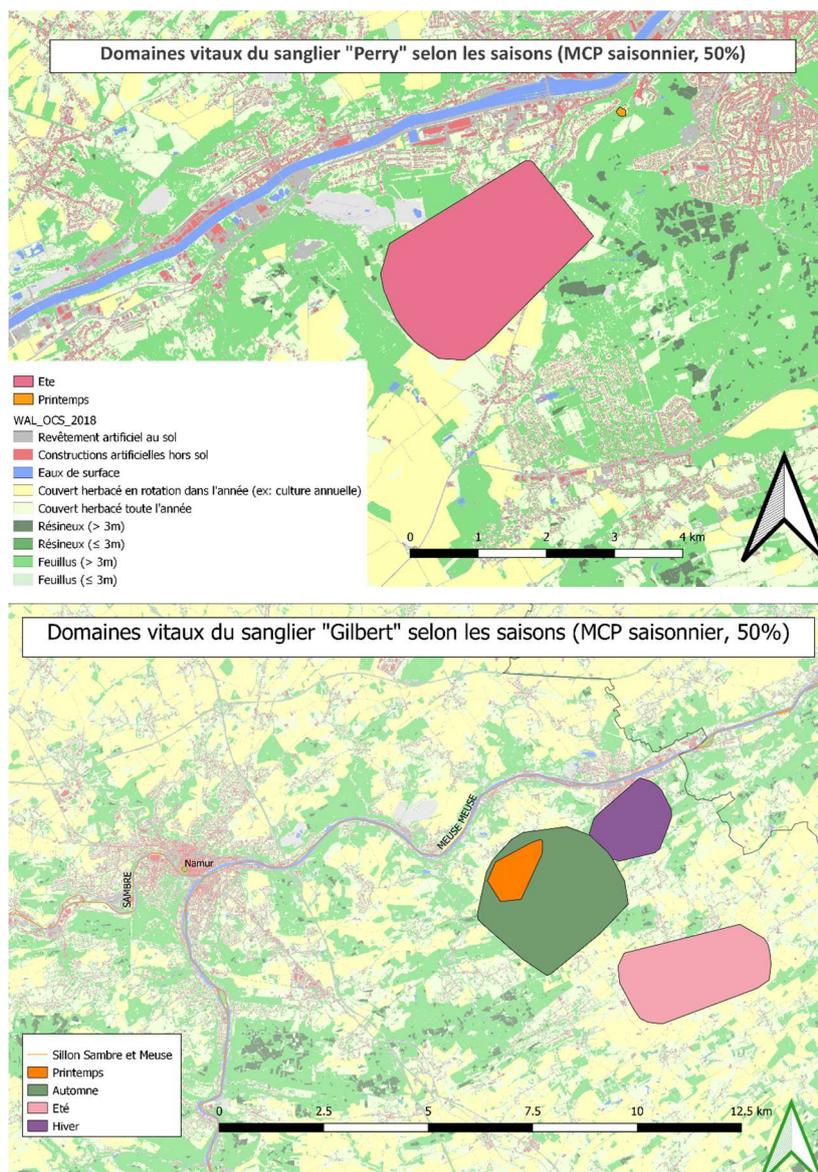
5.4.5. Modification du domaine vital selon l'utilisation de la plaine agricole

Les analyses des modifications de domaines vitaux montrent des différences entre les saisons et les milieux de vie, comme présenté dans les points suivants.

I. Localisations des domaines vitaux des sangliers agricoles selon les saisons

Il apparait clairement que les sangliers agricoles semblent déplacer intégralement leurs domaines vitaux en été. Ceci a pu être prouvé pour les trois sangliers agricoles suivis durant au moins deux saisons dont l'été (*Figures 10 à 12 ; illustration avec les kernels en Annexe 5*) :





Figures 10 à 12 (de haut en bas): Illustrations des domaines vitaux saisonniers des sangliers « Canicule », « Perry » et « Gilbert » via la méthode des MCP, à 50%. Les domaines sont représentés sur la carte d'occupation des sols Walous 2018.

II. Variations du domaine vital saisonnier chez les sangliers forestiers

L'aire obtenue pour les domaines vitaux estivaux via la méthode des kernels est significativement (p value = 0.03) plus élevée en été que durant les autres saisons (figure 13-A). Or, les aires obtenues via la méthode des MCP ne montrent aucune différence significative (p value = 0.2) (figure 13-B)

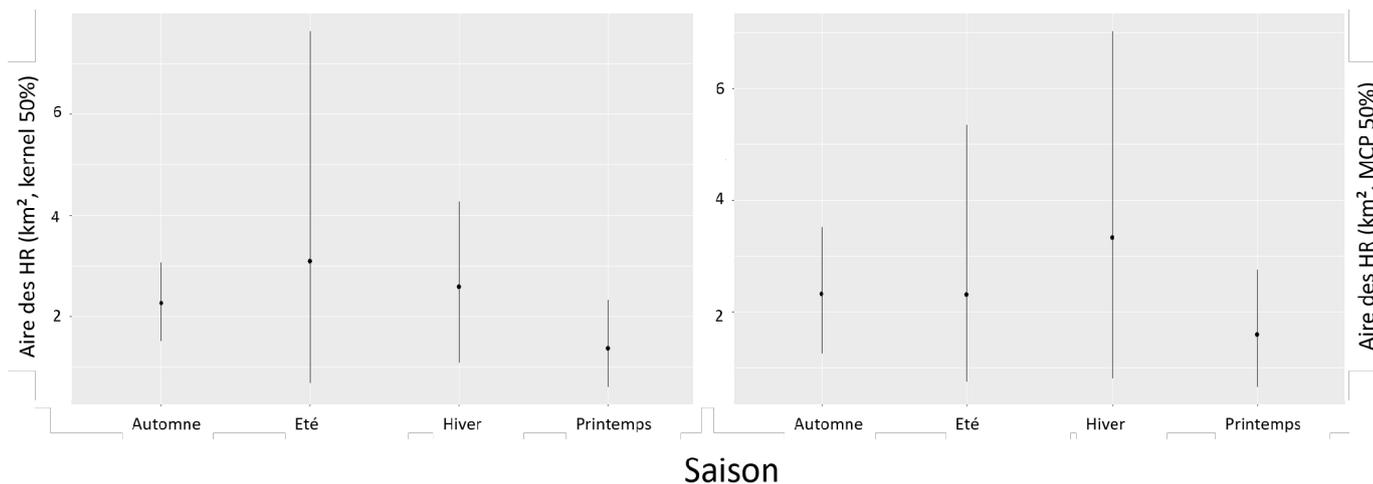


Figure 13 (A-B) : Variation de l'aire moyenne (et écart-type) des domaines vitaux des sangliers forestiers selon les saisons, via la méthode des kernels 50%, et via la méthode des MCP 50%.

III. Variation du domaine vital saisonnier chez les sangliers agricoles

Par rapport aux sangliers forestiers, les sangliers agricoles montrent des résultats différents concernant la variation saisonnière de leurs domaines vitaux.

L'aire obtenue pour les domaines vitaux estivaux via la méthode des kernels est significativement (p value = 0.02) plus faible en été que durant les autres saisons (figure 14-A). Les aires obtenues via la méthode des MCP montrent la même tendance également, de manière significative (p value = 0.00013) (figure 14-B).

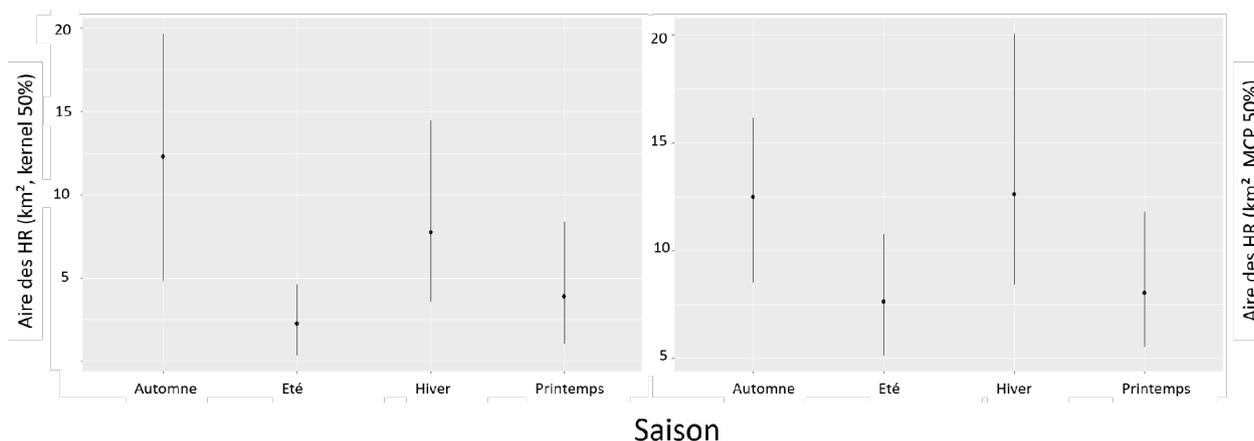


Figure 14 (A-B) : Variation de l'aire moyenne (et écart-type) des domaines vitaux des sangliers agricoles selon les saisons, via la méthode des kernels 50% et via la méthode des MCP 50%

IV. Illustration des différences entre les variations des domaines vitaux en milieu agricole et forestier

Au vu des différences entre les sangliers agricoles et forestiers montrées dans les points précédents, une comparaison directe entre les deux a été effectuée, tant pour les aires de domaines vitaux obtenues via la méthode des kernels (*figure 15-A*) que pour la méthode des MCP (*figure 15-B*). Les tests de Kruskal-Wallis nous informent qu'il y a une différence significative ($p\text{-value} < 2e-16$) entre les aires des domaines vitaux des sangliers agricoles et ceux des forestiers, sauf pour l'été (que ce soit pour la méthode des MCP ou des kernels, $p\text{-value}$ respectivement de 0.003 et 0.00052). De manière générale, les domaines vitaux des sangliers agricoles sont significativement ($p\text{-value} < 2e-16$) plus grands que ceux des sangliers forestiers. Toutefois, en été, ils sont équivalents, voire plus faibles que leurs équivalents forestiers.

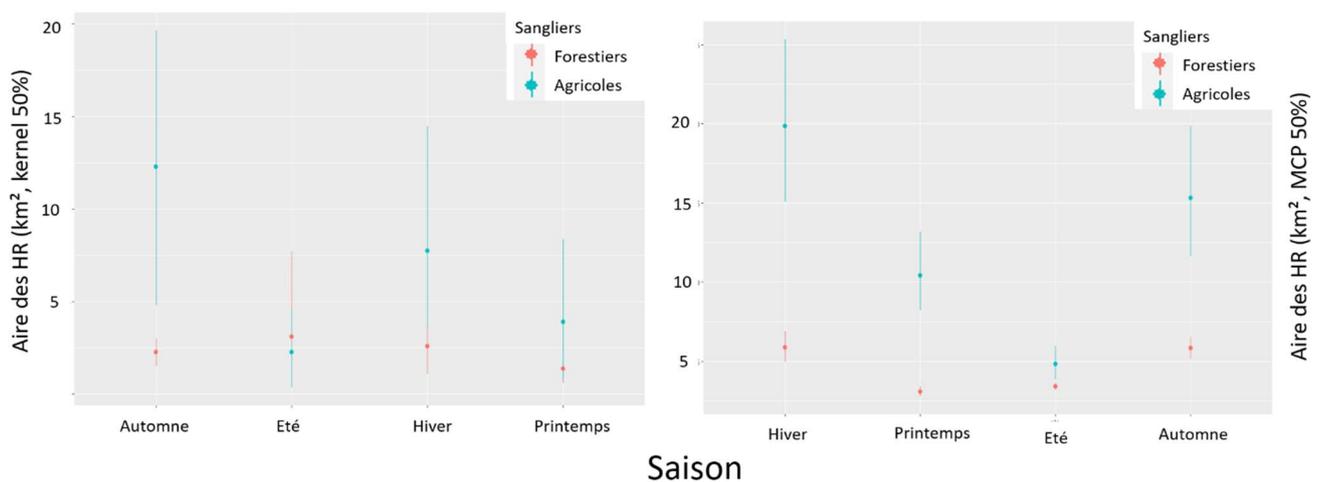


Figure 15 (A-B) : Variation de l'aire moyenne (et écart-type) des domaines vitaux des sangliers agricoles et forestiers selon les saisons, via la méthode des kernels 50% et via la méthode des MCP 50%.

5.5. Objectif 3 : Composants de la plaine agricole modificateurs de la dépendance au couvert forestier

5.5.1. Cultures favorisant la fréquentation de la plaine agricole

On remarque que le pourcentage d'occupation agricole est dépendant de la visite de certaines cultures, différentes selon les saisons (*Annexe 3*).

Il est intéressant de remarquer que sur les 12 cultures sélectionnées, seule une poignée influence ce pourcentage de manière significative pour chaque saison : 2 pour l'été (froment d'hiver et maïs d'ensilage), 5 pour l'automne (betterave sucrière, maïs d'ensilage, miscanthus, prairie permanente et tournière enherbée), 2 pour l'hiver (prairies et miscanthus) et 1 pour le printemps (orge d'hiver).

5.5.2. Cultures favorisant l'éloignement vis-à-vis de la lisière forestière.

Quelle que soit la saison, le type de culture influence significativement l'éloignement vis-à-vis de la lisière forestière (pvalue pour l'hiver, l'automne, le printemps et l'été inférieure à $2,2 \cdot 10^{-16}$). Bien que développer dans la *Discussion*, il est utile de remarquer que les cultures possédant les plus hautes distances ne sont pas spécifiquement celles qui influencent significativement le temps en plaine agricole (*Annexe 3, significativité par paire de variables en Annexe 6*).

5.5.3. Présence d'un ensemble de cultures permettant de réaliser divers comportements.

Nous constatons que pour chaque saison, nous retrouvons des cultures au sein desquelles le sanglier possède des vitesses moyennes de déplacement élevées, d'autres possédant des vitesses plus faibles (*Annexe 3*). Toutefois, une même culture ne possède pas toujours une même vitesse selon les saisons (et donc selon les stades de développement). C'est encore une fois une preuve de l'extrême variation saisonnière des résultats.

Nous remarquons qu'à 10 reprises, une culture possède une vitesse de déplacement pour le sanglier identique à celle en forêt (de l'ordre de 200m/h, vitesse calculée pour les jours d'utilisation normale de la plaine agricole, *cfr 5.4.2, figure 9*). Ces 10 reprises sont réparties sur les 4 saisons (surlignage vert dans *l'Annexe 3, significativité par paire de variables en Annexe 7*), mais principalement concentrées en été et au printemps.

6. Discussion

6.1. Limites de l'étude

Une première limite de cette étude est le faible échantillonnage saisonnier. Malgré que nous ayons plus de 300 000 points de localisations en milieu agricole, ils ne sont répartis qu'entre 9 sangliers agricoles suivis sur quelques mois. A part pour un seul sanglier (dénommé « Gilbert »), aucun n'a été suivi durant les 4 saisons. Cela donne parfois, pour certaines saisons, uniquement 2 ou 3 sangliers différents suivis, fragilisant la puissance statistique.

Deuxièmement, nous n'avons aucune information quant à leur degré de parenté entre eux ; or l'utilisation de l'habitat peut être influencée par les comportements appris par la mère (Keuling et al., 2009). Si nos sangliers proviennent d'une même cellule familiale (ou s'ils sont fortement apparentés), ils pourraient posséder des comportements d'utilisation de l'habitat similaires. Ces comportements nous sembleraient alors majoritaires (car partagés par la plupart des sangliers suivis) alors qu'en réalité, ils ne sont partagés que par cette seule cellule familiale et seraient donc minoritaires dans le restant de la population.

Troisièmement, au vu du nombre peu élevé de sangliers suivis, aucune distinction mâle/femelle n'a été effectuée. Pourtant des différences existent entre les mâles et femelles notamment en termes de distance de dispersion et de temps d'activité journalier (Péron et al., 2018 ; Prévot & Licoppe, 2013).

Il est donc important de garder en tête ces différentes limites lors des réponses aux hypothèses dans les points suivants.

6.2. Objectif 1 quantification & caractérisation de l'occupation en plaine agricole

Notre hypothèse 1 est bien confirmée : la plaine agricole est principalement utilisée l'été, bien qu'elle puisse potentiellement l'être toute l'année. Ces constats corroborent ceux de Gerard et al. (1991) et Herrerro et al. (2006). Cela s'explique par le nombre plus élevé de cultures présentes durant cette saison que durant les autres (*Annexe 4*).

De plus, le sanglier consomme principalement les céréales en « lait » (stade de formation du grain, généralement 2 mois avant la récolte) (Baubet et al., 2008), particulièrement présentes en période estivale.

Contrairement à notre hypothèse 1a, la fréquentation maximale en plaine agricole ne se déroule pas nécessairement la nuit. Bien que vraie la majorité de l'année, la fréquentation en plaine agricole se déroule davantage le jour, en été (*Tableau 4*). Hors période estivale, le sanglier possède une occupation maximale durant les heures nocturnes, et une occupation minimale durant les heures diurnes. En été, une occupation constante sans grande distinction selon les heures est davantage observée. La plus grande longueur des journées estivales induit une plus grande fréquentation diurne que nocturne. Au vu de ce résultat, il est intéressant de remarquer une certaine capacité du sanglier à modifier son mode de fréquentation en plaine agricole selon les saisons. De plus, notons que même si son schéma de fréquentation journalière est modifié en été, son rythme d'activité lui, ne l'est pas. Dès lors, nous pouvons supposer que le sanglier réalise les mêmes comportements aux mêmes moments, sans distinction saisonnière, mais que la localisation (sous couvert forestier ou en plaine agricole) de ces comportements change en été. Bien que son rythme d'activité ne change pas, les vitesses de déplacements sont significativement plus élevées en milieu agricole qu'en milieu forestier (*Cfr 6.3.*), traduisant donc une dépense énergétique plus élevée en milieu agricole que forestier (compensée par la présence d'une nourriture à haute valeur énergétique).

Nos résultats montrent aussi une capacité à sélectionner des cultures à certaines saisons précises confirmant l'hypothèse 1b.

6.3. Objectif 2 : Identification et variation de l'indépendance du sanglier vis-à-vis du couvert forestier

Notre hypothèse 2 est confirmée: les sangliers suivis retournent fréquemment sous couvert forestier (maximum 3h d'éloignement dans 96% des cas). Ce temps d'éloignement varie selon les saisons, avec une augmentation des éloignements de plus de 3h en été, le sanglier occupant plus longtemps d'affilée la plaine agricole.

Il est également intéressant de noter que le sanglier n'a pas nécessairement besoin de retourner quotidiennement sous couvert forestier (comme présenté dans l'hypothèse 2a). Le sanglier peut rester plus de 24h sans retour sous couvert forestier (avec un maximum jusque 12jours), mais cela reste peu fréquent (0.3% des cas).

Conformément à notre hypothèse 2.b, la distance d'éloignement varie saisonnièrement. Bien que durant la majeure partie de l'année le sanglier ne s'éloigne que de 26 à 50m, en été, cette distance triple, s'éloignant davantage du couvert forestier et plus longtemps.

Morelle (2015) se demandait si l'occupation de la plaine agricole plus forte en été s'expliquait par une délocalisation totale en plaine agricole du domaine, ou via un agrandissement de ce dernier (en conservant les mêmes noyaux toujours aux mêmes endroits au fil des saisons). Les analyses des domaines vitaux réalisées dans ce travail semblent pencher davantage pour une délocalisation que pour un agrandissement.

En effet, pour les trois sangliers possédant des localisations durant au moins 2 saisons (dont l'été), il n'y a aucune superposition des domaines vitaux entre l'été et les autres saisons (*figure 10 à 12*). De plus, les aires des domaines vitaux des sangliers agricoles sont significativement plus faibles en été (contrairement à leurs homologues forestiers) (*figures 13 et 14*). Cela sous-tend que les sangliers agricoles déplacent intégralement leurs domaines vitaux en été plutôt qu'ils ne les agrandissent, tendant donc à infirmer notre hypothèse 2c.

Les mammifères, pour s'adapter à un nouvel environnement, peuvent modifier leur stratégie de mouvement afin d'accéder à davantage de ressources (Morelle, 2015). Ce modèle est applicable ici : les populations agricoles ont (sauf l'été) des domaines vitaux plus grands que ceux des populations forestières. Nous pouvons émettre l'hypothèse que les populations agricoles ont besoin de se déplacer davantage que les populations forestières afin d'accéder aux ressources nécessaires. En effet, les vitesses de déplacements sont plus élevées en milieu agricole qu'en milieu forestier (*figure 9*). En été, puisque l'aire moyenne du domaine vital des sangliers forestiers et agricoles est similaire, les populations agricoles trouveraient suffisamment de ressources peu éloignées les unes des autres.

Cette hypothèse est soutenue par la diminution estivale des retours sous couvert forestier, les vitesses de déplacement estivales en milieu agricole plus faibles que les autres saisons et par l'augmentation de la diversification des ressources agricoles en été (*Annexe 4*). Dès lors, la délocalisation estivale en plaine agricole permettrait aux sangliers de profiter d'un ensemble de ressources peu éloignées (trop faiblement présentes durant les autres saisons) en réduisant ses dépenses énergétiques (car moins de déplacements). Cette première modification de la stratégie de mouvement pourrait expliquer leur capacité d'adaptation à ce nouvel environnement.

La délocalisation totale signifie également une occupation de couverts forestiers différents selon les saisons. Dès lors, l'organisation de battues dans les bois en automne aux alentours des champs fortement occupés en été s'avèrera sans doute infructueuse car les sangliers s'y trouvant sont alors dans un autre couvert forestier, bien plus loin.

Le retour sous couvert forestier par le sanglier se déroule principalement en début de nuit (*figure 8*), ce qui semble infirmer l'hypothèse 2.a.i. En effet, Erdtmann & Keuling, (2020) indiquaient que la première moitié de la nuit est principalement consacrée à la recherche de nourriture, contrairement à la seconde partie qui elle, est consacrée aux comportements de confort (bauge, souille...). Ce constat pourrait être une piste pour améliorer la gestion du sanglier en plaine agricole. Bien que la réalisation de battues dans les plaines soit difficile, il serait possible de disposer des postes de chasses (mirador, pirsch...) en début de nuit pour intercepter les sangliers agricoles lors de leur retour sous couvert forestier.

De plus, un retour en début de nuit par le sanglier semble indiquer qu'il ne retourne pas sous couvert forestier pour les activités de confort comme avancés dans l'hypothèse 2.a.i. Cela se confirme en partie par l'analyse des vitesses. Lors de la majeure partie de l'année, le sanglier possède une vitesse de déplacement plus élevée en milieu agricole qu'en milieu forestier (*figure 9*). Ce constat semble tout à fait explicable par une prise de nourriture en plaine agricole et une bauge/souille en forêt (Janeau et al., 2014). Néanmoins, durant certains jours, lorsqu'il occupe la plaine agricole plus de 78% du temps, ce modèle ne s'applique plus. En effet, durant ces jours-là (quasiment exclusivement en été), la vitesse en plaine agricole est beaucoup plus faible que celle sous couvert forestier (*figure 9*). Cette faible vitesse est probablement associée à des comportements de confort (souille, bauge...), sexuels ou sociaux (Morelle, 2015).

Or, comme présenté par Erdtmann & Keuling (2020), ces comportements sont principalement situés dans des zones considérées comme « sécurisées » par le sanglier. Cela signifie que sous certaines conditions, le sanglier se sent plus (ou autant) « en sécurité » dans une culture en été que sous couvert forestier. Durant ces mêmes jours, il va s'éloigner davantage du couvert forestier que durant les autres (*Tableau 6*).

Il est dès lors très compliqué de parler de réelle indépendance annuelle, voire même saisonnière. En effet, nous remarquons que le sanglier en plaine agricole retourne régulièrement sous couvert forestier, ne s'éloignant que très peu (sauf pour l'été). Par contre, ce qui ressort comme constat c'est l'apparition d'un shift dans le comportement du sanglier, s'opérant principalement durant l'été. En effet, certains jours, il va occuper de manière beaucoup plus intense la plaine agricole que les autres jours (plus de 78% du temps). Durant ces jours, il ne va pas simplement occuper plus longtemps la plaine, il va également y réaliser des comportements initialement réalisés sous couvert forestier. Keuling et al. en 2009 montraient des « laies des champs » qui restaient principalement en milieu agricole, ne retournant que très peu en forêt (2000ha de forêt non fragmentée). Ces « laies des champs » étaient les plus fréquentes, et possédaient un domaine vital restreint en été, et déplacé en milieu agricole. Dans ce travail, nous démontrons que ce constat est toujours vrai même lorsque nous ne prenons plus une réelle forêt non fragmentée, mais un simple couvert forestier de quelques mètres carrés situé en milieu agricole. De plus, ce « shift » comportemental semble être une deuxième modification de la stratégie de mouvement expliquant la capacité d'adaptation du sanglier (et de colonisation) à la plaine agricole.

6.4. Objectif 3 : Composants de la plaine agricole modificateurs de la dépendance aux couverts forestiers

Comme vu au point précédant, la dépendance vis-à-vis du couvert forestier prend davantage l'aspect d'un shift comportemental. Il est désormais utile de se demander quels en sont les facteurs potentiellement responsables. Conformément à notre hypothèse 3, nous nous sommes demandés si la visite de certaines cultures permet de favoriser l'indépendance vis-à-vis du couvert forestier (temps d'occupation en plaine agricole, distance d'éloignement du couvert forestier et possibilité d'y réaliser un ensemble divers de comportements).

Premièrement, seule la visite de certaines cultures pour chaque saison permet de réellement augmenter le pourcentage d'occupation en plaine agricole (*Annexe 3*). Cela sous-tend que, même parmi les 12 cultures les plus visitées, seules certaines ont un effet « fixateur » sur le sanglier en plaine agricole. L'explication pourrait venir des caractéristiques propres aux cultures (densité du couvert, hauteur, fraîcheur sous le couvert...), cette hypothèse serait à développer dans une étude ultérieure afin de comprendre comment les caractéristiques propres des cultures permettent d'agir ou non comme « agent fixateur » du sanglier en plaine agricole selon les saisons.

En effet, la présence seule, même au même stade de développement d'une culture n'explique pas cela. Par exemple l'avoine et le froment d'hiver possèdent une même date de récolte, donc une même date de stade de maturation et de culture en « lait ». Pourtant seul le froment d'hiver agit comme agent fixateur en été.

Parmi ces cultures, en observant les vitesses de déplacement nous pouvons distinguer deux groupes :

- Les cultures fixatrices à hautes vitesses de déplacement : permettent, selon la saison, au sanglier de résider plus longtemps en plaine agricole en lui offrant des lieux de nourrissages attractifs, des couloirs de déplacements ou de fuite (possédant des vitesses de déplacements plus élevées).
- Les cultures fixatrices à basses vitesses de déplacement : permettent, selon la saison, au sanglier de résider plus longtemps en plaine agricole en lui offrant des lieux de quiétudes pour y réaliser des comportements de confort comme se baigner ou se souiller (possédant des vitesses de déplacements plus faibles). Il est également possible que des comportements de nourrissage se retrouvent dans ce type de culture. En effet, le sanglier possède parfois un comportement monophasique (une seule prise de nourriture à un moment donné à un endroit donné) (Baubet et al., 2008). Dès lors, s'il se nourrit une seule fois à un endroit, puis qu'il y reste de nombreuses heures pour s'y baigner, la vitesse moyenne sera faible malgré le fait qu'il se soit nourri dans cette culture.

Nous retrouvons donc, pour chaque saison, un ensemble de cultures qui permettent aux sangliers de se fixer en plaine agricole. Cet ensemble de cultures semble lui permettre de réaliser divers comportements, allant du confort au déplacement.

Dès lors, en sélectionnant un ensemble de cultures adéquates pour la saison et ses besoins, il semble théoriquement capable de se passer davantage du couvert forestier. Ceci confirme notre hypothèse 3.a et 3.b. Cette sélection semble également être une troisième stratégie de mouvement développée par le sanglier, expliquant son adaptation en plaine agricole.

Deuxièmement, toutes les cultures ne permettent pas un même éloignement vis-à-vis du couvert forestier. La plupart des cultures « fixatrices » comme décrites au point précédent possèdent une distance d'éloignement élevée. Pourtant, d'autres cultures possédant des distances beaucoup plus élevées ne sont pas reprises comme « fixatrices » au niveau du temps d'occupation en plaine agricole (*Annexe 3*). Ainsi, en été, la betterave sucrière possède une distance d'éloignement plus importante que le froment d'hiver (300 +/- 118m contre 201 +/- 115m), pourtant elle ne permet pas au sanglier de résider plus longtemps en plaine agricole. Une hypothèse serait que ces cultures soient principalement utilisées comme lieu de nourrissage. Elles seraient dès lors très attractives énergétiquement pour le sanglier, raison pour laquelle il se déplace loin pour les visiter, mais ne présenteraient pas d'autres caractéristiques suffisantes pour lui permettre d'y résider plus longtemps (contrairement au maïs par exemple). Ces cultures, si elles sont non présentes, pourraient tout à fait être remplacées par d'autres cultures de nourrissage. Leur absence et remplacement n'impacteraient pas l'occupation du sanglier en plaine agricole (car non significative comme culture fixatrice). À l'inverse des cultures fixatrices (à hautes ou basses vitesses de déplacements) qui ne peuvent être remplacées sans entraîner une diminution de l'occupation en plaine agricole. Cette hypothèse est d'ailleurs soutenue par une augmentation des vitesses de déplacements du sanglier lorsqu'il se trouve dans des cultures ayant une distance d'éloignement plus importante, mais étant non fixatrice (887 +/- 863 m/h pour la betterave sucrière, contre 215 +/- 367 m/h pour le froment d'hiver pour l'été).

6.5. Perspectives

Comme présenté dans le point 7.1. *Échantillonnage*, la mise en place d'un nouveau dispositif prenant en compte davantage de sangliers suivis en plaine agricole permettrait d'améliorer les constats tirés. Une première distinction mâle/femelle pourrait être faite au sein de chaque région. En effet, avec seulement 9 sangliers suivis, répartis sur 3 régions et en 2 sexes, le nombre d'échantillons par saison est insuffisant pour tirer ici ces constats.

Or, nous savons que les mâles et les femelles possèdent des comportements distincts notamment en termes de taille des domaines vitaux (Prévot & Morelle, 2012). L'augmentation de la taille de l'échantillon permettrait également de réduire la variabilité naturelle et de se rapprocher d'une distribution des données davantage normalisée. Ceci permettant de procéder à des tests statistiques plus puissants et donc à des conclusions plus robustes (Bonache, 2018).

La reproduction de l'expérience actuellement pourrait également avoir un intérêt afin de posséder une dimension évolutive de l'utilisation de la plaine agricole par le sanglier. En effet, nous savons que dans certaines régions suivies, les sangliers ne sont apparus massivement que depuis 2006 à 2010 (en Thudinie par exemple), or les sangliers suivis l'étaient peu de temps après (entre 2012 et 2013) (Morelle & Prévot, 2012). Couplé à cela, Keuling et al. (2009) montraient que les marcassins étaient capables d'apprendre des schémas comportementaux de leur mère concernant l'utilisation de l'habitat.

Nous pourrions donc émettre l'hypothèse que les sangliers que nous avons suivis étaient novices dans l'utilisation de ce nouveau territoire (car implantés depuis peu de générations) mais que par transmission des comportements, les générations futures auraient une plus grande indépendance vis-à-vis du couvert forestier.

Une information concernant le degré de parenté des sangliers suivis serait également intéressante. Il serait dès lors possible de vérifier si des sangliers dans une même zone possèdent des comportements similaires parce que l'habitat est similaire, ou uniquement parce qu'ils ont appris les mêmes comportements en ayant eu la même mère.

Bien que nous ayons montré que certaines cultures peuvent être considérées comme fixatrices en plaine agricole, nous ne savons pas quelles sont les particularités de ces cultures qui les rendent « fixatrices ». Une hypothèse avancée serait la possibilité pour elles d'offrir une source riche en nourriture, un couvert dense et épais, ainsi qu'une fraîcheur sous ce couvert (Keuling et al. 2009). Une étude prenant en compte divers paramètres (et étendue à l'Europe) des cultures (taille, température sous couvert, humidité sous couvert, densité de ce dernier....) ainsi que la capacité « fixatrice » en plaine agricole de ces cultures sur les sangliers pourrait nous apporter ces réponses.

Morelle (2015) proposait une combinaison d'approches statistiques afin de pouvoir déceler avec un certain degré de confiance le type de comportements réalisés par un sanglier en se basant uniquement sur des localisations GPS. Bien que dépassant largement le cadre de ce mémoire, une telle analyse réalisée à l'échelle (très locale) des cultures différentes permettrait une perception plus fine des comportements du sanglier réalisés dans chacune de ces cultures. Cela, combiné à une étude des caractéristiques propres des cultures (densité végétale, hauteur, fraîcheur sous couvert...) permettrait d'approfondir la connaissance de l'utilisation de la plaine agricole par le sanglier et de comprendre pourquoi le sanglier semble avoir besoin de retourner si fréquemment sous couvert forestier.

De plus, le rapport coût/bénéfice des suivis par GPS de sanglier n'est pas optimal (Casaer J., comm. pers.). Dès lors, pour connaître davantage les types de comportements associés aux types de cultures nous pourrions envisager un quadrillage par camera-trap sur différentes cultures. Une analyse du comportement par vidéo nous permettrait également de répondre à cette question. Toutefois, un tel dispositif semble également compliqué à mettre en place (accord des agriculteurs, visibilité des caméras fort restreintes si le couvert est dense...). L'utilisation de drones thermiques pourrait aussi être une solution.

Une dernière approche serait d'identifier les tailles optimales du couvert forestier lors des retours sous ce couvert par le sanglier. Puisque nous venons de prouver qu'il y retourne souvent, il serait intéressant de se demander s'il retourne uniquement sous des couverts présentant une certaine superficie minimale, ou si une simple haie de quelques ares suffit. Cela permettrait d'identifier plus clairement les raisons qui le poussent à retourner sous ce couvert.

7. Conclusion

Dans ce travail nous avons mis en évidence la dépendance relative du sanglier vis-à-vis du couvert forestier, comme rapporté par de nombreuses études (Dardaillon, 1987 ; Geisser & Reyer, 2004 ; Fonseca, 2008 ; Keuling, 2009 ; Morelle, 2015). Toutefois, ces études se basaient sur des échelles spatiales et temporelles plus larges (forêt non fragmentée, population régionale...) et souvent hors Wallonie.

Il est donc intéressant de remarquer que même à une échelle locale, individuelle et quasiment journalière, le sanglier reste dépendant du couvert forestier (et pas uniquement de forêt non fragmentée) en Wallonie. Néanmoins, cette dépendance n'est pas absolue. Le sanglier est capable de se passer plusieurs jours du couvert forestier, et même de changer de comportement afin d'occuper davantage la plaine agricole.

Nous avons également mis en évidence certaines modifications dans la stratégie de mouvement (shift comportemental, délocalisation du domaine vital...), permettant de comprendre l'adaptation du sanglier à cette plaine agricole, tout en démontrant le lien étroit avec le couvert forestier (même de petite aire) dans cette stratégie.

Une meilleure compréhension des stratégies de déplacement, ainsi que l'approfondissement futur de ces résultats, pourront mener à une meilleure gestion du sanglier en plaine agricole. Par exemple, la compréhension de la délocalisation du domaine vital estival (et donc de l'utilisation de couvert forestier différent selon les saisons par le sanglier) pourra permettre de mieux comprendre les déplacements saisonniers des populations et d'améliorer la localisation des chasses en battues (ou des postes de chasses). Parallèlement, la connaissance de la taille optimale de couvert forestier au fil des saisons pourrait permettre de cibler efficacement les couverts forestiers principalement utilisés.

De plus, il sera nécessaire d'approfondir la compréhension des mécanismes d'adaptation développés par le sanglier pour coloniser le paysage agricole. En effet, au vu de la récente progression jusque dans les zones péri-urbaines voire urbaines (Licoppe et al., 2013), la compréhension des mécanismes d'adaptation du sanglier pourraient permettre d'y limiter sa propagation et les dommages engendrés.

Les réponses à ces questions afin d'améliorer la gestion du sanglier seront des challenges pour un futur proche, au vu de cette augmentation mondiale et récente des densités de sangliers et de cette colonisation croissante en plaine agricole (voire en zone urbaine), engendrant de nombreux dégâts aussi bien pour l'Homme qu'à la faune et flore présentes.

8. Bibliographie

- Augustin, N. H., Muggleston, M. A., & Buckland, S. T. (1996). An Autologistic Model for the Spatial Distribution of Wildlife. *The Journal of Applied Ecology*, 33(2), 339. <https://doi.org/10.2307/2404755>
- Augustsson, E. (2021). *Effects of superabundant food supplies on large ungulates, with certain emphasis on wild boar (Sus scrofa)* [Report]. <https://pub.epsilon.slu.se/22708/>
- Ballari, S. A., & Barrios-García, M. N. (2014). A review of wild boar *Sus scrofa* diet and factors affecting food selection in native and introduced ranges : A review of wild boar *Sus scrofa* diet. *Mammal Review*, 44(2), 124-134. <https://doi.org/10.1111/mam.12015>
- Barrios-Garcia, M. N., & Ballari, S. A. (2012). Impact of wild boar (*Sus scrofa*) in its introduced and native range : A review. *Biological Invasions*, 14(11), 2283-2300. <https://doi.org/10.1007/s10530-012-0229-6>
- Baubet, E. (2008). *Alimentation naturelle ou artificielle : Quels effets sur la dynamique de populations de sangliers ?* Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage, Paris, 1-10.
- Baubet, E. (2010). Sanglier et contraception : Le point sur la situation actuelle. *Faune Sauvage*, 288, 44-47.
- Baubet, E., Vassant, J., Brandt, S., & Maillard, D. (2008). Connaissances sur la biologie du sanglier : Utilisation de l'espace et régime alimentaire. *Colloque Sanglier de Rennes*, Rennes
- Benhamou, S., & Cornélis, D. (2010). Incorporating Movement Behavior and Barriers to Improve Kernel Home Range Space Use Estimates. *Journal of Wildlife Management*, 74(6), 1353-1360. <https://doi.org/10.2193/2009-441>
- Beninde, J., Veith, M., & Hochkirch, A. (2015). Biodiversity in cities needs space : A meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters*, 18(6), 581-592. <https://doi.org/10.1111/ele.12427>
- Beyer, H. L., Haydon, D. T., Morales, J. M., Frair, J. L., Hebblewhite, M., Mitchell, M., & Matthiopoulos, J. (2010). The interpretation of habitat preference metrics under

- use-availability designs. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1550), 2245-2254. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0083>
- Bino, G., Levin, N., Darawshi, S., Van Der Hal, N., Reich-Solomon, A., & Kark, S. (2008). Accurate prediction of bird species richness patterns in an urban environment using Landsat-derived NDVI and spectral unmixing. *International Journal of Remote Sensing*, 29(13), 3675-3700. <https://doi.org/10.1080/01431160701772534>
- Boitani, L., Mattei, L., Nonis, D., & Corsi, F. (1994). Spatial and Activity Patterns of Wild Boars in Tuscany, Italy. *Journal of Mammalogy*, 75(3), 600-612. <https://doi.org/10.2307/1382507>
- Bonache, A. B. (2018). Puissance statistique des tests et date de publication : Une corrélation trompeuse ? *Comptabilité Contrôle Audit*, 24(1), 13-41. <https://doi.org/10.3917/cca.241.0013>
- Bonenfant, C., & Klein, F. (2013, décembre 11). Chasse et dynamique des populations de grands ongulés Résistance des populations à la chasse. *Office national des forêts*. <https://www.onf.fr/+ /169::rendez-vous-techniques-lonf.html>
- Börger, L., Dalziel, B. D., & Fryxell, J. M. (2008). Are there general mechanisms of animal home range behaviour? A review and prospects for future research: Home range modelling. *Ecology Letters*, 11(6), 637-650. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2008.01182.x>
- Bourgoin, G., Garel, M., Dubray, D., Maillard, D., Marty, É., & Gaillard, J.-M. (2007). Échecs de localisation des colliers GPS : une source d'erreurs à maîtriser. *Rapport Scientifique Oncofs*, 8, 66-73.
- Boyce, M. S., Pitt, J., Northrup, J. M., Morehouse, A. T., Knopff, K. H., Cristescu, B., & Stenhouse, G. B. (2010). Temporal autocorrelation functions for movement rates from global positioning system radiotelemetry data. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1550), 2213-2219. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0080>
- Brandt, S., Baubet, E., Vassant, J., & Servanty, S. (2006). Régime alimentaire du Sanglier en milieu forestier de plaine agricole. *faune sauvage*, 273, 8.
- Briedermann, L., & Stöcker, B. (2009). *Schwarzwild- Report*. Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG, Stuttgart, Germany, 1-28.

- Brown, J. S., Laundre, J. W., & Gurung, M. (1999). The Ecology of Fear : Optimal Foraging, Game Theory, and Trophic Interactions. *Journal of Mammalogy*, 80(2), 385-399. <https://doi.org/10.2307/1383287>
- Balligand, B. (2015). [Mémoire en Bio-ingénieur en gestion des forêts et des espaces naturels à l'Université de Liège] cité dans : Licoppe A. , Della Libera F., Linden A., Volpe R., Lesenfans C., Paternostre J., Gilliaux G., Kamdem N., Flamand M.C., Nizet S., Bertouille S., Morelle K., Prévot C., Balligand B., Denies L., Malengreaux C., Lievens J., Widar J., Hansenne F., Terneus A., Herman M. 2018. *Bilan des études relatives au sanglier en Wallonie avant le foyer de peste porcine africaine*. SPW-DGO3-DEMNA-DNE. Gembloux Novembre 2018, 126 p.
- Burt, W. H. (1943). Territoriality and Home Range Concepts as Applied to Mammals. *Journal of Mammalogy*, 24(3), 346. <https://doi.org/10.2307/1374834>
- Cagnacci, F., Boitani, L., Powell, R. A., & Boyce, M. S. (2010). Animal ecology meets GPS-based radiotelemetry: A perfect storm of opportunities and challenges. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1550), 2157-2162. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0107>
- Cagnacci, F., & Urbano, F. (2008). Managing wildlife : A spatial information system for GPS collars data. *Environmental Modelling & Software*, 23(7), 957-959. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2008.01.003>
- Calenge, C., Maillard, D., Fournier, P., & Fouque, C. (2004). Efficiency of spreading maize in the garrigues to reduce wild boar (*Sus scrofa*) damage to Mediterranean vineyards. *European Journal of Wildlife Research*, 50, 112-120. <https://doi.org/10.1007/s10344-004-0047-y>
- Campbell, T., & Long, D. (2010). Activity patterns of wild boars (*Sus scrofa*) in southern Texas, *The Southwestern Naturalist*, 55 (4), 564-567. <https://doi.org/10.2307/40985947>
- Casaer, J. & Scheppers, T., (2012). *Overzicht van mogelijke methoden voor populatieregulatie bij everzwijn: een literatuurstudie (Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek; Nr. INBO.R.2012.18)*. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Geraardsbergen, 1-44.

- Cellule Etat de l'environnement wallon. (2010). *Tableau de bord de l'environnement Wallon 2010* (SPW-DGARNE-DEMNA-DEE (DG: C. Delbeuck), Conception et graphisme : Label sa.), 127-153.
- Centre Wallon de Recherches agronomiques. (s. d.). *Livre Blanc Céréales*. Consulté 16 juillet 2022, à l'adresse <https://www.livre-blanc-cereales.be/>
- Croft, S., Franzetti, B., Gill, R., & Massei, G. (2020). Too many wild boar? Modelling fertility control and culling to reduce wild boar numbers in isolated populations. *PLOS ONE*, 15(9), e0238429. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0238429>
- Cumming, G. S., & Cornélis, D. (2012). Quantitative comparison and selection of home range metrics for telemetry data. *Diversity and Distributions*, 18(11), 1057-1065. <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2012.00908.x>
- Danilov, P. I., & Panchenko, D. V. (2012). Expansion and some ecological features of the wild boar beyond the northern boundary of its historical range in European Russia. *Russian Journal of Ecology*, 43(1), 45-51. <https://doi.org/10.1134/S1067413612010043>
- Dardaillon, M. (1987). Seasonal Feeding Habits of the Wild Boar in a Mediterranean Wetland, the Camargue (Southern France). *Acta Theriologica*, 32, 389-401.
- Delhaise, C., & Devillez, F. (1991). Histoire de la forêt wallonne face à l'agriculture. Des origines à nos jours. *Forêt Wallonne*, 13.
- Erdtmann, D., & Keuling, O. (2020). Behavioural patterns of free roaming wild boar in a spatiotemporal context. *PeerJ*, 8, e10409. <https://doi.org/10.7717/peerj.10409>
- Fonseca, C. (2008). Winter habitat selection by wild boar *Sus scrofa* in southeastern Poland. *European Journal of Wildlife Research*, 54(2), 361-366. <https://doi.org/10.1007/s10344-007-0144-9>
- Frid, A., & Dill, L. M. (2002). Human-caused Disturbance Stimuli as a Form of Predation Risk. *Conservation Ecology*, 6(1), art11. <https://doi.org/10.5751/ES-00404-060111>
- Geisser, H., & Reyer, H.-U. (2004b). EFFICACY OF HUNTING, FEEDING, AND FENCING TO REDUCE CROP DAMAGE BY WILD BOARS. *Journal of Wildlife Management*, 68(4), 939-946. [https://doi.org/10.2193/0022-541X\(2004\)068\[0939:EOHFAF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2193/0022-541X(2004)068[0939:EOHFAF]2.0.CO;2)

- Gerard, J.-F., Cargnelutti, B., Spitz, F., Valet, G., & Sardin, T. (1991). Habitat use of wild boar in a French agroecosystem from late winter to early summer. *Acta Theriologica*, 36, 119-129. <https://doi.org/10.4098/AT.arch.91-8>
- Gethöffer, F., Sodeikat, G., & Pohlmeier, K. (2007). Reproductive parameters of wild boar (*Sus scrofa*) in three different parts of Germany. *European Journal of Wildlife Research*, 53(4), 287-297. <https://doi.org/10.1007/s10344-007-0097-z>
- Gula, R., & Theuerkauf, J. (2013). The need for standardization in wildlife science : Home range estimators as an example. *European Journal of Wildlife Research*, 59(5), 713-718. <https://doi.org/10.1007/s10344-013-0726-7>
- Gurarie, E., Andrews, R. D., & Laidre, K. L. (2009). A novel method for identifying behavioural changes in animal movement data. *Ecology Letters*, 12(5), 395-408. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2009.01293.x>
- Harestad, A. S., & Bunnell, F. L. (1979). Home Range and Body Weight—A Reevaluation. *Ecology*, 60(2), 389-402. <https://doi.org/10.2307/1937667>
- Harris, G., Nielson, R. M., Rinaldi, T., & Lohuis, T. (2014). Effects of winter recreation on northern ungulates with focus on moose (*Alces alces*) and snowmobiles. *European Journal of Wildlife Research*, 60(1), 45-58. <https://doi.org/10.1007/s10344-013-0749-0>
- Hebeisen, C. (2007). *Population Size, Density and Dynamics, and Social Organization of Wild Boar (Sus scrofa) in the Basin of Geneva*. Université de Neuchâtel.
- Held, S., Baumgartner, J., KilBride, A., Byrne, R. W., & Mendl, M. (2005). Foraging behaviour in domestic pigs (*Sus scrofa*) : Remembering and prioritizing food sites of different value. *Animal Cognition*, 8(2), 114-121. <https://doi.org/10.1007/s10071-004-0242-y>
- Herrero, J., García-Serrano, A., Couto, S., Ortuño, V. M., & García-González, R. (2006). Diet of wild boar *Sus scrofa* L. and crop damage in an intensive agroecosystem. *European Journal of Wildlife Research*, 52(4), 245-250. <https://doi.org/10.1007/s10344-006-0045-3>
- Janeau, G., Cargnelutti, B., Cousse, S., Hewison, M., & Spitz, F. (2014). Daily movement pattern variations in Wild boar (*Sus scrofa* L.). *Journal of Mountain Ecology*, 237(3), 423 - 434. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1995.tb02772>

- Jedrzejewski, W., Schmidt, K., Theuerkauf, J., Jedrzejewska, B., Selva, N., Zub, K., & Szymura, L. (2002). Kill Rates and Predation by Wolves on Ungulate Populations in Bialowieza Primeval Forest (Poland). *Ecology*, 83(5), 1341-1356. <https://doi.org/10.2307/3071948>
- Johann, F., Handschuh, M., Linderoth, P., Heurich, M., Dormann, C. F., & Arnold, J. (2020). Variability of daily space use in wild boar *Sus scrofa*. *Wildlife Biology*, 2020(1), 1-12 <https://doi.org/10.2981/wlb.00609>
- Kaplan, J. O., Krumhardt, K. M., & Zimmermann, N. (2009). The prehistoric and preindustrial deforestation of Europe. *Quaternary Science Reviews*, 28(27-28), 3016-3034. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2009.09.028>
- Katajisto, J., & Moilanen, A. (2006). Kernel-based home range method for data with irregular sampling intervals. *Ecological Modelling*, 194(4), 405-413. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.11.001>
- Keuling, O., Baubet, E., Duscher, A., Ebert, C., Fischer, C., Monaco, A., Podgórski, T., Prevot, C., Ronnenberg, K., Sodeikat, G., Stier, N., & Thurfjell, H. (2013). Mortality rates of wild boar *Sus scrofa* L. in central Europe. *European Journal of Wildlife Research*, 59(6), 805-814. <https://doi.org/10.1007/s10344-013-0733-8>
- Keuling, O., Stier, N., & Roth, M. (2008a). Annual and seasonal space use of different age classes of female wild boar *Sus scrofa* L. *European Journal of Wildlife Research*, 54(3), 403-412. <https://doi.org/10.1007/s10344-007-0157-4>
- Keuling, O., Stier, N., & Roth, M. (2008b). How does hunting influence activity and spatial usage in wild boar *Sus scrofa* L.? *European Journal of Wildlife Research*, 54(4), 729-737. <https://doi.org/10.1007/s10344-008-0204-9>
- Keuling, O., Stier, N., & Roth, M. (2009). Commuting, shifting or remaining? Different spatial utilisation patterns of wild boar *Sus scrofa* L. in forest and field crops during summer. *Mammalian Biology*, 74(2), 145-152. <https://doi.org/10.1016/j.mambio.2008.05.007>
- Killian, G., Miller, L., Rhyan, J., & Doten, H. (2006). Immunocontraception of Florida Feral Swine with a Single-dose GnRH Vaccine. *American Journal of Reproductive Immunology*, 55(5), 378-384. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0897.2006.00379.x>

- Kurz, J. C., & Marchinton, R. L. (1972). Radiotelemetry Studies of Feral Hogs in South Carolina. *The Journal of Wildlife Management*, 36(4), 1240. <https://doi.org/10.2307/3799254>
- Laver, P. N., & Kelly, M. J. (2008). A Critical Review of Home Range Studies. *Journal of Wildlife Management*, 72(1), 290-298. <https://doi.org/10.2193/2005-589>
- Le site officiel de la Wallonie. (2022, mars 31). *Le retour du loup en Wallonie : État de la situation*. Wallonie. <https://www.wallonie.be/fr/actualites/le-retour-du-loup-en-wallonie-etat-de-la-situation>
- Lemel, J., Truvé, J., & Söderberg, B. (2003). Variation in ranging and activity behaviour of European wild boar *Sus scrofa* in Sweden. *Wildlife Biology*, 9(s1), 29-36. <https://doi.org/10.2981/wlb.2003.061>
- Lennert, M., Grippa, T., Radoux, J., Bassine, C., Beaumont, B., Defourny, P., & Wolff, E. (2019). CREATING WALLONIA'S NEW VERY HIGH RESOLUTION LAND COVER MAPS : COMBINING GRASS GIS OBIA AND OTB PIXEL-BASED RESULTS. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, XLII-4/W14, Academic Track, Romania, 151-157. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W14-151-2019>
- Libois, R. (1993). Évolution de la situation des mammifères sauvages en Région wallonne au cours de décennie 1983-1992. *Cahiers d'Ethologie*, 13(1), 77.
- Libois, R. (2006). *L'érosion de la biodiversité : Les mammifères. Partim « les mammifères non-volants »* (Etat de l'Environnement Wallon). Ministère de la Région Wallonne.
- Licoppe, A., Prevot, C., Bovy, C., & Casaer, J. (2013, août 28). Wild Boar/Feral Pig in (peri-) Urban Areas. Brussels : International Survey Report as an Introduction to the Workshop : Managing Wild Boar in Human-Dominated Landscapes. *International Union of Game Biologists-Congress, Brussels*
- Licoppe, A., Prévot, C., Lievens, J., Manet, B., Dahmen, R., & Bertouille, S. (2007). *Marquage des Ongulés sauvages : Enseignements et perspectives d'un outil vieux de plus de 20 ans*. Wildlifeman.be, consulté 17 avril 2022 à l'adresse <http://www.wildlifeandman.be/docs/Marquage-Ongules-sauvages-Enseignements-perspectives-outil-vieux-plus-20-ans.pdf>

- Maillard, D. (1996). *Occupation et utilisation de la garrigue et du vignoble méditerranéens par le sanglier (Sus scrofa L.)* [Thèse de doctorat en Biologie des populations et des écosystèmes, Aix-Marseille 3], 235p . <http://www.theses.fr/1996AIX30085>
- Massei, G., Kindberg, J., Licoppe, A., Gačić, D., Šprem, N., Kamler, J., Baubet, E., Hohmann, U., Monaco, A., Ozoliņš, J., Cellina, S., Podgórski, T., Fonseca, C., Markov, N., Pokorny, B., Rosell, C., & Náhlik, A. (2015). Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe: wild boar and hunter trends in Europe. *Pest Management Science*, 71(4), 492-500. <https://doi.org/10.1002/ps.3965>
- Mauget, R., Campan, R., Spitz, F., Dardaillon, M., Janeau, G., et al. (1984), Synthèse des connaissances actuelles sur la biologie du sanglier, perspectives de recherche. *Symposium international sur le sanglier*, Toulouse, France. ([hal-02783720](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02783720))
- Melberg, S. (2012). *Spatiotemporal competition patterns of Swedish roe deer and wild boar during the fawning season* [Mémoire en Ecologie, Université de Suède des Sciences Agronomiques], 1-40.
- Meynhardt, H. (1986). *Schwarzwild-Report : Mein Leben unter Wildschweinen (6. Aufl.)*. Verlag J. Neumann-Neudamm, Berlin, 224p
- Morelle, K. (2015). *Wild boar movement ecology across scales : Insights from a population expanding into agroecosystems of Southern Belgium* [Thèse de doctorat en docteur en sciences agronomiques et ingénierie biologique]. Université de Liège, Liège, Belgique.
- Morelle, K., Bubnicki, J., Churski, M., Gryz, J., Podgórski, T., & Kuijper, D. P. J. (2020). Disease-Induced Mortality Outweighs Hunting in Causing Wild Boar Population Crash After African Swine Fever Outbreak. *Frontiers in Veterinary Science*, 7, 378. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00378>
- Morelle, K., Lehaire, F., & Lejeune, P. (2014). Is Wild Boar Heading Towards Movement Ecology? A Review of Trends and Gaps. *Wildlife Biology*, 20(4), 196-205. <https://doi.org/10.2981/wlb.00017>

- Morelle, K., Podgórski, T., Prévot, C., Keuling, O., Lehaire, F., & Lejeune, P. (2015a). Towards understanding wild boar *Sus scrofa* movement : A synthetic movement ecology approach: A review of wild boar *Sus scrofa* movement ecology. *Mammal Review*, 45(1), 15-29. <https://doi.org/10.1111/mam.12028>
- Morelle, K., Podgórski, T., Prévot, C., Keuling, O., Lehaire, F., & Lejeune, P. (2015b). Towards understanding wild boar *Sus scrofa* movement : A synthetic movement ecology approach: A review of wild boar *Sus scrofa* movement ecology. *Mammal Review*, 45(1), 15-29. <https://doi.org/10.1111/mam.12028>
- Morelle, K., & Prévot, C. (2012). Potentiel de dispersion du sanglier et historique de la colonisation de la plaine agricole. *Forêt.Nature*, 121. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/143704>
- Mörtberg, U., & Karlström, A. (2005). Predicting forest grouse distribution taking account of spatial autocorrelation. *Journal for Nature Conservation*, 13(2-3), 147-159. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2005.02.008>
- Pepin, K. M., Davis, A. J., & VerCauteren, K. C. (2017). Efficiency of different spatial and temporal strategies for reducing vertebrate pest populations. *Ecological Modelling*, 365, 106-118. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2017.10.005>
- Péron, G., Duparc, A., Garel, M., Marchand, P., Morellet, N., Saïd, S., & Loison, A. (2018). Circadian periodicity in space use by ungulates of temperate regions : How much, when and why? *Journal of Animal Ecology*, 87(5), 1299-1308. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12857>
- Podgórski, T., Baś, G., Jędrzejewska, B., Sönnichsen, L., Śnieżko, S., Jędrzejewski, W., & Okarma, H. (2013). Spatiotemporal behavioral plasticity of wild boar (*Sus scrofa*) under contrasting conditions of human pressure : Primeval forest and metropolitan area. *Journal of Mammalogy*, 94(1), 109-119. <https://doi.org/10.1644/12-MAMM-A-038.1>
- Prévot, C., & Licoppe, A. (2013). Comparing red deer (*Cervus elaphus* L.) and wild boar (*Sus scrofa* L.) dispersal patterns in southern Belgium. *European Journal of Wildlife Research*, 59(6), 795-803. <https://doi.org/10.1007/s10344-013-0732-9>

- Quirós-Fernández, F., Marcos, J., Acevedo, P., & Gortázar, C. (2017). Hunters serving the ecosystem : The contribution of recreational hunting to wild boar population control. *European Journal of Wildlife Research*, 63(3), 57. <https://doi.org/10.1007/s10344-017-1107-4>
- Ropars-Collet, C., Le Goffe, P.,(Dec 2009) Modèle bioéconomique appliqué à la gestion du sanglier, dégâts agricoles et prix des chasses en forêt. *Conférences Journées de recherches en sciences sociales*, Montpellier, France. [hal-01462436](https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01462436)
- Rosell, C., Romero, S., Navas, F., & Dalmases, I. de. (2004). Activity Patterns and Social Organization of wild boar (*Sus scrofa*, L.) in a Wetland Environment : Preliminary Data on the Effects of Shooting Individuals. *Galemys: Boletín informativo de la Sociedad Española para la conservación y estudio de los mamíferos*, 16(1), 157-166., ISSN 1137-8700.
- Rutten, A., Casaer, J., Strubbe, D., & Leirs, H. (2019). Agricultural and landscape factors related to increasing wild boar agricultural damage in a highly anthropogenic landscape. *Wildlife Biology*, 2020(1). <https://doi.org/10.2981/wlb.00634>
- Rutten, A., Casaer, J., Swinnen, K. R. R., Herremans, M., & Leirs, H. (2019). Future distribution of wild boar in a highly anthropogenic landscape : Models combining hunting bag and citizen science data. *Ecological Modelling*, 411, 108804. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2019.108804>
- Rutten, A., Cox, K., Scheppers, T., Broecke, B. V., Leirs, H., & Casaer, J. (2019). Analysing the recolonisation of a highly fragmented landscape by wild boar using a landscape genetic approach. *Wildlife Biology*, 2019(1). <https://doi.org/10.2981/wlb.00542>
- Sáaez-Royuela, C., & Tellería, J. L. (1986). The increased population of the Wild Boar (*Sus scrofa* L.) in Europe. *Mammal Review*, 16(2), 97-101. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2907.1986.tb00027.x>
- Sand, H., Wikenros, C., Wabakken, P., & Liberg, O. (2006). Cross-continental differences in patterns of predation : Will naive moose in Scandinavia ever learn? *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 273(1592), 1421-1427. <https://doi.org/10.1098/rspb.2005.3447>

- Saunders, G., & McLeod, S. (1999). Predicting home range size from the body mass or population densities of feral pigs, *Sus scrofa* (Artiodactyla : Suidae). *Austral Ecology*, 24(5), 538-543. <https://doi.org/10.1046/j.1442-9993.1999.01001.x>
- Schneider, E. (1980). Markierung und Inbesitznahme von Futter, Nachahmung und Lernen beim europäischen Wildschwein (*Sus scrofa* L.). *Zeitschrift für Jagdwissenschaft*, 26(3), 126-132. <https://doi.org/10.1007/BF02242528>
- Scillitani, L., Monaco, A., & Toso, S. (2010). Do intensive drive hunts affect wild boar (*Sus scrofa*) spatial behaviour in Italy? Some evidences and management implications. *European Journal of Wildlife Research*, 56(3), 307-318. <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0314-z>
- Seaman, D. E., & Powell, R. A. (1996). An Evaluation of the Accuracy of Kernel Density Estimators for Home Range Analysis. *Ecology*, 77(7), 2075-2085. <https://doi.org/10.2307/2265701>
- Servanty, S. (2007). *Dynamique d'une population chassée de sangliers (Sus scrofa scrofa) en milieu forestier*. [Thèse de doctorat]. Université Claude Bernard - Lyon 1.
- Service Public de Wallonie. (2019). *Parcellaire agricole anonyme (situation 2018)*. Geoportail de La Wallonie. <http://geoportail.wallonie.be/catalogue/44b10a46-4025-4020-a943-e8ffd5ccbd21.html>
- Services publics fédéraux belges. (s. d.). *Moniteur Belge—Belgisch Staatsblad*. Consulté 2 mai 2022, à l'adresse <http://www.ejustice.just.fgov.be/cgi/summary.pl>
- Sodeikat, G., & Pohlmeier, K. (2002). Temporary home range modifications of wild boar family groups (*Sus scrofa* L.) caused by drive hunts in Lower Saxony (Germany). *Zeitschrift Für Jagdwissenschaft*, 48(1), 161-166. <https://doi.org/10.1007/BF02192404>
- Stankowich, T. (2008). Ungulate flight responses to human disturbance : A review and meta-analysis. *Biological Conservation*, 141(9), 2159-2173. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.026>
- Stillfried, M., Gras, P., Börner, K., Göritz, F., Painer, J., Röllig, K., Wenzler, M., Hofer, H., Ortmann, S., & Kramer-Schadt, S. (2017). Secrets of Success in a Landscape of Fear : Urban Wild Boar Adjust Risk Perception and Tolerate Disturbance. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 5, 157. <https://doi.org/10.3389/fevo.2017.00157>

- Stillfried, M., Gras, P., Busch, M., Börner, K., Kramer-Schadt, S., & Ortmann, S. (2017). Wild inside : Urban wild boar select natural, not anthropogenic food resources. *PLOS ONE*, 12(4), e0175127. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175127>
- Stolba, A., & Wood-Gush, D. G. M. (1989). The behaviour of pigs in a semi-natural environment. *Animal Science*, 48(2), 419-425. <https://doi.org/10.1017/S0003356100040411>
- Szemethy, L., Mátrai, K., Bíró, Z., & Katona, K. (2003). Seasonal home range shift of red deer in a forest-agriculture area in southern Hungary. *Acta Theriologica*, 48(4), 547-556. <https://doi.org/10.1007/BF03192500>
- Tallier, P.-A. (2004). Chasse et forêts, forêt et chasses en Belgique, du XIXe au début du XXe siècle. Un couple incontournable et désastreux imposé par un statut social à acquérir ou à défendre. *Forêt Wallonne*, 71, 12-25.
- Tuilier, P. (2004). Entre déboisement, boisement et reboisement, deux siècles d'histoire des forêts belges (1750-1950). *Les forêts d'Occident : Du Moyen Âge à nos jours*. Presses universitaires du Midi., Toulouse, 279-298. doi:10.4000/books.pumi.24996
- Taylor, R. B., & Hellgren, E. C. (1997). Diet of Feral Hogs in the Western South Texas Plains. *The Southwestern Naturalist*, 42(1), 33-39.
- Thurfjell, H. (2011). *Spatial behaviour of wild boar* [Thèse de doctorat en sciences forestières, Sveriges lantbruksuniversitet], 49p. <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-e-52>
- Thurfjell, H., Ball, J. P., Åhlén, P.-A., Kornacher, P., Dettki, H., & Sjöberg, K. (2009). Habitat use and spatial patterns of wild boar *Sus scrofa* (L.) : Agricultural fields and edges. *European Journal of Wildlife Research*, 55(5), 517-523. <https://doi.org/10.1007/s10344-009-0268-1>
- Thurfjell, H., Ciuti, S., & Boyce, M. S. (2014). Applications of step-selection functions in ecology and conservation. *Movement Ecology*, 2(1), 4. <https://doi.org/10.1186/2051-3933-2-4>
- Thurfjell, H., Spong, G., & Ericsson, G. (2013). Effects of hunting on wild boar *Sus scrofa* behaviour. *Wildlife Biology*, 19(1), 87-93. <https://doi.org/10.2981/12-027>

- Thurfjell, H., Spong, G., & Ericsson, G. (2014). Effects of weather, season, and daylight on female wild boar movement. *Acta Theriologica*, 59(3), 467-472. <https://doi.org/10.1007/s13364-014-0185-x>
- Tolon, V. (2010). *Du processus de sélection d'habitat à la survie des proies dans le paysage du risque : Implications pour l'exploitation de la faune sauvage* [Thèse de doctorat en écologie évolutive]. Université de Savoie, 283p.
- Tolon, V., & Baubet, É. (2010). *L'effet des réserves sur l'occupation de l'espace par le sanglier*. 288, 5.
- Tomkiewicz, S. M., Fuller, M. R., Kie, J. G., & Bates, K. K. (2010). Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1550), 2163-2176. <https://doi.org/10.1098/rstb.2010.0090>
- Toussaint, M. (2011). Les Néandertaliens du bassin mosan belge : Bilan 2006-2011. *Les chercheurs de Wallonie : Hors-serie N°4*, 149-196.
- Vajas, P., Calenge, C., Richard, E., Fattebert, J., Rousset, C., Saïd, S., & Baubet, E. (2020). Many, large and early : Hunting pressure on wild boar relates to simple metrics of hunting effort. *Science of The Total Environment*, 698, 134251. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134251>
- Valeix, M., Hemson, G., Loveridge, A. J., Mills, G., & Macdonald, D. W. (2012). Behavioural adjustments of a large carnivore to access secondary prey in a human-dominated landscape : *Wild prey, livestock and lion ecology*. *Journal of Applied Ecology*, 49(1), 73-81. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02099.x>
- Weier, J., & Herring, D. (2000). *Measuring Vegetation (NDVI & EVI) : Feature Articles*.
- White, G. C., & Garrott, R. A. (1990). *Analysis of wildlife radio-tracking data*. Academic Press, Cambridge, 13-25
- Widar, J. (2011). *Les dégâts de la faune sauvage en zone agricole—Identification, prévention, gestion et indemnisation* (SPW / EDIWALL).
- Wildlife&man. (2018). *Pose de colliers sur laies, Thuin 2018*. Consulté le 05 mai 2022 à l'adresse <http://www.wildlifeandman.be/index.php>

Wyckoff, A., Christy, Henke, S., E., Campbell, T., & VerCauteren, K., C. (2006). Is Trapping Success of Feral Hogs Dependent upon Weather Conditions? *Conference : Proceedings 22nd of the Vertebrate Pest*, Davis, 370-372. <https://doi.org/10.5070/V422110217>

Morelle, K., Lehaire, F., & Lejeune, P. (2013). Spatio-temporal patterns of wildlife-vehicle collisions in a region with a high-density road network. *Nature Conservation*, 5, 53-73. <https://doi.org/10.3897/natureconservation.5.4634>

ANNEXES

9. Annexes

Annexe 1-A : *P-values issues de l'analyse RSF pour chacune des 12 cultures principalement visitées par le sanglier.*

	P-values
Avoine	0.000338
Betterave sucrière	< 2e-16
Colza et navette d'hiver	< 2e-16
Epeautre	< 2e-16
Froment d'hiver	< 2e-16
Maïs d'ensilage	< 2e-16
Maïs pour grain	1,23e-6
Miscanthus	< 2e-16
Orge d'hiver	< 2e-16
Prairie permanente	< 2e-16
Prairie temporaire	< 2e-16
Tournière enherbée	0.049

Annexe 1-B : *P-values issues de l'analyse RSF pour chacune des cultures faiblement visitées par le sanglier. Les cultures annotées d'un « Trop faiblement présente » n'ont pas donné de résultats car lors de la génération aléatoire, aucun des points n'a été distribué dans leur aire.*

	P-values
Chanvres textiles	<i>Trop faiblement présente</i>
Chicorée	0.77
Fèves et févéroles	0.16
Couvert naturel	0.86
Culture fruitière pluriannuelle	<i>Trop faiblement présente</i>
Culture forestière en rotation courte	0.07
Epeautre	<i>Trop faiblement présente</i>
Légumes à racines et autres	<i>Trop faiblement présente</i>
Lin textile	<i>Trop faiblement présente</i>
Luzerne	<i>Trop faiblement présente</i>
Mélange de céréales	<i>Trop faiblement présente</i>
Trèfle	0.0216
Sapin de Noël	0.171
Seigle d'hiver	<i>Trop faiblement présente</i>
Pomme de terre	< 2e-16
Pois	0.118
Orge de brasserie	0.00285
Froment alternatif (ou de printemps)	0.439
Triticale	<i>Trop faiblement présente</i>

ANNEXES

Annexe 2 : Pourcentages de localisations en milieu agricole (culture + prairie, catégories 6, 7, 71, 75 dans Walous 2018), le nombre de mois de suivi, les années de suivi, la zone ainsi que les dates de début et de fin de suivi. Les sangliers surlignés en orange sont ceux retenus comme « sangliers agricoles ».

Nom du sanglier	% de locs. en milieu agricole	Nbr de mois suivi	Années	Zone	Début	Fin
Adonis	10.11%	11	2011-2012	Famenne	06-07-11	05-02-12
arte_miss_bleury	10.34%	10	2009-2010	Famenne	04-06-09	05-04-10
bernard_bleury	14.22%	18	2009-2010	Famenne	09-03-09	03-08-10
canicule	69.26%	3	2012-2012	Namur	19-08-12	12-10-12
celine_bleury	17.80%	3	2008-2008	Famenne	01-08-08	07-11-08
Coralie	50.40%	2	2011-2011	Thuin	13-07-2011	15-09-2011
Daisy	12.07%	15	2012-2013	CondrozLg	12-08-12	21-11-13
Dede	44.69%	1	2012-2012	Thuin	26-10-12	30-11-12
dormeur	14.15%	3	2005-2005	Famenne	28-06-05	12-09-05
fifi_bleury	46.11%	4	2008-2008	Famenne	16-05-08	14-08-08
Gilbert	43.43%	9	2011-2012	Namur	03-07-11	09-04-12
Guy	41.60%	0	2012-2012	Namur	15-05-12	19-05-12
harricana	11.30%	6	2009-2010	Famenne	24-07-09	24-02-10
Hugo	17.89%	2	2008-2008	Famenne	04-06-08	19-08-08
Lactose	38.36%	7	2012-2013	Thuin	26-11-12	04-06-13
Largo	15.39%	15	2009-2010	Famenne	30-07-09	02-10-10
Leopold	33.96%	4	2013-2013	Thuin	07-01-13	12-05-13
Mamy	27.85%	3	2008-2008	Famenne	12-08-08	14-11-08
Noe	70.75%	1	2012-2012	Thuin	13-10-12	10-11-12
noisieux	61.91%	1	2012-2013	Famenne	23-08-12	10-06-13
Perry	51.99%	2	2012-2012	CondrozLg	20-06-12	16-08-12
quigane	2.92%	14	2011-2012	Famenne	17-05-11	11-07-12
strasbourgeoise	52.58%	15	2012-2013	Famenne	08-08-12	06-11-13
valentin_bleury	12.87%	19	2009-2010	Famenne	18-02-09	24-09-10
veronique	6.72%	5	2009-2009	Famenne	28-05-09	07-10-09
violette_bleury	30.69%	8	2009-2010	Famenne	17-06-09	22-02-10

ANNEXES

Annexe 3 : Tableau reprenant l'ensemble des résultats statistiques formulés pour l'objectif 3. Chaque test a été effectué pour chaque culture, à chaque saison. Dans le tableau ci-dessous, quelle que soit la saison, l'intégralité des 12 cultures (sélectionnées par le sanglier) est chaque fois présente. Or certaines cultures sont déjà récoltées (comme le maïs en hiver) selon certaines saisons. Il faut donc garder en tête que la culture mentionnée durant une saison peut être soit présente (quel que soit son stade de développement) soit non présente (car déjà récoltée et remplacée par une culture de couverture comme le trèfle). Il est pratiquement impossible de savoir ce que l'agriculteur a semé après avoir récolté son champ sans avoir un entretien personnel avec lui. Ces entretiens n'ont pas été effectués dans le cadre de ce travail au vu de l'étendue de la zone d'étude (et donc du grand nombre d'entretiens à réaliser) ainsi que de la date des données (il faudrait pour l'agriculteur se souvenir de ce qu'il avait semé il y a 10ans, ce qui perturbe fortement la qualité de la réponse). Dès lors, pour les données de temps, de distance et de vitesse, il faut comprendre que ces informations sont valables pour la culture « présente » (si elle n'est pas encore récoltée) mais potentiellement pour n'importe quelle couverture de sol suivant cette culture (dans le cas où cette culture serait déjà récoltée) selon les saisons.

Culture	Sa visite augmente-t-elle le temps passé en plaine agricole ? (p-value)	Quelle est la distance d'éloignement moyenne pour chaque culture ? (moyenne et écart-type en mètres)	Vitesse de déplacement moyenne dans cette culture ? (m/h)
HIVER			
Avoine	0.37	65 +/- 85m	255 +/- 717 m/h
Betterave sucrière	0.56	156 +/- 112m	669 +/- 1008 m/h
Colza et navette d'hiver	0.42	92 +/- 98m	1049 +/- 1178 m/h
Épeautre	0.52	73 +/- 128m	768 +/- 1159 m/h
Froment d'hiver	0.64	135 +/- 136m	934 +/- 1125 m/h
Maïs d'ensilage	0.24	135 +/- 138m	522 +/- 844 m/h
Maïs pour grain	0.96	115 +/- 175m	618 +/- 609 m/h
Miscanthus	0.004**	80 +/- 70m	204 +/- 580 m/h
Orge d'hiver	0.51	55 +/- 72m	727 +/- 956 m/h
Prairie permanente	0.004**	44 +/- 60m	510 +/- 781 m/h
Prairie temporaire	0.02**	80 +/- 113m	806 +/- 1122 m/h
Tournière enherbée	0.25	70 +/- 156m	668 +/- 1115 m/h
ÉTÉ			
Avoine	0.36	160 +/- 94m	521 +/- 538 m/h
Betterave sucrière	0.97	300 +/- 148m	887 +/- 863 m/h
Colza et navette d'hiver	0.35	147 +/- 163m	751 +/- 1337 m/h

ANNEXES

Épeautre	0.27	312 +/- 153m	211 +/- 418 m/h
Froment d'hiver	0.00002**	201 +/- 115m	215 +/- 367 m/h
Maïs d'ensilage	8.10 ⁻¹⁶ **	291 +/- 254m	198 +/- 389 m/h
Maïs pour grain	0.72	70 +/- 30m	109 +/- 216 m/h
Miscanthus	/ (aucune donnée)	/ (aucune donnée)	/ (aucune donnée)
Orge d'hiver	0.25	227 +/- 155m	524 +/- 457 m/h
Prairie permanente	0.86	52 +/- 82m	551 +/- 959 m/h
Prairie temporaire	0.22	163 +/- 124m	499 +/- 366 m/h
Tournière enherbée	0.84	173 +/- 184m	513 +/- 561 m/h
PRINTEMPS			
Avoine	0.06	12 +/- 25m	502 +/- 637 m/h
Betterave sucrière	0.44	118 +/- 131m	1053 +/- 981 m/h
Colza et navette d'hiver	0.39	126 +/- 86m	381 +/- 689 m/h
Épeautre	0.26	49 +/- 59m	1208 +/- 1480 m/h
Froment d'hiver	0.80	115 +/- 111m	1204 +/- 1115 m/h
Maïs d'ensilage	0.09	103 +/- 66m	401 +/- 690 m/h
Maïs pour grain	0.28	290m +/- 150m	1496 +/- 900m/h
Miscanthus	0.16	18 +/- 66m	148 +/- 600 m/h
Orge d'hiver	0.00005**	91 +/- 44m	222 +/- 619 m/h
Prairie permanente	0.80	21 +/- 32m	256 +/- 538 m/h
Prairie temporaire	0.56	23 +/- 60m	444 +/- 803 m/h
Tournière enherbée	0.59	47 +/- 99m	375 +/- 816 m/h
AUTOMNE			
Avoine	0.22	182 +/- 173m	985 +/- 841 m/h
Betterave sucrière	0.0007**	166 +/- 125m	635 +/- 907 m/h
Colza et navette d'hiver	0.28	106 +/- 80m	1069 +/- 1239 m/h
Épeautre	0.21	150 +/- 142m	844 +/- 1024 m/h
Froment d'hiver	0.46	117 +/- 114m	860 +/- 1002 m/h
Maïs d'ensilage	0.00003**	140 +/- 130m	545 +/- 821 m/h
Maïs pour grain	0.77	253 +/- 62m	329 +/- 380 m/h
Miscanthus	0.000007**	200 +/- 96m	110 +/- 330 m/h
Orge d'hiver	0.33	190 +/- 130m	742 +/- 1016 m/h
Prairie permanente	0.006**	35 +/- 50m	404 +/- 629 m/h
Prairie temporaire	0.10	78 +/- 100m	835 +/- 951 m/h
Tournière enherbée	0.04**	141 +/- 152m	651 +/- 910 m/h

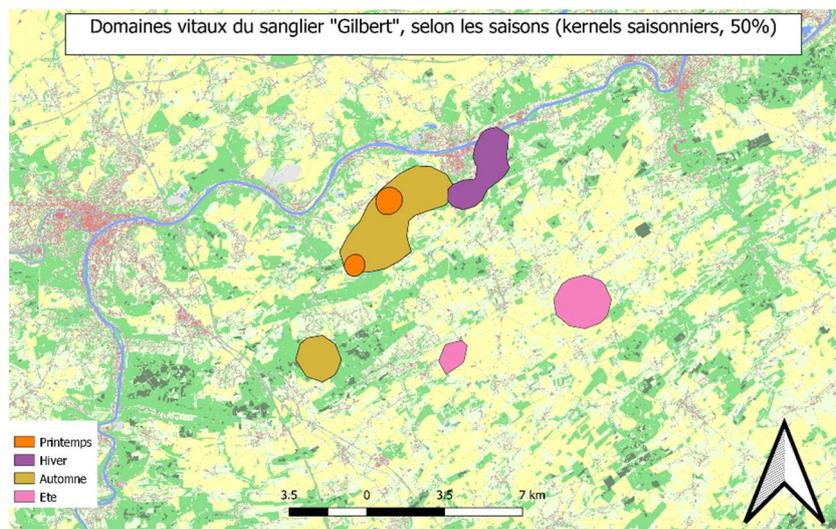
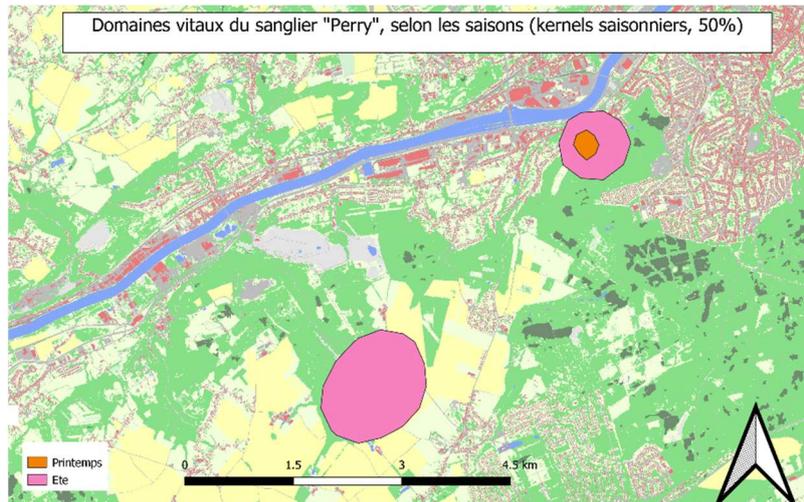
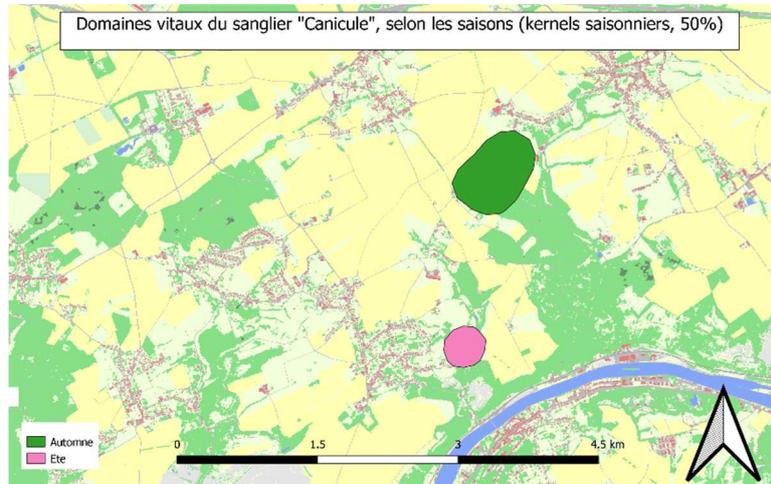
ANNEXES

Annexe 4 : Date de semis, récolte, présence et absence de chacune des 12 cultures sélectionnées par le sanglier en plaine agricole au cours d'une année. Les données ont été collectées via des entretiens avec des agriculteurs de Thudinie ainsi que via le « Livre Blanc Céréales » en ligne (Centre Wallon de Recherches Agronomiques, 2017). Les cultures sont dites en « laits » lors du stade de formation du grain, se déroulant généralement 1 ou 2 mois avant la récolte (Baubet et al., 2008)

Culture	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Avoine	absence	absence	semis	Présence	Présence	Présence	Présence	récolte	absence	absence	absence	absence
Betterave sucrière	absence	absence	absence	semis	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	récolte	récolte	récolte
Colza et navette d'hiver	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	récolte	récolte	semis	semis	Présence	Présence	Présence
Epeautre	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	récolte	récolte	absence	semis	semis	Présence
Froment d'hiver	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	récolte	absence	semis	semis	semis
Maïs ensilage	absence	absence	absence	semis	semis	Présence	Présence	Présence	Présence	récolte	récolte	absence
Maïs grain	absence	absence	absence	semis	semis	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	récolte	absence
Orge d'hiver	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	récolte	absence	semis	semis	semis	absence
Prairie permanente	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence
Prairie temporaire	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence
Tournière enherbée	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence
Miscanthus	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence	Présence

ANNEXES

Annexe 5 : Illustration des domaines vitaux saisonniers des sangliers « Canicule », « Perry » et « Gilbert » via la méthode des Kernels, à 50%. Les domaines sont représentés sur la carte d'occupation des sols Walous 2018.



ANNEXES

Annexe 6 : Significativité de l'influence du type de culture sur la distance d'éloignement pour chaque saison, pour chaque paire de variables.

Été			
Groupe 1	Groupe 2	P.adj	significativité
avoine	colza_et_navette_hiver	1.00E+00	ns
avoine	epeautre	7.86E-10	****
avoine	froment_dhiver	3.77E-01	ns
avoine	mais_ensilage	4.10E-02	*
avoine	mais_grain	1.11E-14	****
avoine	orge_dhiver	4.32E-01	ns
avoine	prairie_permanente	1.60E-19	****
avoine	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
avoine	tourtiere_enherbee	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	colza_et_navette_hiver	5.04E-07	****
betterave_sucrière	epeautre	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	froment_dhiver	3.07E-07	****
betterave_sucrière	mais_ensilage	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	mais_grain	5.66E-23	****
betterave_sucrière	orge_dhiver	9.40E-02	ns
betterave_sucrière	prairie_permanente	2.19E-24	****
betterave_sucrière	prarie_temporaire	7.32E-04	***
betterave_sucrière	tourtiere_enherbee	6.71E-06	****
colza_et_navette_hiver	epeautre	4.53E-12	****
colza_et_navette_hiver	froment_dhiver	2.20E-05	****
colza_et_navette_hiver	mais_ensilage	1.02E-07	****
colza_et_navette_hiver	mais_grain	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	orge_dhiver	2.00E-03	**
colza_et_navette_hiver	prairie_permanente	8.91E-05	****
colza_et_navette_hiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	tourtiere_enherbee	1.00E+00	ns
epeautre	froment_dhiver	1.45E-34	****
epeautre	mais_ensilage	1.80E-02	*
epeautre	mais_grain	2.63E-42	****
epeautre	orge_dhiver	9.79E-05	****
epeautre	prairie_permanente	3.95E-44	****
epeautre	prarie_temporaire	1.19E-07	****
epeautre	tourtiere_enherbee	3.21E-12	****
froment_dhiver	mais_ensilage	1.19E-07	****
froment_dhiver	mais_grain	1.41E-127	****
froment_dhiver	orge_dhiver	1.00E+00	ns
froment_dhiver	prairie_permanente	1.78E-96	****
froment_dhiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
froment_dhiver	tourtiere_enherbee	7.00E-03	**
mais_ensilage	mais_grain	5.72E-100	****
mais_ensilage	orge_dhiver	1.00E+00	ns

ANNEXES

mais_ensilage	prairie_permanente	2.38E-79	****
mais_ensilage	prarie_temporaire	4.44E-01	ns
mais_ensilage	tourniere_enherbee	1.50E-05	****
mais_grain	orge_dhiver	2.25E-21	****
mais_grain	prairie_permanente	6.38E-26	****
mais_grain	prarie_temporaire	4.00E-03	**
mais_grain	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
orge_dhiver	prairie_permanente	2.72E-24	****
orge_dhiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
orge_dhiver	tourniere_enherbee	9.70E-02	ns
prairie_permanente	prarie_temporaire	2.91E-05	****
prairie_permanente	tourniere_enherbee	1.02E-05	****
prarie_temporaire	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns

Automne			
Groupe 1	Groupe 2	P.adj	significativité
avoine	betterave_sucrière	1.00E+00	ns
avoine	colza_et_navette_hiver	1.00E+00	ns
avoine	epeautre	1.00E+00	ns
avoine	froment_dhiver	1.00E+00	ns
avoine	mais_ensilage	1.00E+00	ns
avoine	mais_grain	1.00E+00	ns
avoine	miscanthus	1.00E+00	ns
avoine	orge_dhiver	1.00E+00	ns
avoine	prairie_permanente	1.10E-01	ns
avoine	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
avoine	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	colza_et_navette_hiver	6.67E-01	ns
betterave_sucrière	epeautre	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	froment_dhiver	2.11E-08	****
betterave_sucrière	mais_ensilage	5.17E-04	***
betterave_sucrière	mais_grain	9.00E-03	**
betterave_sucrière	miscanthus	9.31E-09	****
betterave_sucrière	orge_dhiver	2.71E-01	ns
betterave_sucrière	prairie_permanente	1.46E-90	****
betterave_sucrière	prarie_temporaire	7.26E-07	****
betterave_sucrière	tourniere_enherbee	4.90E-02	*
colza_et_navette_hiver	epeautre	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	froment_dhiver	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	mais_ensilage	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	mais_grain	4.96E-05	****
colza_et_navette_hiver	miscanthus	9.77E-06	****
colza_et_navette_hiver	orge_dhiver	4.60E-02	*
colza_et_navette_hiver	prairie_permanente	7.19E-07	****

ANNEXES

colza_et_navette_hiver	prairie_temporaire	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
epeautre	froment_dhiver	1.00E+00	ns
epeautre	mais_ensilage	1.00E+00	ns
epeautre	mais_grain	6.00E-03	**
epeautre	miscanthus	1.82E-01	ns
epeautre	orge_dhiver	1.00E+00	ns
epeautre	prairie_permanente	4.32E-07	****
epeautre	prairie_temporaire	1.83E-01	ns
epeautre	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
froment_dhiver	mais_ensilage	5.72E-01	ns
froment_dhiver	mais_grain	8.98E-06	****
froment_dhiver	miscanthus	6.28E-46	****
froment_dhiver	orge_dhiver	1.39E-15	****
froment_dhiver	prairie_permanente	6.16E-71	****
froment_dhiver	prairie_temporaire	9.90E-02	ns
froment_dhiver	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
mais_ensilage	mais_grain	1.92E-04	***
mais_ensilage	miscanthus	2.96E-31	****
mais_ensilage	orge_dhiver	7.52E-10	****
mais_ensilage	prairie_permanente	7.99E-103	****
mais_ensilage	prairie_temporaire	1.00E-03	**
mais_ensilage	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
mais_grain	miscanthus	9.70E-01	ns
mais_grain	orge_dhiver	2.13E-01	ns
mais_grain	prairie_permanente	3.35E-10	****
mais_grain	prairie_temporaire	1.36E-05	****
mais_grain	tourniere_enherbee	9.17E-04	***
miscanthus	orge_dhiver	1.00E+00	ns
miscanthus	prairie_permanente	5.55E-193	****
miscanthus	prairie_temporaire	4.67E-13	****
miscanthus	tourniere_enherbee	4.28E-15	****
orge_dhiver	prairie_permanente	1.04E-73	****
orge_dhiver	prairie_temporaire	1.76E-07	****
orge_dhiver	tourniere_enherbee	3.12E-07	****
prairie_permanente	prairie_temporaire	7.40E-02	ns
prairie_permanente	tourniere_enherbee	4.08E-26	****
prairie_temporaire	tourniere_enherbee	7.99E-01	ns

Hiver			
Groupe 1	Groupe 2	P.adj	significativité
avoine	betterave_sucrière	3.84E-08	****
avoine	colza_et_navette_hiver	1.00E+00	ns

ANNEXES

avoine	epeautre	6.00E-01	ns
avoine	froment_dhiver	1.53E-07	****
avoine	mais_ensilage	2.09E-08	****
avoine	mais_grain	1.00E+00	ns
avoine	miscanthus	7.66E-01	ns
avoine	orge_dhiver	2.21E-05	****
avoine	prairie_permanente	1.27E-12	****
avoine	prarie_temporaire	5.07E-01	ns
avoine	tourtiere_enherbee	4.41E-17	****
betterave_sucrière	colza_et_navette_hiver	2.00E-03	**
betterave_sucrière	epeautre	8.00E-03	**
betterave_sucrière	froment_dhiver	4.35E-01	ns
betterave_sucrière	mais_ensilage	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	mais_grain	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	miscanthus	3.04E-07	****
betterave_sucrière	orge_dhiver	7.79E-12	****
betterave_sucrière	prairie_permanente	4.34E-23	****
betterave_sucrière	prarie_temporaire	3.00E-02	*
betterave_sucrière	tourtiere_enherbee	1.62E-14	****
colza_et_navette_hiver	epeautre	1.47E-01	ns
colza_et_navette_hiver	froment_dhiver	5.25E-01	ns
colza_et_navette_hiver	mais_ensilage	5.01E-01	ns
colza_et_navette_hiver	mais_grain	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	miscanthus	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	orge_dhiver	2.46E-04	***
colza_et_navette_hiver	prairie_permanente	4.71E-10	****
colza_et_navette_hiver	prarie_temporaire	4.94E-01	ns
colza_et_navette_hiver	tourtiere_enherbee	1.22E-11	****
epeautre	froment_dhiver	2.00E-03	**
epeautre	mais_ensilage	1.00E-03	**
epeautre	mais_grain	1.00E+00	ns
epeautre	miscanthus	6.40E-02	ns
epeautre	orge_dhiver	1.00E+00	ns
epeautre	prairie_permanente	1.00E+00	ns
epeautre	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
epeautre	tourtiere_enherbee	1.00E+00	ns
froment_dhiver	mais_ensilage	1.00E+00	ns
froment_dhiver	mais_grain	1.00E+00	ns
froment_dhiver	miscanthus	2.77E-04	***
froment_dhiver	orge_dhiver	5.80E-17	****
froment_dhiver	prairie_permanente	8.65E-58	****
froment_dhiver	prarie_temporaire	1.70E-02	*
froment_dhiver	tourtiere_enherbee	1.10E-32	****
mais_ensilage	mais_grain	1.00E+00	ns

ANNEXES

mais_ensilage	miscanthus	1.28E-04	***
mais_ensilage	orge_dhiver	7.59E-19	****
mais_ensilage	prairie_permanente	1.02E-62	****
mais_ensilage	prairie_temporaire	4.00E-03	**
mais_ensilage	tourniere_enherbee	2.86E-36	****
mais_grain	miscanthus	1.00E+00	ns
mais_grain	orge_dhiver	1.00E+00	ns
mais_grain	prairie_permanente	1.00E+00	ns
mais_grain	prairie_temporaire	1.00E+00	ns
mais_grain	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
miscanthus	orge_dhiver	8.51E-11	****
miscanthus	prairie_permanente	4.11E-29	****
miscanthus	prairie_temporaire	8.60E-02	ns
miscanthus	tourniere_enherbee	5.25E-26	****
orge_dhiver	prairie_permanente	1.00E+00	ns
orge_dhiver	prairie_temporaire	1.00E+00	ns
orge_dhiver	tourniere_enherbee	2.22E-05	****
prairie_permanente	prairie_temporaire	1.00E+00	ns
prairie_permanente	tourniere_enherbee	3.00E-03	**
prairie_temporaire	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns

Printemps			
Groupe 1	Groupe 2	P.adj	significativité
avoine	betterave_sucrière	9.97E-04	***
avoine	colza_et_navette_hiver	1.82E-07	****
avoine	epeautre	1.00E+00	ns
avoine	froment_dhiver	1.86E-04	***
avoine	mais_ensilage	1.06E-06	****
avoine	mais_grain	1.00E+00	ns
avoine	miscanthus	1.00E+00	ns
avoine	orge_dhiver	3.58E-08	****
avoine	prairie_permanente	1.00E+00	ns
avoine	prairie_temporaire	1.00E+00	ns
avoine	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	colza_et_navette_hiver	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	epeautre	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	froment_dhiver	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	mais_ensilage	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	mais_grain	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	miscanthus	3.97E-10	****
betterave_sucrière	orge_dhiver	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	prairie_permanente	1.00E-08	****
betterave_sucrière	prairie_temporaire	1.48E-05	****

ANNEXES

betterave_sucrière	tourniere_enherbee	8.98E-06	****
colza_et_navette_hiver	epeautre	2.00E-03	**
colza_et_navette_hiver	froment_dhiver	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	mais_ensilage	7.99E-01	ns
colza_et_navette_hiver	mais_grain	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	miscanthus	3.15E-37	****
colza_et_navette_hiver	orge_dhiver	1.80E-02	*
colza_et_navette_hiver	prairie_permanente	3.59E-53	****
colza_et_navette_hiver	prairie_temporaire	5.17E-13	****
colza_et_navette_hiver	tourniere_enherbee	5.01E-29	****
epeautre	froment_dhiver	4.30E-01	ns
epeautre	mais_ensilage	5.00E-02	ns
epeautre	mais_grain	1.00E+00	ns
epeautre	miscanthus	3.99E-01	ns
epeautre	orge_dhiver	5.80E-02	ns
epeautre	prairie_permanente	1.00E+00	ns
epeautre	prairie_temporaire	1.00E+00	ns
epeautre	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
froment_dhiver	mais_ensilage	1.00E+00	ns
froment_dhiver	mais_grain	1.00E+00	ns
froment_dhiver	miscanthus	5.15E-21	****
froment_dhiver	orge_dhiver	1.00E+00	ns
froment_dhiver	prairie_permanente	2.57E-25	****
froment_dhiver	prairie_temporaire	3.13E-08	****
froment_dhiver	tourniere_enherbee	2.93E-16	****
mais_ensilage	mais_grain	1.00E+00	ns
mais_ensilage	miscanthus	9.17E-42	****
mais_ensilage	orge_dhiver	5.32E-01	ns
mais_ensilage	prairie_permanente	9.83E-81	****
mais_ensilage	prairie_temporaire	1.99E-12	****
mais_ensilage	tourniere_enherbee	2.54E-30	****
mais_grain	miscanthus	1.00E+00	ns
mais_grain	orge_dhiver	1.00E+00	ns
mais_grain	prairie_permanente	1.00E+00	ns
mais_grain	prairie_temporaire	1.00E+00	ns
mais_grain	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
miscanthus	orge_dhiver	4.13E-52	****
miscanthus	prairie_permanente	3.00E-03	**
miscanthus	prairie_temporaire	1.00E+00	ns
miscanthus	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
orge_dhiver	prairie_permanente	1.34E-113	****
orge_dhiver	prairie_temporaire	2.66E-15	****
orge_dhiver	tourniere_enherbee	2.04E-33	****
prairie_permanente	prairie_temporaire	5.60E-01	ns

ANNEXES

prairie_permanente	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
prarie_temporaire	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns

ANNEXES

Annexe 7 : Significativité de l'influence du type de culture sur la vitesse de déplacement pour chaque saison, pour chaque paire de variables.

Été			
Groupe 1	Groupe 2	P.adj	significativité
avoine	betterave_sucrière	9.80E-02	ns
avoine	colza_et_navette_hiver	1.00E+00	ns
avoine	epeautre	5.28E-06	****
avoine	froment_dhiver	1.29E-07	****
avoine	mais_ensilage	6.27E-10	****
avoine	mais_grain	1.08E-12	****
avoine	orge_dhiver	1.00E+00	ns
avoine	prairie_permanente	1.00E+00	ns
avoine	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
avoine	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	colza_et_navette_hiver	3.98E-01	ns
betterave_sucrière	epeautre	1.13E-17	****
betterave_sucrière	froment_dhiver	2.93E-21	****
betterave_sucrière	mais_ensilage	6.54E-23	****
betterave_sucrière	mais_grain	8.75E-28	****
betterave_sucrière	orge_dhiver	3.14E-01	ns
betterave_sucrière	prairie_permanente	4.00E-03	**
betterave_sucrière	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	tourniere_enherbee	1.40E-02	*
colza_et_navette_hiver	epeautre	3.32E-08	****
colza_et_navette_hiver	froment_dhiver	8.20E-12	****
colza_et_navette_hiver	mais_ensilage	3.30E-15	****
colza_et_navette_hiver	mais_grain	1.29E-17	****
colza_et_navette_hiver	orge_dhiver	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	prairie_permanente	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
epeautre	froment_dhiver	1.00E+00	ns
epeautre	mais_ensilage	4.00E-03	**
epeautre	mais_grain	5.00E-03	**
epeautre	orge_dhiver	2.00E-14	****
epeautre	prairie_permanente	1.06E-20	****
epeautre	prarie_temporaire	3.46E-07	****
epeautre	tourniere_enherbee	8.20E-11	****
froment_dhiver	mais_ensilage	2.04E-11	****
froment_dhiver	mais_grain	7.42E-04	***
froment_dhiver	orge_dhiver	3.33E-20	****
froment_dhiver	prairie_permanente	8.64E-41	****
froment_dhiver	prarie_temporaire	7.37E-08	****

ANNEXES

froment_dhiver	tourniere_enherbee	9.57E-16	****
mais_ensilage	mais_grain	1.00E+00	ns
mais_ensilage	orge_dhiver	4.61E-24	****
mais_ensilage	prairie_permanente	1.12E-48	****
mais_ensilage	prarie_temporaire	2.67E-09	****
mais_ensilage	tourniere_enherbee	5.78E-20	****
mais_grain	orge_dhiver	7.75E-29	****
mais_grain	prairie_permanente	1.29E-50	****
mais_grain	prarie_temporaire	1.02E-12	****
mais_grain	tourniere_enherbee	3.88E-24	****
orge_dhiver	prairie_permanente	1.00E+00	ns
orge_dhiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
orge_dhiver	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
prairie_permanente	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
prairie_permanente	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
prarie_temporaire	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns

Automne			
Groupe 1	Groupe 2	P.adj	significativité
avoine	betterave_sucrière	1.00E+00	ns
avoine	colza_et_navette_hiver	1.00E+00	ns
avoine	epeautre	1.00E+00	ns
avoine	froment_dhiver	1.00E+00	ns
avoine	mais_ensilage	1.00E+00	ns
avoine	mais_grain	1.00E+00	ns
avoine	miscanthus	5.60E-02	ns
avoine	orge_dhiver	1.00E+00	ns
avoine	prairie_permanente	1.00E+00	ns
avoine	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
avoine	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	colza_et_navette_hiver	9.00E-02	ns
betterave_sucrière	epeautre	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	froment_dhiver	3.76E-05	****
betterave_sucrière	mais_ensilage	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	mais_grain	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	miscanthus	2.57E-22	****
betterave_sucrière	orge_dhiver	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	prairie_permanente	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	prarie_temporaire	4.34E-01	ns
betterave_sucrière	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	epeautre	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	froment_dhiver	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	mais_ensilage	8.00E-03	**

ANNEXES

colza_et_navette_hiver	mais_grain	9.70E-02	ns
colza_et_navette_hiver	miscanthus	8.05E-14	****
colza_et_navette_hiver	orge_dhiver	4.84E-01	ns
colza_et_navette_hiver	prairie_permanente	5.33E-05	****
colza_et_navette_hiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	tourniere_enherbee	1.43E-01	ns
epeautre	froment_dhiver	1.00E+00	ns
epeautre	mais_ensilage	1.00E+00	ns
epeautre	mais_grain	1.00E+00	ns
epeautre	miscanthus	1.10E-08	****
epeautre	orge_dhiver	1.00E+00	ns
epeautre	prairie_permanente	6.80E-02	ns
epeautre	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
epeautre	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
froment_dhiver	mais_ensilage	1.04E-08	****
froment_dhiver	mais_grain	1.00E+00	ns
froment_dhiver	miscanthus	3.36E-89	****
froment_dhiver	orge_dhiver	2.80E-02	*
froment_dhiver	prairie_permanente	1.14E-24	****
froment_dhiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
froment_dhiver	tourniere_enherbee	1.20E-02	*
mais_ensilage	mais_grain	1.00E+00	ns
mais_ensilage	miscanthus	5.21E-68	****
mais_ensilage	orge_dhiver	1.00E+00	ns
mais_ensilage	prairie_permanente	2.00E-03	**
mais_ensilage	prarie_temporaire	8.20E-02	ns
mais_ensilage	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
mais_grain	miscanthus	1.37E-04	***
mais_grain	orge_dhiver	1.00E+00	ns
mais_grain	prairie_permanente	1.00E+00	ns
mais_grain	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
mais_grain	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
miscanthus	orge_dhiver	2.88E-28	****
miscanthus	prairie_permanente	5.00E-59	****
miscanthus	prarie_temporaire	2.30E-16	****
miscanthus	tourniere_enherbee	2.40E-40	****
orge_dhiver	prairie_permanente	8.40E-02	ns
orge_dhiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
orge_dhiver	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
prairie_permanente	prarie_temporaire	2.55E-04	***
prairie_permanente	tourniere_enherbee	5.00E-03	**
prarie_temporaire	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns

ANNEXES

Hiver			
Groupe 1	Groupe 2	P.adj	significativité
avoine	betterave_sucrière	4.91E-04	***
avoine	colza_et_navette_hiver	1.08E-19	****
avoine	epeautre	1.20E-04	***
avoine	froment_dhiver	7.72E-35	****
avoine	mais_ensilage	1.39E-20	****
avoine	mais_grain	3.00E-03	**
avoine	miscanthus	1.00E+00	ns
avoine	orge_dhiver	3.25E-24	****
avoine	prairie_permanente	1.64E-27	****
avoine	prarie_temporaire	1.29E-11	****
avoine	tourniere_enherbee	2.04E-10	****
betterave_sucrière	colza_et_navette_hiver	7.06E-04	***
betterave_sucrière	epeautre	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	froment_dhiver	3.07E-05	****
betterave_sucrière	mais_ensilage	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	mais_grain	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	miscanthus	6.67E-08	****
betterave_sucrière	orge_dhiver	9.40E-02	ns
betterave_sucrière	prairie_permanente	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	prarie_temporaire	3.81E-01	ns
betterave_sucrière	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	epeautre	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	froment_dhiver	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	mais_ensilage	5.47E-06	****
colza_et_navette_hiver	mais_grain	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	miscanthus	7.00E-25	****
colza_et_navette_hiver	orge_dhiver	4.05E-01	ns
colza_et_navette_hiver	prairie_permanente	1.87E-06	****
colza_et_navette_hiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	tourniere_enherbee	9.83E-06	****
epeautre	froment_dhiver	1.00E+00	ns
epeautre	mais_ensilage	1.00E+00	ns
epeautre	mais_grain	1.00E+00	ns
epeautre	miscanthus	2.36E-06	****
epeautre	orge_dhiver	1.00E+00	ns
epeautre	prairie_permanente	1.00E+00	ns
epeautre	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
epeautre	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
froment_dhiver	mais_ensilage	1.61E-11	****
froment_dhiver	mais_grain	1.00E+00	ns
froment_dhiver	miscanthus	2.27E-52	****
froment_dhiver	orge_dhiver	5.50E-01	ns

ANNEXES

froment_dhiver	prairie_permanente	9.24E-16	****
froment_dhiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
froment_dhiver	tourniere_enherbee	1.66E-10	****
mais_ensilage	mais_grain	1.00E+00	ns
mais_ensilage	miscanthus	2.31E-31	****
mais_ensilage	orge_dhiver	2.51E-01	ns
mais_ensilage	prairie_permanente	1.00E+00	ns
mais_ensilage	prarie_temporaire	3.13E-01	ns
mais_ensilage	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
mais_grain	miscanthus	1.00E-03	**
mais_grain	orge_dhiver	1.00E+00	ns
mais_grain	prairie_permanente	1.00E+00	ns
mais_grain	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
mais_grain	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
miscanthus	orge_dhiver	2.57E-32	****
miscanthus	prairie_permanente	1.47E-45	****
miscanthus	prarie_temporaire	1.57E-12	****
miscanthus	tourniere_enherbee	1.84E-19	****
orge_dhiver	prairie_permanente	8.80E-02	ns
orge_dhiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
orge_dhiver	tourniere_enherbee	1.00E-03	**
prairie_permanente	prarie_temporaire	2.44E-01	ns
prairie_permanente	tourniere_enherbee	3.97E-01	ns
prarie_temporaire	tourniere_enherbee	6.20E-02	ns

Printemps			
Groupe 1	Groupe 2	P.adj	significativité
avoine	betterave_sucrière	4.59E-01	ns
avoine	colza_et_navette_hiver	1.00E+00	ns
avoine	epeautre	1.00E+00	ns
avoine	froment_dhiver	3.21E-01	ns
avoine	mais_ensilage	1.00E+00	ns
avoine	mais_grain	1.00E+00	ns
avoine	miscanthus	1.97E-04	***
avoine	orge_dhiver	4.60E-02	*
avoine	prairie_permanente	1.00E+00	ns
avoine	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
avoine	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	colza_et_navette_hiver	4.21E-07	****
betterave_sucrière	epeautre	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	froment_dhiver	1.00E+00	ns
betterave_sucrière	mais_ensilage	1.23E-07	****
betterave_sucrière	mais_grain	1.00E+00	ns

ANNEXES

betterave_sucrière	miscanthus	8.18E-14	****
betterave_sucrière	orge_dhiver	1.33E-13	****
betterave_sucrière	prairie_permanente	1.29E-11	****
betterave_sucrière	prarie_temporaire	2.53E-04	***
betterave_sucrière	tourniere_enherbee	1.13E-08	****
colza_et_navette_hiver	epeautre	1.40E-02	*
colza_et_navette_hiver	froment_dhiver	5.05E-17	****
colza_et_navette_hiver	mais_ensilage	9.11E-06	****
colza_et_navette_hiver	mais_grain	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	miscanthus	1.43E-10	****
colza_et_navette_hiver	orge_dhiver	2.23E-04	***
colza_et_navette_hiver	prairie_permanente	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
colza_et_navette_hiver	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
epeautre	froment_dhiver	1.00E+00	ns
epeautre	mais_ensilage	9.50E-01	ns
epeautre	mais_grain	1.00E+00	ns
epeautre	miscanthus	7.79E-08	****
epeautre	orge_dhiver	1.57E-05	****
epeautre	prairie_permanente	5.82E-04	***
epeautre	prarie_temporaire	8.40E-02	ns
epeautre	tourniere_enherbee	1.00E-03	**
froment_dhiver	mais_ensilage	1.27E-16	****
froment_dhiver	mais_grain	1.00E+00	ns
froment_dhiver	miscanthus	2.01E-32	****
froment_dhiver	orge_dhiver	1.45E-41	****
froment_dhiver	prairie_permanente	5.31E-31	****
froment_dhiver	prarie_temporaire	2.29E-05	****
froment_dhiver	tourniere_enherbee	9.04E-20	****
mais_ensilage	mais_grain	1.00E+00	ns
mais_ensilage	miscanthus	9.97E-38	****
mais_ensilage	orge_dhiver	1.56E-43	****
mais_ensilage	prairie_permanente	5.98E-19	****
mais_ensilage	prarie_temporaire	6.34E-01	ns
mais_ensilage	tourniere_enherbee	6.80E-11	****
mais_grain	miscanthus	1.00E+00	ns
mais_grain	orge_dhiver	1.00E+00	ns
mais_grain	prairie_permanente	1.00E+00	ns
mais_grain	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
mais_grain	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
miscanthus	orge_dhiver	6.73E-04	***
miscanthus	prairie_permanente	1.38E-18	****
miscanthus	prarie_temporaire	1.55E-08	****
miscanthus	tourniere_enherbee	3.29E-17	****

ANNEXES

orge_dhiver	prairie_permanente	2.01E-09	****
orge_dhiver	prarie_temporaire	1.20E-02	*
orge_dhiver	tourniere_enherbee	3.86E-07	****
prairie_permanente	prarie_temporaire	1.00E+00	ns
prairie_permanente	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns
prarie_temporaire	tourniere_enherbee	1.00E+00	ns

ANNEXES

Annexe 8 :

A) Exemple du jeu de données obtenu pour la vérification du taux de succès de la prise de mesure pour le sanglier « Canicule » suivi toutes les 120min

x	y	Time	Différence de temps (min)	Reloc	Milieu	.....
5.0333	50.498	19-08-2012 09:00:01	119	"Succes"	"Agri"	
5.0334	50.498	19-08-2012 11:01:00	119	"Succes"	"Foret"	
5.0351	50.499	19-08-2012 13:00:00	240	"Echec "	"Agri"	
5.0352	50.489	19-08-2012 17:00:00	....	...	.....
.....						

B) Exemple de data créé pour l'analyse RSF de la sélection des cultures par le sanglier

X	"y"	"saison"	Culture	Observé	"mais_ensilage"	"avoine"	"miscanthus"	.....
5.0333	50.498	"ete"	"mais_ensilage"	TRUE	1	0	0	
5.0334	50.498	"ete"	"mais_ensilage"	TRUE	1	0	0	
5.0351	50.499	"ete"	"mais_ensilage"	TRUE	1	0	0	
5.0332	50.493	"ete"	"mais_ensilage"	FALSE	1	0	0	
5.0339	50.499	"ete"	"mais_ensilage"	TRUE	1	0	0	
5.0358	50.491	"ete"	"mais_ensilage"	TRUE	1	0	0	
5.0332	50.499	"ete"	"mais_ensilage"	TRUE	1	0	0	
5.0335	50.498	"ete"	"mais_ensilage"	FALSE	1	0	0	
5.0326	50.492	"ete"	"avoine"	TRUE	0	1	0	
.....								

C) Exemple de data obtenu après l'extraction de la vitesse de déplacement pour chaque localisation

x	y	Time	Speed (m/h)	"saison"	Culture	.....
5.0333	50.498	19-08-2012 09:00:27	209	"ete"	"mais_ensilage"	
5.0334	50.498	19-08-2012 10:01:00	207,01	"ete"	"mais_ensilage"	
5.0351	50.499	19-08-2012 11:00:31	198,5	"ete"	"mais_ensilage"	
5.0332	50.493	19-08-2012 12:00:39	175,9	"ete"	"mais_ensilage"	
5.0339	50.499	19-08-2012 13:00:47	254	"ete"	"mais_ensilage"	
5.0358	50.491	19-08-2012 14:00:40	260	"ete"	"mais_ensilage"	
5.0332	50.499	19-08-2012 15:00:45	356	"ete"	"avoine"	
.....						

ANNEXES

Annexe 9 : Répartition des durées de séjour hors couvert forestier par le sanglier en milieu agricole selon les différentes catégories de durée.

	Hiver (%)	Printemps (%)	Été (%)	Automne (%)
0-3h	97,07	96,06	92,33	95,51
3-6h	2,11	2,58	2,75	2,92
6-12h	0,61	0,75	0,96	0,93
12-24h	0,19	0,55	2,16	0,41
24-48h	0,01	0,05	1,01	0,18
48-72h	0	0	0,46	0,01
72-96h	0	0	0,08	0,01
96-120h	0	0	0,04	0
120-144h	0	0	0,04	0
144-240h	0	0	0	0
240-600h	0	0	0	0