

Rapport d'expertise

Le comportement des sangliers et le risque PPA

Mobilisation des connaissances disponibles à l'OFB
sur l'estimation de la taille des populations de sangliers
en France métropolitaine,
et état des connaissances sur la biologie de l'espèce
en lien avec le risque PPA
(1^{ère} partie)

12 novembre 2024



Auteurs

Document rédigé par Eric Baubet, référent pour l'espèce sanglier, chargé de recherche au Service Espèces à Enjeux (SEE), Direction de la Recherche et de l'Appui Scientifique (DRAS) de l'OFB sur la base des travaux internes conduits par l'OFB, avec relecture de validation en trois temps.

Première phase de relecture par Anne Van De Wiele (DRAS, coordination avec les prescripteurs), Stéphanie Desvaux (DRAS) et Eveline Nivois (DRAS).

Seconde phase élargie au groupe : Matthieu Guillemain (DRAS), Aurélie Barboiron (DRAS), Guillaume Body (DSUED), Pierre Yves Quenette (DRAS), Cyril Eraud (DRAS), Christine Saint-Andrieux (DRAS), Maryline Pellerin (DRAS).

Troisième phase : Bénédicte Augeard (Directrice de la DRAS)

Contact

@ eric.baubet@ofb.gouv.fr

Citation du document

Baubet Eric et al., 2024, Mobilisation des connaissances disponibles à l'OFB sur l'estimation de la taille des populations de sangliers en France métropolitaine, et état des connaissances sur la biologie de l'espèce en lien avec le risque PPA (1^{ère} partie). Office français de la biodiversité. Rapport d'expertise. 50 p.

Mots-clefs

Sangliers, peste porcine africaine, populations, méthodes, reproduction, comportement spatial, comportement social.

Contexte et objet de la saisine :

Le 26 janvier 2024, la DGAL et la DEB ont transmis par courrier à l'OFB une demande d'expertise en deux parties sur le sanglier dans le cadre de la mise en place du plan d'action national relatif aux populations de porcins sauvages afin d'empêcher la propagation de la peste porcine africaine (PPA) dans l'Union Européenne, selon le Règlement d'exécution (UE)2023/594.

Ce rapport correspond à la première partie, demandée par les deux ministères, portant sur la mobilisation des connaissances disponibles à l'OFB, en France métropolitaine. Ce travail s'appuie sur les connaissances acquises et publiées dans divers articles scientifiques, de vulgarisations et/ou travaux de thèses co-encadrés par l'OFB. Ces travaux ont été produits à partir des données collectées par le réseau Ongulés Sauvages, l'Observatoire Sanglier, ou encore celles issues des programmes scientifiques dont les protocoles sont mis en œuvre sur différents sites où l'OFB s'implique, le plus historique d'entre eux étant celui de Châteauvillain-Arc-en-Barrois.

D'ailleurs ce site est vu comme un point de référence du fait d'un monitoring en capture marquage recapture (CMR), depuis 1982, ces travaux ayant abouti à la rédaction de nombreux articles scientifiques en lien avec la démographie de cette espèce et n'ayant pas ou peu d'équivalent au niveau mondial (comparaison possible avec le site de Castelporziano, en Italie, suivi en CMR depuis 1995 (Servanty et al., 2011)). Enfin, ce site est inclus dans le Parc National des Forêts, depuis sa création en novembre 2019, et se situe en partie dans la Réserve Intégrale de ce Parc, depuis sa création en décembre 2021.

Il semble donc légitime de penser que les éléments de connaissances acquis en ce lieu sont bien représentatifs du contexte de milieu forestier feuillu de plaine, qui ont justifié le choix de ce site, pour implanter le seul Parc National métropolitain dédié à cet habitat.

Ce rapport vise à apporter un état des lieux sur l'appréciation de l'estimation de la taille des populations de sangliers en France métropolitaine et les méthodes liées, et sur l'appréciation de l'état des connaissances sur la biologie de l'espèce en lien avec l'épidémiologie connue de la PPA.

Un second rapport viendra compléter le premier en étendant le champ d'investigation de la première partie, à la fois à partir des connaissances issues de la bibliographie scientifique nationale et internationale, et avec de nouvelles questions sur les modes de gestion actuels des sangliers, en lien avec d'autres partenaires.

Ce qu'il faut retenir (Résumé) :

Connaissances sur les effectifs :

Le sanglier est une espèce capable de s'adapter à un vaste champ de milieux et de contextes écologiques différents, lui permettant de coloniser de nombreux habitats. Ainsi, il est bien présent sur tout le territoire métropolitain, avec des variations marquées d'effectifs prélevés entre les départements mais également localement, au sein de ces derniers. Différentes méthodes existent pour tenter d'estimer les variations d'effectifs de populations localement. L'approche fondée sur les tableaux de chasse est la seule qui, historiquement, permet de collecter l'information la plus complète sur l'ensemble du territoire national.

A l'heure actuelle en France métropolitaine, les effectifs estimés oscillent *a minima* autour de 1 500 000 individus avant chasse.

(...)

Connaissances sur la reproduction :

Le sanglier est une espèce omnivore opportuniste capable de consommer un vaste panel d'items alimentaires, lui permettant de vivre et de s'adapter à de nombreux contextes écologiques. Il s'avère aussi que l'abondance et la disponibilité des ressources naturelles (notamment les fruits forestiers) jouent un rôle très important dans la démographie de cette espèce. L'influence de la ressource la plus marquée s'observe sur la modification des proportions de femelles, et notamment des jeunes femelles, entrant en reproduction une année donnée. Or, dans le cadre des changements climatiques, une production plus régulière de fruits forestiers risquerait d'induire une explosion de la démographie de cette espèce si la régulation n'est pas adaptée à la production accrue d'effectifs ces années-là.

Rôle de la chasse sur la population :

La diminution des effectifs de sangliers par **la chasse** est la méthode la plus susceptible de limiter l'évolution démographique pléthorique de cette espèce, à ce jour, par rapport à la prédation naturelle, la régulation par piégeage et/ou les battues administratives. Ainsi, l'évolution démographique des populations de sangliers peut être orientée par le prélèvement, avec une baisse de la population attendue si la quantité de sangliers prélevés est suffisante par rapport aux effectifs présents sur le terrain.

Cette décroissance est même favorisée par un prélèvement qui ciblerait de manière privilégiée les grosses femelles qui contribuent le plus à la dynamique démographique des populations.

Par ailleurs, pour améliorer la pression de chasse, sensus Vajas et al. (2020) - c'est-à-dire l'effectif d'animaux tués par journée de chasse - il faut ajuster l'effort de chasse des chasseurs, effort lié à la « capturabilité » des animaux (la capturabilité est une notion qui intègre les conditions de chasse, le couvert de végétation du milieu, l'escarpement du milieu, les conditions climatiques, etc...variables selon les territoires) et aux densités d'animaux présentes. Il ressort toutefois des analyses statistiques, dans le cas des modalités appliquées dans le contexte du massif forestier, bien étudié, de Chateaufort-Arc-en-Barrois, que les facteurs prépondérants expliquant le résultat du tableau de chasse sont le nombre de chasseurs impliqués dans les battues ainsi que la surface couverte par celles-ci,

Connaissances sur l'effet de la maladie PPA sur la démographie :

Le succès d'une propagation virale varie fortement en fonction du moment de l'introduction et des conditions d'habitats où elle survient. La prise en compte de la saisonnalité de l'infection par l'agent pathogène et la saisonnalité du rythme biologique de l'hôte semble aussi essentielle pour comprendre la dynamique des épizooties, et le moment de l'introduction du virus est important pour déterminer la forme de l'épizootie et son impact sur la population de l'hôte : par exemple, un virus qui entre dans une population en été va contaminer des animaux plus jeunes avec un effet plus dévastateur sur l'effectif de la population de sangliers.

Ensuite, l'effet de la maladie perdure sur plusieurs saisons. Par ailleurs, plus l'habitat forestier est continu et favorable aux sangliers, et plus la maladie va se diffuser rapidement par les contacts entre animaux. Enfin, en plus de ce contexte lié à l'habitat, le traitement cynégétique (y compris avec chien) va aussi influencer sur les vagues de diffusion de virus, par le mouvement des animaux chassés, et permettre un maintien de la maladie sur un pas de temps variable. In fine, il s'avère que pour contenir des futures épizooties la projection par modélisation doit tenir compte de nombreux paramètres intégrant l'effet des changements globaux sur les hôtes, les pathogènes et leurs interactions.

Connaissances sur le fonctionnement spatial (risque de transport du virus) :

Le sanglier est une espèce sédentaire, avec une surface de domaine vital annuel relativement réduite. En effet, les femelles (et/ou les compagnies, c'est-à-dire un groupe de femelles apparentées, avec leurs jeunes de l'année) vivent en général sur des domaines vitaux d'une superficie maximale de 1500 ha (hors influence de la chasse) alors que cette surface elle est doublée voire triplée chez un mâle. Les distances de dispersion des individus, sont, elles-aussi, réduites, bien que les mâles se retrouvent prélevés au-delà de 3km de leur point de marquage plus fréquemment que les femelles. Concernant les déplacements journaliers, là encore on retrouve des caractéristiques d'animaux peu mobiles, puisque l'essentiel des déplacements vers des points d'intérêts (du point de repos à celui du jour suivant, du point de repos vers

le point d'alimentation nocturne, entre deux points d'alimentation consécutifs (d'une nuit à l'autre) en 24h, montre des distances linéaires entre ces points oscillant entre 500m et 700m en moyenne. Plus encore, les distances parcourues, en cumulé, par cycle de 24h restent modestes, pour un mammifère de cette taille, et oscillent entre 1,5 km et 4,8 km. Les cas extrêmes sont également présentés.

Impact de la chasse sur le comportement spatial du sanglier : la réaction des animaux à une perturbation par chasse induit en moyenne un déplacement à peine supérieur à ceux habituels (entre deux points d'intérêts comme des points d'alimentation par exemple), avec souvent une distance de plus d'1km du point de dérangement, et avec un temps de retour qui peut être rapide vers la zone perturbée par la chasse, souvent en moins de trois jours. L'effet de la saison de chasse se retrouve aussi à l'échelle du domaine vital, puisqu'en général les domaines vitaux calculés pendant cette période sont très souvent de superficie supérieure à ceux obtenus hors période de chasse. Cet effet se décèle aussi dans le patron d'occupation de l'habitat, avec un évitement plus marqué des milieux forestiers fourrés par les sangliers en période de chasse et/ou un déplacement/glisement de l'activité dans les domaines vitaux vers/dans des zones de tranquillité (effet réserve). Le déplacement des sangliers s'effectue aussi plus dans le pourtour de ces zones de quiétude, notamment durant la période cynégétique. Enfin, le rôle des chiens influe sur les distances parcourues, la plupart du temps, par une augmentation de celles-ci.

Connaissances sur le fonctionnement social (risques de contacts entre congénères) :

En règle générale, cette espèce sociale, vit en compagnies réduites et stables dirigées par des femelles dans un fonctionnement très grégaire et sédentaire. Il n'y a pas de dispersion spontanée des compagnies, ni des jeunes ou des laies subadultes qui les composent. Il existe une grande fidélité spatiale au domaine vital utilisé, entre générations de compagnies, même si quelques légers glissements peuvent exister. Parfois, le glissement n'est que temporaire vers une zone de tranquillité pour échapper à un dérangement important occasionné par la chasse. Dans l'ensemble, ces modalités de fonctionnement, hors période de chasse, limitent donc plutôt les possibilités de transmission de virus.

Les mâles adultes vivent eux de manière solitaire. Leur émancipation de la vie sociale dans le groupe n'intervient définitivement qu'un peu avant la deuxième année de vie. Dès lors ils ne rejoignent les compagnies, de leur domaine vital, qu'en vue d'accouplements, durant la période de reproduction. Ils sont mobiles entre les compagnies à travers la recherche de partenaire pour l'accouplement (rut), et donc plus susceptibles de contribuer à la dispersion du virus entre ces dernières. Notons que la période du rut (automne-hiver) et la période de chasse sont synchrones dans l'année, d'où une mobilité accrue à cette saison de la part des sangliers.

Si la cohabitation sur une même surface de forêt pour des compagnies issues d'une même lignée est possible et documentée, le fonctionnement spatial inter-compagnies est lui moins bien connu. Il est probable que l'espace forestier puisse être partagé, mais les modalités de ce fonctionnement restent à être précisées plus avant et notamment dans un cadre de risque sanitaire.

Sommaire :

<i>Introduction</i>	p 6
A. Estimation de la taille de la <u>population de sangliers</u> en France métropolitaine, les méthodes d'estimation employées, leurs limites et les perspectives d'amélioration	p 7
B. L'état des connaissances sur la biologie de l'espèce et la dynamique des populations de sangliers <u>en lien avec l'épidémiologie connue de la PPA</u>	p 16
C. L'état des connaissances sur la biologie de l'espèce et leur fonctionnement <u>spatial</u> en lien avec l'épidémiologie connue de la PPA	p 26
D. L'état des connaissances sur la biologie de l'espèce et leur fonctionnement <u>social</u> en lien avec l'épidémiologie connue de la PPA	p 36
Conclusion générale	p 43
Références biblio	p 43
Annexe 1	p 49

Introduction

Aire de répartition

Le sanglier est répandu dans tous les départements de France métropolitaine, avec les plus fortes densités de prélèvements par la chasse dans les régions du Nord-Est, du pourtour méditerranéen et du Sud-Ouest (cf. § 1 Figure 3). L'espèce est désormais commune même dans les zones de montagne. Toutes les populations présentent le même type de croissance, avec une augmentation régulière des effectifs au fil du temps. En Corse, le sanglier est également très abondant.

Statut de modalité de gestion

Concernant la chasse, le sanglier peut avoir plusieurs statuts en France et différentes modalités de gestion peuvent être mises en œuvre selon les départements. Ainsi à titre d'information, pour la dernière saison cynégétique disponible (2022-2023 cf. Figure 3), il s'avère que 36% des départements n'ont ni plan de gestion ni plan de chasse, 22% ont mis en place un plan de chasse avec un département qui a un plan de chasse triennal, et 40% ont un plan de gestion. Enfin pour ceux restants (départements 75 et 92), aucune modalité de chasse n'est renseignée.

Concernant le statut de l'espèce sanglier, pour 69% des 94 départements ayant répondu à l'enquête annuelle du réseau ongulés sauvages (FDC/SD-OFB), il est classé comme espèce susceptible d'occasionner des dégâts (ESOD) et dans 7% d'entre eux, l'espèce ne l'est que pour une partie du département seulement (classement partiel). Enfin, pour 31% des départements (29/94), l'espèce n'est pas classée ESOD et a donc le statut simple de gibier (espèce chassable). Notons également que même si le suivi n'est pas optimal, pour une grande majorité des départements, l'accès aux informations issus des tableaux de chasse est possible. En effet, même dans des départements sans plan de chasse ni plan de gestion, il peut exister un suivi fin des prélèvements à travers les carnets de battues. Ces derniers sont renseignés par les chasseurs par l'intermédiaire d'applications spécifiques (outils en constante évolution) et renvoyés en fin d'année à la fédération départementale des chasseurs (FDC) concernée.

Notons également que même si le suivi n'est pas optimal, pour une grande majorité des départements l'accès aux informations issus des tableaux de chasse est documentée. En effet, même dans des départements sans plan de chasse ni plan de gestion, il peut exister un suivi fin du prélèvement à travers des carnets de battues qui sont renseignés par les chasseurs (par le biais d'applications spécifiques, solution en constante évolution) et renvoyés en fin d'année à la FDC concernée.

Ainsi, le sanglier fait partie des espèces d'ongulés suivies et étudiées par l'Office français de la biodiversité (OFB). Le travail se réalise au niveau national à l'échelle hexagonale dont la Corse pour

l'acquisition des résultats cynégétiques par le Réseau Ongulés Sauvages : créé en 1985 et administré par l'OFB depuis 2020, le réseau repose sur un partenariat avec la fédération nationale des chasseurs (FNC) et l'ensemble des FDC. Les données sont historiquement collectées par un réseau de correspondants issus aussi bien du monde fédéral que des agents de l'OFB, au moyen de déclarations faites par les multiples sociétés locales de chasse (carnets de battue et/ou autres moyens). La synthèse nationale est réalisée par les services de l'OFB.

L'information collectée au niveau national renseigne sur différents aspects liés aux prélèvements comme le lieu de réalisation (enclos et parcs de chasse ou hors de ces structures); la nature des prélèvements (réalisations cynégétiques en période dédiée, tirs anticipés avant l'ouverture générale de la chasse, ou mesures administratives et/ou de destruction par des particuliers). Enfin il est possible d'accéder à une information sur le sexe des animaux prélevés (femelle ou mâle) et d'avoir une idée de leur catégorie d'âge (adulte ou jeune). Toutefois, cette collecte ne permet pas de détecter des biais dans le prélèvement qui seraient liés à de potentielles règles de gestion (prélèvements plus axés sur un sexe ou un âge, en particulier) qui seraient mises en place de manière différenciée sur le département concerné. De plus, cette collecte reste déclarative sans contrôle ou validation particulière.

Sur cette espèce il existe une surveillance sanitaire sur les animaux trouvés morts ou malades (notamment pour la peste porcine africaine), ainsi que des programmes scientifiques qui se déclinent, plus localement, à l'échelle de territoires d'études assez restreints pour l'acquisition de connaissances utiles à la gestion de l'espèce.

A. Estimation de la taille de la population de sangliers en France métropolitaine, les méthodes d'estimation employées, leurs limites et les perspectives d'amélioration

La présence du sanglier dans notre pays et la progression constante de ses effectifs posent la question du suivi de ceux-ci et de leur évolution. Disposer de méthodes de suivi pratiques à mettre en œuvre sur le terrain, et validées dans le cadre d'une démarche de gestion des populations est nécessaire.

Un examen non exhaustif des méthodes de suivi utilisées pour estimer les effectifs de sangliers nous a permis d'en dénombrer dix-huit types différents (**Tableau 1**).

Parmi les méthodes les plus souvent utilisées en gestion courante sur le terrain, nous citerons : l'analyse des tableaux de chasse et le dénombrement sur place d'agrainage. Cette seconde méthode a été testée par Vassant *et al.* (1990) sur le territoire de Châteauvillain – Arc-en-Barrois.

Enfin nous évoquerons une méthode plus contraignante et sûrement plus robuste scientifiquement, la modélisation de type CMR (Capture-Marquage-Recapture) et, les deux étant liées, plus récemment la modélisation dite « IPM » (Integrated Population Models) utilisée à l'échelle de certains territoires d'étude, et qui sert de référence et de calibrage aux tests réalisés sur les nouvelles approches (principe de base de la démarche des indicateurs de changement écologique- ICE, Morellet *et al.*, 2007)

Tableau 1- Index de différentes approches possibles pour suivre ou dénombrer l'évolution des populations de sangliers en Europe (adapté de Brandt et al. 2010).

Dénomination de la méthode de suivi	Références bibliographiques
Battue de comptage	FONSECA et al., 2007.
Comptage sur place d'agraine	VASSANT et al., 1990 ; GROOT BRUINDERINK et al., 1994 ; FOCARDI et al. 2008 ; BRANDT et al., 2010.
Recensement approche affût combiné (RAAC)	DE CROMBRUGGHE, 2004
Dénombrement des groupes familiaux	NORES et al., 2000
Comptage aérien	LICOPPE et DAHMEN, 2006, HOHMANN et FRANKE, 2007
Tableau de chasse	SPITZ et VALLET, 1991 ; GROOT BRUINDERINK et al., 1994 ; VASSANT, 1997 ; ROSELL et al., 1998 ; GEISSER et REYER, 2004 ; ACEVEDO et al., 2006
Comptage des « chaudrons* » de mise bas	BRANDT et al., 1997
Pièges à trace	VAN WIEREN et WORM, 2001 ; RENARD et al., 2008
Relevé d'empreinte sur neige	BRANDT et al., 1988 ; ALPE, 1995 ; FONSECA, 2002 et 2007
Relevé/Dénombrement de crottes	ACEVEDO et al., 2007 ; THEUERKAUF et ROUYS, 2008 ; THEUERKAUF et al., 2008 ; PLHAL et al., 2014
Relevé de « boutis et vermillis »** à la surface du sol	TRUVE et al., 2004, VIRGOS, 2002.
Relevé de signes d'activité alimentaire du sol, variante IKF (Indicator of Kilometric Foraging)	RODA et RODA, 2024
Relevé de la mortalité routière ou collision	SANTONI et al., 2006 ; VIGNON et BARBARREAU, 2008 ; FERNANDEZ-LOPEZ et al., 2022.
Estimation liée aux dégâts agricoles rattachables aux sangliers	SCHLEY et al., 2008
Modélisation sur données chasse	BOITANI et al., 1995 ; NEET, 1995 ; FOCARDI et al., 1996 ; SERVANTY et al., 2007
Modélisation CMR et IPM	ANDRZEJEWSKI et JEZERSKI, 1978 ; GAILLARD et al., 1987 ; FOCARDI et al., 2002a ; TRUVE et al., 2004 ; FOCARDI et al., 2008 ; DAVIS et al., 2020 ; GAMELON et al., 2021
Modélisation CMR variante Piège Photographique automatique	HEBEISEN et al., 2008 ; DAVIS et al., 2020.
Modélisation par piège ADN sur crotte ou sur poils	FICKEL et HOHMANN, 2006 ; EBERT et al., 2007 ; DAVIS et al., 2020.
Distance sampling avec « caméra thermiques ou IR »	FOCARDI et al., 2002b ; FONSECA et al., 2007 ; MARINI et al., 2009

(Les méthodes principales sont détaillées ci-dessous, certaines spécifiques aux sangliers et d'autres plus généralistes).

*: terme spécifique à l'espèce sanglier désignant le nid végétal aménagé par la laie en vue de la mise-bas. **: termes spécifiques désignant les traces d'activités alimentaires, liées à des fouilles/retournement du sol, et effectuées par les sangliers avec leur groin. En surface du sol, et de manière plus ou moins linéaire pour les « vermillis » et par des creusements plus profonds du sol, pour les « boutis ».

1. Le suivi par tableaux de chasse :

Le réseau « ongulés sauvages » (ROS) a été mis en place en 1985 afin d'obtenir annuellement les données des tableaux de chasse à l'échelle de chaque département. Les données recueillies depuis 1973 sont consultables en ligne sur le site internet de OFB (<https://www.ofb.gouv.fr/les-especes-chassables>). Par ailleurs, à partir de l'année 1987, une enquête annuelle a été mise en place à l'échelle communale et est aussi disponible sur certains territoires. Les données départementales sont consolidées et participent à l'établissement d'une synthèse annuelle (dernière année disponible :

https://www.ofb.gouv.fr/sites/default/files/Fichiers/Lettre%20information/EXE_PRELEVEMENT_2023_2024.pdf).

L'évolution des populations de sangliers prélevés montre une augmentation constante depuis les années 1973 jusqu'à maintenant. Cette augmentation s'est accélérée à partir des années 1990 (Figure 1)

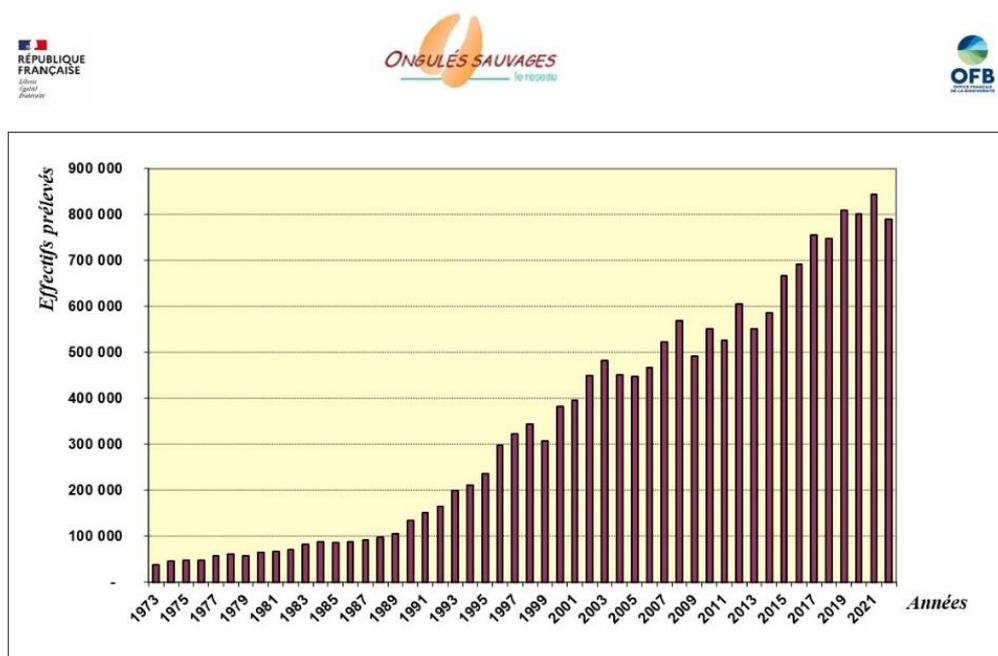


Figure 1: Evolution des prélèvements annuels de sangliers en France sur les 50 dernières années.

La figure 2 montre une évolution régulière des prélèvements, au cours des 33 dernières années, avec une augmentation du prélèvement de l'ordre de 107 000 sangliers par tranche de 5 années (Figure 2).

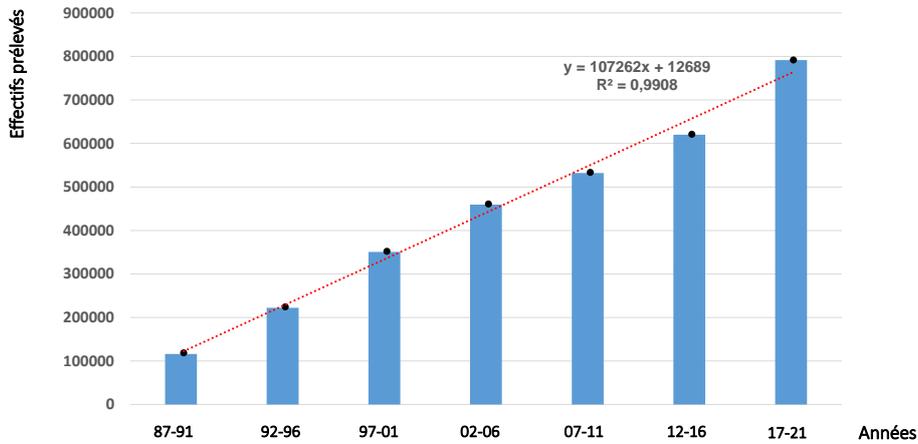


Figure 2 : Evolution des prélèvements de sangliers en France sur les 33 dernières années. Augmentation supérieure à 107 000 sangliers sur un pas de temps de 5 ans. L'abscisse 87-91 représente la moyenne des tableaux de chasse nationaux réalisés de 1987 à 1991 inclus.

Le ratio du prélèvement national de la dernière saison disponible (2023-2024) est de 1,56 sanglier aux 100 ha totaux et de 4,83 sangliers aux 100 ha boisés (valeurs calculées d'après les données de la BDForet_v2 de l'IGN). Notons aussi que la progression sur les 20 dernières années montre une multiplication par 1,9 des prélèvements avec une distribution des prélèvements non homogène sur le territoire national (Figure 3).

Les résultats des tableaux de chasse : travaux du réseau ongulés sauvages OFB-FNC-FDC

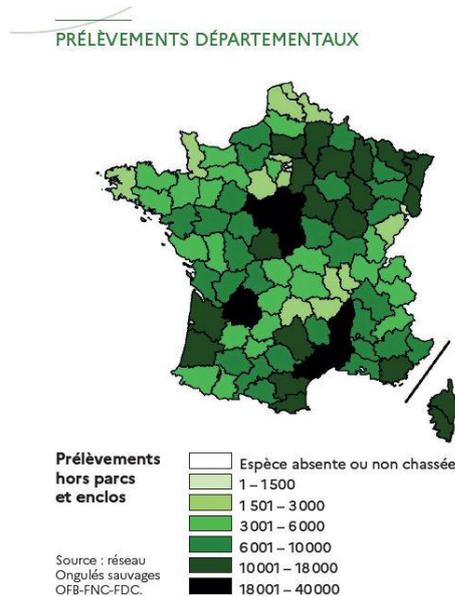


Figure 3 : Répartition du prélèvement départemental de sanglier pour l'année 2022-2023 en France métropolitaine (source réseau Ongulés sauvages OFB-FNC-FDC _2023)

2. Comptage sur points d'agrainage

1. Rappels sur le comptage sur points d'agrainage

- *But*

Recenser un effectif minimum d'animaux existants sur une zone considérée, décrire la structure de la population par classes d'âge et de sexe et estimer la reproduction (étendue de la période de mises bas, tailles des portées, rapport jeune/adulte).

- *Principe*

Attirer par un apport d'alimentation attractif (maïs grain), un maximum de sangliers « compagnies et mâles » durant une même plage horaire, sur des points créés à cet effet. Ainsi ils pourront être observés et dénombrés (deux sessions de comptage à une semaine d'intervalle).

- *Période de réalisation*

La période privilégiée doit être retenue en fonction des contraintes techniques inhérentes au comptage. Selon les conditions particulières du massif forestier ou de la zone concernée, elle est préconisée de préférence entre le 15 mai et fin août. Pour établir le choix de la meilleure période pour le comptage, il convient de garder en tête les contraintes suivantes : la relation entre l'évolution du taux d'accroissement du tableau de chasse et celle de l'effectif dénombré sur place d'agrainage a été étudiée dans le cadre d'un de nos territoires d'études suivi en Haute-Marne. Les résultats ont montré une relation linéaire entre ces deux indices, ce qui permet d'expliquer près de 50 % de la variation observée (Figure 4).

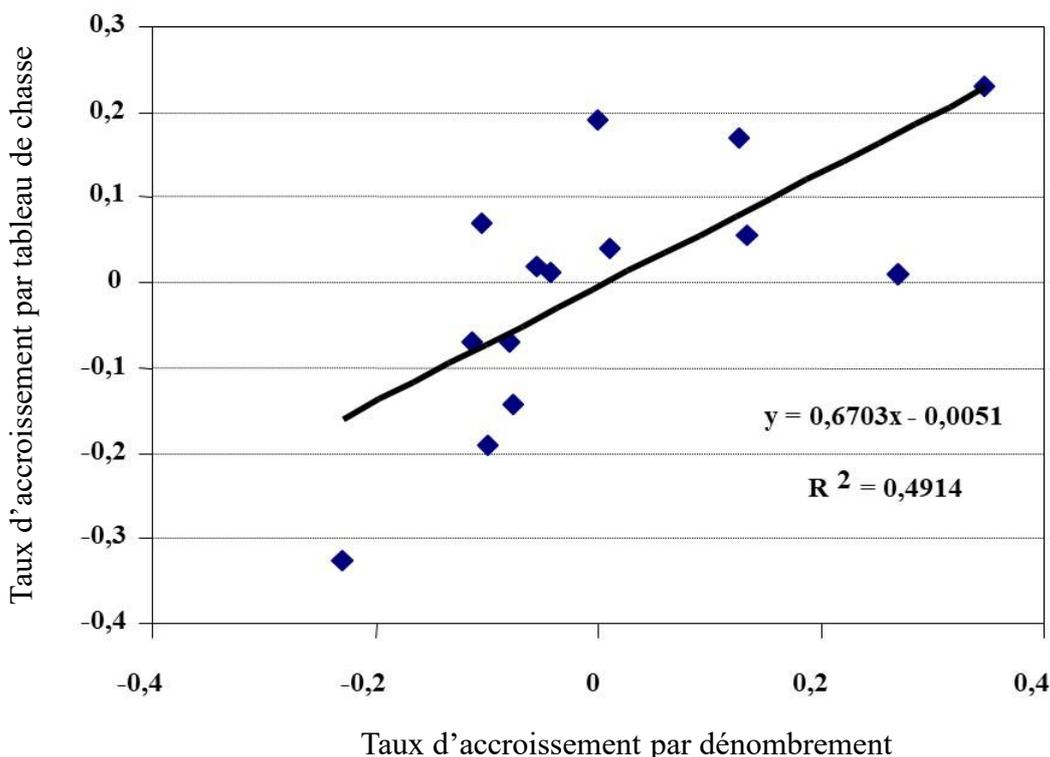


Figure 4 : Relation entre les deux indices d'accroissement calculés (effectifs dénombrés par comptage visuel et effectifs prélevés) relatifs à la population de sangliers sur le massif de Châteauvillain – Arc-en-Barrois, entre 1989 et 2007.

Cette méthode de suivi sur places d'agrainingement fournit donc, pour ce site de Châteauvillain, une mesure d'abondance relative de la population considérée comme acceptable.

Concernant le nombre optimal de points (densité spatiale des comptages) pour obtenir le meilleur résultat, aucun standard n'est défini à ce jour à notre connaissance, cependant dans notre cas d'étude nous avons travaillé avec un point pour 100 à 150 ha de forêt, avec des densités estimées de l'ordre de 7 à 9 animaux/100 ha boisés (Vassant *et al.*, 1990).

Comme les domaines vitaux des sangliers sont la plupart du temps supérieurs à 250 ha et, pour la zone d'étude de Châteauvillain, supérieurs à 500 ha (Cf. § B. 2. d. Tableau 2), l'efficacité du dénombrement est supposée être assez fidèle et représentative de la population locale. Au minimum, il faut qu'il y ait toujours au moins trois points accessibles et connus pour chaque animal ou compagnie dans le dispositif retenu.

Toutefois, il est à noter que la proportion de points sans observation réalisée diminue avec l'augmentation de l'effectif dénombré. Cela peut traduire une possible saturation du système lorsque l'effectif total augmente.

Le suivi réalisé sur ce massif ne permet pas encore de valider la méthode, bien que cette piste reste encourageante pour élaborer un outil indiciaire pour le futur. Cette méthode peut être mise en œuvre pour l'ensemble des habitats fréquentés par le sanglier, sous réserve :

- de s'assurer d'une certaine « maîtrise de l'alimentation disponible »,
- que l'agrainingement soit autorisé
- et que le dénombrement puisse se réaliser durant une période de relative quiétude pour le secteur compté.

Ce type de suivi permet d'apporter une information supplémentaire à l'analyse du tableau de chasse (elle-même dépendante des règles de gestion mises en place sur le territoire), notamment parce qu'elle est applicable sur toutes les zones, même celles non-chassées. La préparation du dénombrement peut être à la charge d'un nombre réduit d'acteurs particulièrement motivés et disponibles. Toutefois, la réussite dépend de la stricte application du protocole du comptage sur point d'agrainingement ((Vassant *et al.*, 1990), tant en termes de préparation que d'exécution, sur l'ensemble de la zone recensée. En conclusion, il apparaît que non seulement la validation définitive de cet outil doit encore être assurée sur d'autres sites de référence, mais aussi que son utilisation systématique au niveau départemental apparaît difficilement organisable compte-tenu des moyens humains à déployer. Une piste, qu'il conviendrait de valider, serait de remplacer les humains par des pièges photographiques. Toutefois, la piste du dénombrement peut être appliquée, a minima, de façon indépendante pour chacune des unités de population supposées.

Il pourrait éventuellement être utilisé pour des secteurs assez limités où les problèmes de gestion sont les plus préoccupants (zones de points noirs identifiés d'après le Plan National de Maîtrise des Sangliers ou PNMS mis en place depuis 2009).

3. Modélisation démographique (Integrated Population Model (IPM)/ Capture-Marquage-Recapture (CMR)).

Dans les populations animales soumises à la chasse ou à la pêche, une connaissance détaillée des paramètres démographiques (survie, reproduction, etc.) et de la dynamique temporelle de ces populations est cruciale pour leur gestion durable. Or, malgré cette importance pour les décisions de gestion, la structure et la taille des populations exploitées sont souvent inconnues et les données limitées. L'analyse conjointe de différents types de données démographiques, telles que les comptages de populations, les données de reproduction et les données de capture-marquage-recapture, entre dans le cadre de modèles intégrés de population (IPM) car elle peut permettre d'estimer et de donner un aperçu des rôles de la mortalité naturelle, de la croissance corporelle, du rythme de l'acquisition de la maturité sexuelle des individus et du rôle de la reproduction dans la compensation de la perte d'individus à cause de la chasse. Ces modèles conçus pour évaluer les effets interactifs de l'exploitation et d'autres facteurs de perturbation sur la dynamique des populations et pour prédire la durabilité de la gestion de

l'exploitation (chasse) nécessitent généralement des informations détaillées sur les paramètres démographiques (par exemple, la survie, la reproduction) et peuvent permettre d'estimer la taille de la population à différentes étapes de vie (Figure 5). Néanmoins, ces paramètres sont difficiles à estimer en l'absence de données détaillées sur du long terme, et donc ce n'est pas forcément une approche recommandée pour une gestion courante de l'espèce.

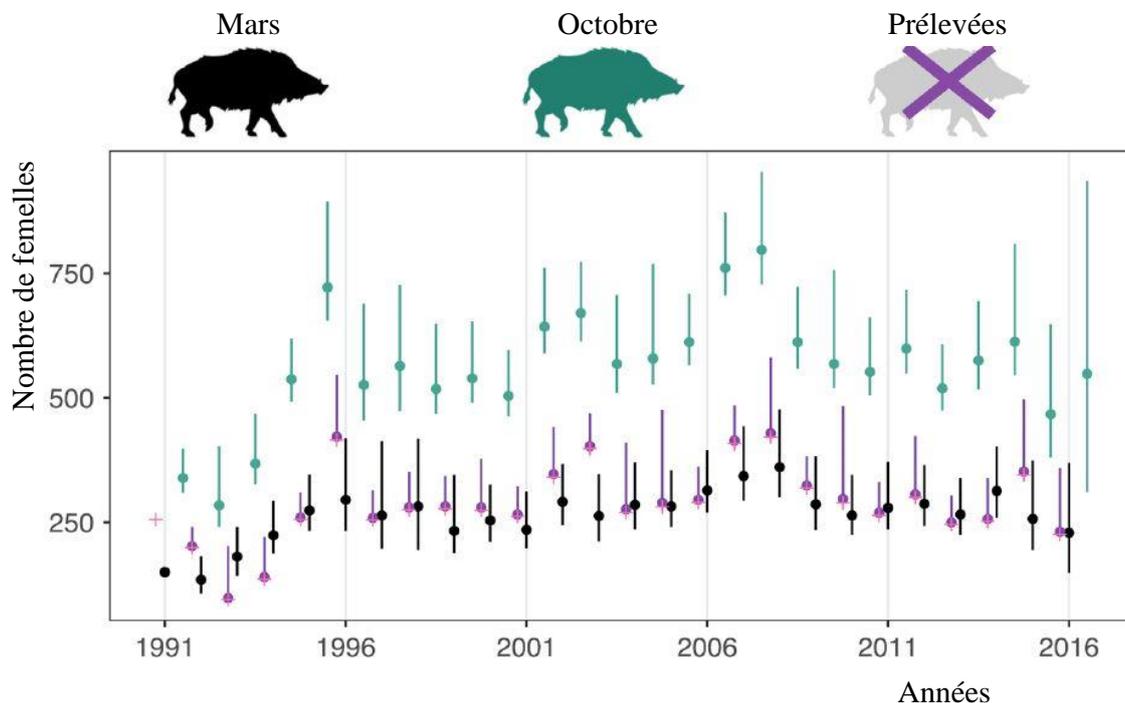


Figure 5 : Estimation du nombre de laies présentes en mars (noir), en octobre (turquoise) et prélevées (violet). Les estimations sont représentées sous forme de médianes postérieures (points) et d'intervalles crédibles correspondants à 95 % (lignes verticales). Les croix roses représentent les données brutes (mesurées sur le terrain) de femelles prélevées (d'après Gamelon et al., 2021).

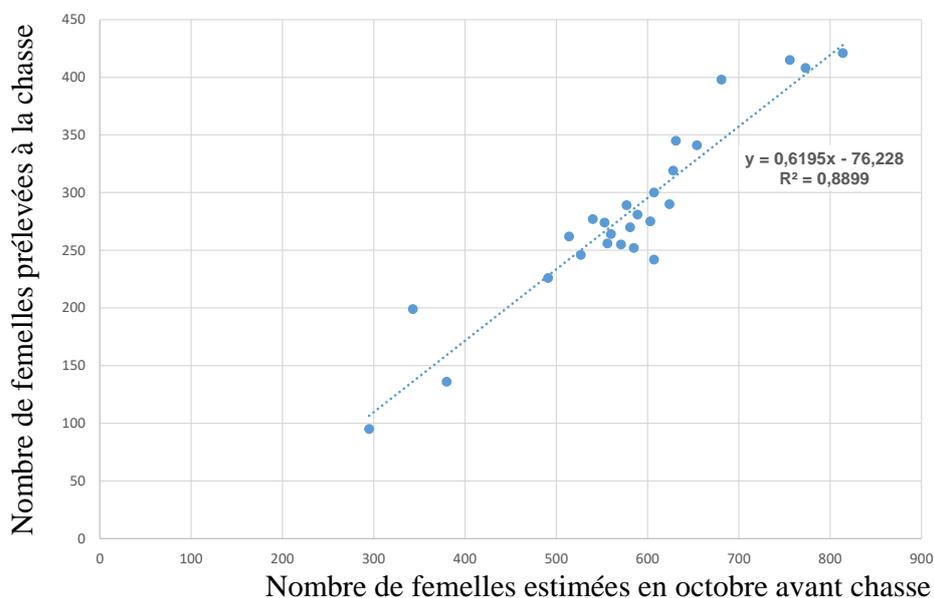


Figure 6 : Relation entre le nombre de laies prélevées durant la saison de chasse et l'effectif de laies présente en octobre (d'après Gamelon et al. 2021) sur le territoire de Chateauvillain-Arc-en-Barrois entre 1991 et 2016.

Toutefois, sur la base des observations effectuées sur le territoire de Chateauvillain Arc-en-Barrois, il s'avère que le prélèvement, en femelles, comptabilisé par le tableau de chasse et l'estimation du nombre de femelles vivantes juste avant la chasse sont fortement corrélés, permettant de considérer, dans cet exemple, la valeur du « proxy » que représente le prélèvement par chasse comme une valeur cohérente de l'effectif de femelles présentes sur le terrain (Figure 6), et de manière plus surprenante, cela s'avère valable malgré les consignes de tir pratiquées sur ce site visant à préserver les grosses femelles.

Par ailleurs, et bien que la corrélation soit moins marquée, plus de la moitié des variations du nombre de femelles vivantes en mars, soit après chasse, sont expliquées par le nombre de femelles prélevées à la chasse (Figure 7).

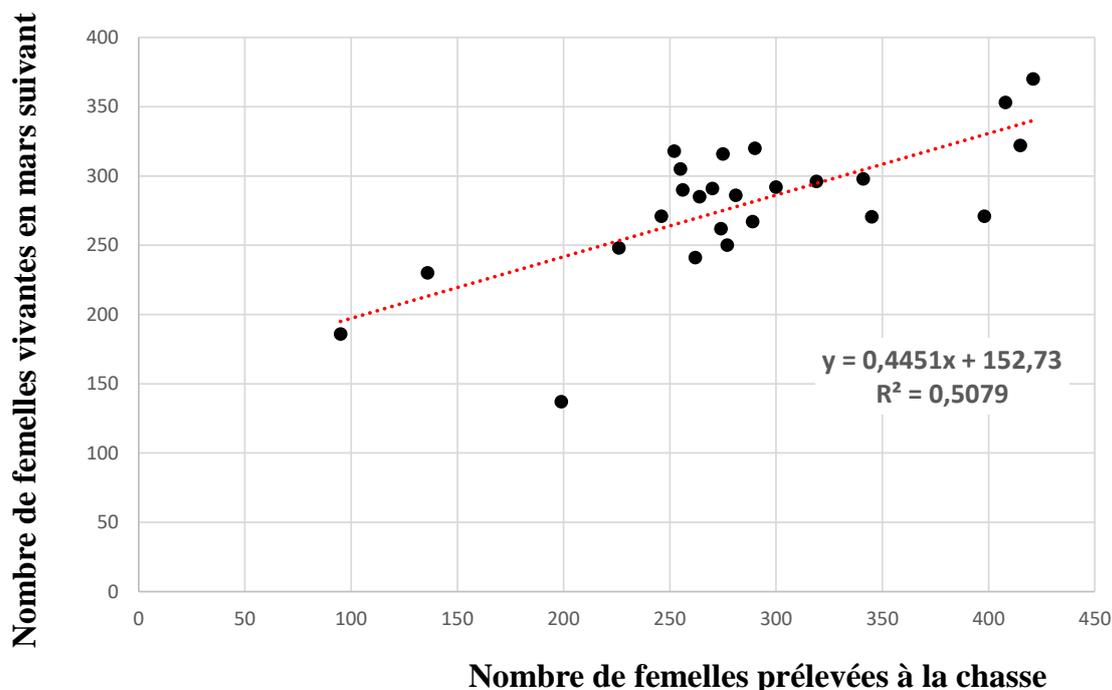


Figure 7 : Relation entre le nombre de laies survivantes en mars en fonction du prélèvement effectué, en femelles, durant la saison de chasse écoulée sur le territoire de Chateauvillain-Arc-en-Barrois entre 1991 et 2016.

Synthèse sur les trois approches :

En accord avec la lettre de mission reçue, un compromis de choix sur une méthode à retenir peut être envisagé à partir des éléments suivants, (en regard des informations issues des méthodologies présentées dans les paragraphes précédents, pour tenter de répondre à l'interrogation suivante : Comment estimer un effectif sur une surface donnée en peu de temps ?).

(Cf. tableau 2 ; un tableau précis est présenté en annexe 1).

Tableau 2 : Eléments de synthèse sur certaines méthodes d'estimations d'effectifs de sangliers. Une codification couleur est adoptée pour matérialiser les avantages ou inconvénients perçus dans les cases du tableau. Gradient vert au rouge : degré de contrainte croissante dans la mise en œuvre de la méthode.

méthode	Facilité de mise en œuvre	Temps de mise en œuvre	Surface couverte	Orientation pour choix
Tableau de chasse	Dépend de bénévoles motivés dans les sociétés de chasse pour collecter l'information (puis centralisation au échelons supérieur) Formation locale qui peut être donnée dans le cas d'observatoire spécifique.	Information collectée sur la durée de la période de chasse (environs 5 mois +/- 1 mois selon dérogation locale anticipation ou prolongation période chasse)	Information qui peut être obtenue au niveau de l'équipe de chasse (si nécessaire), de la société de chasse, de la commune, Unité de gestion, du département (selon les réseaux référents)	+
Dénombrement sur points agrainés	Dépend du nombre de points à préparer – dépend également de la surface à couvrir – Besoin de bénévoles rigoureux	La mise en œuvre et la synthèse des résultats peut être obtenue sur 1 à 2 mois	Dépend du nombre de points à suivre et des bénévoles disponibles. D'après l'expérience de l'OFB, méthode jamais tentée sur des surfaces > 9000 ha. Ne semble pas compatible avec l'échelon départemental	-
IPM (CMR)	Nécessite savoir-faire en matière de capture et manipulation d'animaux sauvages (équipe spécialisée et encadrée par spécialiste habilité) dérogation (et/ou habilitation UAFS) à obtenir pour le piégeage faune sauvage	Suivi qui s'étale sur l'année (phase capture/recapture + phase reprise du tableau de chasse)	Mise en œuvre généralement à l'échelle de territoire d'étude (à des fins scientifiques) sur superficie assez restreinte oscillant entre 1000 ha et 5 000 ha	---

Conclusion sur les totaux nationaux :

L'espèce sanglier est bien présente sur tout le territoire hexagonal, avec des variations marquées au niveau des effectifs présents entre départements mais également localement au sein de ces derniers. Différentes méthodes existent pour tenter d'estimer les effectifs. L'approche fondée sur les tableaux de chasse est celle qui historiquement permet de collecter l'information la plus complète sur l'ensemble du territoire national. Bien que souffrant de quelques biais et inconvénients (mais ce constat s'applique également aux autres méthodes listées dans le Tableau 1), l'information issue des tableaux de chasse reste largement employée par bon nombre d'auteurs. Or, cette information recueillie à moindre coût montre une bonne corrélation entre effectifs prélevés et effectifs présents sur un massif forestier et doit pouvoir permettre une extrapolation raisonnable des effectifs.

Ainsi, et en supposant que les constats effectués à partir de la population du site de Chateauvillain-Arc-en-Barrois puissent être transposables et transposés au niveau national, l'extrapolation que l'on peut faire à partir de la relation observée à la figure 7 (on suppose un sexe ratio du prélèvement équilibré comme observé sur le territoire d'étude!) aurait été la présence de **1 275 048 sangliers présents** sur le territoire hexagonal en octobre 2022 avant chasse, ce qui aurait conduit au prélèvement observé de **789 816 individus** pour la saison cynégétique 2022-2023.

Dans le même ordre d'idée, on peut estimer à partir de la relation établie dans la figure 7 qu'il resterait présent sur le terrain **692 096 individus** en mars 2023, suite au prélèvement des 789 816 animaux réalisés lors de la saison cynégétique 2022-2023.

(..)

Une forme de projection possible est aussi de considérer à partir de la figure 2, et si la tendance observée se confirme, alors 107 000 sangliers supplémentaires sont attendus au tableau de chasse en 2026, c'est-à-dire 949 802 sangliers, ce qui nécessiterait la présence en octobre de la même année (Cf. figure 7) a minima de **1 523 298 individus**. Autrement dit, il serait probable que l'effectif de sangliers présent sur le territoire hexagonal oscille a minima autour de **1 500 000**.

Des éléments de comparaison avec la situation dans d'autres pays d'Europe seront abordés dans le second rapport correspondant à la deuxième partie de la commande.

B. L'état des connaissances sur la biologie de l'espèce et la dynamique des populations de sangliers en lien avec l'épidémiologie connue de la PPA

1. Evolution quantitative de la population: reproduction, impact de l'alimentation, de la chasse, des maladies.

a) Reproduction et impact de l'alimentation:

Le Sanglier d'Eurasie a de loin le plus haut potentiel reproducteur et une fécondité parmi les plus élevées de toutes les espèces d'ongulés dans le monde par rapport à sa masse corporelle (Servanty *et al.* 2009). Cette espèce polygame et polyandre, a un rut qui se déroule en automne-hiver, mais qui peut être variable en fonction des fructifications forestières, dont les variations quantitatives entraînent un décalage de plusieurs mois dans la chronologie annuelle et/ou un étalement de la période de mise bas (Baubet *et al.*, 2009 ; Cachelou *et al.*, 2022). La mise-bas intervient environ 115 jours après la fécondation avec un pic de mise bas au printemps (habituellement mars-avril);

Différents paramètres sont évalués sur différents sites d'étude de l'OFB : l'âge à la reproduction, l'intervalle entre deux mises bas, la taille des portées et la proportion de femelles participant à la reproduction.

- La taille des portées varie en fonction de l'âge et du poids des femelles, dont la maturité sexuelle est atteinte à partir d'un poids seuil chez les laies (environ 35kg), poids atteint plus ou moins rapidement selon les conditions de milieux (entre 8 et 24 mois). En moyenne, nous trouvons une taille de portée de $5,5 \pm 0,1$ avec comme bornes extrêmes de variation 1 et 14 individus (Servanty et al. 2007). La taille de portée augmente avec la masse de la mère et cela jusqu'à un seuil de masse de 58,3 kg de poids éviscéré (soit en poids plein 70 kg). Chez ces dernières la taille de portée est de 6,2 fœtus. Au-dessus de ce seuil, la taille de portée n'augmente pas avec le poids de la mère (Gamelon et al. 2013a). Enfin, il existe un effet positif de la production forestière sur les tailles de portée, qui existe aussi bien chez les femelles juvéniles que chez les laies adultes (Gamelon et al. 2013b), mais est bien plus faible qu'attendu. Une très légère augmentation de la taille de portée les années avec d'abondantes ressources forestières comparées aux années sans ressources (de 3,65 à 4,32 chez les juvéniles et de 5,35 à 6,02 chez les adultes).
- A ce jour, à partir de nos travaux nous n'avons pas connaissance de la possibilité réelle pour une femelle d'élever plusieurs portées (deux) dans une seule année, mais cette question reste sous investigation dans le cadre de nos travaux. A ce jour, tous nos modèles fonctionnent sur la base d'une seule portée annuelle par femelle.
- Cependant à partir des observations de terrain, il s'avère que les naissances s'étalent de plus en plus au fil de la saison et peuvent avoir lieu quasiment sur toute l'année avec un pic marqué en mars. On note également d'une année à l'autre une forte variabilité dans l'apparition du pic principal de mise-bas, l'écart pouvant atteindre ou dépasser les deux mois (Gamelon et al. 2011). Cela peut s'expliquer par la disponibilité en ressources alimentaires naturelles (fructifications forestières, avec un effet particulièrement marqué lors des productions de glands), qui affecte la période d'entrée en reproduction chez les femelles juvéniles.
- Les proportions de femelles gestantes augmentent en général tout au long de la saison cynégétique (Servanty et al., 2009), phénomène qui est aussi très lié aux sites d'étude et aux conditions alimentaires (Cachelou et al., 2022). En effet, cette dernière étude montre qu'il n'existe que peu d'effet de l'âge de la femelle (subadulte vs. adulte) sur la date d'accouplement, mais de fortes différences entre les populations (par le suivi de différents sites chassés) et l'existence d'interactions complexes (entre l'effet du poids, du site, des conditions alimentaires, etc...) du processus de reproduction entre les différents sites. Il s'avère qu'une masse corporelle et une production de glands plus élevées conduisent toutes deux à une période d'accouplement plus précoce dans l'année (Cachelou et al., 2022) et donc que la gestation est plus ou moins avancée mais concomitante de la saison cynégétique. Ainsi, la proportion de femelles se reproduisant augmente avec les productions des fruits forestiers et leur rythme cyclique de production (Touzot et al, 2023).

Or cet effet des fructifications forestières sur la proportion de femelles entrant en reproduction est retrouvé quelles que soient les conditions de pression de chasse exercées sur la population de sangliers. Donc c'est cette **proportion de femelles reproductrices (BP)** qui modifie le plus sensiblement le taux d'accroissement démographique (λ) de la population, bien plus que la taille de portée, entre les différentes conditions de production des ressources forestières (glands) (Touzot et al., 2020). Ainsi, à Châteauvillain-Arc-en-Barrois, en l'absence de glands, la population diminue ($\lambda = 0,955$) soit une baisse de 4,5% par an, alors qu'elle augmente de 8,1% par an en présence de glands ($\lambda = 1,081$), avec une pression de prélèvement par la chasse identique, entre années avec fructification opposée aux années sans fructification sur ce site (Figure 8).

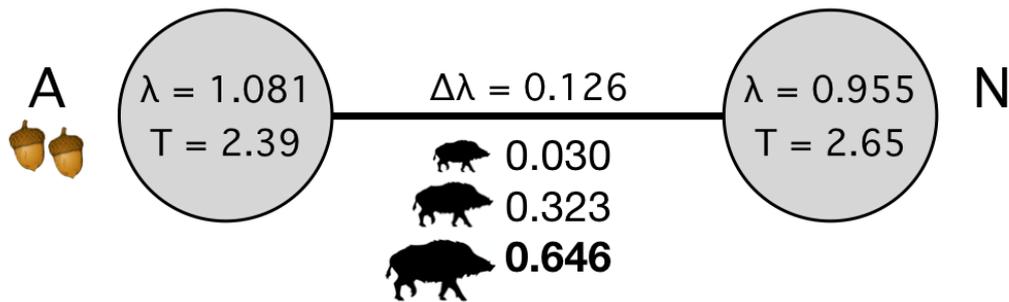


Figure 8. Analyses réalisées pour les deux conditions de production de glands (c'est-à-dire années avec production de glands (A) contre aucune production de glands (N)) dans la population de sangliers de Châteauvillain-Arc-en-Barrois. Le taux de croissance asymptotique (λ) et le temps de génération (T, en années) sont indiqués dans les cercles gris pour chaque production de glands. Sont présentées les contributions relatives de la proportion de petites femelles (BPs), moyennes femelles (BPm) et grandes femelles (BPl) reproductrices (de haut en bas) aux différences observées dans la croissance asymptotique de la population λ ($\Delta\lambda$) entre les conditions de ressources. La principale contribution à $\Delta\lambda$ est en gras (d'après Touzot et al., 2020).

A Châteauvillain-Arc-en-Barrois, la croissance démographique la plus élevée est observée pendant les années avec glands, et est principalement due à un effet lié aux grosses femelles reproductrices (Figure 8).

En effet, la contribution de la proportion des femelles reproductrices à la démographie de cette population augmente de 0,030 à 0,646 (Figure 8) selon le poids des femelles. Les bonnes années de fructifications, les petites femelles contribuent un peu plus au fonctionnement démographique de la population (dès qu'elles atteignent le poids seuil nécessaire pour entrer en reproduction), seuil qui est atteint plus rapidement dans de bonnes conditions alimentaires. Néanmoins, l'effet des ressources forestières s'exprime d'autant plus que les femelles sont plus grosses (Figure 8).

Pour plus d'explication sur les mécanismes fins, nous renvoyons aux travaux de Gamelon et al., 2017. Cependant, à partir des modélisations réalisées sur le devenir démographique des populations de sangliers, dans un contexte de réchauffement climatique, qui favoriserait les successions d'années avec des fructifications forestières (notamment des productions de glands), nous observons une projection démographique qui se traduirait par une véritable explosion de population, avec un scénario de prélèvement maintenu à l'identique que celui réalisé actuellement (Figure 9).

❖ Effet positif du réchauffement climatique sur les populations de sangliers

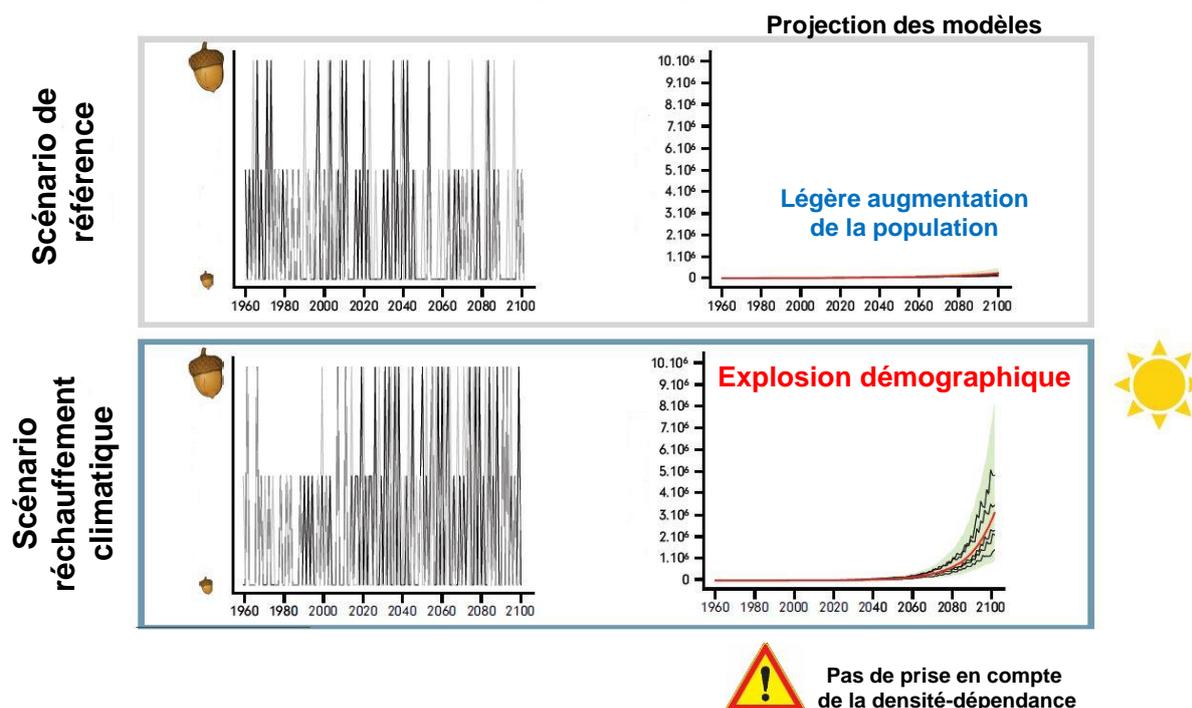


Figure 9. Evolution prédictive de la population de sangliers en fonction de différents scénarios d'années de fructifications forestières dans le cadre des changements climatiques au cours du siècle prochain. Deux scénarios de séquences de production de glands ont été envisagés : le scénario de référence sans changement de température (ligne du haut) et le scénario de réchauffement global tenant compte de l'augmentation de température attendue dans la plupart des scénarios de changement climatique (ligne du bas avec soleil). À titre d'exemple, la colonne de gauche montre, pour chaque scénario, deux exemples de l'évolution de la production de glands prévue sur 142 ans (de 1959 à 2100). Les trajectoires des effectifs de population attendus sont indiquées pour chaque scénario. Cinq trajectoires (sur 100 pour le premier scénario et sur 1 000 pour le second), qui ont été sélectionnées au hasard, et sont représentées par des lignes noires pleines, tandis que les trajectoires moyennes sont représentées par des lignes rouges pleines. Les intervalles de confiance à 95 % associés aux trajectoires moyennes sont représentés par des polygones vert clair (d'après Touzot et al 2020).

Conclusion sur le volet reproduction et alimentation :

Il s'avère que **l'alimentation naturelle (fruits forestiers) joue un rôle très important dans la démographie du sanglier**. Son influence la plus marquée s'observe sur la modification des proportions de femelles entrant en reproduction une année donnée, avec également des conséquences sur le démarrage de l'œstrus de ces dernières - c'est-à-dire l'initiation de la période de rut - quelle que soit la classe d'âge. La condition corporelle des femelles joue un rôle dans la démographie puisque **ce sont les grosses femelles qui contribuent le plus au fonctionnement démographique des populations de sangliers**, particulièrement si elles bénéficient de la présence de fruits forestiers. Ainsi, dans le cadre des changements climatiques, une survenue plus régulière de production de fruits forestiers risquerait d'induire une explosion de la démographie de cette espèce, si la régulation par la chasse n'arrive pas à accentuer le prélèvement, les années de production de fruits forestiers. Cette vigilance est d'autant plus importante à avoir à l'esprit que pour l'instant, n'ayant pas encore une preuve formelle de l'existence de doubles-portées les années de fortes fructifications forestières, les modèles démographiques mis en œuvre ne fonctionnent qu'avec une seule portée annuelle.

b) Impact de la chasse :

Pour évaluer l'impact de la chasse dans la démographie du sanglier nous pouvons effectuer des modélisations qui s'appuient sur l'utilisation du tableau de chasse comme base de réflexion à l'orientation de la gestion souhaitée.

Ainsi, il est possible d'établir une représentation du cycle de vie annuel (Figure 10) fondée sur des données récoltées de façon massive par les gestionnaires, à savoir le sexe et le poids vidé pesé des animaux prélevés à la chasse. La correspondance poids plein-poids vidé peut s'obtenir assez aisément (Baubet 1998 pour une synthèse).

L'intérêt d'un tel modèle est que la performance d'une nouvelle règle de gestion (chasse) pourra être, en retour, évaluée facilement par les gestionnaires. En effet, le modèle donne accès à des proportions d'animaux tués selon des classes de poids. Il est donc possible de comparer les distributions de poids estimées par le modèle dans un scénario démographique donné et celui observé lors de la saison de chasse.

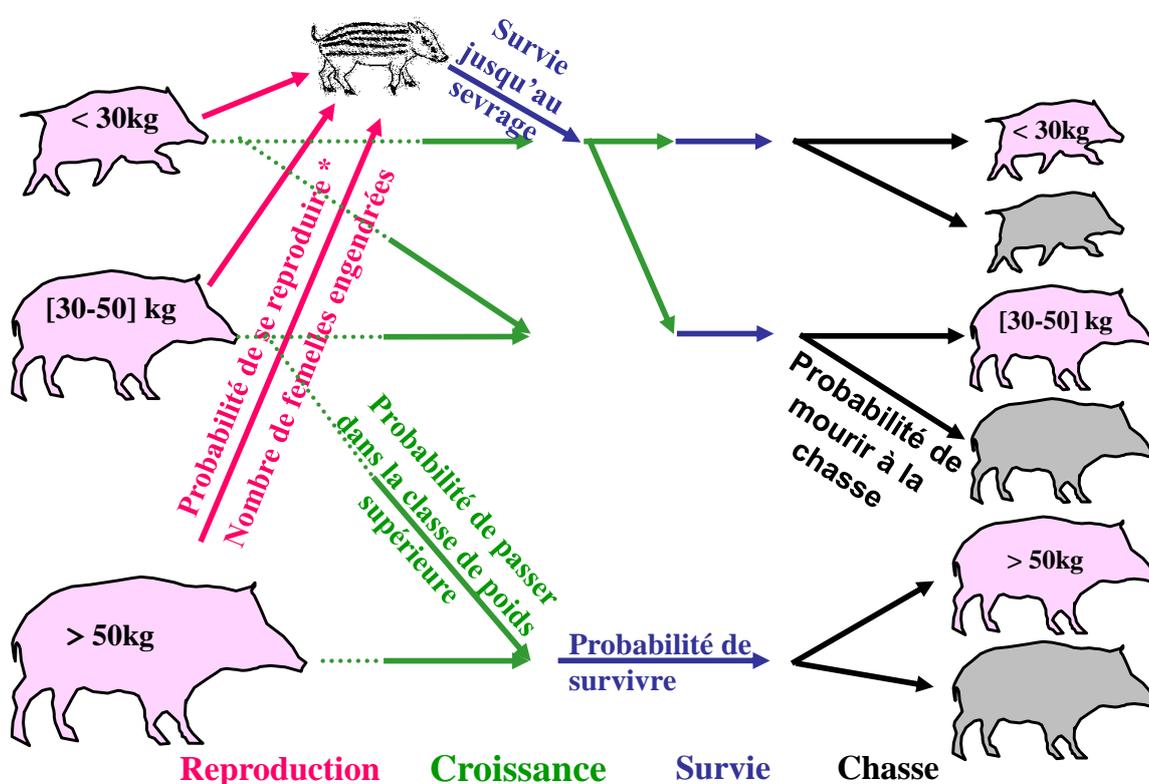


Figure 10 : Représentation schématique du cycle de vie annuel pour les femelles. Chaque flèche de couleur représente un paramètre démographique qui doit être estimé ou calculé.

Les paramètres du modèle peuvent être obtenus de deux manières. Soit des études fines permettent de calculer la majorité d'entre eux à partir des données de la population suivie comme c'est le cas dans la population suivie à Châteauvillain Arc-en-Barrois (52, Haute-Marne), bien que pour certains paramètres peu renseignés (survie, survie post-natale, croissance...), il faille néanmoins intégrer des estimations à dire d'expert. Soit il faudra panacher les paramètres à partir d'estimations obtenues dans la bibliographie et les paramètres obtenus sur la population locale (*souvent les paramètres reproductifs sont facilement renseignés localement*).

En effet, l'analyse des tractus génitaux des femelles prélevées sur ce site, pendant la chasse, permet d'estimer la probabilité qu'une femelle de chacune des classes de poids participe ou non à la reproduction. De plus, cette analyse permet aussi de déterminer le nombre de petits (et donc de futures laies) que celle-ci va procréer. Lorsque le modèle est calibré (vraisemblance établie entre la structure de notre modèle et la validité des valeurs des paramètres associés), des scénarii de gestion peuvent être élaborés pour identifier quels changements sont envisageables dans les modalités de prélèvements afin d'infléchir le devenir démographique de la population étudiée dans un sens souhaité.

Diverses approches sont possibles pour aboutir à un même but fixé, même si les contraintes (en termes d'effectifs à prélever) ne seront pas les mêmes (Figure 11).

Il est possible d'établir un prélèvement optimal, qui correspond au deuxième scénario dans ce cas d'étude (Figure 11), et qui minimise la variation de la pression de chasse (Δh) pour une réduction suffisante du taux de croissance de la population.

Néanmoins, en termes d'individus et non de valeur de prélèvement à effectuer dans une catégorie donnée de femelle (h'), l'objectif d'une diminution du taux de croissance ($\lambda = 0.90$) peut être atteint en ne tuant que 20 grosses femelles de plus, tout en maintenant la même pression de chasse sur les petites et moyennes femelles (scénario 3, Figure 11).

Différents scénarios pour réduire une population de sanglier ($\lambda = 0,9$) dans le cas de la zone d'étude de Châteauvillain-Arc-en-Barrois

	h	h'	Δh	Nombre *	ΔN	Proportion de femelles à prélever sur celles vivantes
Scénario 1						
	0,449	0,806	0,356	198	88	
	0,345			108		56,7%
	0,678			43		
Scénario 2						
	0,449			110		
	0,345	0,49	0,146	153	45	49,7%
	0,678			43		
Scénario 3						
	0,449			110		
	0,345			108		45,6%
	0,678	0,995	0,317	63	20	

* Le nombre correspondant d'individus à tuer dans une population de taille arbitraire de 1000 individus est indiqué dans la colonne nombre.

Figure 11 : Scénarii pour l'atteinte d'un taux de croissance asymptotique ($\lambda = 0.90$) en augmentant sélectivement le taux de récolte dans chacune des trois classes de poids de femelles. Dans chaque scénario, un seul des paramètres change, ainsi la proportion d'individus tués pendant la saison de chasse est notée h et doit évoluer vers la proportion de prélèvement nécessaire dans la classe de poids focale pour atteindre le taux de croissance asymptotique cible de $\lambda = 0.90$. Elle devient donc h' . L'augmentation requise de la proportion récoltée dans la classe focale est $\Delta h = h' - h$. Le nombre correspondant d'individus à abattre dans une population de taille arbitraire de 1000 individus est indiqué dans la colonne « Nombre ». La colonne ΔN donne le nombre requis d'individus à tuer en plus par rapport au nombre d'individus actuellement tués.

Une des clés de la réussite pour l'atteinte de l'objectif est intimement liée à la quantité, c'est-à-dire l'effectif du prélèvement réalisé. Pour arriver à stabiliser une population, la gestion doit d'abord être basée sur une certaine quantité d'animaux à prélever.

Toutefois, à quantité égale de prélèvement, la modélisation montre que des ajustements qualitatifs peuvent et doivent être apportés, en fonction des priorités de gestion visées. Pour illustrer avec un exemple fictif, prenons une population de sangliers composée de 1000 femelles, dans laquelle la régulation qui permet de stabiliser la population d'une année sur l'autre serait de prélever 600 de ces femelles réparties en 350 petites femelles (58.33%); 200 femelles moyennes (33.34%) et 50 grosses femelles (8.33 %). Un responsable de chasse qui prélèverait 175 petites femelles, 100 moyennes et 25 grosses, respecterait bien les recommandations qualitatives (c'est-à-dire les proportions 58.33%; 33.34% et 8.33%) mais sur un effectif prélevé (quantitatif) qui ne permettra en aucun cas de stabiliser la démographie de la population car de moitié par rapport à l'effectif qu'il aurait été souhaitable de prélever (300 femelles contre les 600 qui auraient été nécessaires !).

Donc, la modélisation montre qu'il est nécessaire d'effectuer un prélèvement à la fois quantitatif, c'est-à-dire un nombre de femelles à prélever, mais également qualitatif, c'est-à-dire prélever des femelles dans toutes les classes de poids et surtout dans les plus lourdes (souvent les plus productives dans le schéma démographique, c'est-à-dire scénario 2 ou scénario 3 Figure 11) lorsque l'objectif est de réduire la croissance des populations.

Ces recommandations sont souvent en contradiction avec les pratiques de chasse actuelles et les consignes souvent passées, visant à préserver les grosses femelles.

Une seconde approche de l'utilisation des tableaux de chasse peut s'inscrire dans la définition des notions d'effort et de pression de chasse à partir d'un contexte cynégétique donné. Ainsi il est possible de décrire l'effort de chasse au travers de modèles qui mettent en relation différentes mesures de celui-ci, pour une période et une zone, données.

Ainsi cet effort de chasse sera mis en relation avec la pression de chasse mesurée comme probabilité de prélèvement de sangliers (toujours pour une période et une zone, données), avec l'évolution de l'effectif des sangliers en début, milieu et fin de saison, et avec le tableau de chasse tenu tout au long de la saison (Figure 12 d'après Vajas et al. 2020 : fonctionnement d'une chasse en battue).

Dans l'exemple de notre territoire de référence en Haute-Marne, il s'avère qu'un plus grand nombre de chasseurs postés, de plus grandes zones chassées et des chasses effectuées tôt dans la saison, c'est-à-dire avant février sont efficaces pour améliorer le prélèvement de sanglier (Figure 13 d'après Vajas et al 2020).

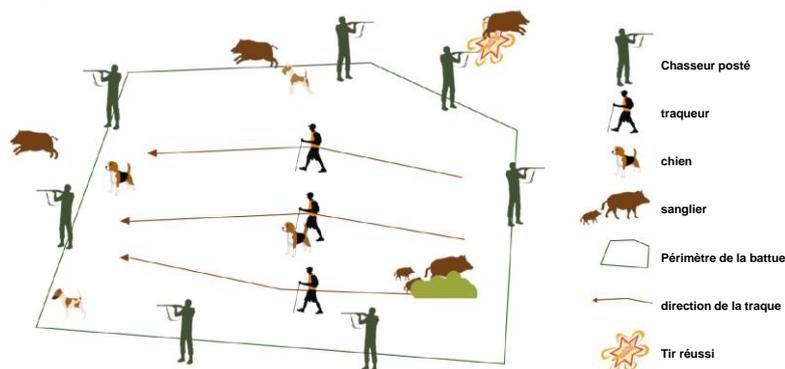


Figure 12 : Déroulement d'une battue sur une zone de chasse avec deux types de personnes, les chasseurs armés postés (avec fusil) et les rabatteurs (noirs et orange), qui peuvent être accompagnés de chiens. Le rôle des rabatteurs et des chiens est de pousser les sangliers en dehors de la zone de chasse, ce qui permet aux chasseurs postés de les abattre une fois qu'ils ont franchi la ligne de tir. Avant le début de la chasse, des chasseurs armés de fusils sont postés à l'arrière de la zone de chasse. Ensuite, lorsque la chasse commence, les rabatteurs marchent dans l'enceinte de la zone chassée en ligne droite et autant que possible parallèlement les uns aux autres, tandis que les chiens qui les accompagnent éventuellement peuvent débusquer les sangliers. Les chasseurs postés ne peuvent tirer que lorsque le sanglier traverse la ligne de tir et en respectant un angle de tir de 30°. Ainsi, le sanglier peut être débusqué ou non, et il peut être abattu avec succès ou non.

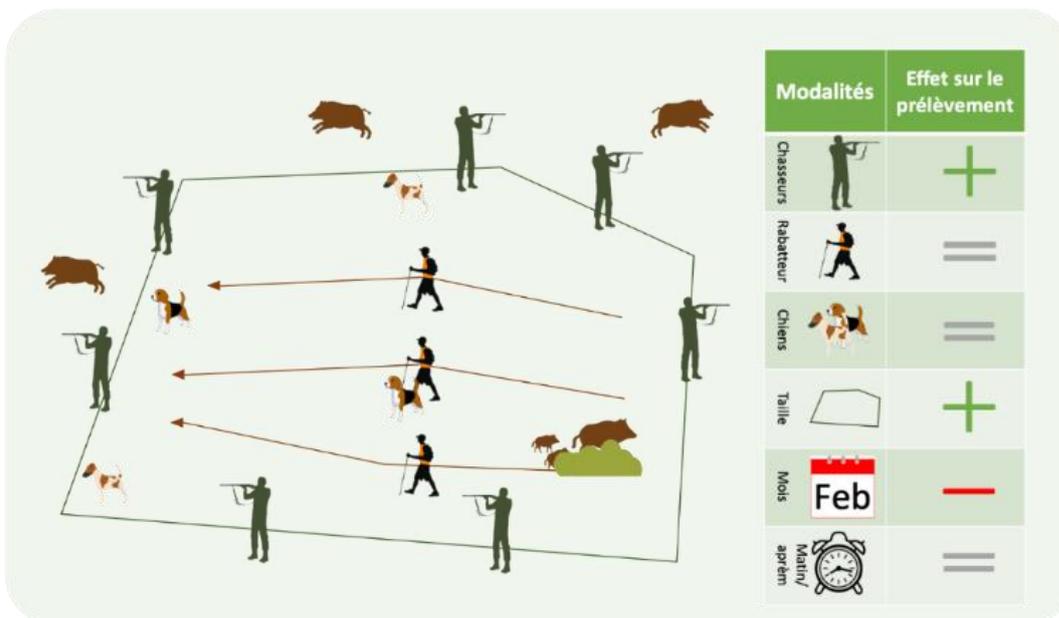


Figure 13 : Résumé des différents résultats sur les différents effets liés aux différentes modalités de l'effort de chasse sur le prélèvement. Les + verts indiquent un effet positif, le - rouge indique un effet négatif et des = gris indiquent une absence d'effets observés.

Grace à la modélisation, il est possible d'extraire la pertinence d'indicateurs (exemple : nombre de journées chasseur, le nombre de chasseurs etc..), mais cela permet aussi, avec l'ajustement des modèles, d'identifier des paramètres, pouvant être contexte dépendants, liés à la réussite du prélèvement, comme la capturabilité: en effet, lorsque la chasse permet de retirer suffisamment d'individus de la population au cours d'une saison, les hypothèses sur la capturabilité peuvent être adaptées à d'autres conditions et pratiques de chasse.

Ainsi, la capturabilité est un paramètre qui permet de décrire la facilité avec laquelle, à densité de sangliers constante, une battue va conduire à un prélèvement. Elle peut varier en fonction du mois, de la saison de chasse et du type de milieu chassé. In fine, le développement et l'ajustement de tels modèles permettent ensuite de mieux prévoir et/ou prédire les efforts à mettre en œuvre pour une meilleure gestion de l'espèce sanglier (Girard et al. 2015).

Par ailleurs, lorsque les variations de la capturabilité sont prises en compte, à partir de la modélisation de « capture-effort » il est possible d'obtenir des estimations des densités relatives des populations de sangliers (sur la période d'étude et à l'échelle de l'unité de gestion ; Vajas et al., 2021). Toutefois ces premiers résultats peuvent encore être complétés: en effet notre approche modélise la pression de chasse sur un sanglier pris aléatoirement dans la population, sans considération des caractéristiques de cet animal.

Il pourrait être judicieux d'évaluer un effort de chasse pour une catégorie précise d'individus (par exemple, en distinguant les mâles des femelles, les adultes des subadultes, etc). En effet, des travaux utilisant une approche de modélisation démographique préconisent différentes pistes de gestion selon les types de prélèvements effectués, laie adulte, mâle subadulte, ou jeunes individus (Servanty et al., 2008, 2010 ; Gamelon et al., 2012). Si la vulnérabilité à la chasse des différentes classes d'âges ou des 2 sexes ne sont pas les mêmes, intégrer ce volet à notre approche de modélisation pourrait être judicieux pour optimiser les préconisations envers les chasseurs (Girard et al., 2015).

Conclusions sur l'impact de la chasse :

La régulation des effectifs de sangliers par la chasse est, à ce jour, l'élément prépondérant qui limite l'évolution démographique pléthorique de cette espèce (Gamelon et al., 2012 ; Salazar et al 2022).

L'évolution démographique des populations de sangliers peut être orientée par le prélèvement, avec une baisse de la population attendue si la quantité de sangliers prélevée est suffisante par rapport aux effectifs présents sur le terrain. Cette décroissance peut être favorisée par un prélèvement qui ciblerait de manière privilégiée **les grosses femelles** qui contribuent le plus au dynamisme démographique des populations.

Pour améliorer la pression de chasse c'est-à-dire l'effectif d'animaux tués par journée de chasse, il faut tenir compte du contexte de capturabilité des animaux, liée au milieu chassé. Par ailleurs, il ressort des analyses que les facteurs prépondérants expliquant les résultats du tableau de chasse sont **le nombre de chasseurs impliqués dans la chasse** ainsi que la **surface de la zone chassée**, dans le cas des modalités de battues appliquées dans le massif forestier de Chateauvillain-Arc-en-Barrois.

c) Impact d'une potentielle maladie, cas de la PPA:

Dans un modèle, l'épidémiologie et la démographie ont été reliées pour parvenir à une compréhension mécaniste de la dynamique de la maladie dans les populations naturelles. Nous avons développé ce modèle pour décrire l'interaction entre le sanglier (*Sus scrofa*) et la peste porcine africaine, une maladie virale, dans un environnement saisonnier sur la base des connaissances d'une population particulièrement étudiée en démographie à Châteauvillain-Arc-en-Barrois.

La réponse de la population de sangliers à l'introduction du virus varie fortement en fonction du moment de l'apparition du virus. Deux échelles de temps peuvent être distinguées pour la réponse de l'effectif de la population : le court terme (dans les quatre mois) et le long terme (> six mois). À court terme, en cas d'introduction du virus en été, l'effectif de la population de sangliers diminue fortement (Figure 14 B), en moyenne de 60 %, par rapport à la situation de référence (*scénario sans introduction de virus*), scénario compatible avec d'autres approches de modélisation, individu centrée, sur d'autres sites (Salazar et al. 2022).

En revanche, en cas d'introduction du virus en hiver ou au début du printemps, l'effectif de la population à court terme reste similaire à la situation de référence (Figure 14 A). Sur le long terme, l'effectif de la population d'hôtes se stabilise et fluctue à un niveau inférieur à celui de l'effectif de la population initiale (moins 20% à moins 40 %), et cela quelle que soit la date d'introduction du virus. L'épidémie a également un impact sur la structure d'âge de la population, qui s'oriente vers des classes d'âge plus élevées.

La proportion de juvéniles était jusqu'à deux fois inférieure à la structure d'âge observée pour le même mois en l'absence d'introduction du virus (Figure 14 C et D). La diminution maximale de la proportion de juvéniles a eu tendance à être plus forte (diminution de 50 % contre 40 %) et plus rapide (quatre mois contre huit mois) en cas d'introduction du virus en été, par opposition à l'introduction en hiver (Figure 14). Enfin, par rapport à la situation de référence, le sexe-ratio de la population est passé d'une prédominance femelle à une prédominance mâle (proportion de mâles : de 47% à 52%) en réponse à l'introduction du virus, ce changement étant à nouveau plus fort et plus rapide en cas d'introduction du virus en été (Figure 14).

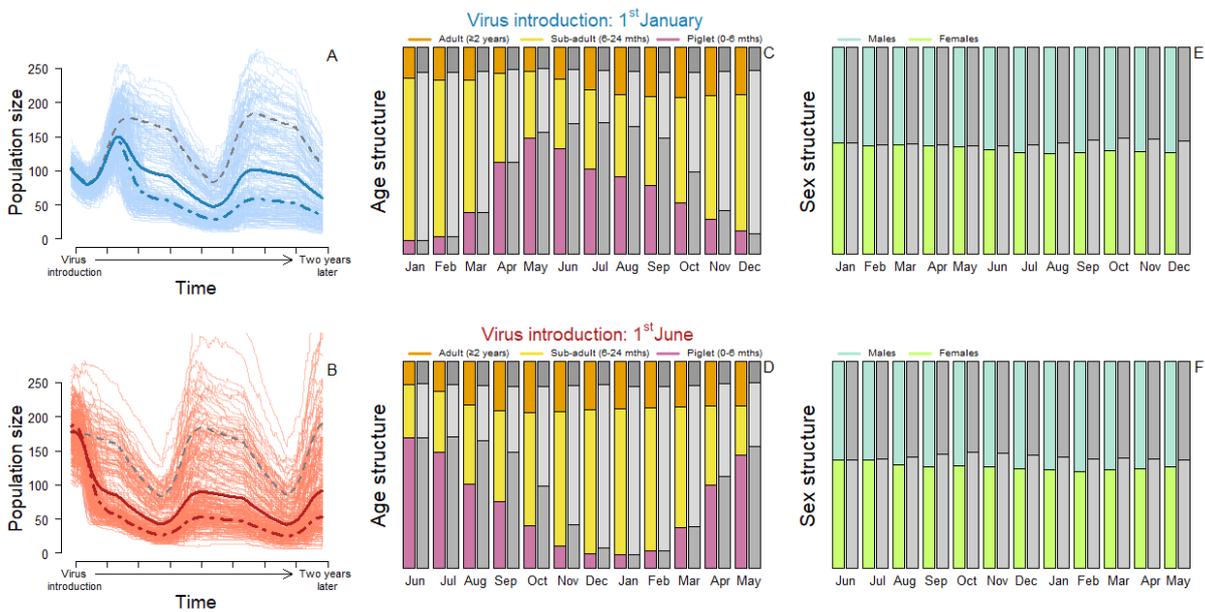


Figure 14 : Réponse de la population de sangliers à l'introduction du virus selon deux dates d'apparition du virus : le 1er janvier et le 1er juin. Les panneaux A et B montrent la réponse de la taille de la population à l'introduction du virus : les lignes colorées en gras montrent la trajectoire moyenne de la population, les lignes fines de couleur claire montrent les simulations individuelles, les lignes colorées en gras en pointillés et en tirets montrent la trajectoire moyenne de la population pour les simulations avec une invasion réussie du virus (au moins cinq cas secondaires), et les lignes grises en pointillés montrent la trajectoire moyenne de la population en l'absence de virus pour la comparaison. Les panneaux C et D montrent l'évolution de la structure d'âge de la population sur une base mensuelle après l'introduction du virus (barres de couleur foncée). Les barres grises montrent, pour chaque mois correspondant, la structure d'âge observée en l'absence de virus, à titre de comparaison. Les panneaux E et F montrent l'évolution du sexe-ratio de la population sur une base mensuelle après l'introduction du virus (barres de couleur foncée). Les barres grises montrent, pour chaque mois correspondant, le sexe-ratio observé en l'absence de virus à titre de comparaison (Fay et al., en cours de publication).

Dans la seconde approche de modélisation (Salazar et al. 2022), il est montré par les simulations que la PPA affecte sensiblement les effectifs des populations concernées. Par ailleurs, il apparaît que les activités de chasse montrent clairement une réduction de la dynamique de transmission, et une augmentation de la durée de l'épidémie - la différence de temps en jours entre l'introduction du virus de la peste porcine africaine et l'extinction de la maladie – de 3,2 mois. Enfin il est mis en évidence que la connectivité du paysage a été mise en évidence comme des facteurs importants favorisant la propagation de la maladie (Salazar et al. 2022).

Conclusions sur l'aspect démographie et PPA :

Le succès à court terme d'une invasion virale varie fortement en fonction du moment de l'introduction et des conditions d'habitats où elle survient. Ainsi, la forme de l'épidémie n'est pas uniforme d'une saison à l'autre, avec une forte variation de la vitesse et de l'ampleur de l'épidémie. Cela entraîne, en retour, une réponse de la population hôte qui est également spécifique à la saison, à la fois en ce qui concerne la vitesse du déclin et le changement dans la structure de la population.

La prise en compte de la saisonnalité de l'agent pathogène et de l'hôte semble aussi essentielle pour comprendre la dynamique des épidémies, et le moment de l'introduction du virus est important pour déterminer la forme de l'épidémie et son impact immédiat sur la population de l'hôte. Les interactions saisonnières entre l'hôte et le pathogène sont déterminées par les conditions environnementales.

Par ailleurs, en plus du contexte d'habitat dans lesquels vivent les populations de sangliers, le traitement cynégétique appliqué à celles-ci peut, là encore, modifier la dispersion et le maintien sur un pas de temps variable de la maladie sur les secteurs concernés. In fine, il s'avère qu'une projection pour contenir des futures épidémies devrait tenir compte de nombreux paramètres intégrant l'effet des changements globaux sur les hôtes, les pathogènes et leur interaction.

C. L'état des connaissances sur la biologie de l'espèce et leur fonctionnement spatial en lien avec l'épidémiologie connue de la PPA

1. Comportement spatial des sangliers (nombre de km parcourus en moyenne, et circonstances pour les distances exceptionnelles (chasse, alimentation, reproduction, migration))

L'identification et le suivi, par boucle auriculaire, d'un nombre important d'animaux ont permis d'établir très clairement que le sanglier est une espèce sédentaire. Si l'on s'intéresse aux modalités de la dispersion, il s'avère que l'essentiel des animaux est tué par la chasse à moins de cinq kilomètres du lieu de marquage. Plus grossièrement, et selon les milieux, près de 80 à 90% des animaux sont repris à la chasse à moins de 10 km (Baubet et al, 2008).

Une caractéristique importante et qui se retrouve pour tous les milieux étudiés est la plus grande sédentarité des femelles par rapport aux mâles. Cette différence est particulièrement visible et significative pour les classes de distances élevées, c'est-à-dire supérieures à 9-10 km. La proportion de mâles repris loin de leur lieu de marquage est toujours très supérieure à celle des femelles. A titre indicatif sur différents sites suivis par l'OFB, à partir d'animaux équipés de boucles auriculaires, nous avons constaté des distances maximales parcourues de 64 km en Haute-Marne (Châteauvillain) et à la Petite Pierre (Alsace, Bas-Rhin), conduisant dans ce dernier cas l'animal jusqu'en Allemagne, ou de 52 km sur le site de l'ANDRA à Bure (Meuse).

En Haute-Marne, sur les 10 animaux recensés ayant parcouru au moins 50 km, sur les plus de 4750 animaux marqués, 9 sont des mâles. Pour le site de Bure, et celui d'Alsace, 100% des sangliers ayant effectué des déplacements supérieurs à 20 km par rapport à leur site de marquage sont des mâles.

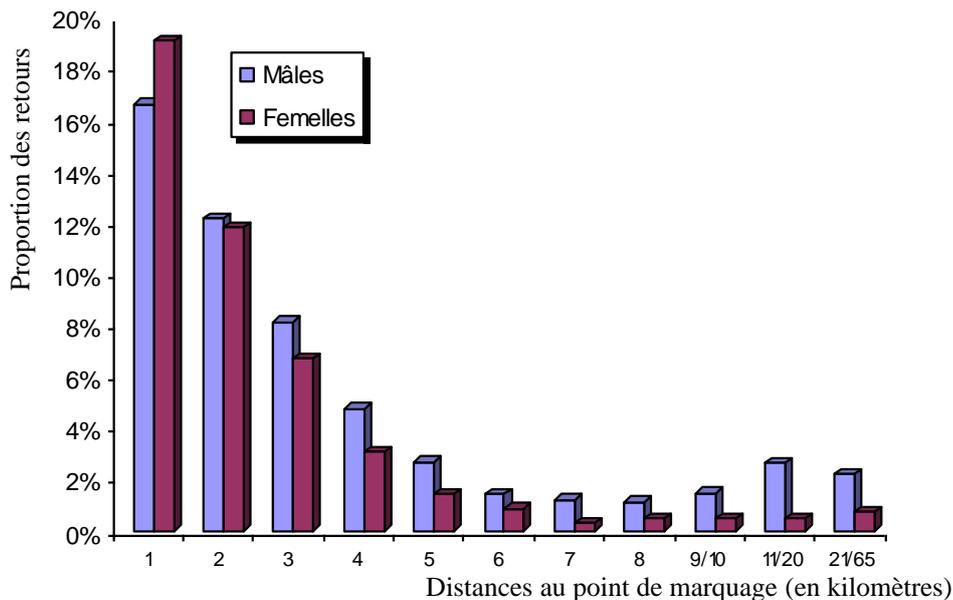
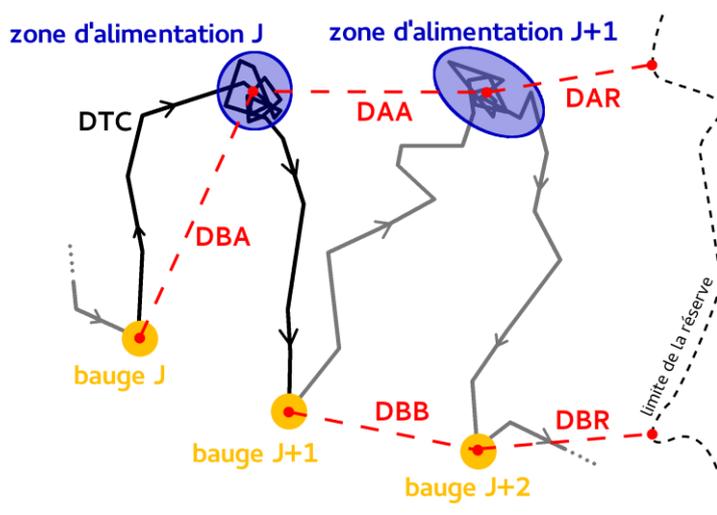


Figure 15 : Distribution par classes de sexe des distances de dispersion de sangliers en milieu de forêt de plaine agricole dans le cas d'un massif boisé de 11 000 ha. 2410 sangliers marqués pour 1613 reprises de marque auriculaire soit 67% de retour. L'axe des abscisses indique des distances en kilomètres. Les trois dernières catégories regroupent des classes de distances.

1. Déplacements journaliers : le cas général

Les déplacements journaliers sont de deux types : une distance totale cumulée parcourue en 24 heures entre deux bauges, c'est-à-dire l'emplacement où les sangliers se reposent essentiellement en journée (DTC, Figure 16), et des distances nettes (à « vol d'oiseau ») entre points d'intérêt pour le sanglier (les bauges et les zones d'alimentation journalière Figure 16).



DTC : Distance totale parcourue par le sanglier en 24 heures ;
DBB : Distance nette entre deux zones de remise diurne (bauges) successives, ici visualisation de J+1 à J+2 ;
DBA : Distance nette de la bauge à la zone d'alimentation nocturne suivante ;
DAA : Distance nette entre deux zones d'alimentation nocturnes successives ;
DBR : Distance nette entre la bauge et la bordure de la réserve (positive si la bauge est dans la réserve, négative sinon) ;
DAR : Distance nette entre la zone d'alimentation et la bordure de la réserve (positive si la zone est dans la réserve, négative sinon).

Figure 16 : Schématisation théorique de différentes distances prises en considération pour qualifier les trajets d'un animal sur un cycle représentant 48h de la vie d'un sanglier (d'après Durante 2015)

En moyenne, pour 17 sangliers particulièrement étudiés (équipés de colliers GPS) lors des deux années de suivis (ce qui représente 3086 périodes de 24 heures), **la DTC est de $3,13 \pm 1,60$ kilomètres**. Comme pour la taille des domaines vitaux, l'évolution au cours du temps montre une diminution des distances parcourues au printemps pour les femelles, et des distances plus importantes en été (juillet à septembre).

Pour les distances nettes spécifiques, la distribution est encore plus asymétrique : à chaque fois, on observe un pic de fréquence pour les faibles distances parcourues (Figure 17). Dans plus de 60 % des cas, les sangliers reviennent se reposer à moins de 400 m de la bauge de la veille (moyenne : **624 ± 715 m**, voir (1), figure 17). Malgré une très forte variabilité, on s'aperçoit que les cas où les sangliers s'éloignent à plus d'un kilomètre de leur bauge de la veille ne représentent que moins de 15 % des cas. Les animaux sont donc très fidèles à leurs zones de repos journalières. La distance parcourue entre une bauge et un point d'alimentation (DBA) est en moyenne de **519 ± 534 mètres** (voir (2), figure 17). Cette distance représente la capacité des sangliers à s'éloigner de leur zone de tranquillité et de sécurité journalière pour aller se nourrir. Plus d'une fois sur deux, les sangliers ne font pas plus de 400 m (en distance nette) entre leur zone de bauge et la zone d'alimentation suivante. Enfin, dans près de 75 % des cas étudiés, les sangliers s'alimentent à moins de 400 m de leur point d'alimentation de la veille (moyenne : **537 ± 601 m**, voir (3), figure 17). Ils exploitent donc souvent les mêmes zones d'une nuit à l'autre, tant que la source d'alimentation trouvée reste suffisamment disponible.

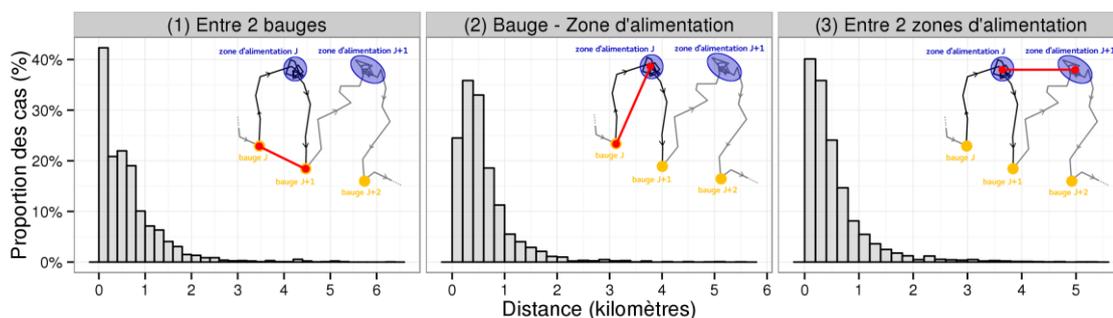


Figure 17 : Distribution en fréquence par intervalle de 200m pour les différentes distances nettes déterminées entre deux lieux d'intérêt pour les sangliers sur un cycle de 24 heures : (1) distance entre deux bauges successives (DBB) ; (2) distance entre une bauge et la zone d'alimentation qui la suit ; (3) distance entre deux zones d'alimentation nocturnes successives.

2. Déplacements journaliers : les cas particuliers liés à la chasse

Les animaux modifient leur utilisation de l'espace après un dérangement, mais cette modification est temporaire et au bout d'un certain temps, ils reviennent sur la zone (Chassagneux 2020). Toutefois, il existe un effet d'atténuation de ce retour en lien avec la fréquence des perturbations (chasse par exemple). Si la première fois les animaux reviennent dans la partie du domaine vital où ils ont été dérangés, lorsque les dérangements deviennent très réguliers alors les animaux sont de moins en moins enclins à revenir dans la zone dérangée à plusieurs reprises (Tolon et al., 2008), où alors seulement après un long laps de temps (Maillard et Fournier., 1995). Lors d'une battue, il a été observé que les sangliers ont deux phases de réponses en réaction à cette perturbation induite par la chasse, avec une (i) phase immédiate au moment de la chasse en battue, qui peut là encore montrer différentes stratégies adoptées par les animaux chassés et (ii) une phase différée après le départ des chasseurs, qui elle aussi montre une certaine variabilité (Chassagneux, 2020).

Ainsi, les sangliers ont montré des comportements de fuite pendant la phase immédiate de la réponse dans 48 % des événements de chasse, tandis que 52 % des réponses restantes montrent qu'ils sont restés dans la zone chassée. A l'issue de la chasse en battue et avant le premier lever du soleil, tous les sangliers s'étaient éloignés en moyenne de 1466 m ([763-1625] (Figure 18), c'est-à-dire une distance trois fois plus grande que celle habituellement parcourue en l'absence de chasseurs (473 m [366-733] partie droite de la Figure 17 avant la phase i).

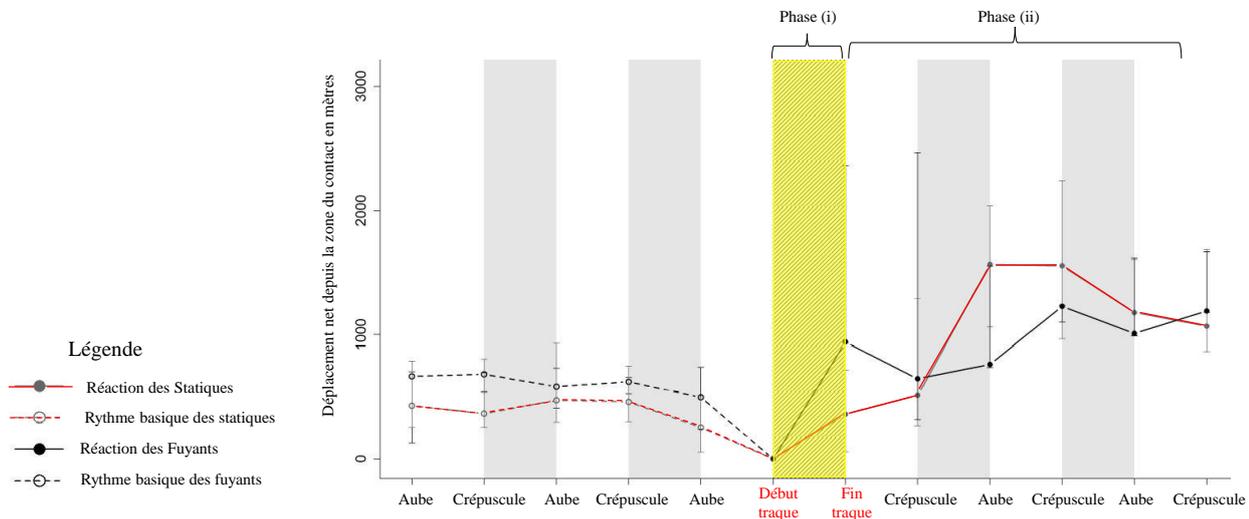


Figure 18: Déplacement net médian des sangliers à partir du site de rencontre avec les chasseurs (c'est-à-dire la distance par rapport à l'emplacement de l'individu suivi au début de la chasse en battue) calculé sur une période de cinq jours en forêt de Châteauvillain-Arc-en-Barrois. Deux réponses immédiates ont été distinguées selon que l'individu a franchi (fuyant) ou non (statique) la ligne des tireurs et s'est déplacé hors de la zone chassée pendant la chasse en battue. La ligne noire décrit les schémas de déplacement des sangliers "fuyant" le site de rencontre (n=10), tandis que la ligne rouge décrit ces schémas pour les individus "restants" (n=11). Les points noirs (à droite) correspondent aux réactions après un contact avec des chasseurs, tandis que les points blancs (à gauche) correspondent au comportement de base (c'est-à-dire pendant la saison de chasse, mais en l'absence de chasseurs) des individus, ce qui permet d'avoir une comparaison. Les premiers et troisièmes quartiles sont représentés par des barres verticales. Les zones grises représentent la période nocturne. La zone jaune correspond à la période de chasse en battue.

Le temps médian de retour après la chasse est de 56 heures, soit quatre fois plus long que le temps médian de retour sans chasse (13 heures). De plus, 6 des 21 individus ne sont pas revenus dans la zone chassée au cours des 6 jours suivant une chasse en battue (Fig. 20).

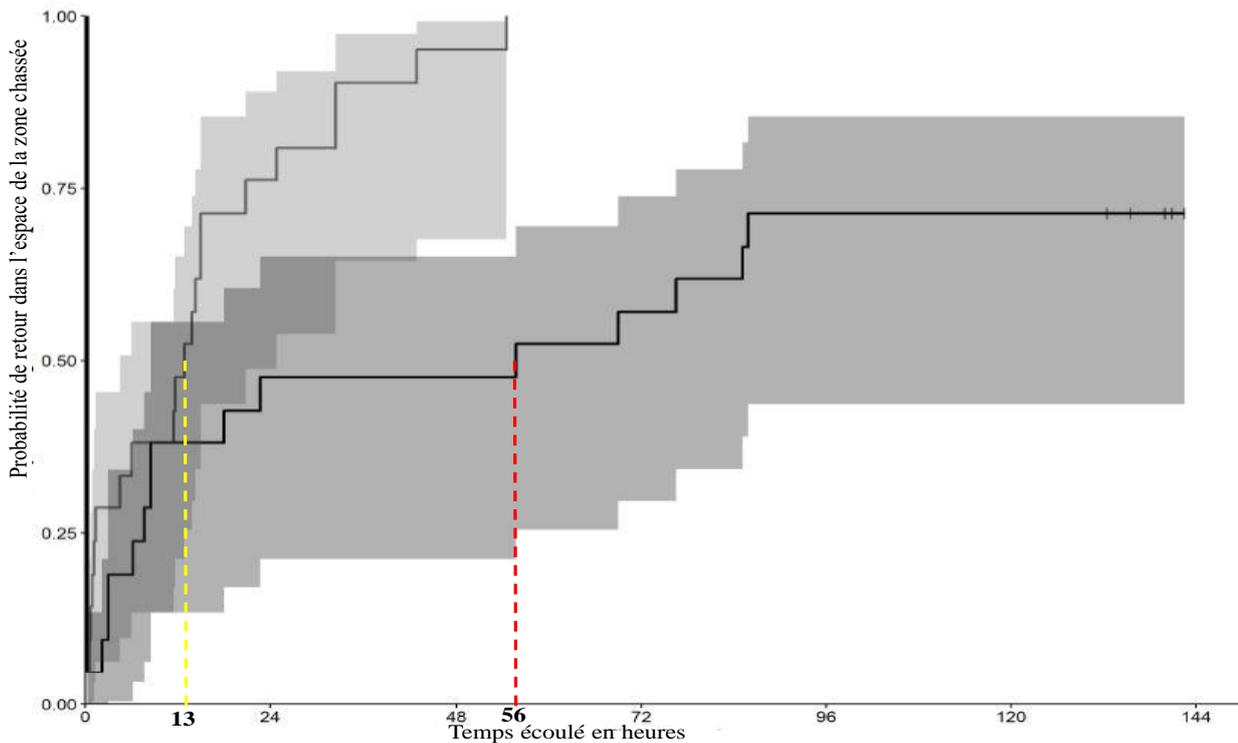


Figure 19 : Estimations (Kaplan-Meier) de la probabilité de retourner dans la zone chassée avant (en gris clair) et après la chasse (en gris foncé) en fonction du temps. Les parties grises de part et d'autre des lignes correspondent aux intervalles de confiance à 95 %. Les petites barres verticales traversant les courbes indiquent les valeurs censurées (c'est-à-dire aucun retour dans la zone, même une semaine après la chasse en battue).

Enfin, il a été constaté que les mouvements des sangliers pendant la chasse en battue (caractérisés ici par la distance totale cumulée parcourue pendant l'heure de chasse en battue) n'étaient influencés que par la densité des chiens dans la zone chassée, avec une distance totale parcourue par les sangliers pendant la chasse en battue négativement corrélée à la densité de chiens dans la zone chassée (Fig. 21a). Ce résultat contre-intuitif peut sans doute s'expliquer par une taille d'échantillon réduite (seulement 10 cas durant lesquels les sangliers montrent une réaction de fuite immédiate dans la battue) et doit encore être infirmé et/ou confirmé avec un nombre de cas plus conséquent.

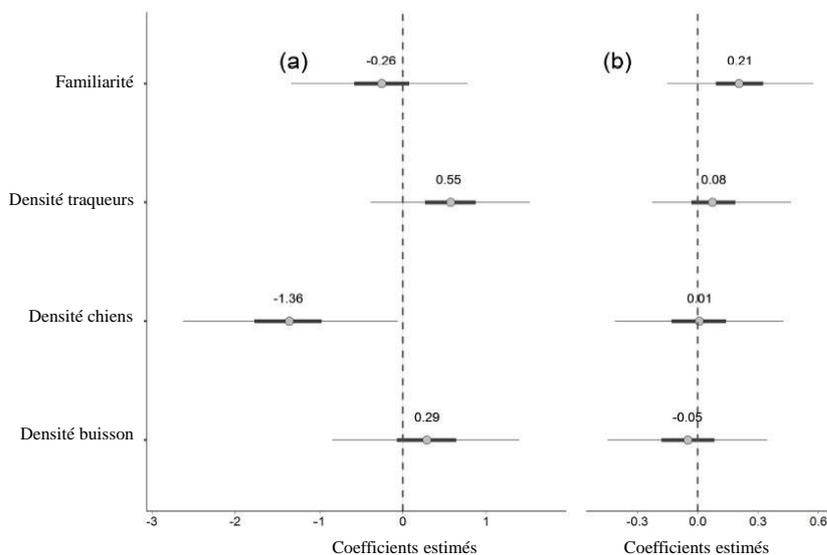


Figure 20 : Estimations du rôle des coefficients testés (familiarité du site, densités des traqueurs, des chiens et des buissons dans la zone chassée) sur les distances parcourues par les sangliers (a) pendant la chasse en battue et (b) sur la période de 12 heures suivant une chasse en battue. Les points gris représentent les médianes. Les barres d'erreur indiquent les intervalles crédibles à 95 %. Les barres d'erreur identifiées par le trait plus épais indiquent les intervalles crédibles à 75 %. Chaque variable testée a eu un effet significatif sur la phase immédiate des réponses de déplacement du sanglier lorsque les intervalles crédibles à 95 % (lignes pointillées) ne chevauchaient pas 0.

Toutefois, si le rôle de la densité en chiens utilisés pour la battue semble avoir un effet sur la distance parcourue par les animaux équipés de GPS, au sein de la zone traquée, il n'est pas trouvé de confirmation d'un effet possible de quatre variables (densité du sous-étage, familiarité du site et densités de chiens et de rabatteurs) sur la distance totale parcourue par les sangliers pendant la période de 12 heures suivant la chasse en battue (c'est-à-dire la phase retardée de la réponse ; Fig. 21b).

3. Domaines vitaux annuels

Les femelles (assimilées aux compagnies) montrent en général des domaines vitaux d'une superficie qui va s'établir entre 400 ha et 1500 ha pour une compagnie (ou une laie) alors qu'elle sera du double voire trois fois plus importante chez un mâle (Tableau 3).

Les tailles observées pour ces domaines vitaux restent néanmoins sujettes à variation en fonction des conditions de vie. Toutefois, une caractéristique qui se retrouve dans tous les milieux est l'influence significative que génère l'activité cynégétique dans l'occupation de l'espace.

C'est bien souvent à cette époque que vont se retrouver les principales variations dans les surfaces des domaines de bauges. Le plus souvent cela se caractérise par une augmentation conséquente des domaines, cela quel que soit le sexe des animaux (Tableau 3).

SURFACE DES DOMAINES DE BAUGE (ha)

	Après naissance	n	Chasse	n	Après chasse	n
Compagnie	554 ± 324	38	879 ± 279	26	655 ± 219	9

	Avant chasse	n	Chasse	n	Après chasse	n
Mâle subadulte émancipé	1102 ± 907	11	2800 ± 1849	4	/	/
Mâle adulte	1184 ± 982	5	2707	1	722	1

	Avant chasse	n	Chasse	n
Femelle subadulte	251 ± 164	14	508 ± 182 *	6
Femelle adulte	424 ± 236	3	6626 ± 4612 *	6
Mâle subadulte	474 ± 466	5	8063 ± 3181 *	5
Mâle adulte	887 ± 221	2	1745 ± 639 *	2

	Avant chasse	n	Chasse	n
Femelle subadulte	1340 ± 425	5	597 ± 23	2
Femelle adulte	818 ± 270	7	1061 ± 347	5
Mâle subadulte	3074 ± 909	6	1160 ± 395	3
Mâle adulte	1633 ± 1162	2	3452 ± 412	2

Peu chassée *
Fortement chassée *

Tableau 3 - Synthèse des surfaces de domaines vitaux de sangliers en fonction de leur âge, de leur sexe et des périodes dans l'année (adapté de Baubet et al.2008) - N : effectifs d'animaux suivis en télémétrie.

La structure de l'habitat peut influencer la distribution des animaux sur un pas de temps supérieur à celui de la journée et/ou de 48h.

En effet, il est montré (Tolon et al., 2009) que les zones moins chassées et moins perturbées par les activités humaines (les fameuses zones de "réserve") sont attractives pour les sangliers pendant les périodes de forts dérangements dans les alentours, comme par exemple les périodes de chasse en battue (Baubet 1998).

Cet effet d'attraction est observé pour les animaux dont le cœur du domaine vital est localisé à moins de 1.2 km de la limite de la zone de réserve (Tolon et Baubet. 2010). Au-delà de cette distance, aucune modification dans l'occupation de l'espace n'a été observée.

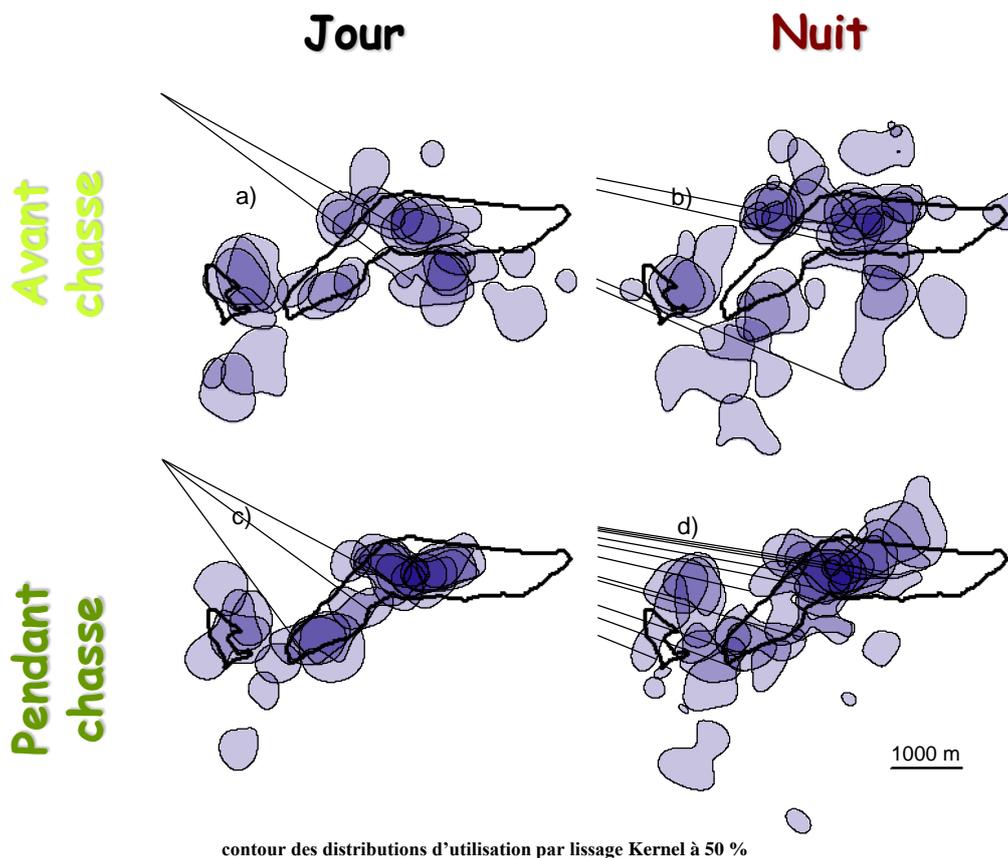


Figure 21 : Occupation et utilisation de l'espace par des sangliers aux abords d'une zone de réserve naturelle. a) distribution du cœur d'utilisation des domaines vitaux (50% des localisations) en journée et hors période de chasse. b) distribution du cœur d'utilisation des domaines vitaux (50% des localisations) en activité nocturne hors période de chasse. c) distribution du cœur d'utilisation des domaines vitaux (50% des localisations) en journée et en période de chasse et d) distribution du cœur d'utilisation des domaines vitaux (50% des localisations) en activité nocturne, en période de chasse. Il est observé un net glissement et un plus fort recouvrement du cœur des domaines vitaux vers le centre de la réserve naturelle (délimitée par le trait noir et gras) durant la période de chasse particulièrement de jour (c) mais également de nuit (d)) comparée aux mêmes phases avant chasse respectivement (a) et b)). On remarque aussi que l'activité nocturne des sangliers reste plus proche des limites de la réserve naturelle (d) durant la période de chasse qu'en dehors de celle-ci (b)). D'après Tolon et Baubet 2010.

Par ailleurs, même si les animaux ne quittent pas leur domaine vital, la distribution des sangliers dans le milieu forestier peut être affectée par les perturbations créées par la chasse (Said et al., 2012). Ainsi les parcelles montrant des milieux fermés (fourrés) habituellement plus utilisées par les sangliers montrent une baisse de leur fréquentation à moins de 50% pendant la période de chasse (courbe rouge sur Figure 22a)).

En revanche dès l'arrêt de l'activité cynégétique les animaux ont tendance à revenir fréquenter plus intensément les parcelles avec un sous étage de végétation dense, pour une fréquentation qui atteint les 90% (courbe rouge Figure 22b)).

L'importance de la structure d'habitat, notamment la densité du milieu avec un couvert végétal dense, semble même être un élément crucial dans l'explication des variations de taille de domaine vitaux par rapport aux perturbations humaines (Fatteberg et al. 2017).

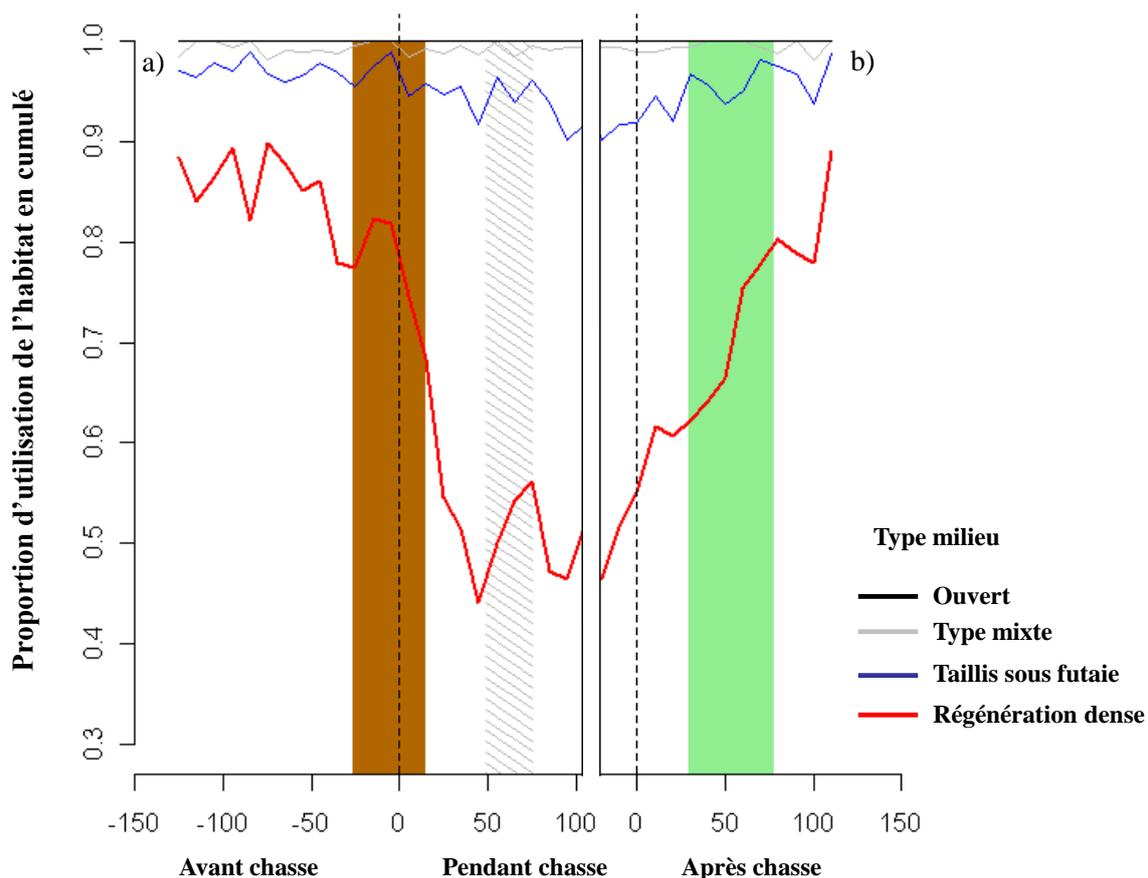


Figure 22 : Proportions cumulées des types de milieux dans les habitats utilisés par le sanglier au long de l'année. Le graphique représente les données de l'année entière mais est divisé en deux parties. a) Graphique de la période avant-pendant chasse. Première bande marron, période de défoliation (10-31 octobre). Ligne pointillée, début de la période de chasse. Bande grise hachurée : pause de la chasse à Noël (environ 15 jours d'arrêt de chasse). b) Tracé pendant-après période de chasse. Bande verte, période de foliation (1er-20 avril). Dans le graphique a) zéro correspond au début de la période de chasse et pour le graphique b) zéro correspond à la fin de la chasse (début de la période "après chasse").

Conclusion sur l'occupation spatiale des sangliers et l'effet chasse :

Le sanglier est une espèce **plutôt sédentaire** avec une surface de domaine vital annuel relativement réduite bien que différente selon le sexe considéré.

En effet, les femelles (les compagnies) vivent en général sur des domaines de bauge d'une superficie maximale de 1500 ha (hors influence de la chasse) alors qu'elle est du double voire du triple chez un mâle. Cette caractéristique se retrouve aussi sur les distances de dispersion des individus, une plus forte proportion des mâles se trouvant prélevés au-delà de 3 km de leur point de marquage.

Concernant les déplacements journaliers, là encore on retrouve des caractéristiques d'animal plutôt peu mobile, puisque l'essentiel des déplacements vers des points d'intérêts (du point de repos à celui du jour suivant, du point de repos vers le point d'alimentation nocturne, entre deux points d'alimentation consécutifs (d'une nuit à l'autre)) en 24h, montre des distances linéaires entre ces points oscillant entre 500m et 700m en moyenne. (...)

Plus encore, les distances parcourues, en cumulé, par cycle de 24h par les animaux, oscillent entre 1,5 km et 4,8 km. Qui plus est, ces distances sont parcourues plutôt avec des circuits réalisés, la plupart du temps, dans un cercle de rayon de moins de 750 m.

En revanche, la réaction des animaux liée à une **perturbation par chasse** se réalise de deux manières différentes, soit par un déplacement immédiat souvent à un peu plus d'1 km de distance, soit de manière différée après la battue avec un éloignement du lieu perturbé encore plus important. Toutefois, le temps de retour de la plupart des animaux vers la zone perturbée par la chasse se fait pour une majorité d'entre eux en moins de trois jours.

Cet effet de la chasse se retrouve aussi à l'échelle du **domaine vital**, puisqu'en général les domaines vitaux calculés pendant cette période sont très souvent supérieurs, en superficie, à ceux observés avant ou après chasse. Par ailleurs, l'effet de la chasse modifie le patron d'occupation de l'habitat, avec un évitement par les sangliers plus marqué des milieux forestiers fourrés en période de chasse.

Un autre effet notable, en période de chasse est le déplacement/glisement de l'activité dans les domaines vitaux vers/dans des **zones de tranquillité** (effet réserve). Enfin, notons que le rôle des chiens reste à préciser plus avant. Les effectifs impliqués dans une battue sont à prendre en considération dans la réaction des sangliers à la perturbation par chasse puisque cet élément explicatif est le seul à réagir aux tests statistiques en lien avec des distances parcourues par les sangliers.

Par conséquent, si de tels résultats sont confirmés par des études complémentaires, ils pourraient mettre en évidence la nécessité **d'adapter les nombres de chiens** dans le cadre du contrôle de la PPA, en fonction des buts recherchés (prélèvement en sangliers ? moindre mobilité des animaux engendrée par la chasse ?).

Ainsi, les mouvements de sangliers en réponse à la chasse peuvent avoir des implications pour la gestion des risques de maladie. En effet, l'une des premières mesures utilisées lorsqu'un foyer a été détecté vise à définir l'étendue de la zone infectée (Desvaux et Petit 2020). Lorsque le foyer est situé dans une zone non chassée, la zone infectée peut être délimitée sur la base du domaine vital annuel moyen des sangliers non dérangés (Cf. Tableau 3). Cependant, si un foyer est situé dans une zone chassée cela nécessite d'avoir une connaissance des distances maximales que les sangliers peuvent parcourir après la chasse. Dans le cas de la Haute-Marne, nous avons constaté que les sangliers se déplacent sur moins de **deux kilomètres à partir d'une zone chassée dans leur réaction initiale** (Figure 17).

Notons toutefois que les données GPS utilisées proviennent d'animaux en bonne santé. Or, les individus malades peuvent se comporter différemment des individus sains et risquent de n'avoir que des déplacements réduits à une fenêtre temporelle très courte pour propager la maladie car ils peuvent mourir rapidement (Podgórski et Śmietanka 2018).

D. L'état des connaissances sur la biologie de l'espèce et leur fonctionnement social en lien avec l'épidémiologie connue de la PPA

1. Comportement social des sangliers (fonctionnement en compagnies, émancipation des mâles et reproduction)

a. Compagnies : combien d'individus et quel lien social ?

Le sanglier est une espèce sociable, qui vit en groupes plus ou moins importants. Dans le langage cynégétique, un tel groupe est dénommé compagnie, terme souvent utilisé chez cette espèce. Mais comprendre la composition d'une compagnie, sa stabilité dans le temps, son occupation spatiale (sédentarité ou non), les avantages pour un sanglier de vivre dans une compagnie, sont autant de questions qui peuvent apporter des informations nécessaires et importantes vis-à-vis de la gestion d'un évènement de crise sanitaire afin de mieux gérer et contrôler les populations de cette espèce.

Sur notre site de référence de Haute-Marne (Chateauvillain-Arc en Barrois), le sanglier a une structure sociale de type matriarcal. La compagnie est l'unité familiale de base (Vassant *et al.*, 2010). Elle est constituée d'une ou plusieurs femelles accompagnées des jeunes de l'année bien que, dans certains cas, trois générations de femelles peuvent composer la compagnie. Tous les individus qui la composent ont un lien de parenté marqué, révélé par le coefficient d'apparentement génétique (Poteaux *et al.*, 2009). Leurs effectifs sont variables d'une compagnie à l'autre (Figure 23) et montrent une très grande stabilité dans le temps entre les individus qui la composent.

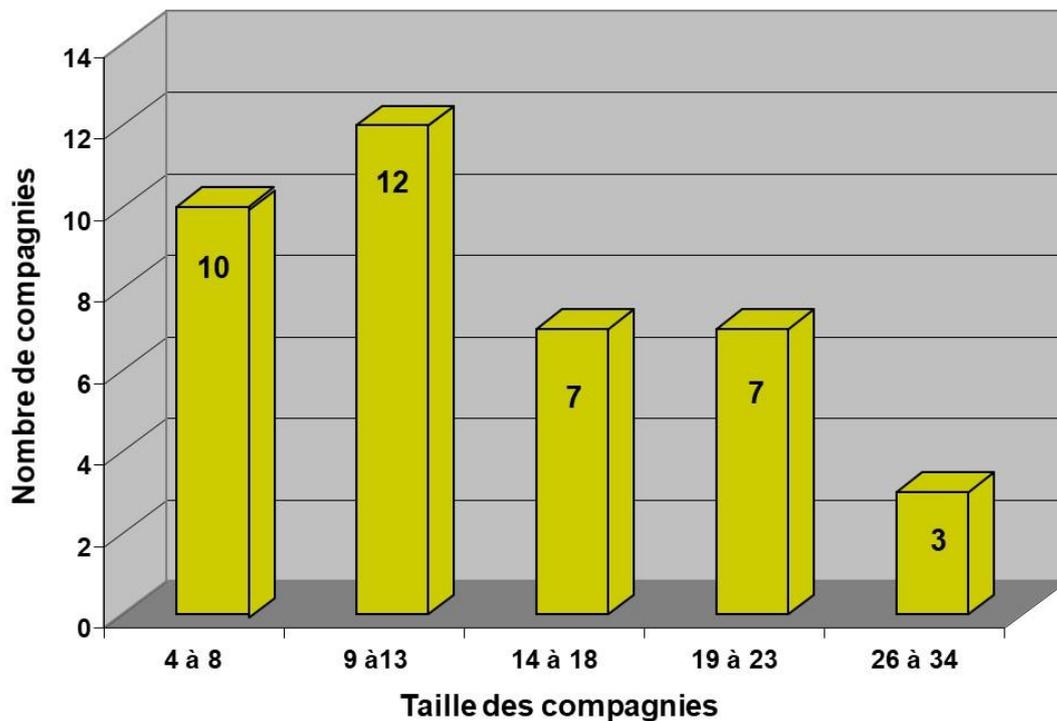


Figure 23 : Distribution des différentes modalités d'effectifs rencontrées composant les compagnies de sanglier étudiées dans le massif de Châteauvillain-Arc-en-Barrois.

Ces observations ont été faites sur la base d'une identification précise des individus qui montre qu'il n'existe aucun échange entre animaux non apparentés issus de compagnies différentes.

Aucun sanglier sans lien de parenté direct ne pourra s'intégrer dans une compagnie, même au moment de sa phase de restructuration : ces observations ont été confirmées par les analyses génétiques. Toutefois, cela n'exclut pas que sur des points d'agrégation un grand nombre d'individus, sans forcément de lien de parenté, puissent se retrouver, et/ou se côtoyer pendant quelques instants, le temps que les compagnies dominantes arrivent à repousser et exclure celles dominées.

Les liens de parenté demeurent vivaces dans les lignées de compagnies. Nous pouvons rapporter un exemple éloquent observé sur le site de Châteauvillain-Arc en Barrois où quatre femelles dans leur deuxième année de vie, toutes sœurs et survivantes d'une même compagnie dite mère, ont formé deux compagnies, dite filles, distinctes n'ayant plus de contacts entre elles. Chacun de ces deux groupes était composé d'une femelle suivie de quatre marcassins et d'une laie n'ayant pas reproduit.

En novembre de la même année, en réaction à la disparition dans ces deux compagnies de certaines des femelles et de leurs jeunes prélevés à la chasse, les individus survivants se sont regroupés pour former une nouvelle et unique compagnie. Cette dernière est restée stable, comme s'il n'y avait jamais eu de scission au moment de la restructuration du printemps. La forte parenté facilite sans aucun doute la cohésion sociale observée chez les sangliers, en termes d'associations spatiales et temporelles, et d'interactions sociales entre les membres du groupe (Kaminski et al., 2005).

b. Compagnies : occupation spatiale et dispersion ?

La grande stabilité et cohésion de la compagnie demeure également en cas de déplacements importants et **exceptionnels** vers des zones refuges éloignées, jusqu'à plus de 15 km de la zone de bauge habituelle (Maillard et Fournier., 1995) souvent sous l'influence d'un dérangement fréquent par chasse. Ce phénomène peut s'observer aussi bien au sein d'une continuité boisée qu'à l'extérieur de celle-ci.

Notons aussi que la stabilité d'apparement se double d'une stabilité spatiale et temporelle avec des lignées de compagnies qui ont des domaines de bauge très couvrants les uns des autres au fil des années (Figure 24) même si de légers glissements entre années sont possibles. Même s'il y a séparation en deux compagnies-filles, celles-ci partagent et vivent sur l'espace qu'elles connaissent. Cependant, cette situation n'est pas figée et l'on constate des mouvements d'ampleur limitée avec une extension du domaine de bauge (Figure 24).

Toutefois, aucune des compagnies suivies n'a modifié sensiblement son domaine de bauge, à l'exception d'une fuite temporaire vers des zones refuges en période de chasse (Figure 24, Figure 25, Maillard et Fournier 1995 ; Baubet 1998). Cette fidélité spatiale est remarquable lorsque l'on sait que la distribution des parcelles de fourrés est homogène sur l'ensemble du massif et qu'aucune entrave ne gêne le déplacement des sangliers au sein de la forêt.

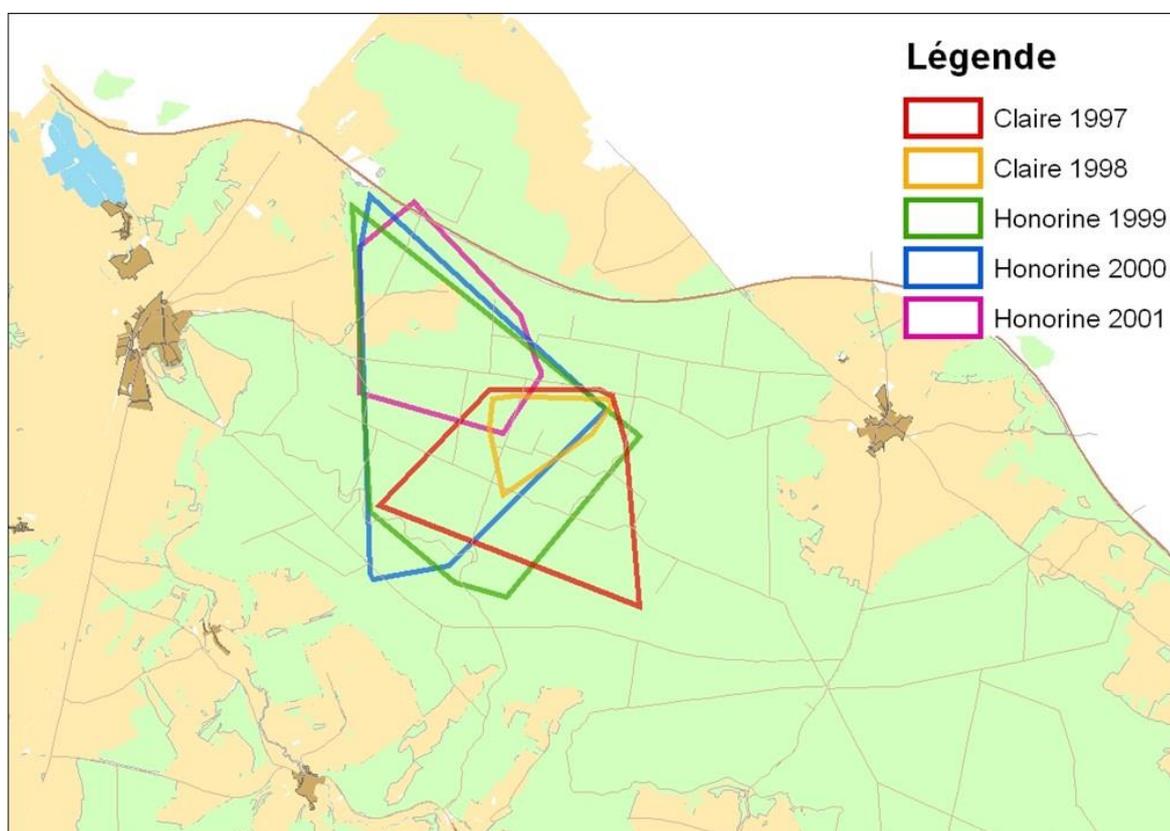


Figure 24 : Répartition spatiale des domaines vitaux de compagnies de sanglier présentant une filiation sur 5 générations. Sur les 11 000 ha du massif de Chateauvillain-Arc-en-Barrois, seul un quart a été exploité par les individus de cette lignée (d'après Vassant et al, 2010).

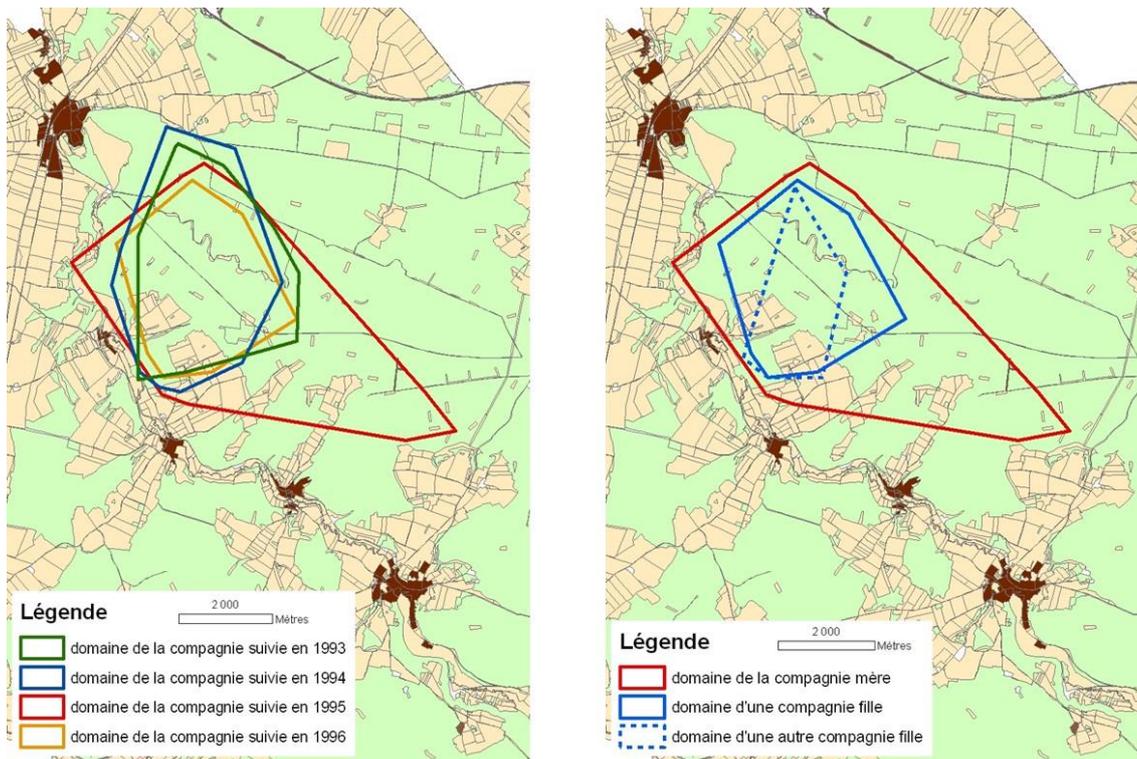


Figure 25 : **Stabilité spatiale des domaines vitaux annuels d'une compagnie suivie sur plusieurs générations (Figure de gauche). Stabilité spatiale des domaines vitaux de deux compagnies filles, issues d'une même compagnie mère (Figure de Droite).**

Lorsqu'une laie meneuse disparaît (par exemple prélevée à la chasse), une autre femelle prend le relais pour assurer la coordination du groupe. Lorsque toutes les laies disparaissent, une nouvelle hiérarchie s'instaure chez les jeunes survivants et ceux-ci restent groupés pour vivre en compagnie parfaitement autonome et structurée, sans s'intégrer dans une autre compagnie ni accueillir d'autres sangliers étrangers à leur filiation. Seule la présence de mâles reproducteurs vient modifier la composition de la compagnie, pendant le rut.

c. Quid des mâles ?

En période d'accouplement du sanglier (rut), les mâles reproducteurs rejoignent les compagnies dans lesquelles les laies sont en chaleur. Lors de chaque observation directe, tous les jeunes mâles nés au cours de la saison précédente, donc âgés de moins de 12 mois, sont présents dans la compagnie malgré la présence de mâles plus âgés se livrant à des combats violents et/ou des poursuites. Notons que le mâle sanglier est mature physiologiquement pour la reproduction à partir de 10 mois (Mauget 1980). Cette présence des jeunes mâles était aussi avérée au moment des saillies par les dominants. A l'issue des saillies et pendant la phase de gestation, ils restaient présents dans leur compagnie de naissance.

La phase d'émancipation des jeunes mâles ne commence donc pas, comme on le lit souvent, au moment où les mâles géniteurs entrent dans les compagnies, mais ce processus peut s'étaler dans le temps comme le résume la Figure 26.

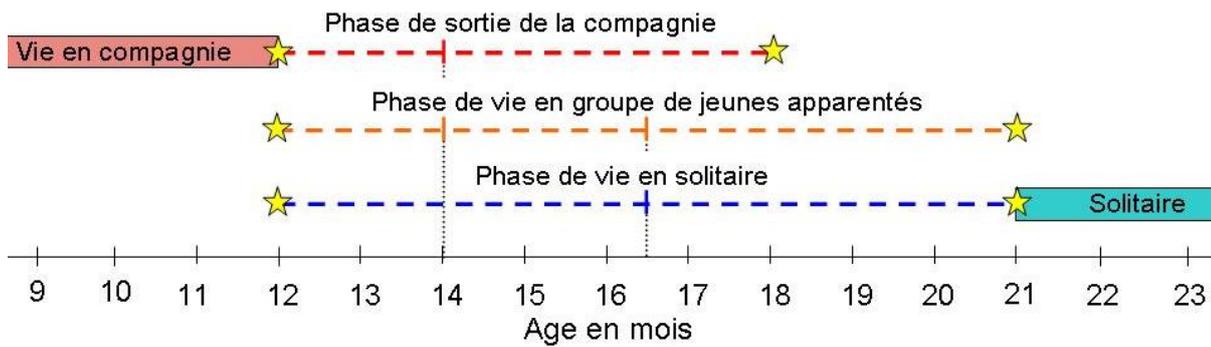


Figure 26 : Schéma récapitulatif de l'émancipation des sangliers mâles.
 Les traits verticaux indiquent l'âge moyen de passage d'une phase à une autre. Les pointillés indiquent les variations observées pour les différentes phases. Les étoiles indiquent les âges extrêmes (d'après Nivois et al., 2014).

Pour le jeune sanglier mâle, à partir de 12 mois (Figure 26), la phase de mise-bas des femelles est l'un des éléments moteurs du changement social. Toutefois, cette étape n'explique pas tout puisque, même en l'absence de mise-bas dans une compagnie, la phase d'émancipation va se réaliser. Ce passage d'une vie très socialisée en compagnie, à une vie de solitaire est, en général, un phénomène progressif pouvant s'étaler sur près d'une année et qui montre plusieurs nuances dans les modalités de sa réalisation, avec 4 voies différentes possibles (Figure 27) :

- la voie 1 : le jeune mâle quitte la compagnie et devient directement solitaire. C'est le scénario où le changement est le plus brutal.
- la voie 2 : les jeunes mâles restent avec les autres mâles de la compagnie avant de devenir solitaires ;
- la voie 3 : le jeune mâle reste d'abord dans un groupe mixte d'individus de même génération issus de sa compagnie, puis il restreint cette association aux autres mâles (comme en voie 2) avant de devenir solitaire.
- enfin, la voie 4 : le jeune mâle devient solitaire directement après la phase mixte évoquée en voie 3.

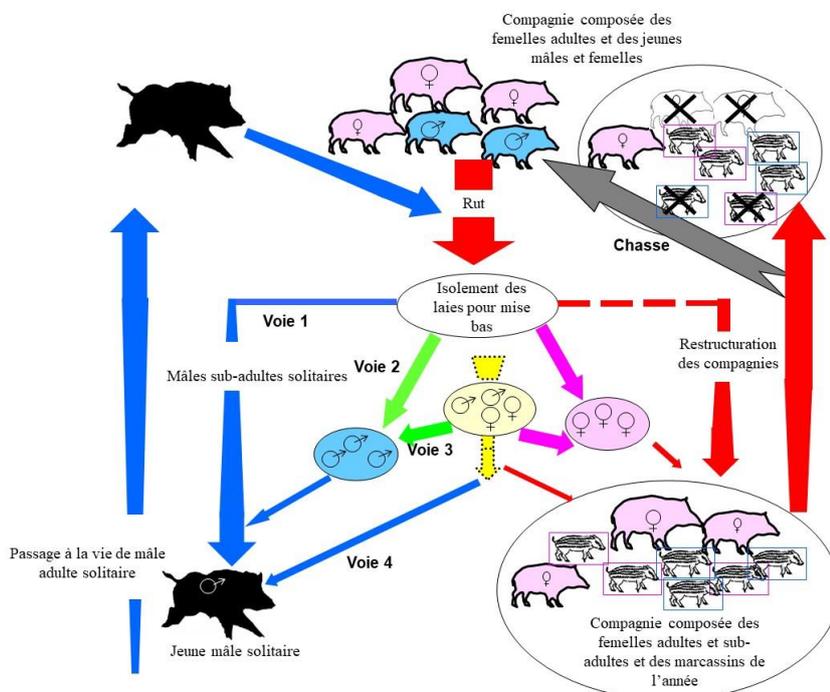


Figure 27 - Schéma récapitulatif des quatre différentes voies (ou scénarios) observées lors de l'émancipation des sangliers mâles.

En résumé, nous pouvons dire que, malgré des variations interindividuelles, l'émancipation débute en moyenne lorsque les mâles sont âgés de 12 mois, pour se terminer par un passage à la vie solitaire en moyenne entre 16 et 17 mois. Par ailleurs il est observé que les mâles sont sortis des compagnies généralement avant 18 mois et que la grande majorité d'entre eux sont déjà solitaires avant 18 mois. Ce phénomène s'opère entre les mois de juin et août, voire septembre pour quelques-uns, c'est-à-dire avant la période de rut classique (à partir de la mi-décembre). Après 18 mois, peu d'entre eux restent en contact avec un ou plusieurs animaux de la compagnie. Cette phase peut durer jusqu'à 21 mois, âge auquel tous les mâles que nous avons suivis vivent en solitaires, alors qu'ils ne sont encore que des subadultes. Il est donc possible d'affirmer que le rut n'est en rien l'élément moteur de ce processus biologique.

La mise en évidence de la grande stabilité des compagnies, en relation étroite avec les liens de parenté des individus qui les constituent et le fort attachement des laies à leur domaine de naissance, a d'indéniables implications pour la gestion des populations de sangliers. Vivre en compagnie et demeurer dans ce système social permet d'optimiser l'expérience acquise au fil des années par la transmission des connaissances sur le domaine vital (exploitation du milieu de vie) et l'apprentissage des comportements de survie. Ainsi, tous les membres de la compagnie prennent connaissance, en accompagnant leurs aînées, des principales zones d'alimentation en forêt et dans les cultures et prairies.

- Les fortes densités régulièrement observées dans les zones non chassées, même de faible superficie, s'expliquent par la sédentarité des lignées de compagnies, qui se perpétuent au fil des ans. Chaque année, les compagnies nouvelles s'y cantonnent, et/ou celles déjà présentes s'étoffent en effectifs entraînant inévitablement des effectifs importants que certains peuvent qualifier de surpopulation. Pour remédier à ce phénomène, il convient donc d'agir rapidement et de limiter l'évolution de la population, dans ces zones et leurs alentours immédiats, sans attendre.

Dans les zones où la régulation par la chasse est plus difficile voire impossible à mettre en place, en zone suburbaine et dans les réserves avec stricte interdiction d'action de chasse, l'action de gestion (par destruction administrative) doit être initiée dès l'installation de la première compagnie. En effet, de nombreux exemples montrent que les désagréments (dangerosité des tirs, risques de collisions, perturbations dues à la traque avec chiens) générés par la régulation des sangliers en abondance, seront d'autant plus importants que l'effort de régulation sera mis en place tardivement, après qu'une forte population se sera installée, faute d'avoir mis en œuvre rapidement les mesures adéquates.

- Un prélèvement important et localisé durant une ou deux saisons de chasse consécutives sur un même secteur provoque parfois une baisse sensible des effectifs sur ce secteur les années suivantes. Cette observation est confortée par les recensements sur place d'affouragements et la baisse du nombre d'animaux vus et tués en action de chasse. A la lumière de ces éléments, nous comprenons que l'augmentation des effectifs dans les zones où la densité a été affaiblie ne s'effectue, a priori, qu'avec les sangliers survivants. Ceux-ci demeurent et se reproduisent sur la zone considérée, aucun phénomène massif de migration n'a été constaté, pour remplir le vide.

Les résultats des expériences de marquage montrent que les déplacements importants observés, (au-delà de 5 kilomètres cf Figure 14) sont plutôt le fait des mâles sub-adultes et adultes. Il arrive toutefois que des jeunes, mâles ou femelles, survivants de compagnies dont toutes les laies ont été prélevées lors d'actions de chasse dérangeantes (menées par des chiens) et poussés hors de leur domaine habituel, ne puissent regagner seuls leur point de départ. Dès lors, ils pourront se déplacer, tout en restant groupés, sur des distances importantes, qui peuvent aller jusqu'à 50 ou 70 km. Mais de tels cas restent assez marginaux et exceptionnels à notre connaissance.

Conclusions sur la socialité et ses effets sur l'occupation spatiale et interactions entre individus :

En règle générale, les modalités de fonctionnement des compagnies de sangliers montrent que cette espèce reste très grégaire et sédentaire. Il n'y a pas de dispersion spontanée des compagnies, ni des jeunes ou des laies subadultes qui les composent. Il existe une grande fidélité spatiale au domaine vital utilisé, entre générations de compagnies, même si quelques légers glissements peuvent exister (Figures 25 et 26).

Parfois, le glissement n'est que temporaire vers une zone de tranquillité pour échapper à un dérangement important occasionné par la chasse, même si celui-ci peut parfois être de plusieurs kilomètres. Dans l'ensemble, ces modalités de fonctionnement, hors période de chasse, limitent donc les possibilités de transmission de virus. Les mâles, eux, s'émancipent définitivement de la vie sociale dans le groupe avant leur deuxième année de vie puis ne rejoindront les compagnies dans le domaine vital où ils se seront installés, qu'en vue d'accouplement, durant la période de reproduction. Ils sont plus mobiles que les compagnies et donc plus susceptibles de contribuer à la dispersion du virus, soit à travers la recherche de partenaire pour l'accouplement (rut), soit sous l'influence de la chasse.

Notons que la période du rut (automne-hiver) et la période de chasse sont synchrones dans l'année. C'est donc dans cette période qu'est attendu le plus grand risque de mobilité de la part des sangliers.

Conclusion sur la biologie du sanglier et le risque épizootique

A partir des éléments issus de nos connaissances sur la biologie du sanglier, et pour résumer ceux-ci vis-à-vis du risque d'une épidémie de PPA sur le territoire national, il a été mis en évidence que le sanglier est une espèce sédentaire, en dehors des perturbations liées aux activités anthropiques. De fait, si la propagation de la maladie doit se faire et doit être uniquement véhiculée par le contact entre sangliers, son arrivée sera plutôt marquée par un front de progression relativement lent à partir d'un foyer identifié dans un des pays frontaliers. A notre connaissance, une arrivée par un animal porteur de virus qui aurait effectué un déplacement à longue, voire à très longue distance, paraît très peu probable.

Ce constat préliminaire est aussi en partie appuyé par les faits puisque la maladie qui s'est également développée dans le Caucase à partir de 2007, a d'abord eu un cycle purement domestique, lorsque le virus de génotype II a été introduit pour la première fois en Géorgie et s'est ensuite propagé principalement dans la population de porcs domestiques vers le nord des pays du Caucase, vers la Fédération de Russie, la Biélorussie, l'Ukraine et ensuite vers d'autres pays européens (Guberti et al_2018). En plus de son établissement de manière endémique chez les porcs domestiques, la maladie a fini par envahir les populations de sangliers et s'est propagée à une vitesse estimée de 1-2km/mois (Guberti et al_2018.)

De plus, la présence effective de la maladie aux portes de notre territoire métropolitain lors de l'épisode préoccupant en Belgique (septembre 2018 à novembre 2020, Desvaux et Petit., 2020) a montré, là encore, que la diffusion de la maladie ne se fait pas naturellement par de longs « sauts brutaux » entre deux foyers de contamination, mais par une progression plutôt régulière et diffuse. Ce constat s'observe aussi dans les pays frontaliers du nôtre et touchés à ce jour (Italie et Allemagne) par l'épizootie de PPA (Comm pers.).

Conclusion générale :

Ce document n'est qu'une première synthèse d'éléments établis à partir des travaux scientifiques conduits par l'OFB pour l'acquisition de connaissances utiles à la gestion appliquée de cette espèce. Ils reposent, très largement sur des travaux conduits sur différents sites d'études, dont un en particulier (en Haute-Marne) est une référence importante au niveau mondial, pour la qualité du suivi à long terme qui y est effectué.

Ainsi, avec une telle série à long terme, il va être aussi possible d'évaluer les effets des changements globaux sur la biologie de cette espèce et notamment en lien avec le volet démographique, contribuant à l'abondance des effectifs, source majeure des problèmes liés aux sangliers. Toutefois, afin de compléter, d'infirmer et/ou confirmer les éléments fournis dans ce rapport, une synthèse élargie à la littérature scientifique va être effectuée dans la deuxième partie de ce rapport.

Références bibliographiques :

Baubet, E. 1998. Biologie du sanglier en montagne: biodémographie, occupation de l'espace et régime alimentaire. Thèse doctorat, Université de Lyon I, 297pp.

Baubet E., Vassant J., Brandt S., Maillard D. 2008. Connaissances sur la biologie du sanglier : utilisation de l'espace et régime alimentaire. In : Modalités de gestion du sanglier, Actes du colloque tenu à Reims (Marne) les 1er et 2 mars 2007 ; F. Klein, B. Guibert et E. Baubet, eds., Paris : F.N.C.-O.N.C.F.S. : 59-69
Brandt S., Nivois E., Baubet E. 2010. Le dénombrement des sangliers sur points d'agraineage. Protocole de suivi et premier bilan à Châteauvillain Arc-en-Barrois. Faune Sauvage 288 : 31-36.

Cachelou J., **Saint-Andrieux C., Baubet E., Nivois E.,** Richard, E., Gaillard J-M., Gamelon M. **2022.** Does mast seeding shape mating time in wild boar? A comparative study. Biology Letters. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2022.0213>.

Chassagneux A. **2020.** Vers une intégration du comportement spatial dans la gestion de la faune sauvage par la chasse : l'exemple du cerf et du sanglier. Thèse doctorat, Université de Montpellier, 168pp (**E. Baubet** dans l'encadrement thèse)

Desvaux S. et Petit T. 2020. La peste porcine africaine, rappels sur la chronologie d'une crise et point de situation. Faune Sauvage 328 : 16-18.

Durante S. **2015.** Étude des déplacements et des modes d'occupation de l'espace des sangliers (*Sus Scrofa*, L.), ainsi que les effets des variables environnementales (chasse notamment) sur ces déplacements, dans la Réserve Nationale de Chasse et de Faune Sauvage de La Petite-Pierre (Bas-Rhin). Rapport de stage, Deuxième année d'ingénieur AGROPARISTECH, 43pp

Fattebert J., **Baubet E.,** Slotow R., Fischer C. **2017.** Landscape effects on wild boar home range size under contrasting harvest regimes in a human-dominated agro-ecosystem. Eur J Wildl Res (2017) 63:32 DOI 10.1007/s10344-017-1090-9.

Fay R. Gamelon M., **Baubet E.** et Porphyre T. The time of infection matters: seasonal interplay between host and pathogen drives epidemic dynamics. Submitted .

Gamelon M., Besnard A., Gaillard J-M., Servanty S., **Baubet E.,** Brandt, S., and Gimenez O. **2011.** High hunting pressure selects for earlier birth date: wild boar as a case study. Evolution 65-11: 3100–3112

Gamelon M., Gaillard J-M., Servanty S., Gimenez O., Toïgo C., **Baubet E.,** Klein F., and Lebreton J-D. **2012.**

Making use of harvest information to examine alternative management scenarios: a body weight-structured model for wild boars. *Journal of Animal Ecology*. 49: 833-841.

Gamelon M., Gaillard J-M., **Baubet E.**, Devillard S., Say L., Brandt S., Gimenez **2013a**. The relationship between phenotypic variation among offspring and mother body mass in wild boar: evidence of coin-flipping? *Journal of Animal Ecology* 2013, 82, 937–945.

Gamelon M., Douhard M., **Baubet E.**, Gimenez O., Brandt S., Gaillard J-M. **2013b**. Fluctuating food resources influence developmental plasticity in wild boar. *Biol Lett* 9 : 1-4.

Gamelon M., Focardi S., **Baubet E.**, Brandt S., Franzetti B., Francesca Ronchi F., Venner S., Sæther B-E., Jean-Michel Gaillard. J-M. **2017**. Reproductive allocation in pulsed-resource environments: a comparative study in two populations of wild boar. *Oecologia*. Volume 183,, pp 1065–1076. <https://doi.org/10.1007/s00442-017-3821-8>

Gamelon M., Nater C., **Baubet E.**, Besnard A., Touzot L., Gaillard J-M, Lebreton J-D, Gimenez O. **2021**. Efficient use of harvest data: A size-class-structured integrated population model for exploited populations. *Ecography*. <https://doi:10.1111/ecog.05738>

Girard F, Calenge C., Chazot A., **Baubet E.**, **2015**. Utilisation de l'effort de chasse pour gérer l'espèce sanglier (*Sus scrofa scrofa*) en Ardèche. In : Vers une nouvelle gestion du grand gibier : les indicateurs de changement écologique, Actes du colloque tenu à Chambord (Loir-et-Cher) les 20 et 21 mai 2015. ONCFS - FONDATION FRANCOIS SOMMER - FNC, Paris, 135-141.

Kaminski G., Brandt S., **Baubet E.**, Baudoin C. **2005**. Life-history patterns in female wild boars (*Sus scrofa*) : mother-daughter postweaning associations. *Canadian Journal of Zoology*. 83 : 474-480.

Maillard D. et Fournier P. **1995**. Effects of shooting with hounds on size of resting range of wild boar (*Sus scrofa* L.) groups in Mediterranean habitat. *Ibex, journal of mountain ecology*. 3: 102-107

Mauget R. **1980**. Régulation écologiques, comportementales et physiologiques (fonction de reproduction) de l'adaptation du sanglier, *Sus scrofa* L., au milieu. Thèse doctorat - Tours. 234 pp.

Morellet, N., Gaillard, J. M., Hewison, A. M., Ballon, P., Boscardin, Y., Duncan, P., **Klein F. et Maillard, D.** **2007**. Indicators of ecological change: new tools for managing populations of large herbivores. *Journal of Applied Ecology*, 44(3), 634-643.

Nivois E., Brandt S., Gamelon M., **Baubet E.** **2014**. Le sanglier mâle : quand et comment devient-il solitaire ? *Faune Sauvage* 302 : 4-8

Podgórski, T. and Śmietanka, K. **2018**. Do wild boar movements drive the spread of African Swine Fever?. –*Transboundary and Emerging Diseases*.

Poteaux C., **Baubet E.**, Kaminski G., Brandt S., Dobson F.S., Baudoin C. **2009**. Socio-genetic structure and mating system of a wild boar population. *Journal of Zoology* 278 :116-125.
Réseau Ongulés sauvages OFB-FNC-FDC. 2023. Prélèvements ongulés sauvages. Saison 2022-2023. [ficheTCGG_2022_2023.pdf \(ofb.gouv.fr\)](ficheTCGG_2022_2023.pdf(ofb.gouv.fr))

Saïd S., Tolon V., Brandt S., and **Baubet E.** **2012**. Sex effect on habitat selection in response to hunting disturbance: the study of wild boar. *Eur J Wildl Res* 58:107 – 115

Salazar L.G., Rose N., Hayes B., Hammami P., **Baubet E.**, Desvaux S., Andraud M. **2022**. Effects of habitat fragmentation and hunting activities on African swine fever dynamics among wild boar populations. *Preventive Veterinary Medicine* 208 (2022) 105750. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2022.105750>.

Servanty S., Gaillard J-M., Allainé D., Brandt S., **Baubet E.** 2007. Litter size and fetal sex ratio adjustment in a highly polytocous species : the wild boar. *Behavioral Ecology*. 18 : 427-432

Servanty S., Gaillard J-M., Toigo C., Lebreton J-D., **Baubet E.**, Klein F., Brandt S. 2008. Démographie des populations de sangliers : conséquences pour la gestion de l'espèce. In : Modalités de gestion du sanglier, Actes du colloque tenu à Reims (Marne) les 1er et 2 mars 2007 ; F. Klein, B. Guibert et E. Baubet, eds., Paris : F.N.C.-O.N.C.F.S. : 162-174.

Servanty S., Gaillard J-M., Toigo C., Brandt S., **Baubet E.** 2009. Pulsed resources and climate-induced variation in the reproductive traits of wild boar under high hunting pressure. *Journal of Animal Ecology*. 78, 1278–1290.

Servanty S., Choquet R., **Baubet E.**, Brandt S., Gaillard J-M., Schaub M., Toigo C., Lebreton J-D., Buoro M., and Gimenez O. 2010. Assessing whether mortality is additive using marked animals: a Bayesian state-space modeling approach. *Ecology*, 91(7), 1916–1923.

Tolon V., **Baubet E.**, Gaulard P., Pasquier J-J., Hebeisen C., Fischer C., Dobremez J-F. 2008. Comportement du sanglier en réponse à la pression de chasse : Influence des "réserves" sur son occupation de l'espace. In : Modalités de gestion du sanglier, Actes du colloque tenu à Reims (Marne) les 1er et 2 mars 2007 ; F. Klein, B. Guibert et E. Baubet, eds., Paris : F.N.C.-O.N.C.F.S. : 172-181

Tolon V. et **Baubet E.** 2010. L'effet des réserves sur l'occupation de l'espace par le sanglier. *Faune Sauvage* 288 : 14-18.

Tolon V., Dray S., Loison A., Zeileis A., Fischer C., **Baubet E.** 2009. Responding to spatial and temporal variations in predation risk : space use of a game species in a changing landscape of fear. *Canadian Journal of Zoology*. 87 : 1129- 1137.

Touzot L., Schermer E., Venner S., Delzon S., Rousset C., **Baubet E.**, Gaillard J-M., & Gamelon M. 2020. How does increasing mast seeding frequency affect population dynamics of seed consumers? Wild boar as a case study. *Ecological Applications* <https://doi.org/10.1002/eap.2134>.

Touzot L., Venner S., **Baubet E.**, Rousset C., Gaillard J-M., Gamelon M. 2023. Amplified cyclicity in mast seeding dynamics positively influences the dynamics of a seed consumer species. *American Naturalist*. Vol 201, N°1 : 39-51. <https://doi.org/10.1086/721905>.

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, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134251.

Vajas, P., Calenge, C., Gamelon M., Girard F., Melac O., Chandosne C., Richard, E., Saïd, S. & **Baubet, E.** 2021. Catch-effort model used as a management tool in exploited populations: Wild boar as a case study. *Ecological Indicators* 124 (2021) 107442. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107442>.

Vassant J., Brandt S. et Jullien JM. 1990. Essai de dénombrement d'une population de sangliers par observations sur places d'affouragements. *Bulletin Mensuel de l'Office National de la Chasse*. 147 : 21-26.

Vassant J., Brandt S., Nivois E., **Baubet E.** 2010. Le fonctionnement des compagnies de sanglier. *Faune Sauvage* 288 : 8-13.

Références bibliographiques Tableau 1 :

- ACEVEDO, P., ESCUDERO, M.A., MUÑOZ, R. & GORTÁZAR, C. 2006. Factors affecting wild boar abundance across an environmental gradient in Spain. *Acta Theriologica*, 51 (3) : 327-336.
- ACEVEDO, P., VICENTE, J., HÖFLE, U., CASSINELLO, J., RUIZ-FONS, F. and GORTAZAR, C. 2007. Estimation of European wild boar relative abundance and aggregation: a novel method in epidemiological risk assessment. *Epidemiology and Infection*, 135 (3) : 519-527.
- ALPE, D. 1995. Distribution and density of wild boar (*Sus scrofa*) through tracks survey in the Orsiera Rocciavère Natural Park, Piedmont (Italy). *Journal of Mountain Ecology*, 3 : 209-210.
- ANDRZEJEWSKI, R. & JEZERSKI, W. 1978. Management of a wild boar population and its effects on commercial land. *Acta Theriologica* 23 (19) : 309-339.
- BOITANI, L., TRAPANESE, P. & MATTEI, L. 1995. Methods of population estimates of a hunted wild boar (*Sus scrofa* L.) population in Tuscany (Italy). *Journal of Mountain Ecology*, 3 : 204-208.
- BRANDT, S., JULLIEN, J.M. & VASSANT, J. 1988. Peut-on estimer l'effectif d'une population de sangliers par relevé d'empreintes sur la neige? *Bulletin mensuel de l'Office national de la Chasse*, 122 : 21-27.
- BRANDT, S., VOYARD, N. & VASSANT, J. 1997. Le « chaudron » chez la laie : choix du site et des matériaux. *Bulletin mensuel de l'Office national de la chasse*, 223 : 4-11.
- BRANDT, S., NIVOIS, E. & BAUBET, E. 2010. Le dénombrement des sangliers sur points d'agraineage. Protocole de suivi et premier bilan à Châteauvillain Arc-en-Barrois. *Faune Sauvage* 288 : 31-36
- DAVIS A.J., KEITER D.A., KIEREKPA E.M., SLOOTMAKER C., PIAGGIO A.J., BEASLEY J.C., & PEPIN K.M. 2020. A comparison of cost and quality of three methods for estimating density for wild pig (*Sus scrofa*). *Scientific Reports*, 10:2047 | <https://doi.org/10.1038/s41598-020-58937-0>
- DE CROMBRUGGHE, S.A. 2004. Méthode de recensement dite « par quadrillage avec observateurs fixes et/ou mobiles » ou « par approche et affût combinés ». Memento sur les modalités pratiques applicables pour l'espèce Cerf et accessoirement pour les espèces Chevreuil et Sanglier. DGRNE. CRNFB. Direction de la Nature, de la Chasse et de la Pêche. Laboratoire de la Faune sauvage et de Cynégétique, Gembloux. 4 pp.
- EBERT, C., HUCKSCHLAG, D., KOLODZIEJ, K., SCHIKORA, T., SCHULZ, H.K. & HOHMANN, U. 2007. Is non-invasive hair sampling a feasible option to estimate wild boar (*Sus scrofa*) population densities? Poster présenté au XXVIIIème congrès de l'IUGB, 13-18 août 2007, Uppsala, Suède.
- FICKEL, J. & HOHMANN, U. 2006. A methodological approach for non-invasive sampling for population size estimates in wild boars (*Sus scrofa*). *European Journal of Wildlife Research*, 52 : 28-33.
- FONSECA, C. 2002. Distribution and numbers of the wild boar population in South Eastern Poland. *Pirineos*, 157 : 39-45.
- FONSECA, C., KOLECKI, M., MERTA, D. & BOBEK, B. 2007. Use of line intercept track index and plot sampling for estimating wild boar, *Sus scrofa* (Suidae), densities in Poland. *Folia Zoologica*, 56 (4) : 389-398.
- FOCARDI, S., TOSO, S. & PECCHIOLI, E. 1996. The population modelling of fallow deer and wild boar in a Mediterranean ecosystem. *Forest Ecology and Management*, 88 (1-2) : 7-14.
- FOCARDI, F., ISOTTI, R., PELLICIONI, E.R. & IANNUZZO, D. 2002a. The use of distance sampling and mark-resight to estimate the local density of wildlife populations. *Environmetrics*, 13 (2) : 177-186.
- FOCARDI, S., ISOTTI, R. & TINELLI, A. 2002b. Line transect estimates of ungulate populations in a Mediterranean forest. *Journal of wildlife management*, 66 (1) : 48-58.

- FOCARDI, S., GAILLARD, J.M., RONCHI, F. & ROSSI, S. 2008. Survival of wild boars in a variable environment: unexpected life-history variation in an unusual ungulate. *Journal of Mammalogy*, 89 (5): 1113-1123
- GAILLARD, J.M., VASSANT, J. & KLEIN, F. 1987. Quelques caractéristiques de la dynamique des populations de sangliers (*Sus scrofa scrofa*) en milieu chassé. *Gibier Faune Sauvage*, 4 : 31-47.
- GAMELON, M., NATER, C., BAUBET, E., BESNARD, A., TOUZOT, L., GAILLARD, J-M, LEBRETON, J-D, & GIMENEZ, O. 2021. Efficient use of harvest data: A size-class-structured integrated population model for exploited populations. *Ecography*.
- GEISSER, H. & REYER, H.U. 2004. Efficacy of hunting, feeding, and fencing to reduce crop damage by wild boars. *Journal of Wildlife Management*, 68 (4) : 939-946.
- GROOT BRUINDERINK, G.W.T.A., HAZEBROEK, E & VAN DER VOOT, H. 1994. Diet and condition of wild boar, *Sus scrofa scrofa*, without supplementary feeding. *Journal of Zoology*, 233 : 631-648.
- HEBEISEN, C., FATTEBERT, J., BAUBET, E. & FISCHER, C. 2008. Estimating wild boar (*Sus scrofa*) abundance and density using capture-resights in Canton of Geneva, Switzerland. *European Journal of Wildlife Research*, 54 (3), 391-401.
- HOHMANN, U. & FRANKE, U. 2007. First results of daylight aerial counts of larger mammals in forested areas using an Infrared-Camera/High-Resolution-Vis-Camera combination. Présentation au 81ème Annual Meeting German Society of Mammalogy, 23-26 Septembre, Łódź, Pologne.
- LICOPPE, A. & DAHMEN, R. 2006. Expérience de recensement aérien du grand gibier, observations réalisées au-dessus du massif des Hautes-Fagnes. *Forêt wallonne*, 80 : 36-41.
- MARINI, F., FRANZETTI, B., CALABRESE, A., CAPPELLINI, S. & FOCARDI, S. 2008. Response to human presence during nocturnal line transect surveys in fallow deer (*Dama dama*) and wild boar (*Sus scrofa*). *European Journal of Wildlife Research*. 55:107–115.
- NEET, C.R. 1995. Population dynamics and management of *Sus scrofa* in Western Switzerland : a statistical modelling approach. *Journal of Mountain Ecology*, 3 : 188-1991.
- NORES, C., GIL, A.F. & CORRAL, N. 2000. Estimación de la población de jabalí (*Sus scrofa*) por recuento de grupos familiares. *Naturalia Cantabrigae*, 1 : 53-59.
- PLHAL, R., KAMLER, J., HOMOLKA, M. & DRIMAJ, J. 2014. An assessment of the applicability of dung count to estimate the wild boar population density in a forest environment. *Journal of Forest Science*, 60, 2014 (4): 174–180.
- RENARD, M., VISSER, A.A., DE BOER, F.W.F. & van WIEREN, S.E. 2008. The use of the « Woeste Hoeve » wildlife overpass by mammals. *Lutra*, 51 (1) : 5-16.
- ROSELL, C. , CARRETERO, M.A. & BASSOLS, E. 1998. Seguimiento de la evolución demográfica del jabalí (*Sus scrofa*) y efectos del incremento de la presión cinegética en el Parque Natural de la Zona Volcánica de la Garrotxa. *Galemys*, 10, (nº especial): 59-74.
- RODA F. & RODA JM. 2024. Signs of foraging by wild boar as an indication of disturbance to ground-nesting birds. *Journal of Vertebrate Biology*, 73(23103); <https://doi.org/10.25225/jvb.23103>.
- SANTONI, O., BASTIAN, S., ARCANGER, J.F. & LEROY, D. 2006. Les collisions routières dans l'ouest de la France. *Faune sauvage*, 270 : 81-83.
- SCHLEY L ; DUFRENE M., KRIER A. FRANTZ A.C. 2008. Patterns of crop damage by wild boar (*Sus scrofa*) in Luxemburg over a 10-year period. *European Journal of Wildlife Research*, 54 : 589-599
- SPITZ, F. & VALLET, G. 1991. Etude démographique des sangliers du Languedoc. *Bulletin mensuel de l'Office national de la Chasse*, 159 : 28-39.
- THEUERKAUF, J. & ROUYS, S. 2008. Habitat selection by ungulates in relation to predation risk by wolves

- and humans in the Białowieza Forest, Poland. *Forest Ecology and Management*, 256 : 1325–1332.
- THEUERKAUF, J., ROUYS, S. & JEDRZEJEWSKI, W. 2008. Detectability and disappearance of ungulate and hare faeces in a European temperate forest. *Annales Zoologici Fennici*, 45 : 73-80.
- TRUVE, J., LEMEL, J. & SÖDERBERG, B. 2004. Dispersal in relation to population density in wild boar (*Sus scrofa*). *Galemys*, 16 (n° especial) : 75-82.
- VAN WIEREN, S.E. & WORM, P.B. 2001. The use of a motorway wildlife overpass by large mammals. *Netherlands Journal of Zoology*, 51(1) : 97-105.
- VASSANT J., BRANDT, S. & JULLIEN, J.M. 1990. Essai de dénombrement d'une population de sangliers par observations sur places d'affouragement. *Bulletin mensuel de l'ONC*, 147 : 21-26.
- VASSANT, J. 1997. Le sanglier en France ces quinze dernières années. Evolution des effectifs par l'étude des prélèvements. *Bulletin mensuel de l'Office national de la Chasse*, 225 : 32-35.
- VIGNON, V. & et BARBARREAU, H. 2008. Collisions entre véhicules et ongulés sauvages : quel coût économique ? Une tentative d'évaluation. *Faune sauvage*, 279 : 31-35.
- VIRGÓS, E. 2002. Factors affecting wild boar (*Sus scrofa*) occurrence in highly fragmented Mediterranean landscapes. *Canadian Journal of Zoology*, 80 (3) : 430-435.

Annexe 1: Analyse des différents modes de comptage

	Avantages	Inconvénients	perspectives
★ Comptage sur place d'agraineage	relativement simple à mettre en œuvre implique et nécessite des acteurs locaux (forestier, chasseur, agriculteur, naturaliste etc...) Information basée sur un dénombrement effectif des animaux (préférable à du "dire d'expert" non vérifiable) Information précieuse sur les effectifs, permet d'envisager le prélèvement en amont de la saison cynégétique. Information sur la structure de la population et sur la reproduction. Information spatialisée	Méthode non standardisée (quantité de point/ ha?), ni validée scientifiquement. Implique acteurs locaux (avec des intérêts parfois divergents) Dépendante des conditions environnementales (luminosité/météorologie, maîtrise de l'alimentation...) Nombre de comptage limité à deux dans le protocole existant (moyenne sur peu de répétitions) Dérangement et perturbation des animaux lors du départ du point (pas possible de répéter les comptages sur des soirées consécutives) Mise en place à l'échelle locale (massif forestier) non réalisable à l'échelle départementale. Possibilité de phénomène de saturation des points (compétition entre compagnie) si trop peu de points par rapport à l'abondance d'animaux présente sur la zone suivie.	Utilisation de pièges photographiques pour remplacer les humains et augmenter le nombre de répétitions du comptage valider la méthode par rapport à une méthode robuste (IPM) vérifier sa validité dans différents types de milieu (milieu forestier +/- fragmenté, habitat +/- hétérogène (culture, bois, prairie... etc)
★ Tableau de chasse	Mise en œuvre déléguée aux chasseurs et basée sur un réseaux de correspondants Informations à différentes échelles spatiales, notamment départementale. Informations, quantitatives et qualitatives, qui si disponibles sont utiles pour mesure d'effort et/ou pression de chasse Synthèse nationale validée par correspondants du réseau et validation croisée par expertise OFB	Informations déclaratives et recues tardivement (à l'issue saison cynégétique) Informations disponibles selon bon vouloir chasseurs (FNC/FDC/sociétaires) selon contexte politique et social (retour information qui peut être difficile) Information qui peut être biaisée en fonction des règles de chasse appliquées (consignes de tir sur une catégorie de sexe ou d'âge particulière par exemple).	Généralisation de la collecte des informations via des outils numériques (ChassAdapt, etc...) Spatialisation de la collecte des informations via des outils numériques Remontée des informations quasiment en temps réel
★ IPM (CMR)	Méthodologie robuste et fiable basée sur de la modélisation statistique Méthodologie servant de référence pour établir les niveaux de populations d'une zone donnée	Méthodologie limitée à une zone d'étude réduite souvent à des fins scientifiques Méthode nécessitant de gros investissements humains pour la collecte d'informations sur terrain (apprenti, bénévoles, techniciens...) Suivi à long terme. Modélisation nécessitant des compétences techniques avancées.	Méthode qui peut servir à étalonner d'autres méthodes de collecte d'information sur effectifs d'une zone d'étude (principe identique à celui utilisé pour les ICE) Non préconisée comme outil de gestion car coûts financiers élevés pour sa bonne application, difficile à conduire pour un suivi en routine
	Constat	Contrainte/logistique	Coûts
★ Comptage sur place d'agraineage	Bonne concordance entre évolution du taux d'accroissement interannuel obtenu à partir de comptage et celui obtenu à partir de taux d'accroissement mesuré par le prélèvement chasse sur territoire suivi en Haute Marne	Bénévoles, à trouver, disponibles en soirée (en binôme) avec nombre à adapter en fonction du nombre de points à surveiller En amont, aménagement des points d'observations pour une bonne qualité d'observation (emplacement véhicule caché par végétation (filet camouflage, et/ou mirador (attention vent) etc...), hauteur de végétation à adapter sur le point) habitude des animaux à l'agraineage. Nécessite des conditions d'observations optimales (durée du jour longue compatible avec sortie des animaux pour alimentation avant la nuit et de disposer d'une bonne paire de jumelle pour faire des observations de qualité. Localisation des points doit être discrète pour éviter toute source de perturbations autres (observateurs hors journée comptage, photographe animalier etc...) en dehors des soirées de comptage	Achat maïs pour agraineage point pendant environs 20 jours avec 7kg/ point/ jours + véhicule (carburant) pour tournée point + personnels (bénévoles?) + coût temps agent coordinateur OFB (synthèse des informations etc)
★ Tableau de chasse	Bonne concordance entre évolution du taux d'accroissement interannuel obtenu à partir de comptage et celui obtenu à partir de taux d'accroissement mesuré sur prélèvement chasse sur territoire référence en Haute Marne Bonne concordance/corrélation entre estimation des effectifs d'animaux présent avant et/ou après chasse avec celui prélevé par chasse sur territoire référence en Haute Marne	organisation du recueil des informations au tableau de chasse doit être faite avec rigueur par bénévoles motivés disponibilité des bénévoles aux différents tableaux de chasse	terrain se réalise pendant la chasse par les chasseurs pour l'essentiel (bénévoles) coût sur temps de récupération de la donnée et traitement (validation des informations) par agent OFB - responsable gestionnaire réseau ongulés sauvage.



IPM (CMR)

méthode utilisée à des fins scientifiques pour apprécier les mécanismes fins affectant les paramètres démographiques d'une population et les possibles évolutions des traits d'histoire de vie

A venir, dérogation capture lié à la réglementation sur bien être animal, formation UAFSNH ou/sous la responsabilité d'un expert formé.

coûts de construction des cages pièges et de leur entretiens (achat petits matériels + bois pour les portes à remplacer etc...)
coûts de l'achat et la distribution de l'appât dans les pièges
coûts surveillance du dispositif de piégeage pour éviter capture fortuite (outils de suivi à distance balise et/ou piège photo)
Mobilisation des personnels suffisants et aguerris pour manipulations des animaux
coûts des matériels de marquages (boucles auriculaire, pinces, transpondeurs et lecteur transpondeur etc...)