

Programme scientifique « François SOMMER » à Chambord

**« CHASSE ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS
D'ONGULES SAUVAGES »**

Rapport de synthèse des activités scientifiques menées
dans le cadre de la convention tri-partite entre la
Fondation François Sommer, l'Office National de la
Chasse et de la Faune Sauvage et le Domaine national de
Chambord (2014 – 2016)

Rédaction : Flore Jegoux
Baubet E., Ferté H., Pellerin M., Rossi S., Saïd S.
Richard E., Klein F.

Décembre 2016

Abréviations et espèces désignées

AMT : Alaria Migration Technique

BTV8 : Bluetongue Virus, serotype 8

Cerf élaphe : *Cervus elaphus*

Chevreuil : *Capreolus capreolus*

CMR : Capture-marquage-recapture

DNC : Domaine National de Chambord

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

ESA : École supérieure d'Agriculture

FCO : fièvre catarrhale ovine

FDC : Fédération de Chasse

FFS : Fondation François Sommer

LPG : Larves par gramme de matière fécale

ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

OPG : Oeufs par gramme de matière fécale

IA : Indice d'abrutissement

IC : Indice consommation

ICE : Indice de Changement Écologique

IKV : Indice kilométrique voiture

LDA : Laboratoire départemental d'analyses

LVD : Laboratoire vétérinaire départemental

Mouflon : *Ovis musimon*

SAGIR : Réseau de surveillance épidémiologique des oiseaux et mammifères terrestres en France

PCR : Réaction en chaîne par polymérase

PCV2 : Circovirus porcin

Sanglier : *Sus scrofa*

SBV : Virus de Schmallenberg

TB : Tuberculose bovine

VHE : Virus de l'hépatite E

Table des matières

1	Introduction	1
2	Dynamique et gestion du sanglier	2
2.1	Analyse du tableau de chasse du sanglier – prélèvements et données recueillies	2
2.1.1	Saison de chasse 2014-2015 (mai 2014 – mars 2015 inclus)	3
2.1.2	Saison de chasse 2015-2016 (avril 2015 – mars 2016 inclus)	4
2.1.3	Poursuite des analyses et premières conclusions	6
2.2	Estimation de la survie du sanglier à Chambord.....	6
2.3	Développement et expérimentation d'un nouveau protocole anesthésique.....	8
2.4	Statut reproducteur des laies.....	9
2.4.1	Saison de chasse 2014-2015	9
2.4.2	Saison de chasse 2015-2016	10
2.5	Système d'appariement du sanglier	11
3	Dynamique du cerf élaphe	13
3.1	Analyse du tableau de chasse (cerf élaphe) et estimation des paramètres démographiques.....	13
3.1.1	Analyse du tableau de chasse	13
3.1.2	Prélèvements et indicateurs relevés	14
3.1.3	Campagne de capture-marquage-recapture	18
3.2	Domaine vital des biches	22
3.2.1	Domaines vitaux annuels et utilisation de l'habitat	22
3.2.2	Réactions des biches étudiées face aux battues	23
3.2.3	Expérimentation sur l'exozoochorie : le potentiel disperseur du cerf élaphe en milieu forestier	25
3.3	Conclusions et avancées	26
4	Pathologies des ongulés.....	27
4.1	État sanitaire du sanglier et du cerf élaphe à Chambord	27
4.1.1	Microparasites	27
4.1.1.1	Protocoles et prélèvements systématiques (surveillance programmée).....	28
4.1.1.2	Prélèvements sur cadavres ou lésions (surveillance événementielle).....	29
4.1.2	Résultats	32
4.1.2.1	Maladies du cerf	32
4.1.2.2	Maladies du sanglier	32
4.2	Macroparasites	37
4.2.1	Protocole scientifique	38
4.2.2	Le parasitisme chez le sanglier (hors <i>Alaria alata</i> , voir fiche projet n°10)	38
4.2.3	Le parasitisme chez le cerf élaphe	40
4.2.3.1	Examens coprologiques	40
4.2.3.2	Examens coprologiques : prévalences	42
4.2.3.3	Examens coprologiques : taux d'infestation	44
4.2.3.4	Examen des viscères	46

4.3	Sanglier : étude du cycle d' <i>Alaria alata</i>	49
4.3.1	Protocoles scientifiques	49
4.3.1.1	Volet 1	49
4.3.1.2	Volet 2	50
4.3.2	Retombées pratiques espérées pour Chambord	50
4.4	Résultats.....	50
4.4.1	Mésocercaires d' <i>Alaria alata</i> : prévalences et taux d'infestation chez le sanglier	51
4.4.2	Furcocercaires d' <i>Alaria alata</i> : Prévalence et taux d'infestation chez les mollusques	52
4.4.3	Mésocercaires d' <i>Alaria alata</i> : prévalences et taux d'infestation chez les amphibiens	54
4.4.4	Recherche des parasites chez les hôtes définitifs connus (et autres carnivores)	56
4.5	Immuno-compétence du sanglier	57
4.5.1	Protocole scientifique	58
4.5.1.1	Principes de l'étude en capture-marquage-recapture.....	58
4.5.1.2	Composantes humorales	58
4.5.1.3	Composantes cellulaires	59
4.5.2	Résultats	59
5	Outils de suivi des populations d'ongulés.....	60
5.1	Protocoles.....	61
5.1.1	Indice kilométrique voiture (« IKV », ICE abondance, voir annexe 1)	61
5.1.2	Indice de consommation (« IC », ICE pression, voir annexe 2)	61
5.1.3	Indice d'abrouissement (« IA », ICE pression, voir annexe 3)	61
5.1.4	Estimation de fructification forestière en double échantillonnage (développement et tests)	62
5.1.4.1	Premier passage annuel (fin de la période estivale)	62
5.1.4.2	Second passage annuel (après le pic de chute des fruits)	63
5.1.4.3	Mise en place de l'estimation de fructification forestière et premiers résultats	64
6	Chasse durable	65
7	Conclusions à l'issue des 3 premières années d'étude.....	66
8	Bibliographie	67
9	Annexes	70
9.1	Extrait de la fiche technique de l'indice kilométrique voiture (IKV ; http://www.oncfs.gouv.fr/Fiches-techniques-download156)	70
9.2	Extrait de la fiche technique de l'indice de consommation (IC ; http://www.oncfs.gouv.fr/Fiches-techniques-download156).....	71
9.3	Extrait de la fiche technique de l'indice d'abrouissement (IA ; http://www.oncfs.gouv.fr/Fiches-techniques-download156).....	72

Tables des illustrations

<u>Figure 1. :</u>	Effectifs de sangliers prélevés au DNC entre le mois de mai 2014 et le mois de mars 2016. Les saisons de chasse s'étendent des mois de novembre aux mois de mars (inclus).	3
<u>Figure 2. :</u>	Distribution des sangliers mâles et femelles prélevés au cours de la saison de chasse 2014-2015 au DNC selon leur masse corporelle vide (649 individus dont 315 mâles et 334 femelles).	4
<u>Figure 3. :</u>	Nombre de mâles et de femelles observés pour l'ensemble des sangliers prélevés au DNC lors de la saison 2014-2015 (A) et seulement pour les individus précédemment capturés et marqués (B).	4
<u>Figure 4. :</u>	Distribution des sangliers mâles et femelles prélevés au cours de la saison de chasse 2015-2016 au DNC selon leur masse corporelle vide (1166 individus dont 561 mâles et 605 femelles).	5
<u>Figure 5. :</u>	Nombre de mâles et de femelles observés pour l'ensemble des sangliers prélevés au DNC lors de la saison 2015-2016 (A) et seulement pour les individus précédemment capturés et marqués (B).	5
<u>Figure 6. :</u>	Estimation du taux de paternité multiple obtenu sur 110 portées analysées sur le territoire de Chambord. En rouge par COLONY et en vert par NPA.	12
<u>Figure 7. :</u>	Variations annuelles du taux de paternité multiple obtenu sur 110 portées analysées sur le territoire de Chambord. En rouge par COLONY et en vert par NPA. S1 = 2011-2012 ; S4 = 2014-2015 et S5 = 2015-2016.	12
<u>Figure 8. :</u>	Variation temporelle des prélèvements de cerfs à la chasse sur le domaine national de Chambord depuis la saison cynégétique 1980-1981. Le trait noir représente les prélèvements totaux, le trait gris en pointillé ceux des mâles et le trait gris plein ceux des femelles.	14
<u>Figure 9. :</u>	Variation temporelle des prélèvements de cerfs femelles à la chasse sur le domaine national de Chambord depuis la saison cynégétique 1980-1981. Le trait noir représente les prélèvements des biches, le trait noir en pointillé ceux des bichettes et le trait gris plein ceux des faons.	15
<u>Figure 10. :</u>	Variation temporelle de l'indice nocturne mis en place sur le domaine national de Chambord. Les points blancs représentent les valeurs de comptage de chaque sortie, et les points noirs les valeurs moyennes annuelles.	16
<u>Figure 11. :</u>	Variation temporelle de la masse corporelle des faons prélevés sur le domaine national de Chambord (cohorte et année sont confondues pour les faons). Les points représentent les prédictions par le meilleur modèle des moyennes annuelles par sexe et corrigée par la date de tir, et les barres verticales les intervalles de confiance à 95% des prédictions. Les nombres à l'intérieur du graphique donnent les tailles d'échantillons pour les faons mâles (en haut) et les faons femelles (en bas).	16
<u>Figure 12. :</u>	Variation temporelle de la longueur de patte arrière des faons prélevés sur le domaine National de Chambord. Les points représentent les prédictions par le meilleur modèle des moyennes annuelles par sexe et corrigée par la date de tir, et les barres verticales les intervalles de confiance à 95% des prédictions. Les nombres à l'intérieur du graphique donnent les tailles d'échantillons pour les faons mâles (en haut) et les faons femelles (en bas).	17
<u>Figure 13. :</u>	Variation temporelle du taux de gestation des femelles prélevées sur le domaine national de Chambord. Les nombres à l'intérieur du graphique donnent les tailles d'échantillons pour les biches (en haut) et les bichettes (en bas).	17
<u>Figure 14. :</u>	Photographie de deux bichettes marquées et identifiées par un collier au sein du DNC (crédit : Jean Compère).	20
<u>Figure 15. :</u>	Variation temporelle de l'effectif de la population de cerfs du domaine national de Chambord prédit (par le modèle, avant et après prélèvement) de 1983-1984 à 2015-2016. Par comparaison, l'indice nocturne mis en place depuis 1985 (correspondant à la saison 1984-1985) a été ajouté.	21
<u>Figure 16. :</u>	Simulation des prélèvements de femelles faons et adultes (bichettes et biches) et effet sur le taux d'accroissement de la population (les proportions indiquées sont exprimées par rapport à la population existante de femelles faons et adultes).	21
<u>Figure 17. :</u>	Domaines vitaux annuels des biches étudiées au cours de l'année 2015.	23
<u>Figure 18. :</u>	Comparaison des résultats obtenus par méthode de flottaison et par technique au MIF.	39
<u>Figure 19. :</u>	Taux de réalisation des tests coprologiques pour les jeunes individus.	41
<u>Figure 20. :</u>	Taux de réalisation des tests coprologiques pour les individus adultes.	41
<u>Figure 21. :</u>	Prévalence des parasites intestinaux recherchés chez les faons de cerfs.	42
<u>Figure 22. :</u>	Prévalence des parasites intestinaux recherchés chez les cerfs et biches de plus d'un an.	43
<u>Figure 23. :</u>	Prévalence des parasites pulmonaires chez les faons de cerfs.	43

<u>Figure 24.</u> :	Prévalence des parasites pulmonaires chez les cerfs et biches de plus d'un an.....	44
<u>Figure 25.</u> :	Schéma du cycle de parasitisme d' <i>Alaria alata</i> avec pour chaque espèce hôte, le nombre d'individus jeunes et/ou adultes examinés ainsi que le nombre d'infectés pour chaque année d'étude. Tous les hôtes paraténiques ne sont pas représentés.	51
<u>Figure 26.</u> :	Sites des mollusques positifs à <i>Alaria alata</i>	53
<u>Figure 27.</u> :	Carte des sites prospectés avec des têtards positifs à <i>Alaria alata</i>	56
<u>Figure 28.</u> :	Localisation du parcours pour le protocole fructification dans le DNC en 2015 et localisation des stations échantillonnées (les numéros correspondants au numéro de chaque station). (source P. Charpentier, légende modifiée).	64
<u>Figure 29.</u> :	Relation entre la valeur d'indice attribué à l'arbre lors du comptage d'août et la valeur de la fructification dénombrée sur 4 quadrats de 50 cm ² en octobre.....	65

Tableau 1.: Etat des différents projets de recherche menés au sein du programme scientifique « François SOMMER » depuis 2014.....	1
Tableau 2.: Proportions des individus marqués tués pendant les saisons de chasse 2014-2015 et 2015-2016. Le pourcentage total d'animaux marqués repris (31,4%) ne prend pas en compte les individus marqués en 2016, car la saison de chasse 2015-2016 n'est pas achevée.....	6
Tableau 3.: Résumé des efforts de capture de sangliers annuels menés au DNC entre mai 2014 et août 2016. Chaque année, 10 cages-pièges sont utilisées simultanément.....	7
Tableau 4.: Détails des différents prélèvements réalisés sur les sangliers capturés au DNC depuis le début de l'année 2014. Entre parenthèses sont indiqués les pourcentages que représentent ces mesures sur le nombre total d'individus capturés au cours de la saison.	8
Tableau 5.: Résumé des taux de croissance journaliers observés sur les marcassins capturés au moins deux fois entre les mois d'avril et août de chaque année.	8
Tableau 6.: État reproductif des laies recensées en fonction de leur poids et de leur catégorie pendant la saison 2014-2015 (symboles : *une femelle notée gestante avec embryon mais aucun prélèvement réalisé sur elle ou ses fœtus ; **sous réserve ; ***aucune preuve du déclaratif).	10
Tableau 7.: État reproductif des laies recensées en fonction de leur poids et de leur catégorie pendant la saison 2015-2016.....	10
Tableau 8.: Récapitulatif du nombre de cerfs capturés et marqués lors des panneautages, puis observés dans le DNC, recapturés par panneautage ou prélevés à la chasse.....	19
Tableau 9.: Chiffres-clés de l'étude des réactions des six biches étudiées au DNC aux battues des saisons 2014-2015 (janvier-mars) et 2015-2016 (novembre-février).....	23
Tableau 10.: Résumé des biches étudiées et des graines retrouvées dans le cadre de l'expérimentation sur l'exozoochorie.	25
Tableau 11.: Liste des agents pathogènes ciblés chez le sanglier. L'étude a combiné les surveillances programmée (S. Pro) pour certaines maladies jugées subcliniques et/ou événementielle (S. Even.) pour les maladies associées à de la mortalité ou des lésions. Les maladies présentant une importance pour la santé publique animale ou humaine sont signalées par une *.....	30
Tableau 12.: Liste des agents pathogènes ciblés chez le Cerf.....	31
Tableau 13.: Résultats de la surveillance programmée chez le Cerf.....	35
Tableau 14.: Résultats de la surveillance programmée chez le Sanglier.....	36
Tableau 15.: Nombre de prélèvements susceptibles d'être analysés selon la provenance et l'âge des cerfs.	40
Tableau 16.: Taux de réalisations des tests pour chaque classe d'animal prélevé.	41
Tableau 17.: Taux d'infestation des faons (2014).	44
Tableau 18.: Taux d'infestation des cerfs et biches de plus d'un an (2014).	45
Tableau 19.: d'infestation des faons (2015).	45
Tableau 20.: Taux d'infestation des cerfs et biches de plus de un an (2015).	45
Tableau 21.: Taux d'infestation des faon (2016).	45
Tableau 22.: Taux d'infestation des cerfs et biches de plus d'un an (2016).	46
Tableau 23.: Organes prélevés chez les ongulés sauvages ruminants du DNC.....	47
Tableau 24.: Secteurs à fortes prévalences d'Alaria alata chez les sangliers tués.....	51
Tableau 25.: Principaux mollusques prélevés (entre 2014 et 2016). * en fonction de la morphologie externe.	52
Tableau 26.: Prévalence et taux d'infestation d'Alaria alata chez les amphibiens adultes (en fonction des espèces : détermination sur des critères morphologiques). *Taux d'infestation : nombre de mésocercaires observées par individu.	54
Tableau 27.: Prévalence et taux d'infestation d'Alaria alata chez les amphibiens au stade de forme larvaire. *Taux d'infestation : nombre de mésocercaires observées par individu.....	54
Tableau 28.: Répartition des têtards analysés en 2014.....	55
Tableau 29.: Répartition des têtards analysés en 2015.....	56
Tableau 30.: Description des classes utilisées pour quantifier le nombre de fruit sur un arbre observé avant la chute de ceux-ci.	63

1 Introduction

En janvier 2014 était officiellement signée la convention de partenariat tripartite entre le Domaine national de Chambord (DNC), l'Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage (ONCFS) et la Fondation François Sommer (FFS). Le programme entendu, intitulé « Chasse et dynamique des populations d'ongulés sauvages », a pour but d'étudier l'influence de la chasse et d'autres paramètres environnementaux sur la démographie de deux espèces phares d'ongulés forestiers Européens : le sanglier *Sus scrofa* et le cerf élaphe *Cervus elaphus*.

Environnement naturel clos et contrôlé depuis de nombreuses années, le DNC s'est déjà illustré comme un terrain d'étude idéal pour observer et expérimenter sur les populations d'ongulés sauvages. Grâce aux efforts combinés des trois parties, les connaissances scientifiques amassées sur ces deux espèces seront diffusées au sein de la communauté scientifique et présentées au grand public pour promouvoir une meilleure gestion cynégétique du nombre croissant d'ongulés dans les massifs forestiers Européens. Elles seront également mise en pratique sur le territoire de Chambord.

Ce document se veut la synthèse des actions scientifiques pilotées par l'ONCFS et mises en place avec le concours des agents du DNC pendant les trois premières années de cette convention (tableau 1), ainsi que de leurs résultats et des perspectives qu'ils offrent pour la suite du partenariat DNC-ONCFS-FFS.

Thème	N° de projet	Intitulé	Année initiale	Année de fin (prévision)	État actuel (août 2016)
Dynamique du sanglier	1	Estimation de la survie du sanglier à Chambord	2014	2024	En cours
	2	Statut reproducteur des laies	2014	2024	En cours
	3	Système d'appariement du sanglier	2012	2018	En cours
	4	Analyse du tableau de chasse du sanglier	2014	permanent	En cours
Dynamique du cerf élaphe	5	Estimation des paramètres démographiques	2014	2024	En cours
	6	Succès reproducteur des mâles	2014	2024	Non débuté
	7	Domaine vital des biches	2014	2017	En cours
Pathologie des ongulés	8	Analyse du tableau de chasse du cerf élaphe	2014	permanent	En cours
	9-A	État sanitaire des ongulés à Chambord : microparasites et gale sarcoptique	2011	2017	En cours
	9-B	État sanitaire des ongulés à Chambord : macroparasites	2014	2017	En cours
Pathologie des sangliers	11	Immuno-compétence des sangliers	2014	selon résultats	En cours
	10	Étude du cycle d' <i>Alaria alata</i>	2014	2017	En cours
Outils de suivi des populations d'ongulés	12	Mise au point d'indicateurs	2014	2024	En cours
Chasse durable	13	Stratégies de chasse efficaces	2016	inconnue	Non débuté

Tableau 1.: Etat des différents projets de recherche menés au sein du programme scientifique « François SOMMER » depuis 2014.

2 Dynamique et gestion du sanglier

Fiche projet N° : 4	Unité d'étude ou de recherche : Unité Cervidés-Sanglier		
Responsable scientifique : Eric BAUBET	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : permanent	
	Thème : Dynamique du sanglier		

Espèce forestière communément répandue en Europe, les populations de *Sus scrofa* sont des maillons essentiels aux écosystèmes qu'ils occupent. Dans de nombreux territoires, un nombre trop important de ces Suidés a des conséquences directes sur l'état du sol forestier, la régénération de ses essences végétales et la diversité d'autres espèces animales (Ickes et al., 2001 ; Scott et al., 2001 ; Hone et al., 2002 ; Sweitzer et Van Vuren, 2002 ; Baubet et al., 2003 ; Jolley et al., 2010). Pendant certains mois de l'année, ils peuvent provoquer des dégâts importants aux cultures et aux terres arables dans leur quête de nourriture (Schley et Roper, 2003). Le sanglier est un des principaux gibier chassé en France, et de façon surprenante, les habitudes de vie et le comportement de cet animal sont peu connus.

Avec une population aux effectifs importants, isolée géographiquement et gérée par un organisme de contrôle unique, l'étude des sangliers chambourdins a été désignée comme une excellente occasion de faire progresser les connaissances scientifiques et gestionnaires sur cette espèce. Plusieurs axes de recherche ont été initiés au démarrage de cette convention et profitent de deux sources de données : l'examen des individus du tableau de chasse du Domaine, ainsi que des captures par cage-piège réalisées au cours de chaque année (campagne de capture-marquage-recapture, CMR). L'objectif de cet ensemble d'études est de mieux déterminer les moteurs de la dynamique démographique de ce Suidé (chasse, climat, environnement, densité animale).

Après trois premières années de fonctionnement, les premières conclusions et observations des projets de recherche et des actions techniques sont présentées ci-dessous. Notons que le sanglier est également l'objet de recherches sur le thème « Pathologie des ongulés », présentées plus loin dans ce document.

2.1 Analyse du tableau de chasse du sanglier – prélèvements et données recueillies

Représentatifs de la population dont ils proviennent, les sangliers tués à la chasse sont examinés afin de recueillir de nombreux paramètres utiles voire indispensables à la conduite des travaux sur la dynamique de l'espèce. Différentes mesures, observations et récoltes de matériels biologiques sont réalisées à cette occasion. Les données recueillies sont informatisées. Elles pourront être intégrées dans des analyses comparatives qui regroupent plusieurs autres territoires d'étude.

Ces mesures vont d'observations générales (sexe, détermination de l'âge par la dentition) aux mesures anatomiques (masse corporelle vide, longueur des tarse) et aux prélèvements biologiques (tractus génital des femelles, sérum sanguin, rate, rectum, etc...). Toute marque d'identification est systématiquement recherchée sur les animaux (marques auriculaires ou transpondeur).

Bien que l'étude démographique demande de nombreuses années de fonctionnement pour produire des résultats robustes, observer les statistiques des tableaux de chasse peut nous donner un aperçu instantané de la population actuelle du DNC. Les résultats présentés ci-dessous concernent les saisons de chasse complètes 2014-2015 et 2015-2016. Notons que ces tableaux prennent également en compte certains individus retrouvés décédés pour de diverses raisons dans le DNC en dehors des saisons de chasse (figure 1 ; accident de la route, maladie, braconnage ...).

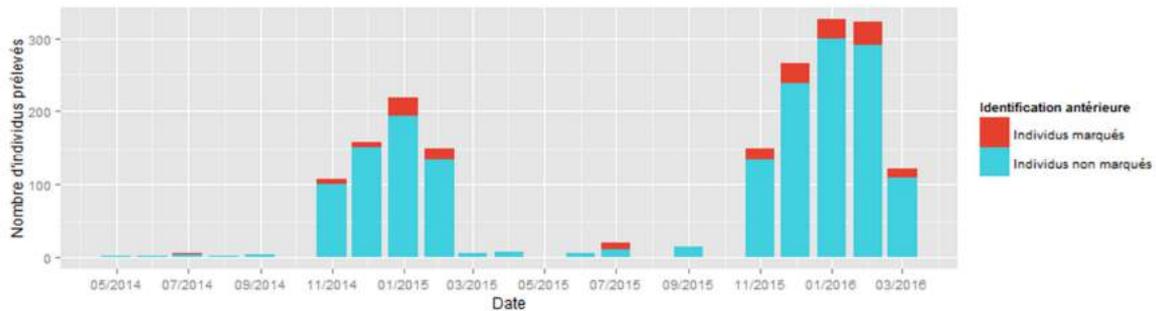


Figure 1. : Effectifs de sangliers prélevés au DNC entre le mois de mai 2014 et le mois de mars 2016. Les saisons de chasse s'étendent des mois de novembre aux mois de mars (inclus).

2.1.1 Saison de chasse 2014-2015 (mai 2014 – mars 2015 inclus)

654 individus ont été enregistrés morts, avec information sur le poids pour 649 d'entre eux. 55 individus marqués ont été prélevés (dont 52 marqués avant le mois d'octobre 2014), soit un taux de retour de 16,7 % (tableau 2). D'après nos connaissances, ce taux est particulièrement faible, surtout pour un milieu clos. Par ailleurs, le nombre d'animaux marqués par rapport à l'ensemble de ceux déclarés morts pour la saison écoulée représente moins de 10% (8,41 %).

Pour l'ensemble du tableau de chasse, on trouve une distribution par classe de poids conforme à celles qui sont connues chez le sanglier sur d'autres territoires. On y observe une discrimination facile des jeunes de l'année par leur classe de poids et une distinction moins évidente chez les femelles que chez les mâles pour les classes de poids représentant les adultes et subadultes (figure 2).

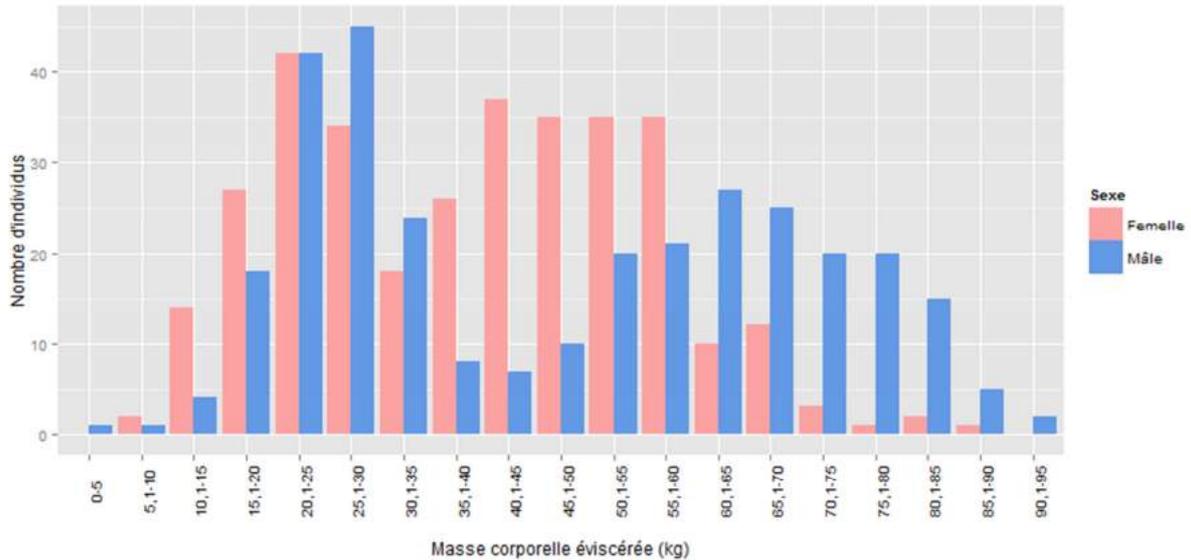


Figure 2. : Distribution des sangliers mâles et femelles prélevés au cours de la saison de chasse 2014-2015 au DNC selon leur masse corporelle vide (649 individus dont 315 mâles et 334 femelles).

La sex ratio de l'ensemble des individus prélevés est plutôt équilibrée (0,95 ; figure 3). Celui concernant uniquement les individus marqués est caractérisé par un grand nombre de mâles par rapport à celui des femelles (1,62) ; il n'y a aucune explication robuste à cette observation, bien que l'ensemble des individus marqués en 2014 comporte de base davantage de mâles que de femelles (1,19).

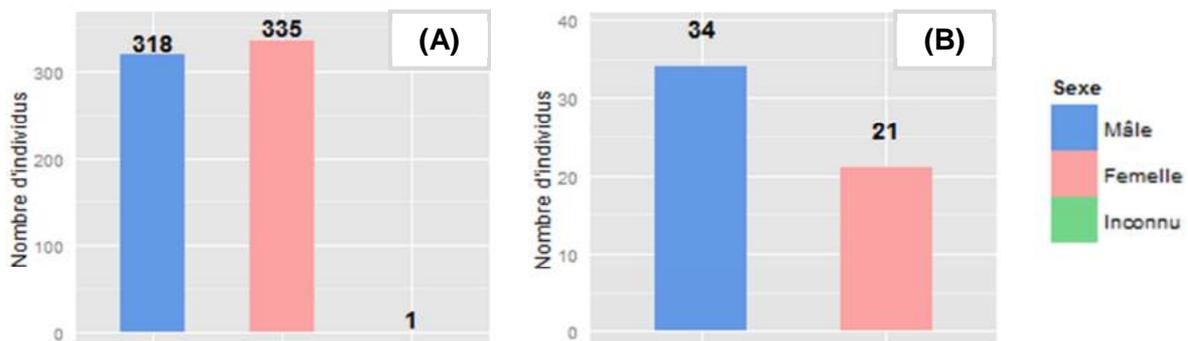


Figure 3. : Nombre de mâles et de femelles observés pour l'ensemble des sangliers prélevés au DNC lors de la saison 2014-2015 (A) et seulement pour les individus précédemment capturés et marqués (B).

2.1.2 Saison de chasse 2015-2016 (avril 2015 - mars 2016 inclus)

1261 individus ont été enregistrés au tableau de chasse de cette saison, avec une information de masse corporelle vide pour 1170 d'entre eux (92,7 %). 130 de ces sangliers ont été précédemment marqués et présentent au moins une marque d'identification (marque auriculaire et/ou transpondeur). Ces sangliers marqués tués en 2015-2016 représentent 10,3 % du total de Suidés prélevés cette année, une valeur plus faible que celle de l'année précédente, qui était déjà

anormalement basse. Au final, le total des animaux marqués et tués au cours des deux saisons de chasse représente 10,2 % du total des animaux capturés en deux ans.

L'examen de la figure fait apparaître des individus mâles de poids très important (> 90 kg ; figure 4).

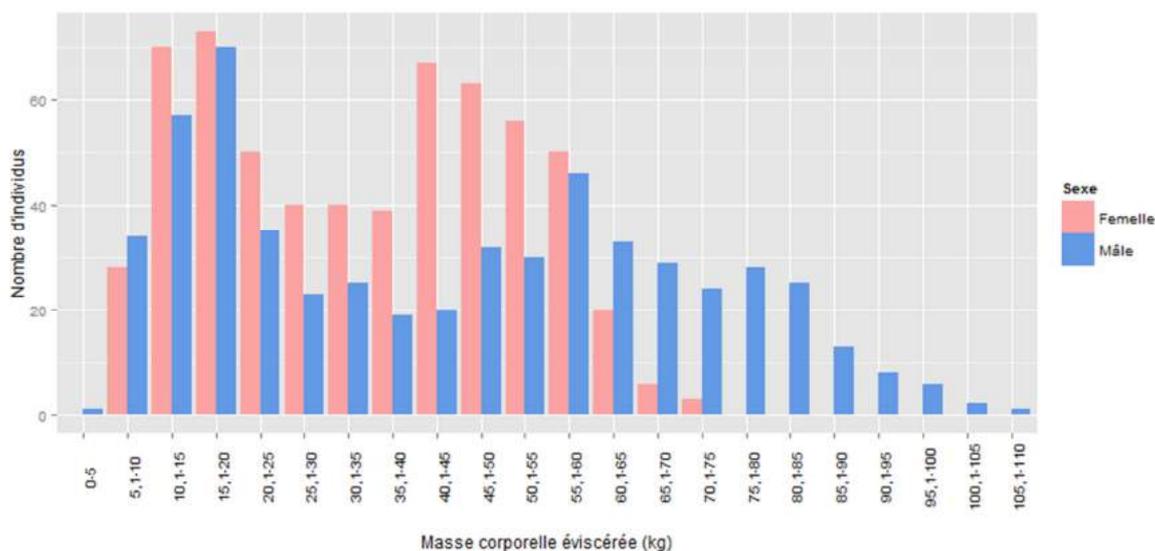


Figure 4. : Distribution des sangliers mâles et femelles prélevés au cours de la saison de chasse 2015-2016 au DNC selon leur masse corporelle vide (1166 individus dont 561 mâles et 605 femelles).

La sex ratio du total des individus prélevés est toujours en légère faveur des femelles (figure 5 ; 0,94) tandis que cet indice est quasiment égal à 1 en ce qui concerne les individus marqués (0,98).

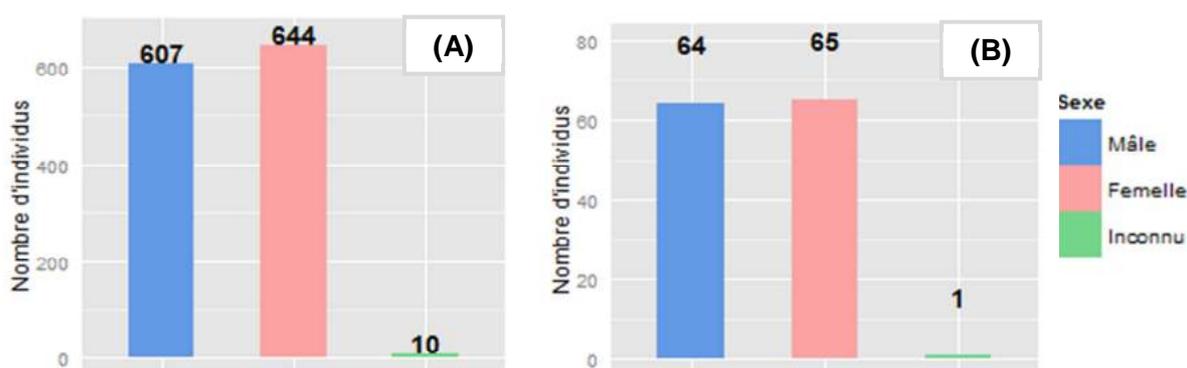


Figure 5. : Nombre de mâles et de femelles observés pour l'ensemble des sangliers prélevés au DNC lors de la saison 2015-2016 (A) et seulement pour les individus précédemment capturés et marqués (B).

Sur ces 130 individus recensés morts et précédemment marqués, 64 avaient été initialement capturés pendant la saison CMR 2014 (49,23 %) et 65 pendant la saison CMR 2015 (50 %). Un

individu marqué n'a pas de date de capture initiale en raison d'une erreur de saisie sur le fichier des prélèvements.

	Nombre d'animaux marqués	Nombre d'animaux de 2014 repris	Nombre d'animaux de 2015 repris	Nombre total d'animaux marqués repris
2014	331	55 soit 16,6 %	64 soit 19,3 %	36,0%
2015	244	0	65 soit 26,7 %	26,7%
2016	250	0	0	0,0%
Total	825			31,4%

Tableau 2.: Proportions des individus marqués tués pendant les saisons de chasse 2014-2015 et 2015-2016. Le pourcentage total d'animaux marqués repris (31,4%) ne prend pas en compte les individus marqués en 2016, car la saison de chasse 2015-2016 n'est pas achevée.

2.1.3 Poursuite des analyses et premières conclusions

L'enregistrement rigoureux des caractéristiques des sangliers décédés au DNC est une source d'information indispensable à la conduite des autres projets scientifiques et au suivi de la campagne de CMR. Les données récupérées sont dans l'ensemble très complètes, bien que certaines erreurs de saisie ou perte de documents sur le terrain provoquent des zones d'ombre dans les analyses (individus au sexe inconnu, transpondeur non scanné ...).

Dans l'ensemble, les proportions de mâles et de femelles ainsi que la répartition des animaux selon leur masse corporelle n'ont rien d'anormal en comparaison d'autres territoires d'étude. En revanche, le taux de retour total des marques pour ces deux premières années reste bas, même en comparaison avec des études CMR menées il y a plusieurs décennies avec des protocoles et des équipements plus spartiates. Ce pourcentage de 31,4 % est même anormal étant donné les efforts investis dans la campagne de capture et le caractère clos du territoire qui empêche toute dispersion des animaux.

Valorisation : Toutes les données récoltées sont capitales dans la conduite des projets liés au sanglier de la présente convention.

2.2 Estimation de la survie du sanglier à Chambord

Fiche projet N° : 1	Unité d'étude ou de recherche : Unité Cervidés-Sanglier		
Responsable scientifique : Eric BAUBET	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : 2024	
	Thème : Dynamique du sanglier		

À partir de l'examen des sangliers marqués recapturés ou tués, ainsi qu'à l'aide de l'évaluation des paramètres environnementaux (climat, déroulement des chasses, ICE), cette étude doit à terme permettre de modéliser la dynamique démographique de cette espèce au DNC. Si les tableaux de chasse permettent le suivi des animaux marqués au fil des ans, il a été nécessaire de dédier des efforts importants pour initialement capturer et identifier ces sangliers. Les premières années d'une campagne CMR sont essentielles afin de roder le protocole de capture et de marquer un grand nombre de jeunes animaux, ainsi que des individus subadultes.

Les captures au DNC ont été réalisées à l'aide de cages-pièges adaptées à la taille des individus visés. Ces cages sont agrainées pendant les semaines précédant les captures, puis des journées sont dédiées à l'identification des suidés piégés (prélèvements biologiques, mesures, attribution de boucles auriculaires et d'un transpondeur ...). La manipulation des animaux permet de constater leur état sanitaire en observant leur allure générale, la présence de symptômes d'infections ou de parasites externes.

Chez les marcassins, on vérifie la présence de dentition de lait et de prémolaires afin de déterminer plus finement l'âge en cas de recapture avant la saison de chasse suivante. Chaque animal se voit attribuer un transpondeur sous-cutané, ainsi que deux boucles auriculaires numérotées. La longueur de tarse et la masse corporelle sont mesurées.

Trois vagues de capture ont lieu par année : la plus importante est celle concernant les marcassins, et qui s'étend des mois de mars à août selon la précocité des mises-bas. Marquer de nombreux petits assure la récolte d'un maximum d'informations sur leur croissance et donne l'occasion de suivre des individus les plus âgés possibles dans les prochaines années. Chaque année, un minimum de 300 nouveaux marcassins marqués constitue l'objectif de base à atteindre. 304 jeunes ont été capturés en 2014, puis ce chiffre a chuté à 176 individus en 2015 alors que l'objectif avait été rehaussé à 400 marcassins à piéger pour assurer la bonne continuation de la campagne CMR. 196 nouveaux marcassins ont été capturés entre juin et septembre 2016.

Les deux autres périodes de capture sont plus brèves et s'étendent sur deux à quatre semaines avant et après la saison de chasse (septembre et mars). Ces captures sont appelées « captures tout-venant » car on y piège aussi bien des jeunes que des individus plus gros. De façon générale, la sex ratio entre les individus marqués est équilibrée, bien que penchant légèrement en faveur des mâles pour les saisons 2014 et 2016.

	Année			Total	Moyenne
	2014	2015	2016		
Nombre de journées de capture	15	28	18	61	20,3
Nouveaux individus capturés	327	244	250	821	274
Effort de capture (nouveaux individus)	2,18	0,96	1,34		1,49
Nombre total de manipulations	559	472	471	1502	501

Tableau 3.: Résumé des efforts de capture de sangliers annuels menés au DNC entre mai 2014 et août 2016. Chaque année, 10 cages-pièges sont utilisées simultanément.

Comme mentionné précédemment, chaque capture ou recapture est l'occasion de mesurer des indices de croissance (masse corporelle pleine, longueur de tarse) et de prélever des échantillons biologiques indispensables aux études génétiques et sanitaires sur l'espèce (voir fiches projet n°3, 9-A, 9-B et 11). Le tableau 4 présente l'ensemble de ces mesures et prélèvements sur les trois années de CMR. Notons que certains de ces prélèvements, comme le raclage cutané, ne sont justifiés qu'en cas de symptômes extérieurs importants d'infection par des parasites ou agents pathogènes.

	Année		
	2014	2015	2016
Nombre mesurés/prélevés (% du total de la saison)			
Nombre total d'individus manipulés	559	472	471
Masse corporelle pleine	556 (99,4 %)	454 (96,2 %)	470 (99,8 %)
Longueur de tarse	551 (98,6 %)	450 (95,3 %)	461 (97,9 %)
Échantillon de sang n°1	466 (79,8 %)	410 (86,9 %)	410 (87,0 %)
Échantillon de sang n°2	368 (65,8 %)	243 (51,5 %)	243 (51,6 %)
Raclage cutané	24 (4,3 %)	1 (0,2 %)	0 (0 %)
Prélèvement à l'écouvillon	0 (0 %)	387 (82,0 %)	97 (20,6 %)
Prélèvement de peau	0 (0 %)	19 (4,0 %)	2 (0,4 %)

Tableau 4.: Détails des différents prélèvements réalisés sur les sangliers capturés au DNC depuis le début de l'année 2014. Entre parenthèses sont indiqués les pourcentages que représentent ces mesures sur le nombre total d'individus capturés au cours de la saison.

Le dernier indice intéressant qui nous est disponible à ce stade préliminaire de la campagne CMR est le taux de croissance des marcassins, qu'il est possible de calculer lorsque l'on recapture des jeunes à plusieurs semaines d'écart entre les mois de mars et août (tableau 5).

	2014	2015	2016
Nombre de marcassins de l'année recapturés	136	83	93
Taux de croissance journalier (g/j)	96,96 ± 51,76	48,35 ± 91,35	35,06 ± 27,81
Écart minimal entre les captures (jours)	13	13	13
Écart maximal entre les captures (jours)	107	155	36

Tableau 5.: Résumé des taux de croissance journaliers observés sur les marcassins capturés au moins deux fois entre les mois d'avril et août de chaque année.

À titre de comparaison, les taux de croissance observés en Haute-Marne (52) oscillent autour de 100 g/j. Ceux trouvés sur le territoire de la Petite Pierre (67, territoire considéré comme « pauvre ») sont davantage comparables à ceux obtenus à Chambord puisqu'elles oscillent selon les années entre 30 et 85 g/j.

La campagne CMR de l'année 2016 n'est pas encore achevée et doit se terminer lorsque les captures « tout-venant » du mois de mars 2017 seront réalisées. Le tableau de chasse 2016-2017 sera alors également à disposition.

2.3 Développement et expérimentation d'un nouveau protocole anesthésique

Ce projet de recherche est piloté par Sophie ROSSI (ONCFS, vétérinaire en charge) et réalisé en partenariat avec l'Université de Hedmark (Norvège, sous la direction de Jon M. Arnemo).

La capture et la manipulation des sangliers implique l'anesthésie générale des gros individus (~40 kg) pour des raisons de confort et de sécurité, à la fois pour l'animal et pour le personnel autour d'eux. Le protocole habituel comporte l'utilisation du mélange tilétamine-zolazépam avec un tranquillisant (xylazine ou médétomidine), efficace pour immobiliser les sangliers pendant 25 à 40 minutes mais leur occasionnant également des réveils longs et agités (1 à 4 heures). Ces

phases mal maîtrisées demandent une surveillance supplémentaire de la part du personnel de capture, et entraînent un stress inutile pour les animaux. Ces réveils peuvent s'avérer dangereux pour eux en occasionnant leur blessure ou même leur mort (chute dans un ruisseau ou volume d'eau et noyade).

L'ONCFS travaille en collaboration avec l'Université de Hedmark pour développer un protocole anesthésique réversible permettant un réveil calme, rapide et mieux maîtrisé. Lors de trois journées de capture « tout-venant » du mois de septembre 2015, des gros individus ont été anesthésiés avec trois mélanges différents (de 6 à 8 réplicats pour chacun des mélanges). Les temps nécessaires aux individus pour développer des symptômes d'endormissement et de léthargie ont été mesurés, jusqu'à l'immobilisation complète des sangliers. Durant l'anesthésie, la température corporelle, les rythmes cardiaques et respiratoires sont enregistrés. On prélève un échantillon de sang artériel pour mesurer la concentration de gaz dissous et plusieurs mesures sont réalisées toutes les 10 minutes environ : temps de remplissage des capillaires, réflexe cornéen, saturation en oxygène de sang. De l'oxygène est administré par tube nasal, et un nouveau prélèvement de sang artériel est réalisé 15 minutes plus tard pour en voir les effets. Finalement, les temps nécessaires à l'animal pour présenter des signes de réveil et pour retrouver le contrôle de ses mouvements sont enregistrés.

Les résultats de ces expériences ne sont pas encore disponibles à ce jour. L'Université de Hedmark couvre l'ensemble des frais de déplacement et d'hébergement de ses chercheurs, ainsi que l'achat des produits pharmaceutiques nécessaires aux manipulations.

Valorisation : prévue ; Bien-être animal et anesthésiologie (A. Evans et al.)

2.4 Statut reproducteur des laies

Fiche projet N° : 2	Unité d'étude ou de recherche : Unité Cervidés-Sanglier		
Responsable scientifique : Eric BAUBET	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : 2024	
	Thème : Dynamique du sanglier		

L'analyse de l'état reproductif des laies prélevées à la chasse et de leurs caractéristiques physiques donne des informations précieuses quant à la dynamique de population des Suidés du DNC. Elle permet également d'étudier l'influence de l'environnement et de la compétition intra-spécifique sur la reproduction.

Ces analyses ont systématiquement lieu lors de l'examen des individus femelles tués à la chasse. Sont relevés la masse corporelle, l'âge par observation de la dentition, l'état reproducteur de l'animal, et si une gestation est en cours, et les caractéristiques des fœtus si un stade de gestation suffisamment avancé le permettent (nombre, sexe, poids, taille).

2.4.1 Saison de chasse 2014-2015

Le nombre de femelles recensées pour cette saison est de 334. 132 étaient en cours de cycle reproducteur (corps jaunes et/ou fœtus visibles), 17 étaient au repos, 185 restent sans informations spécifiées (dont 16 pour lesquelles des fœtus sont tout de même signalés). La

proportion de femelles observées en cycle de reproduction pour la saison de chasse 2014-2015 est de 44,31 % pour l'ensemble d'entre elles, et de 50,85 % si on ne prend en compte que les laies susceptibles d'entrer en reproduction effective c'est-à-dire celles dont le poids vidé est supérieur à 20kg (tableau 6 ;).

Classe de poids (kg)	< 20	20,1-25	25,1-30	30,1-40	40,1-50	50,1-60	60,1-70	70,1-80	> 80,1
Nombre de laies en cycle	0	2*	6	15	45	55	17	4	3
Nombre de laies considérées	43	42	33	44	72	70	22	4	3
Proportion de la catégorie considérée	0	4,76**	18,18	34,09	62,5	78,57	77,27	100	100
Proportion du total des laies	0	0,6**	1,8	4,5	13,51	16,52	5,11	1,2	0,9
Moyennes des portées	0	6** (N=1)	6 (N=2)	3,86 (N=7)	4,97 (N=33)	5,05 (N=38)	5,87 (N=15)	6,5 (N=4)	7 (N=3)

*Tableau 6.: État reproductif des laies recensées en fonction de leur poids et de leur catégorie pendant la saison 2014-2015 (symboles : *une femelle notée gestante avec embryon mais aucun prélèvement réalisé sur elle ou ses fœtus ; **sous réserve ; ***aucune preuve du déclaratif).*

Les premiers corps jaunes ont été signalés en novembre 2014, ce qui indique une entrée précoce en période de reproduction. Cette information, ainsi que des signalements et prélèvements de marcassins en fin de saison de chasse 2014-2015, ont pu permettre d'ajuster avec succès la période de capture de ces marcassins pour la campagne de CMR menée au DNC au printemps 2015.

2.4.2 Saison de chasse 2015-2016

644 femelles ont été prélevées pendant cette saison de chasse. 153 d'entre elles étaient en cours de reproduction, 180 sont signalées en repos (non entrées en cycle) et 311 n'ont pas d'information renseignée à ce sujet. La proportion de femelles en cours de reproduction sur le total des laies prélevées est plus faible par rapport à la saison précédente avec une valeur de 23,76 %. Si on ne considère que les laies dont la masse corporelle vide est supérieure à 20 kg, ce chiffre s'élève à 30,86 %. Comme nous l'observons dans le tableau 7, le nombre moyen de fœtus par femelle gestante est également bien plus faible qu'à la saison précédente. Les proportions de laies gestantes par classe de poids sont similaires à l'année précédente pour les individus entre 30 et 70 kg, mais nous n'observons pas de reproduction chez les femelles au poids vide inférieur à 25 kg ou supérieur à 70 kg (informations de gestation non renseignées).

Classe de poids (kg)	< 20	20,1-25	25,1-30	30,1-40	40,1-50	50,1-60	60,1-70	70,1-80	> 80,1
Nombre de laies en cycle	0	0	2	26	48	52	16	0	0
Nombre de laies considérées	18	14	22	57	96	90	21	1	0
Proportion de la catégorie considérée	0	0	9,09	45,61	50,00	57,78	76,19	0	0
Proportion du total des laies	0	0	0,63	8,15	15,05	16,30	5,02	0	0
Moyennes des portées	0	0	0	1,96 (N=24)	1,58 (N=38)	2,43 (N=37)	3,8 (N=10)	0	0

Tableau 7.: État reproductif des laies recensées en fonction de leur poids et de leur catégorie pendant la saison 2015-2016.

Il est dommageable que la majorité des femelles prélevées n'ait pas leurs caractéristiques reproductives renseignées lors de leur examen – en ce qui concerne la saison de chasse 2015-2016, il est difficile de dire si ces chiffres sont représentatifs de la population ou non. Le manque d'exhaustivité de la prise de données risque de rendre les renseignements récoltés inutilisables, et

il sera nécessaire de rester rigoureux à l'avenir pour la saison de chasse 2016-2017 ainsi que pour les captures qui auront lieu en 2017.

Valorisation : nulle pour le moment. Tous les résultats sont essentiels à la construction d'un modèle démographique à long-terme. Les données concernant la taille annuelles des portées sont par ailleurs très utiles dans l'étude de l'impact de la fructification forestière sur la population du sanglier à Chambord (voir fiche projet n°12).

2.5 Système d'appariement du sanglier

Fiche projet N° : 3	Unité d'étude ou de recherche : Unité Cervidés-Sanglier		
Responsable scientifique : Eric BAUBET	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : 2018	
Thème : Dynamique du sanglier			

En partenariat avec : CNRS UMR 5558 - Laboratoire de Biométrie et Biologie Evolutive, Lyon (L. Say et S. Devillard).

Le système d'appariement du sanglier décrit dans la littérature est de type polygyne (les mâles dominants s'accouplent chaque année avec plusieurs laies et les jeunes mâles dominés ne devraient pas ou peu participer à la reproduction). Les premiers résultats enregistrés sur une population fortement chassée et déficitaire en mâles adultes montrent que le système y est plutôt de type promiscuitaire (appariements aléatoires entre individus de tous âges) et que la multi paternité y est extrêmement fréquente.

L'objectif de ce projet d'étude est de vérifier si ce système d'appariement est également observé à Chambord, où la stratégie de chasse est différente. Il est centré autour de l'analyse d'échantillons génétiques prélevés sur des Suidés du DNC, et plus particulièrement ceux de tous les mâles de plus 30 kg (non éviscérés, tués ou capturés) et de fœtus examinés sur les femelles prélevées à la chasse. Ces échantillons sont des morceaux d'oreille prélevés avec une pince mécanique adaptée. Il a été fixé à l'origine un objectif minimum de 100 portées échantillonnées par an. Le génotypage de chaque échantillon est réalisé par les laboratoires de l'Université Claude Bernard de Lyon, et l'analyse de trois années d'échantillonnage a débuté en été 2016. Croiser les analyses des mâles et des fœtus pourra permettre de déterminer le nombre réel ou potentiel de pères pour chacune de ces portées.

1490 échantillons d'ADN sont disponibles à l'analyse. Le génotypage de 1012 individus a été réalisé, parmi lesquels 186 portées sont disponibles. Les premières analyses dont les résultats sont présentés ci-dessous ne comprennent pas encore toutes les portées collectées.

La diversité génétique est l'un des moyens pour les populations d'organismes vivants de s'adapter à des environnements changeants et un niveau élevé de diversité génétique traduit un bon fonctionnement des populations. Le niveau de diversité génétique observé dans la population de sangliers de Chambord est relativement important avec un nombre moyen d'allèle par locus de $7,92 \pm 5,74$ pour un taux d'hétérozygotie observé de $0,56 \pm 0,24$. Par ailleurs, la richesse allélique observée est de 6,94. Cette population de sangliers ne présente pas d'écart significatif au modèle d'équilibre de Hardy Weinberg.

Les taux de paternité multiples ont été estimés à l'aide de trois approches méthodologiques utilisées (NPA, COLONY ou GERUD). COLONY conduit à une possible surestimation structurelle du taux de paternité multiple alors que la méthode NPA est la plus conservatrice (figure 6). On observe que selon la méthode, le taux de multi paternité observé à Chambord oscille entre 26,4% (NPA) et 85% (COLONY).

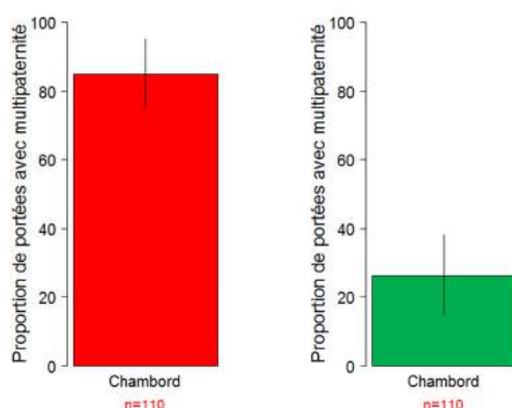


Figure 6. : Estimation du taux de paternité multiple obtenu sur 110 portées analysées sur le territoire de Chambord. En rouge par COLONY et en vert par NPA

Le taux de paternité multiple, et par conséquent, la capacité des mâles à contrôler l'accès à la reproduction pendant le rut, varie néanmoins d'une année à l'autre (figure 7).

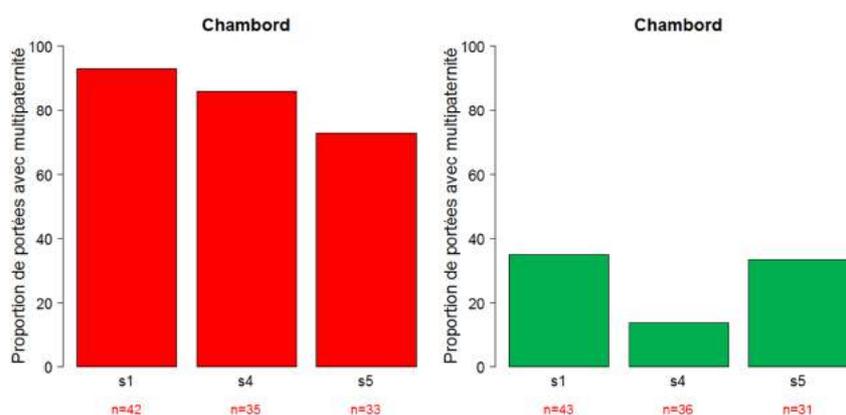


Figure 7. : Variations annuelles du taux de paternité multiple obtenu sur 110 portées analysées sur le territoire de Chambord. En rouge par COLONY et en vert par NPA. S1 = 2011-2012 ; S4 = 2014-2015 et S5 = 2015-2016.

Le taux de multi paternité est élevé sur les trois années de suivi du DNC. Cette observation est en accord avec les connaissances acquises sur le territoire de Châteauvillain-Arc-en-Barrois (Gayet et al., 2016). Il reste cependant à comprendre quels sont les facteurs qui peuvent générer la variabilité annuelle observée. Ainsi, l'échantillonnage sur les mâles (réalisée avec un échantillon

conséquent d'individus sur la dernière année de prélèvements ainsi que la saison cynégétique 2016-2017, prélevés au tableau de chasse) va être intégré aux analyses à venir. Cela pourra donner l'occasion d'identifier des liens de causalités entre les caractéristiques physiques des mâles et leurs performances en terme de reproduction, ainsi qu'à éclairer le rôle exact de ces derniers dans la démographie de cette espèce sur le domaine de Chambord.

Valorisation : Prévues ; Facteurs responsables de la multi paternité chez le sanglier – comparaison entre 5 sites d'études contrastés (T. Gayet et al.) ; Multi Paternité à Chambord (T. Gayet et al.)

3 Dynamique du cerf élaphe

Tout comme pour le sanglier, le DNC présente une situation exceptionnelle pour l'étude démographique de sa population de cerfs. Espèce très répandue en Europe et dont l'abondance porte un fort impact sur la sylviculture et la régénération forestière, l'observation des effets de la chasse et de l'environnement sur son abondance et son fonctionnement est d'intérêt scientifique comme gestionnaire.

L'ensemble des projets concernant le cerf s'articule autour de l'analyse des animaux prélevés à la chasse dans le domaine et des campagnes de capture-marquage-recapture (CMR). Des moyens humains et techniques importants sont déployés pour capturer, marquer et suivre chaque année des individus et constitue une étude de grande ampleur qui doit se poursuivre sur plus d'une décennie.

3.1 Analyse du tableau de chasse (cerf élaphe) et estimation des paramètres démographiques

Estimation des paramètres démographiques		
Fiche projet N° : 5	Unité d'étude ou de recherche : Unité Cervidés-Sanglier	
Responsable scientifique : Maryline PELLERIN	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : 2024
	Thème : Dynamique du cerf élaphe	



3.1.1 Analyse du tableau de chasse

Analyse du tableau de chasse (cerf élaphe)		
Fiche projet N° : 8	Unité d'étude ou de recherche : Unité Cervidés-Sanglier	
Responsable scientifique : Maryline PELLERIN	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : permanent
	Thème : Dynamique du cerf élaphe	



Les individus prélevés au cours des saisons de chasse au sein du DNC constituent un échantillon représentatif de la population du domaine. L'examen formalisé des cerfs prélevés permet de recueillir quantité d'informations cruciales dans la conduite des études sur cette espèce à Chambord. Parmi les informations les plus importantes sont relevés le sexe, la masse corporelle vidée, l'état reproductif des femelles, la présence de parasites et d'agents pathogènes. Certaines de ces mesures, comme le taux de gestation des bichettes, la masse corporelle ou la longueur de patte arrière des faons constituent des indices fiables (indicateurs de changement écologique) pour évaluer les performances des individus de la population.

L'ensemble est informatisé et rejoint une base de données regroupant plusieurs territoires observés.

Depuis plus de trente années, le DNC conserve les résultats de ses tableaux de chasse et collecte des mesures d'abondance de la population de cerfs. L'analyse de ces données a rendu possible la réalisation d'un rapport d'expertise scientifique robuste (Pellerin et al., 2014). Ce document a permis d'apprécier les évolutions passées de cette population, ainsi que de déterminer les meilleurs outils de suivi à mettre en œuvre sur le DNC pour les années à venir.

Le bilan ici présent n'a pas vocation à remplacer le rapport d'expertise complet qui a été réalisé sur le DNC. Nous rappelons quels indicateurs sont suivis dans le cadre de ce projet de recherche, et quels sont les premiers résultats que l'on peut attendre de cette étude menée sur le long-terme.

3.1.2 Prélèvements et indicateurs relevés

Les figures 8 et 9 présentent les variations des prélèvements de cerfs dans le temps au DNC depuis la saison 1980-1981, avec les deux sexes confondus d'une part et uniquement les individus femelles d'autre part. Les prélèvements totaux sont en légère augmentation les deux dernières saisons, principalement en raison de la hausse du nombre de biches et bichettes tuées. On recense 218 et 231 cerfs tués en 2014-2015 et 2015-2016 respectivement, dont 107 et 110 mâles et 111 et 121 femelles.

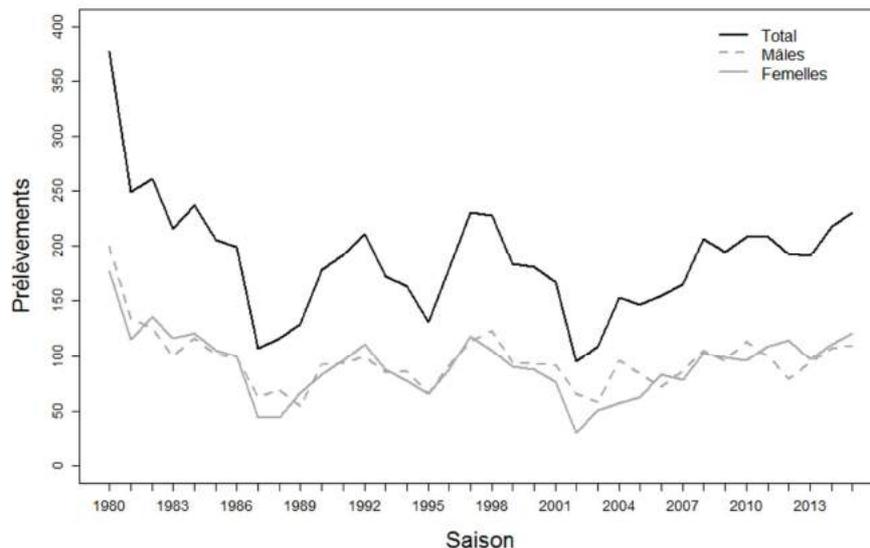


Figure 8. : Variation temporelle des prélèvements de cerfs à la chasse sur le domaine national de Chambord depuis la saison cynégétique 1980-1981. Le trait noir représente les prélèvements totaux, le trait gris en pointillé ceux des mâles et le trait gris plein ceux des femelles.

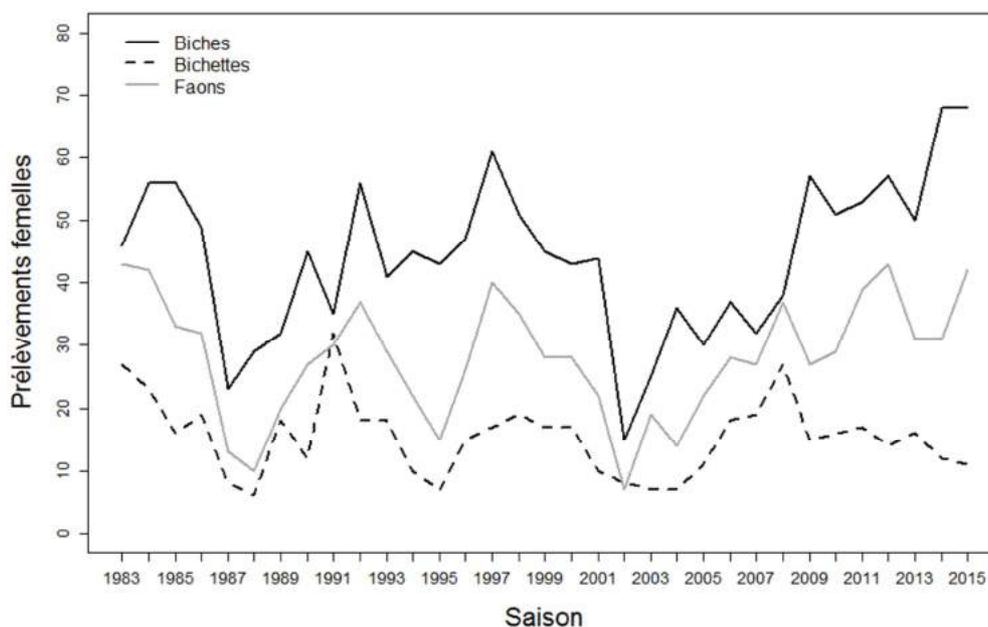


Figure 9. : Variation temporelle des prélèvements de cerfs femelles à la chasse sur le domaine national de Chambord depuis la saison cynégétique 1980-1981. Le trait noir représente les prélèvements des biches, le trait noir en pointillé ceux des bichettes et le trait gris plein ceux des faons.

Avec les indicateurs de performance et de pression, l'indicateur d'abondance (ici l'indice nocturne) est un maillon essentiel des indicateurs de changement écologique (ICE) permettant de décrire l'état d'équilibre entre la population de cerfs au DNC et son environnement. L'indice nocturne est réalisé chaque année depuis 1985 sur le domaine (figure 10), et a été soutenu comme le seul indicateur d'abondance validé pour cette espèce (voir l'encadré ci-dessous). La masse corporelle et la longueur des pattes arrière des faons de cerfs prélevés à la chasse sont mesurées depuis 1985 – elles constituent des indicateurs de performance dans le suivi de cette espèce (figures 11, 12 et 13). Ces deux indices ont simplement continué à être mis en œuvre depuis le début de la période d'étude couverte par la convention tripartite.

L'indice nocturne est un ICE d'abondance où quatre observateurs parcourent un circuit prédéfini à bord d'un véhicule et comptent le nombre de cerfs repérés aux alentours grâce à des projecteurs lumineux. Ce comptage s'effectue entre la fin du mois d'avril et le début du mois de mai, entre 22h et 2h du matin. A Chambord, il est répété trois fois sur le même circuit. Idéalement, les dates de comptage et les observateurs seront invariants d'année en année pour garantir des indices comparables au fil du temps.

D'autres indices ont historiquement été relevés sur le DNC, comme le comptage d'animaux au printemps, en été, et lors du brame – mais le comptage nocturne est le seul indicateur validé pour suivre l'abondance relative des cerfs. Il pourra être considéré dans l'élaboration des plans de prélèvements et permettre de mieux contrôler la population de ces animaux.

Afin de compléter ces suivis par ICE des populations d'ongulés sur le domaine de Chambord, il a été mis en place en mars-avril 2016 un indice kilométrique voiture pour l'abondance de

chevreuils et des indices de consommation et d'abrutissement pour la pression sur la flore des deux espèces de cervidés (voir fiche projet n°12).

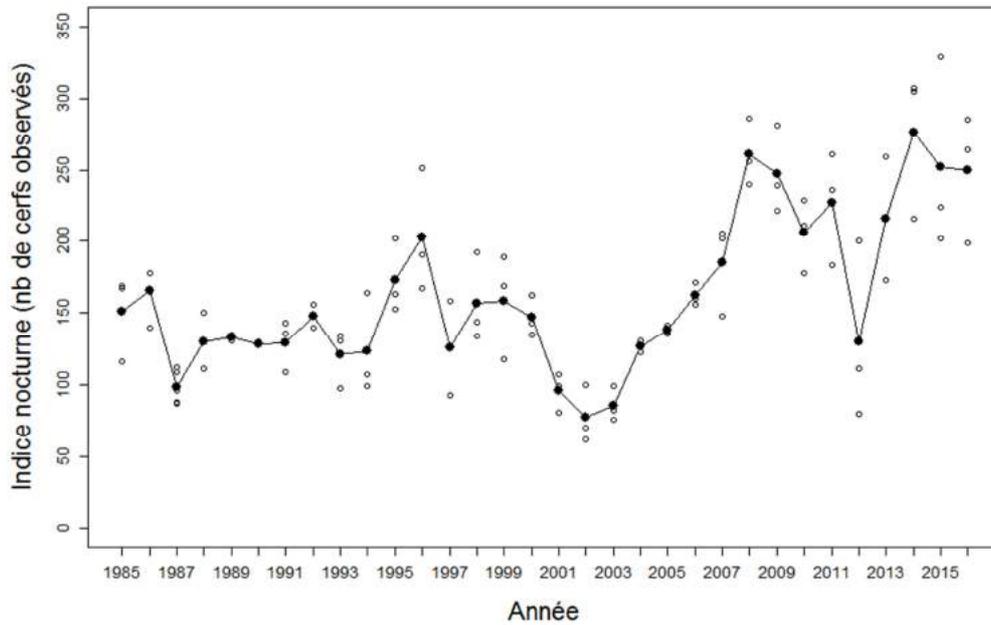


Figure 10. : Variation temporelle de l'indice nocturne mis en place sur le domaine national de Chambord. Les points blancs représentent les valeurs de comptage de chaque sortie, et les points noirs les valeurs moyennes annuelles.

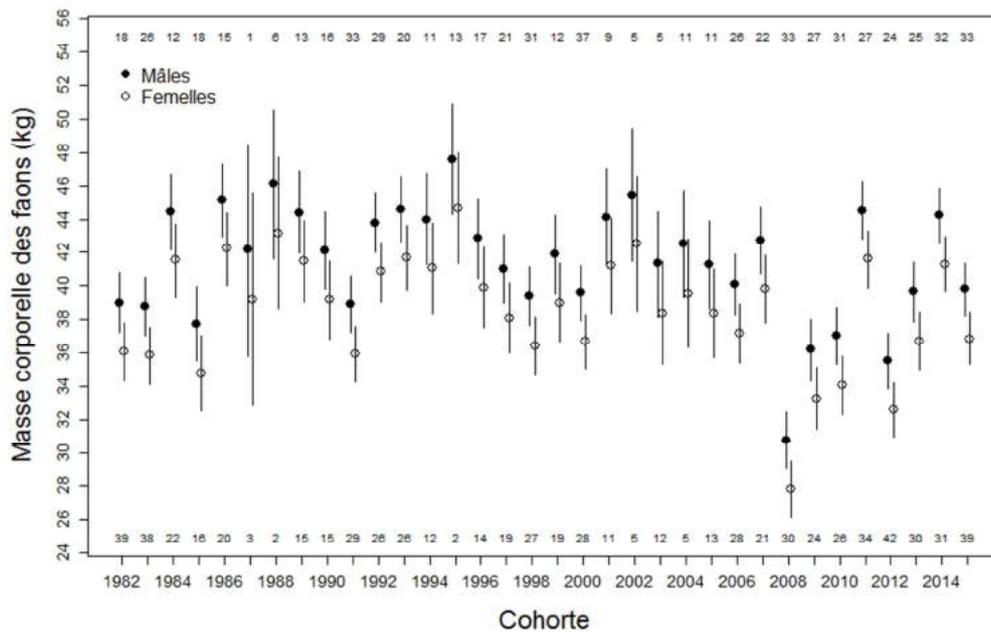


Figure 11. : Variation temporelle de la masse corporelle des faons prélevés sur le domaine national de Chambord (cohorte et année sont confondues pour les faons). Les points représentent les prédictions par le meilleur modèle des moyennes annuelles par sexe et corrigée par la date de tir, et les barres verticales les intervalles de confiance à 95% des prédictions. Les nombres à l'intérieur du graphique donnent les tailles d'échantillons pour les faons mâles (en haut) et les faons femelles (en bas).

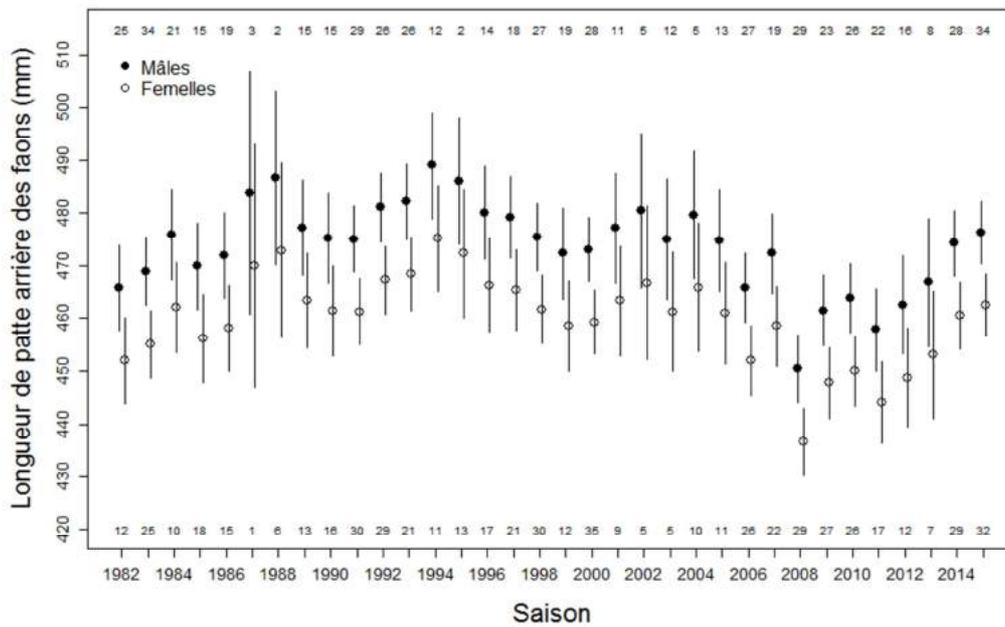


Figure 12. : Variation temporelle de la longueur de patte arrière des faons prélevés sur le domaine National de Chambord. Les points représentent les prédictions par le meilleur modèle des moyennes annuelles par sexe et corrigée par la date de tir, et les barres verticales les intervalles de confiance à 95% des prédictions. Les nombres à l'intérieur du graphique donnent les tailles d'échantillons pour les faons mâles (en haut) et les faons femelles (en bas).

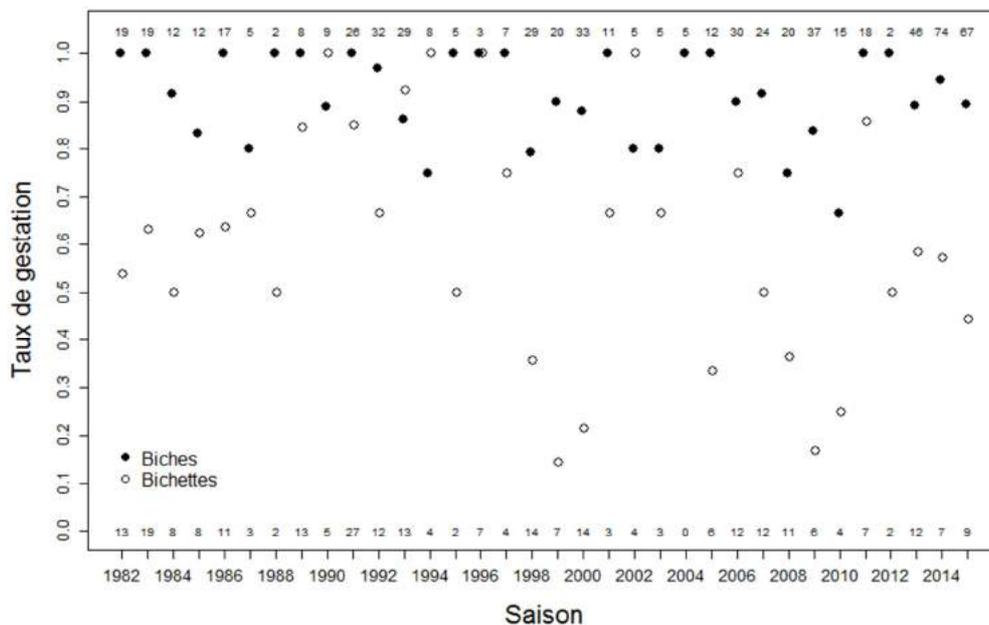


Figure 13. : Variation temporelle du taux de gestation des femelles prélevées sur le domaine national de Chambord. Les nombres à l'intérieur du graphique donnent les tailles d'échantillons pour les biches (en haut) et les bichettes (en bas).

L'évolution du nombre de cerfs prélevés à la chasse ainsi que celle de l'indice nocturne suggèrent que la population du domaine se trouvait dans une dynamique relativement stable

entre 1983 et 2002, avant de connaître une phase de croissance entre 2002 et le temps présent. Combinés aux indicateurs de performance (et en particulier ceux concernant les bichettes), ces mesures indiquent des premiers signes de densité-dépendance depuis 2008 (Pellerin et al. 2014). L'ensemble de ces indicateurs permettent de statuer sur l'état d'équilibre entre la population de cerfs de Chambord et son environnement.

Afin de comprendre plus finement le fonctionnement démographique de cette population, il est nécessaire de suivre un échantillon d'individus, représentatif de la population, tout au long de leur vie. Pour ce faire, des campagnes de capture-marquage-recapture ont débuté sur le domaine en 2014. Une fois la fin de la période d'étude et les analyses démographiques complètes effectuées, celles-ci pourront aider à améliorer les connaissances sur le fonctionnement des populations de cerfs en général, et mieux gérer les cerfs du domaine en fonction des variables environnementales (fructification forestière annuelle, prélèvements de l'année précédente, climat ...).

3.1.3 Campagne de capture-marquage-recapture

L'étude de la dynamique de la population de cerfs de Chambord est l'un des projets de recherche phare de la présente convention. Comme chez la plupart des grands mammifères herbivores, les populations de cerfs présentent des structures démographiques particulières, où les paramètres démographiques (la survie et la reproduction) montrent de fortes variations dans l'espace et dans le temps, surtout chez les juvéniles, en fonction de la densité de population, des ressources disponibles, des conditions météorologiques (Bonenfant et al. 2009). De plus, les caractères phénotypiques et paramètres démographiques de chaque génération sont lourdement affectées par les conditions environnementales de leur année de naissance ; c'est l'effet cohorte (Albon et al. 1992, Rose et al. 1998, Gaillard et al. 1997, Toïgo et al. 1999). Les campagnes de capture-marquage-recapture (CMR) apportent une contribution inestimable à l'étude de la population de cerfs de Chambord : en plus d'apporter entre 42 et 62 nouveaux individus par an à l'échantillon des indicateurs de performance, elle permet surtout un suivi longitudinal de ces animaux. Mieux comprendre les variations des paramètres démographiques fait avancer les connaissances scientifiques sur cette espèce essentielle de l'écosystème forestier et autorise une gestion cynégétique efficace, soutenue par des arguments scientifiques raisonnés.

La construction de ces modèles démographiques et leur analyse nécessite des moyens techniques importants et des données sur l'espérance de vie quasi-complète de centaines de cerfs. Les premières années sont essentielles pour marquer un grand nombre de jeunes animaux et roder le protocole de capture et d'observation. Il est par la suite possible de recueillir des données sur les cerfs marqués par le biais du tableau de chasse (recaptures définitives), des panneautages suivants (recaptures physiques) ou bien de leur observation dans leur milieu naturel (recaptures visuelles). La présente convention a permis la mise en place de campagnes de panneautage qui ont lieu aux mois de janvier et février de chaque année.

Au DNC, trois campagnes de capture par panneautage ont déjà eu lieu depuis 2014 (saisons cynégétiques 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016). L'ensemble des cerfs capturés sont marqués et identifiés grâce à des marques auriculaires et un transpondeur placé sous l'épiderme. Les femelles d'âge connu (faons et bichettes) sont équipées de colliers visuels en cuir pour faciliter leur observation dans le milieu naturel et éviter leur tir lors des battues hivernales. Certaines biches adultes ont été équipées de colliers GPS-GSM nécessaires à l'étude de leurs déplacements (voir fiche projet n°7 sur le domaine vital des biches).

Des recaptures d'animaux marqués ont déjà eu lieu et permettent de fournir des informations très précises sur leur croissance et leur taux de survie – même si de nombreuses années sont encore nécessaires pour étudier au moins une génération sur l'ensemble de son espérance de vie (voir tableau 8).

	Année	Femelles			Mâles			Total
		Faons	Bichettes	Biches	Faons	Daquets	Cerfs	
Captures lors des panneautages	2014	5	4	18	4	2	9	42
	2015	5	2	21	8	8	18	62
	2016	6	3	16	9	5	5	44
	Total	16	9	55	21	15	32	148
<i>Observations : 24 colliers visuels posés sur des femelles d'âge connu et 13 colliers GPS posés sur des biches</i>								
Recaptures lors des panneautages (individus marqués différents)	Total	9			4			13
Observations d'individus marqués (nombre d'individus différents vus)	2013-2014	1	1	0	0	0	0	2
	2014-2015	3	3	2	0	1	0	9
	2015-2016	2	5	9	1	2	1	20
	Total	17			5			23
Prélèvements d'individus marqués au cours de chasses	2013-2014	0	0	2	0	0	0	2
	2014-2015	0	0	1	1	1	3	6
	2015-2016	1	1	5	1	1	4	13
	Total	1	1	8	2	2	7	21
<i>Observations : 3 femelles d'âge connu avec un collier visuel prélevées</i>								

Tableau 8.: Récapitulatif du nombre de cerfs capturés et marqués lors des panneautages, puis observés dans le DNC, recapturés par panneautage ou prélevés à la chasse.

Les femelles d'âge connu sont particulièrement intéressantes à marquer, car il est alors possible de suivre précisément leur croissance et leur survie, puis de contrôler chaque année si elles sont gestantes et donnent naissance à un faon. La capacité d'une biche à entrer en œstrus au moment du brame est étroitement liée à sa masse corporelle, et peut donc refléter la disponibilité en ressources alimentaires et la compétition intraspécifique au sein de la population de cerfs (Clutton-Brock & Albon 1989, Bonenfant et al. 2002). Le taux de gestation des bichettes est particulièrement variable selon les années et dépend de la densité de cerfs adultes dans la population ainsi que des ressources alimentaires disponibles. Il constitue à lui seul un ICE performance qui complète les relevés de la masse corporelle des faons. Les prélèvements sanguins réalisés lors des captures sont ainsi très utiles pour déterminer cette proportion de biches gestantes au cœur de l'hiver.

Pour assurer un retour de données suffisant, il a initialement été prévu de marquer au moins 10 femelles d'âge connu par an, pour en obtenir plus de 100 au terme de la première décennie d'étude. Malgré un nombre croissant de panneautages chaque année (2 en 2013-2014, 3 en 2014-2015 et 4 en 2015-2016), le nombre total d'animaux capturés tend à diminuer. On suppose à ce jour que les cerfs du DNC, capturés puis relâchés, s'habituent progressivement aux opérations de panneautage, et qu'il est ainsi de plus en plus difficile de les capturer. D'autres méthodes de capture, comme le tir au fusil hypodermique, sont envisagées afin de marquer davantage de faons femelles.

Les observations d'individus marqués dans leur environnement se sont déjà avérées être particulièrement utiles lorsqu'elles sont jointes à une photo où le collier visuel et/ou les boucles auriculaires sont visibles (figure 14). Elles sont aussi l'occasion de mettre à contribution le grand

public et les photographes professionnels, qui sont nombreux à visiter le DNC pour observer le cerf élaphe dans son milieu naturel.



Figure 14. : Photographie de deux bichettes marquées et identifiées par un collier au sein du DNC (crédit : Jean Compère).

Modèle démographique préliminaire

Grâce aux données de ces trente dernières années disponibles au DNC en ce qui concerne les tableaux de chasse et les ICE, il a été possible de réaliser un modèle démographique simple pour reconstituer les évolutions passées de la population, et anticiper les variations futures de celles-ci (notamment en fonction des plans de prélèvements mis en œuvre).

Ce modèle permet de calculer pour chaque année le taux d'accroissement annuel et moyen de la population de cerfs. Ce dernier est en moyenne de +17% par an au DNC depuis 1982, ce qui correspond à un taux de multiplication annuel de 1,185 et signifie que l'effectif est chaque année multiplié par 18,5% en moyenne. La variation de taux d'accroissement annuel observée oscille entre +9,8% (soit une multiplication annuelle par 10,3% en 2010) et +20,7% (soit une multiplication par 22,9% en 1996).

À partir de ce modèle, il a été possible de simuler les trajectoires futures de la population (figure 15) et de proposer des plans de prélèvements pour les prochaines saisons en fonction des objectifs poursuivis (stabilisation/diminution/augmentation de la population). La figure 16 indique les modifications attendues du taux d'accroissement de la population en fonction des biches et faons femelles prélevées à la chasse. L'objectif du domaine de Chambord en automne 2015 étant de diminuer légèrement l'effectif des cerfs, il a été proposé des prélèvements pour la saison 2015-2016 qui permettraient de diminuer la population de 8% : 115 femelles (bichettes et biches) et 90 faons (45 femelles et 45 mâles). Ces propositions ont été acceptées et mises en œuvre durant la saison de chasse suivante – c'est un premier cas d'application concrète de l'étude démographique du cerf au DNC, et il sera possible de vérifier ses impacts réels sur l'abondance du cerf dans les années à venir.

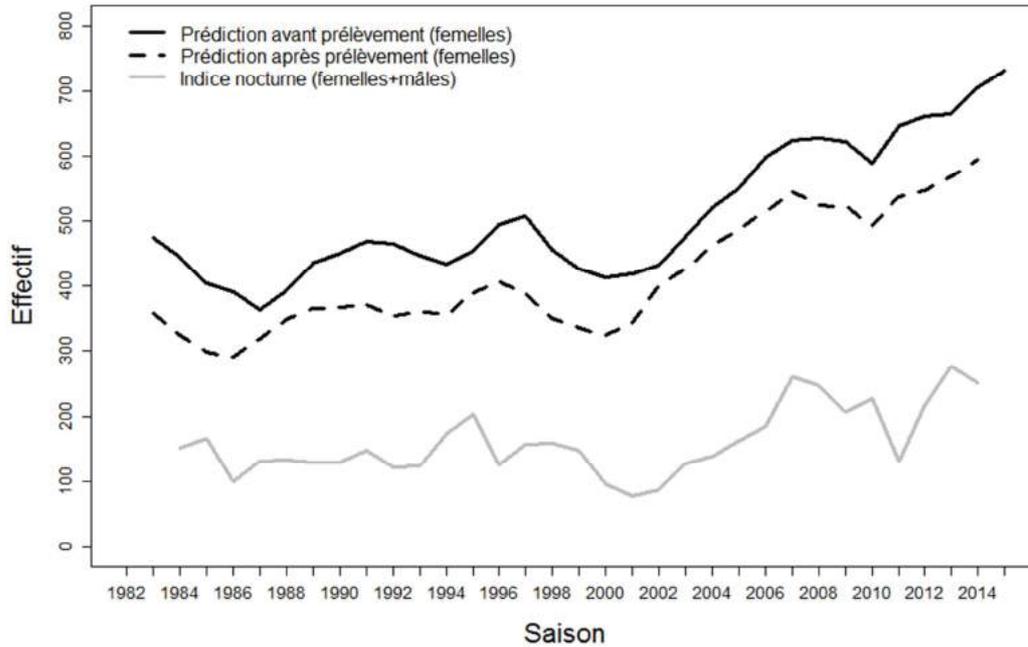


Figure 15. : Variation temporelle de l'effectif de la population de cerfs du domaine national de Chambord prédit (par le modèle, avant et après prélèvement) de 1983-1984 à 2015-2016. Par comparaison, l'indice nocturne mis en place depuis 1985 (correspondant à la saison 1984-1985) a été ajouté.

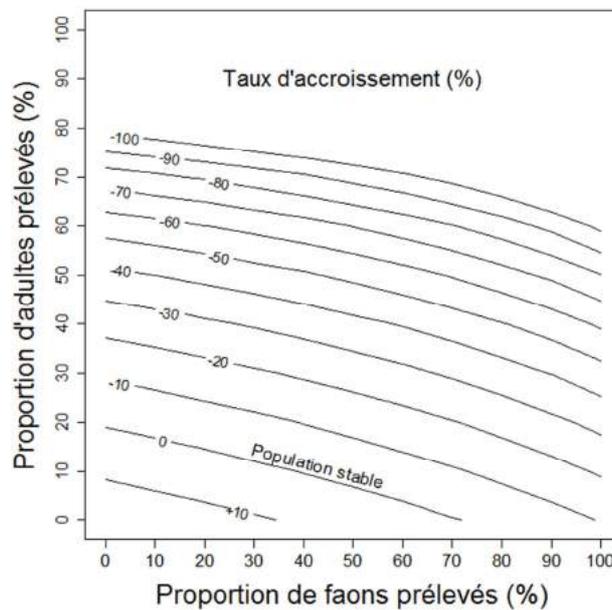


Figure 16. : Simulation des prélèvements de femelles faons et adultes (bichettes et biches) et effet sur le taux d'accroissement de la population (les proportions indiquées sont exprimées par rapport à la population existante de femelles faons et adultes).

Valorisation : Pellerin M., Bonenfant C., Garel M., Chevrier T., Queney G., Klein F. & Michallet J. 2014. « Dynamique de la population de cerfs du domaine national de Chambord : analyse temporelle des ICE », Rapport d'expertise ONCFS

3.2 Domaine vital des biches

Fiche projet N° : 7	Unité d'étude ou de recherche : Unité Cervidés-Sanglier		
Responsable scientifique : Sonia SAÏD	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : 2017	
	Thème : Dynamique du cerf élaphe		

Pour mieux comprendre l'impact de la chasse sur la population de cerfs élaphe au sein du DNC, il est important de s'intéresser à l'utilisation que font ces animaux de leur habitat, ainsi qu'à leurs réactions aux battues. Ce territoire est idéal pour ce genre d'étude en raison des captures annuelles d'animaux, de la promiscuité spatiale de la population de cerfs et des battues fréquentes au cours de l'hiver. On dispose également de beaucoup d'informations sur les biches capturées ainsi que de la possibilité de les suivre sur le long terme grâce à la campagne CMR. Des informations sur les déplacements de ces animaux peuvent directement contribuer à une meilleure gestion du parc sylvo-cynégétique et être ajoutées à la base de données déjà existante sur les déplacements des Cervidés dans les territoires d'études Européens. Six biches adultes ont été équipées de colliers GPS-GSM pendant les opérations de panneutage des mois de janvier et février 2015. Ces six premiers colliers ont pu être récupérés dans le DNC en 2016 après leur chute pour en extraire les enregistrements (décrochage automatique du cou de l'animal au bout de 54 semaines de fonctionnement). Ces données ont été analysées et mises en lien avec les ressources cartographiques du DNC pour étudier les déplacements, les domaines vitaux, ainsi que les réactions des biches aux battues qui se sont déroulées sur les saisons 2014-2015 et 2015-2016. Lors des opérations de panneutage des mois de janvier et février 2016, huit nouvelles biches ont été équipées de colliers GPS-GSM.

Il est important de souligner que les colliers ont bien fonctionné et qu'une fois récupérés, et leurs données vérifiées, tous présentaient plus de 94% de localisations fiables à étudier (sur toutes les localisations enregistrées). Le système GPS-GSM s'est avéré utile pour cerner les zones où les colliers étaient tombés au sol.

3.2.1 Domaines vitaux annuels et utilisation de l'habitat

Les tailles des domaines vitaux des six biches étudiées au DNC suivent au cours de l'année 2015 une évolution comparable à celles observées dans d'autres territoires (domaines de tailles élevées entre les mois de novembre et avril en raison de la disparité alimentaire et de la chasse, baisse au mois de mai pour les mises-bas, et valeurs stationnaires pendant l'été et jusqu'au brame du mois d'octobre). La figure 17 présente les domaines vitaux annuels en 2015 des biches étudiées.

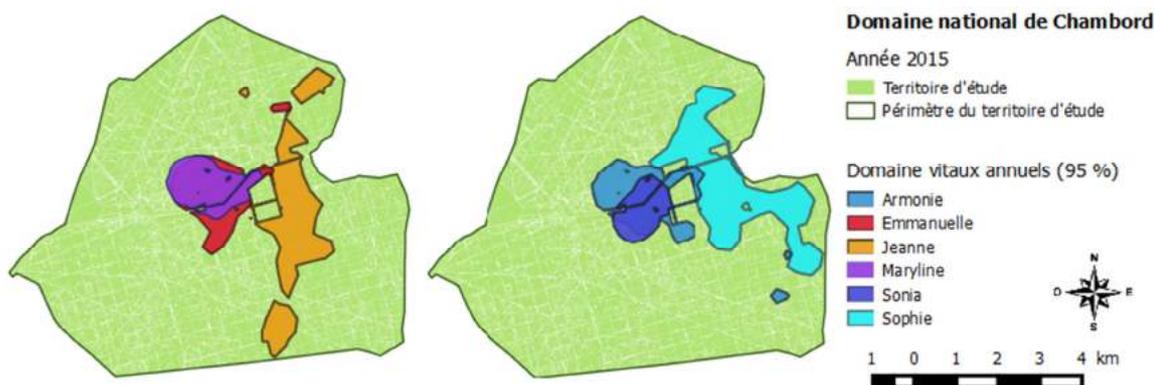


Figure 17. : Domaines vitaux annuels des biches étudiées au cours de l'année 2015.

Les biches sélectionnent les prairies de manière très prononcée au sein de leur habitat, et plus de 80% des localisations relevées dans ces prairies sont nocturnes. C'est un comportement représentatif de l'espèce et cela souligne l'importance de ces espaces dégagés dans le régime alimentaire des cerfs élaphe à Chambord.

Il a été tenté de déterminer si l'apport de nourriture par transects linéaire (agrainage) a un effet sur le comportement spatial des biches. Or, sans les horaires et les lieux exacts des distributions, la tâche s'avère impossible et les résultats non fiables.

3.2.2 Réactions des biches étudiées face aux battues

Les battues menées sur le domaine chaque hiver sont nombreuses et réparties de façon homogène et aléatoire au sein du parc. Nous nous attendions à ce que les biches, face à cette pression importante, fuient dans les mêmes proportions que dans d'autres territoires étudiés, voire davantage, et qu'elles passent beaucoup de temps en état de vigilance accru (vitesse de déplacement augmentée, domaines vitaux très grands et dont elles sortiraient régulièrement...). Il s'avère qu'en comparant leur comportement avec ceux de six biches de La Petite Pierre (étudiées selon un protocole rigoureusement identique), on observe que les biches du DNC sont moins promptes à fuir les battues, et s'en éloignent légèrement moins (tableau 9). La décision de fuite ne semble pas aussi lourdement impactée par la visibilité autour de l'animal que ce qui a été observé à La Petite Pierre. Le très grand nombre de chiens présents dans les traques au DNC peut expliquer ce résultat (environ 50 par battue, ils sont alors un outil extrêmement efficace pour débusquer le gibier réfugié dans la végétation dense (Caley et Ottley, 1995 ; Grignolio et al. 2011).

Nombre total d'évènements analysés		96	
Comportements stationnaires (% total)	38 (40 %)	Distance maximale aux limites du domaine vital hivernal	2363,06 m (moyenne = 1570,58 ; sd = 808,02)
Fuites (% total)	58 (60 %)	Temps maximal pour revenir au domaine vital hivernal	0,87 jours (moyenne = 0,42 ; sd = 0,3)
Distance moyenne de fuite (sd)	779,85 m (sd = 858,82)	Nombre de fois où une biche a fui et n'est jamais revenue à moins de 200 mètres de son point de départ (% total)	9 (9 %)
Nombre de sorties du domaine vital hivernal (% des biches fuyantes)	4 (7 %)	Temps moyen pour revenir à 200 mètres du point de départ	3,08 jours (sd = 3,28)

Tableau 9. : Chiffres-clés de l'étude des réactions des six biches étudiées au DNC aux battues des saisons 2014-2015 (janvier-mars) et 2015-2016 (novembre-février).

Les biches sortent très rarement des limites de leur domaine vital habituel, et seulement à l'occasion de fuites très longues (notamment lorsqu'elles sont relâchées après leur capture, qui est un stress majeur pour l'animal). Après la battue, elles y retournent systématiquement en moins de 24 heures. Leur vitesse de déplacement retourne à des valeurs normales au maximum 24 heures après le dérangement. Les biches reviennent sur les lieux exacts du dérangement en trois jours seulement en moyenne, contre 9 à La Petite Pierre ou 6 à St. Hjøllund (Danemark, Sunde et al., 2009).

En résumé, les biches présentent une forte résilience aux perturbations et retournent très vite à leurs habitudes normales et dans les habitats qu'elles fréquentaient avant la battue. Deux facteurs sont avancés pour expliquer ce comportement : d'une part, le caractère fréquent et aléatoire des battues, qui empêche toute anticipation de la part des animaux, et qui les encourage à revenir à des habitudes normales malgré le danger pour minimiser les pertes d'énergie (alimentation normale, repos...). Deuxièmement, nous ne pouvons pas exclure une compétition spatiale entre les différentes hardes de cervidés et compagnies de sangliers, qui sont en grand nombre dans le DNC. Cette compétition pourrait pousser les biches à revenir plus rapidement dans les habitats qui leur sont familiers.

Ces informations peuvent être utiles dans l'exécution des plans cynégétiques sur le domaine et dans l'aménagement du territoire forestier du parc. De plus, les données récoltées grâce aux colliers peuvent être croisées plus finement avec les données cartographiques du DNC pour produire une analyse précise des types de massifs utilisés par les animaux, selon l'époque de l'année, ou d'autres paramètres. Il serait tout aussi intéressant d'équiper des cerfs mâles afin d'étudier leur utilisation de leur habitat, ainsi que leurs réactions aux battues. En raison du dimorphisme sexuel prononcé chez cette espèce, les mâles et les femelles n'adoptent pas les mêmes stratégies pour se nourrir, se reposer et fuir le danger. Les connaissances amassées sur les biches ne nous renseignent que très peu sur le comportement des mâles adultes.

D'après le paramétrage des *drop-off*, les colliers GPS-GSM posés lors de la campagne de panneautage 2015-2016 pourront commencer à être récupérés et analysés dès février-mars 2017.

Les points-clés :

- Les biches du DNC présentent des aires de vie et des déplacements comparables à d'autres territoires d'étude en dehors de la période de chasse.
- Elles utilisent de façon très prononcée les prairies du domaine en période nocturne et ces espaces sont certainement essentiels à leur alimentation.
- La conduite de battues réparties de façon homogène sur le territoire exclut toute anticipation de la part des biches. C'est une bonne stratégie pour empêcher que les animaux désertent une zone régulièrement chassée ou ne la quitte préventivement avant les traques. À l'inverse, aucune zone non engrillagée n'est protégée de l'abrutissement ou des dégâts aux végétaux.
- Les biches sont résilientes aux perturbations. Elles fuient relativement moins que dans d'autres territoires d'études, et reviennent très rapidement à leurs habitudes normales.
- Le nombre important de chiens dans les battues semble dissuader les biches de rester camouflées dans la végétation dense à proximité des traques.

3.2.3 Expérimentation sur l'exozoochorie : le potentiel disperseur du cerf élaphe en milieu forestier

En partenariat avec : IRSTEA (Institut de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture)

Dans le cadre du projet COSTAUD (Contribution des ongulés au fonctionnement de l'écosystème et aux services rendus à Chambord), la pose des colliers GPS-GSM sur des biches adultes lors des panneautages a permis de réaliser une expérience préliminaire et inédite sur la dispersion de graines d'espèces végétales dans le milieu forestier. Dans nos forêts Européennes, la dispersion de ces graines par les ongulés est un facteur important dans la colonisation de nouveaux milieux par des espèces végétales et le maintien de leurs échanges génétiques dans différentes parties d'un même territoire. Le transport externe (par la fourrure ou les sabots), appelé exozoochorie, est un phénomène très difficile à étudier en milieu naturel. Quelles sont les conditions pour qu'une graine s'accroche au pelage d'un animal, combien de temps y reste-elle en moyenne, quelle influence des mouvements de l'hôte sur ses probabilités de chute ? La présente expérience vise à éprouver un protocole novateur pour estimer le temps de transport de graines sur des biches et la distance qu'elles peuvent parcourir sur le corps de celles-ci avant de tomber au sol.

Cinq des huit biches équipées de collier GPS-GSM en 2016 se sont vu placer des graines de *Xanthium orientale* stériles sur le poitrail et la croupe (20 sur chacune de ces zones). Les graines sont peintes d'une couleur spécifique sur l'une de leur deux face, avec une couleur pour le poitrail, et une autre pour la croupe. Elles sont accrochées au pelage par leur côté non peint afin d'exclure une éventuelle perturbation de l'adhésion aux poils par la peinture.

Les biches sont relâchées normalement après leur capture, avec les graines sur elles. Après qu'elles se soient éloignées, les observateurs cherchent des graines tombées au sol en suivant le chemin qu'elle a emprunté. Chaque graine voit sa position géographique exacte relevée par GPS, et l'on note sa couleur ainsi que l'environnement où elle a chuté (présence de buissons, terrain plat...). Il a été tenté de chercher des graines à moyenne distance (jusqu'à 3 km du point de lâcher) en s'aidant des positions GPS des biches nouvellement équipée, reçues par réseau GSM. Les colliers ont été programmés pour relever la position des biches toutes les cinq minutes jusqu'à 20h de la journée de capture. Néanmoins, la vitesse des animaux étant extrêmement élevée lors de leur fuite du point de lâcher, ces positions n'ont pas permis de retracer fidèlement le chemin emprunté par les individus et très peu de graines ont été retrouvées à plus de 150 mètres du point de départ (tableau 10).

Date de la capture	Individu	Nombre total de graines posées	Pourcentage de graines retrouvées	Nombre de graines de poitrail retrouvées	Nombre de graines de croupe retrouvées	Distance moyenne des graines au point de lâcher (m)	Distance maximale des graines au point de lâcher (m)
12/01/2016	Nicole	40	55%	17	5	1312	41,24
26/01/2016	Flore	40	48%	17	2	256,38	2846,78
09/02/2016	Françoise	40	5%	?	?	14,01	17,06
23/02/2016	Jacqueline	40	25%	7	3	9,57	9,57
23/02/2016	Blaise	40	35%	13	1	20,26	43,2

Tableau 10.: Résumé des biches étudiées et des graines retrouvées dans le cadre de l'expérimentation sur l'exozoochorie.

Bien que les nombre de répliquas et de graines retrouvées soient faibles, l'expérience reste encourageante et montre qu'avec un peu plus de paramétrage technique (et notamment un

suivi des localisations des biches beaucoup plus fin après leur remise en liberté), il est possible d'étudier *in vivo* l'exozoochorie avec des animaux sauvages dans leur milieu naturel.

La recherche de graines a permis de confirmer que le poitrail est une zone particulièrement exposée aux frottements avec la végétation environnante. La majorité des graines retrouvées au sol étaient placées sur le plastron des biches. De plus, les buissons épineux comme l'aubépine (*Crataegus monogyna*) sont particulièrement susceptibles de provoquer la chute des fruits transportés. La graine retrouvée à plus de 2 846 mètres de son point de départ semble indiquer que des transports à longue distance sont possibles, particulièrement lorsque l'animal fuit une menace. Les battues encourageraient donc un type de dispersion bien spécifique : un relâchement massif de graines sur un petit périmètre (environ 200 mètres autour du départ de la fuite du cerf élaphe) et le transport à longue distance de quelques graines suffisamment bien accrochées dans leur pelage ou sous leurs sabots.

Il serait très intéressant de réitérer l'expérience en améliorant le suivi des biches après leur avoir apposé les graines. Connaître l'impact exacte de la vitesse des biches sur les probabilités de récolte et de chutes de graines serait également crucial pour déterminer l'impact exact de la chasse sur l'exozoochorie.

Valorisation : Rapport de Master 2 - Jegoux, F. (2016). Impact de la chasse sur les déplacements et la dispersion des graines par le cerf élaphe (Cervus elaphus) : application au Domaine National de Chambord (Birieux: ONCFS) + posters.

3.3 Conclusions et avancées

Bien qu'il n'en soit qu'à ses débuts, le volet d'étude sur le cerf élaphe à Chambord reste non seulement prometteur, mais des données robustes sont déjà en cours d'acquisition. La tenue rigoureuse de l'analyse du tableau de chasse et des indicateurs de changement écologique par les agents du DNC depuis trente années a pu donner un avant-goût des résultats qu'il sera possible d'obtenir à l'issue de l'étude démographique complète. Cela offre également l'occasion de mettre à l'épreuve un modèle de prélèvements basé sur les connaissances scientifiques sur le cerf élaphe et les observations propres au DNC.

Les campagnes de panneautage se déroulent bien et fournissent quantités de données pour le suivi démographique, mais aussi pour l'étude des déplacements des biches, l'analyse de la paternité chez les cerfs mâles de Chambord et les suivis sanitaires. Cependant, l'habituation des animaux aux manœuvres de panneautage risque de devenir un problème majeur pour le marquage et la recapture des cerfs dans les prochaines années. Il sera nécessaire d'envisager d'autres techniques de piégeage pour *a minima* marquer de nouveaux individus femelles d'âge connu.

L'étude démographique n'en est qu'à ses débuts et demandera environ sept années de marquage supplémentaires pour constituer un ensemble de données exploitables. Il sera nécessaire de poursuivre un enregistrement de données sérieux lors de l'analyse des tableaux de chasse et des panneautages tout au long de la période d'étude. Le suivi des habitudes spatiales des biches par collier GPS-GSM se poursuit sans obstacle et tous les colliers en cours d'utilisation pourront produire une nouvelle analyse au printemps 2017.

Un nouveau volet d'étude va débiter pour l'étude de la population de cerfs élaphe du domaine : il concerne l'évaluation du succès reproducteur des mâles (fiche projet n°6 du tableau 1). Si la récolte d'échantillons génétiques a débuté depuis le début de l'année 2015 (prélèvements de morceaux d'oreille ou de fœtus, chutes de bois de cerf), les analyses génétiques débiteront en 2017 et se poursuivront jusqu'à l'obtention de résultats exploitables.

Les autres projets concernant le suivi sanitaire du cerf élaphe et celui des outils permettant la suivi de son abondance se poursuivent également (fiches projet n°9-A, 9-B, 12).

4 Pathologies des ongulés

4.1 État sanitaire du sanglier et du cerf élaphe à Chambord

Le DNC représente un espace clos dans lequel différents éléments semblent montrer que les populations de cerfs et de sangliers sont impactées par des affections qui touchent tout autant la dynamique naturelle des espèces que la commercialisation de la venaison. Compléter les connaissances actuelles des parasites et agents pathogènes présents sur le gibier Chambourdain et mettre au point de nouvelles méthodes de détection est donc pertinent pour la gestion de ses effectifs et l'exportation de ses produits. Par ailleurs, la présence en sympatrie de cerfs, de chevreuils (*Capreolus capreolus*) et de mouflons (*Ovis musimon*) représente un atout pour étudier les communautés parasitaires entre des Cervidae et des Bovidae avec un recul important pour déceler ou non des espèces parasites (helminthes) généralistes ou spécifiques.

4.1.1 Microparasites

Fiche projet N° : 9-A	Unité d'étude ou de recherche : USF-ONCFS		
Responsable scientifique : Sophie ROSSI	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : 2017	
	Thème : Pathologie des ongulés		

Ce volet sanitaire a été mené au long de 3 saisons de chasse et de capture consécutives, de 2014 à 2016, en accompagnement des programmes démographiques conduits chez les cerfs et les sangliers du Domaine National de Chambord (DNC) (voir fiches projet n°1 et 5). Étant donné la durée limitée du programme d'étude, ce volet avait pour premier objectif d'établir un point « zéro » de l'état sanitaire de ces deux espèces, en ciblant un panel de maladies pouvant 1) impacter la survie ou la reproduction des populations sauvages, 2) impacter la santé publique humaine ou animale, 3) servir d'indicateur de la résistance immunitaire et/ou de l'évolution démographique des populations (tableau 11). Concernant ce dernier objectif, les données récoltées sur trois années permettaient uniquement d'initier une étude en deux arcs : la corrélation entre l'exposition aux agents pathogènes et la fitness des hôtes (état corporel/poids/reproduction), d'une part, ainsi que la recherche d'un lien entre l'intensité de la circulation agents pathogènes et le degré d'agrégation des animaux sauvages (effet année/secteur*agraineage), d'autre part. Ce programme d'étude avait également pour ambition d'appuyer le gestionnaire cynégétique du DNC dans la prévention et la gestion du risque sanitaire (sécurité des personnels, qualité des venaisons, suivi sanitaire et adaptation des traitements antiparasitaires). Cela comprend les risques émergents comme la tuberculose bovine

dans le Loir-et-Cher (mars 2015), du virus de Schmallenberg (janvier 2014) ou de la fièvre catarrhale ovine à BTV8 (FCO, août 2015).

4.1.1.1 Protocoles et prélèvements systématiques (surveillance programmée)

Sérums (indicateur de prévalences sérologiques et intensité de circulation)

Au cours des différentes saisons de chasse (2013-2014, 2014-2015 et 2015-2016) et des panneautages (2014, 2015 et 2016), des prélèvements de sang ont été réalisés sur environ 80 à 100 sangliers/an et 80 à 100 cervidés/an, sans filtre d'âge ni de sexe. Au cours des saisons 2014-2015 et 2015-2016, l'échantillonnage a inclus une majorité de sangliers marqués. Cela rend possible quelques suivis individuels pour faire le lien entre fitness de l'individu (prise de poids, accès à la reproduction) et son statut sanitaire (exposition aux pathogènes sélectionnés). Les prélèvements ont été identifiés à l'aide de kits comportant un numéro unique par animal. Les tubes de sang ont été centrifugés et stockés localement pendant la saison de chasse (-20°C) puis aliquotés et conservés au laboratoire vétérinaire des Hautes-Alpes (sérothèque/organothèque, -80°C). Les prélèvements ont ensuite été distribués dans différents laboratoires de recherche (Anses) ou d'analyse (LVD05 ou LDA22) pour la réalisation d'analyses sérologiques (tableaux 11 et 12). La prévalence sérologique estime la proportion, à un temps donné, d'animaux ayant été en contact avec l'agent pathogène au cours de leur existence et ayant produit des anticorps spécifiques à leur contact ; la prévalence observée chez les jeunes individus estime quant à elle une proportion d'individus récemment exposés (au cours de leur première année de vie). Cette prévalence permet de rendre compte du degré de circulation d'un agent pathogène dans la population et d'étudier les facteurs de risque de l'exposition des individus (âge, sexe, secteur ou année). Chez le sanglier, la prévalence de certaines maladies est supposée dépendre du nombre et/ou de l'intensité d'agrégation des animaux (ex : Aujeszky, Circovirus) (tableau 12).

Organes (confirmer le statut infectieux, étudier les coinfections)

En plus des prélèvements de sang, des prélèvements d'organes ont été effectués en 2015 et 2016 pour étudier le portage des agents pathogènes (au moment où l'animal est prélevé tandis qu'un animal séropositif n'est pas nécessairement infecté) et à leurs potentielles interactions avec la fitness de l'hôte et la santé publique. Au vu des résultats sérologiques obtenus lors de la 1ère saison de chasse, ce travail a essentiellement été conduit chez le sanglier ; chez cette espèce, de multiples organes ont été prélevés pour des examens bactériologiques, virologiques ou parasitaires (tableau I) : poumons, nœuds lymphatiques céphaliques et inguinaux, rate, vésicule biliaire ou foie, amygdales, nerfs sacrés, fèces. Chez le cerf, la rate (ou sang total) a été prélevée en lien avec le suivi de la FCO (fièvre catarrhale ovine) dans cette espèce. Ces prélèvements ont concernés environ 40 à 50 sangliers en 2015 et 2016 et environ 60 cerfs en 2014, 2015 et 2016 (tableau I). Suite à la découverte d'un cas de tuberculose bovine (TB) en mars 2015 à Vernou-en-Sologne, des prélèvements d'organes (nœuds lymphatiques céphaliques) ont été demandés pour les deux espèces dans le cadre d'un plan de surveillance spécifique. Ce plan de surveillance a été conduit de 2015 à 2016 sur le DNC et une formation spécifique a été proposée par l'ONCFS pour faciliter la réalisation des prélèvements, en lien avec le LVD de Touraine et la FDC41. Seuls quelques résultats de cette surveillance programmée Sylvatub propres au DNC seront détaillés dans ce rapport puisqu'elle sort du cadre de la convention tri-partite. Pour plus d'informations, se reporter au site <<http://www.plateforme-esa.fr/node/35789>> de la plateforme ESA.

Prélèvements supplémentaires : cinétique d'infection

En complément des organes prélevés lors de la chasse, certaines pathologies ont été plus particulièrement suivies de façon dynamique chez les marcassins suivis en campagne CMR. En 2015, des écouvillons nasaux ont été prélevés sur tous les individus recapturés pour étudier l'excrétion de la maladie d'Aujeszky et de plusieurs maladies bactériennes. En 2016, des écouvillons rectaux ont été effectués sur un sous-échantillon de 10 animaux par session de capture pour étudier l'excrétion du virus de l'hépatite E (VHE). Ces pathologies étaient plus particulièrement visées pour confirmer une exposition précoce des sangliers à ces maladies sur le DNC. Les prélèvements effectués lors des captures avaient pour but de confirmer cette hypothèse et d'expliquer le caractère non-infectieux et non dangereux des sangliers tirés à la chasse pour l'homme (VHE) ou le chien de chasse (maladie d'Aujeszky).

4.1.1.2 Prélèvements sur cadavres ou lésions (surveillance événementielle)

En plus de la recherche active de pathogènes spécifiques, une surveillance événementielle a été mise en place vis-à-vis de problèmes émergents et non prévisibles comme la découverte de cadavres, de lésions sur les animaux chassés (ex : abcès) ou capturés (ex : lésions cutanées). Ces prélèvements ont essentiellement été conduits chez le sanglier et plus occasionnellement chez le cerf. Les analyses ont été conduites à partir de tissus issus d'autopsies (LVD de Touraine & LDA22 & Anses), de raclage ou biopsies cutanées (LVD05 & LDA22 bactériologie et raclages, FIWI raclages, VETDOAGNOSTICS histologiques cutanés, ANSES Maisons Alfort virologie, H. Ferté diagnoses parasitaires), ou plus occasionnellement d'organes lésés (ex : abcès sur biche LVD Touraine). Par ailleurs, A. Decors a réalisé une formation des agents du DNC à la surveillance généraliste sur animal mort ou malade (initiation à la démarche SAGIR), bien que cette surveillance ne soit pas encore intégrée au réseau SAGIR (financement des analyses non assuré par la FDC41, pérennisation de la démarche à discuter).

Au vu de l'émergence d'un syndrome cutané inédit en 2014, des fiches cliniques et un scoring de la gravité des lésions a été proposé en accompagnement des capture-marquage-recapture de sangliers (en plus d'une recherche des causes pathologiques). Ces fiches cliniques et leur lien avec le scoring empirique de la gravité des lésions ont été reportés dans les fichiers de façon à mettre en lien les lésions cutanées et le devenir des animaux (prise de poids et survie).

Tableau 11 : Liste des agents pathogènes ciblés chez le sanglier. L'étude a combiné les surveillances programmée (S. Pro) pour certaines maladies jugées subcliniques et/ou événementielle (S. Even.) pour les maladies associées à de la mortalité ou des lésions. Les maladies présentant une importance pour la santé publique animale ou humaine sont signalées par une *

Pathogène	Symptômes attendus et risques	Laboratoire de sérologie	Laboratoire de virologie, bactériologie et parasitologie	Organes prélevés à la chasse	Surveillance programmée	Surveillance événementielle	Saisons de chasse étudiées	Prélèvements lors des captures	Saisons de capture étudiées
1	Brucellose porcine à <i>B. suis</i> biovar 2*	Anses MA	Anses MA	Rate, sérum	Oui		2014-15 / 2015-16 / 2016-17		
2	Circovirus porcin	Anses PL	Anses PL	NL inguinal, sérum	Oui		2014-15 / 2015-16 / 2016-17	Sérum	2014-15
3	Virus d'Aujeszky*	Anses PL	Anses PL	Amygdale, nerf sacré, NL pulmonaires, poumon, sérum	Oui		2014-15 / 2015-16 / 2016-17	Écouvillons nasaux, sérum	2015-16
4	Parvovirus porcin	LDV22		Sérum	Oui		2014-15 / 2015-16 /		
5	<i>Mycoplasma hyopneumoniae</i> & <i>hyorhinis</i>	LDV22	Anses PL	Poumon	Oui	Oui	2014-15 / 2015-16 /	Écouvillons nasaux, sérum	2015-16
6	Virus de l'hépatite E*	Anses MA	Anses MA	Vésicule ou foie	Oui		2014-15 / 2015-16 / 2016-17	Écouvillons fécaux, sérum	2016-17
7	<i>Streptococcus suis</i>*	Anses PL	Anses PL	Poumon	Oui	Oui	2015-16 / 2016-15		
8	<i>Metastrongylus</i> sp.		URCA, LVD05	Fèces, poumons complets	Oui	Oui	2015-16 / 2016-17		
9	Influenza A	Anses PL		Sérum	Oui		2016-17		
10	Virus de Schmallenberg	Anses MA		Sérum	Oui		2014-15		
11	<i>Mycobacterium bovis</i>*	Anses MA	LVD Tours & Anses MA	NL retro-mandibulaire, sérum	Oui	Oui	2015-16 / 2016-17		
12	Virus du SDRP	Anses PL		Sérum	Oui		2014-15		
13	<i>Sarcoptes scabiei</i> (agent de la gale sarcoptique)	FIWI	FIWI, LVD05	Sérum	Oui	Oui		Raclages, sérum	2014-15 / 2015-16
14	<i>Streptococcus hyicus</i> et <i>chromogenes</i>		LVD05			Oui		Punch cutané	2014-15 / 2015-16
15	Poxvirus porcin		ANSES MA			Oui		Punch cutané	2014-15

Tableau 12.:

Liste des agents pathogènes ciblés chez le Cerf

	Pathogène	Symptômes attendus et risques	Laboratoire de sérologie	Laboratoire de virologie, bactériologie et parasitologie	Organes prélevés à la chasse	Surveillance programmée	Surveillance événementielle	Saisons de chasse étudiées
1	Brucellose des ruminants	Avortement, risque pour la santé des ruminants et de l'Homme	LVD05		Sérum	Oui		2014-15 / 2015-16
2	BVD	Avortement potentiel, dépérissement	LVD05		Sérum	Oui		2014-15 / 2015-16
3	Paratuberculose	Baisse de performance	LVD05		Sérum	Oui		2014-15 / 2015-16
4	Chlamydie	Avortement potentiel	LVD05		Sérum	Oui		2014-15 / 2015-16
5	Fièvre Q	Avortement potentiel	LVD05		Sérum	Oui		2014-15 / 2015-16
6	Salmonellose	Avortement potentiel	LVD05		Sérum	Oui		2014-15
7	Toxoplasmose	Avortement potentiel	LVD05		Sérum	Oui		2014-15 / 2015-16
8	Néosporose	Avortement potentiel	LVD05		Sérum	Oui		2014-15 / 2015-16
9	Fièvre catarrhale ovine (FCO)	Asymptomatique, risque pour les troupeaux de ruminants domestiques	ANSES MA	ANSES MA	Sérums, rate/sang total	Oui		2014-15 / 2015-16 / 2016-17
10	Virus de Schmallenberg	Impact inconnu, risque pour les troupeaux de ruminants domestiques	ANSES MA		Sérum	Oui		2014-15
11	Virus de l'hépatite E	Impact inconnu, importance pour la santé humaine	ANSES MA		Sérum			2014-15
12	Mycobacterium bovis*	Agent de la tuberculose bovine : abcès, affaiblissement, enjeu de santé publique et animale (bovins et gibier)	Anses MA	LVD Tours et Anses MA	NL retro-mandibulaire, sérum	Oui	Oui	2014-15 / 2015-16
13	Besnoitiose	Avortement potentiel	LVD05		Sérum	Oui		2015-16
14	IBR	Avortement	LVD05		Sérum	Oui		2015-16

4.1.2 Résultats

4.1.2.1 Maladies du cerf

Échantillonnage

Au cours de la saison 2013-2014, 93 cerfs ont été échantillonnés (sérum +/- rate) (28 capturés et 68 chassés), puis 123 individus durant la saison 2014-2015 (67 capturés et 56 chassés). Durant la saison 2015-2016, l'échantillonnage s'est focalisé sur la FCO et les captures en ajoutant du sang total au prélèvement de sérum, et a porté sur 50 individus.

Résultats de la surveillance programmée

Le tableau 13 résume les résultats obtenus au cours des trois saisons de chasse et de panneautage chez le cerf. Ces résultats sérologiques suggèrent une circulation nulle à faible de la plupart des pathologies à potentiel abortif, en dehors de la néosporose et de la toxoplasmose, dont le portage est difficile à confirmer par le biais d'études sérologiques. Un travail de mise en corrélation du statut reproducteur et sérologique vis-à-vis de ces deux maladies est à effectuer.

La séroprévalence de la FCO a été suivie au cours des trois années dans la mesure où cette maladie ré-émerge chez les troupeaux domestiques depuis 2015. Les résultats du DNC participent d'une enquête nationale visant à éclaircir le rôle de la faune sauvage dans cette réémergence (programme Labex piloté par l'Anses sur la période 2015-2016-2017). Notons qu'aucun jeune animal séropositif ou positif en virologie n'a été observé depuis 2010 sur ce territoire. Le virus Schmallerberg (SBV) a fortement circulé à Chambord en 2014 comme dans la plupart des populations sauvages de France continentale et de Corse. On ignore cependant l'effet de cette maladie chez le cerf, ainsi une surveillance des malformations de fœtus examinés lors de la chasse et un signalement/prélèvement de tout animal mort ou faible a été encouragé (sans observation notable d'hydranencéphalie). Il n'est par ailleurs pas exclu que cette maladie ait causé une baisse du succès reproducteur chez les mouflons depuis 2012.

4.1.2.2 Maladies du sanglier

Échantillonnage

Au cours des trois saisons de chasse, le nombre de sangliers prélevés (sérum +/- rates) a été respectivement de 99, 110 et 100 individus. En plus de ces prélèvements s'ajoutent 90 individus chassés (tout venants chassés lors de 2 journées de chasse) dont plusieurs organes ont également été échantillonnés au cours des saisons 2014-2015 et 2015-2016 pour étudier le portage simultané de plusieurs agents pathogènes (mycoplasmes, *Metastrongylus* spp., virus d'Aujeszky, hépatite E, circovirus, brucella).

Ont été prélevés au total : 225 sérum en 2014, ~400 sérum et 400 écouvillons nasaux en 2015, puis ~300 sérum et sang totaux et ~100 écouvillons rectaux en 2016. Les sérum et sang totaux ont essentiellement été utilisés pour le volet immunocompétence (voir fiche projet n°11), tandis que les écouvillons sont en cours d'analyse au sein de laboratoires de l'Anses pour étudier l'excrétion/le portage de la maladie d'Aujeszky et de l'hépatite E chez de jeunes carcasses.

Résultats de la surveillance programmée

Le tableau 14 résume les résultats obtenus au cours des trois dernières saisons de chasse. Les résultats sérologiques suggèrent une forte circulation des agents pathogènes ciblés chez le sanglier. Tandis que pour certaines maladies la séroprévalence ne diffère pas de celle observée dans les populations de sangliers non closes au niveau national (brucellose et parvovirose porcines), une séroprévalence inhabituellement élevée est observée vis-à-vis de la maladie d'Aujeszky, de l'hépatite E, et du circovirus porcine. Cela est à mettre en lien avec la situation close et la gestion (agraine, densité) de cette population. La maladie d'Aujeszky est a priori peu mortelle chez les sangliers adultes mais peut occasionner des mortalités chez les jeunes et chez d'autres espèces, notamment les chiens de chasse. La consommation de viscères de chasse par les chiens est donc à déconseiller et tout cas de pseudorage à signaler. À ce stade de l'étude, seuls 3 prélèvements issus de 2 sangliers (20 sangliers testés sur 45 prélevés sur 3 organes en 2016) ont été retrouvés faiblement positifs en PCR, suggérant une exposition précoce des sangliers au virus d'Aujeszky et un faible risque pour le chien en action de chasse. Cette hypothèse est en cours d'étude par l'analyse d'écouvillons nasaux collectés en 2015 sur marcassins.

Le virus de l'hépatite E est a priori asymptomatique chez les suidés, mais présente cependant un potentiel zoonotique lors de l'ingestion de foie de sanglier non cuit à cœur par le consommateur et dans une moindre mesure lors de l'éviscération des animaux par les opérateurs du DNC. Chez le sanglier, il pourrait également présenter un potentiel immunosuppresseur en synergie d'autres pathogènes (hypothèse non testée ici). À ce stade de l'étude, aucun foie examiné n'a été trouvé positif (41 sangliers testés sur 80 prélevés en vésicule ou foie en 2015 ou 2016) et la piste étudiée est également celle d'une exposition précoce des sangliers (travaux en cours à partir d'écouvillons rectaux collectés en 2016 sur marcassins capturés).

Le circovirus porcine (PCV2) a un potentiel d'immunosuppression et répond aux variations d'abondance et d'agrégation de cette espèce (Acevedo et al., 2006). Il a été recherché à la fois sur sérum (virémie) et organes de repli de ce virus (noyaux lymphatiques inguinaux), et doit encore être mis en lien avec le secteur et l'année pour confirmer son potentiel d'indicateur de santé et de gestion de cette espèce. À ce stade, en dépit d'une importante séroprévalence, seuls les noyaux lymphatiques inguinaux d'animaux adultes ont été trouvés positifs en PCR, suggérant une exposition tardive des sangliers (contrairement à ce que l'on observe en élevage chez le porc). Ces résultats doivent cependant être complétés par le test de l'échantillon 2016 et explorés plus en détail. La charge parasitaire pulmonaire en *Metastrongylus* adultes a également été explorée en lien avec le comptage d'œuf de ce genre dans les fèces (étude conjointe avec H. Ferté/URCA et D. Gauthier/LVD05). Cette charge parasitaire a été mise en relation avec la présence du PCV2, afin de tester un potentiel de synergie entre ces maladies qui semble effectivement se confirmer. La méastrostrongylose et les *Mycoplasmas* sont par ailleurs des causes potentielles de pneumonies chez le sanglier. Leur portage et leur charge (intensité de présence) ont donc été explorés en lien avec l'âge, la charge parasitaire et la condition corporelle des animaux chassés. Une 1^{ère} analyse conduite en stage master (Petit, 2015) suggère que ces deux maladies sont associées chez les jeunes sangliers. Enfin, bien que des résultats séropositifs aient été observés chez le sanglier vis-à-vis de *M. bovis*, aucun isolement n'est venu confirmer la présence de TB au DNC. Ces résultats séropositifs de même

que quelques résultats PCR positifs rapportés par le réseau Sylvatub ont été attribués à la présence d'autres mycobactéries présentes dans l'environnement mais ne représentant pas de risque pour la santé publique ni des troupeaux. L'exposition aux virus influenza de type A et de Schmallenberg est intéressant à signaler pour la connaissance de ces maladies mais ne représente a priori pas d'enjeux majeur de santé publique ou animale ni un danger pour le sanglier lui-même.

Résultats de la surveillance événementielle

En ce qui concerne les animaux retrouvés morts, 5 jeunes sangliers âgés de 5 à 14 mois ont fait l'objet d'une autopsie au LVD37 au cours des années 2015 et 2016. Une partie de ces animaux présentaient des lésions de pneumonies combinées à un état corporel très dégradé, les cultures révélant la présence de mycoplasmes, pasteurellas et streptocoques, compatible avec l'hypothèse de jeunes animaux au système immunitaire dégradé. Une autre partie était constituée de jeunes animaux en bon état corporel qui présentaient peu de lésions en dehors d'une charge parasitaire pulmonaire très élevée, compatible avec un choc anaphylactique (mort subite).

Lors des captures 2014, les capteurs ont signalé à la mi-juin 2014 un problème cutané chez les marcassins, interprété tout d'abord comme un pic de gale. Cette épizootie intervenait 2 mois après qu'un traitement à l'Ivermectine ait été pratiqué sur les places d'agrainage (traitement annualisé depuis les années 90). Lors des captures de juin, juillet et septembre 2014, un bilan clinique a été établi par des vétérinaires (JP. Chaillon, MP. Ryser, A. Decors, S. Rossi) afin de confirmer le diagnostic de gale mais aussi pour explorer d'autres pistes diagnostiques. Ce bilan a permis de constater un syndrome d'éruption cutané papulaire souvent associé à des surinfections et à une forte infestation par des poux hématophages appartenant au genre *Haematopinus* (H. Ferté). Ce type de lésions étant peu évocateur de la gale, des raclages cutanés (n = 20) ont été réalisés, mais n'ont pas permis de mettre en évidence *Sarcoptes scabiei*, l'agent de la gale sarcoptique (MP. Ryser, FIWI, Bern). Néanmoins, une étude sérologique menée à l'échelle de 21 populations européennes (et incluant le DNC) laisse penser que ce parasite a effectivement circulé et circule peut-être à bas bruit sur le DNC (Haas et al. *In prep*). Concernant la gale, le traitement antiparasitaire n'est pas encouragé car le produit utilisé présente une toxicité environnementale et dangereux pour la santé publique. Par ailleurs, la gale pourrait constituer un indicateur intéressant de la santé de la population pour le gestionnaire cynégétique, lui permettant d'anticiper de potentielles baisses de tableau. La présence de swinepox a été suspectée sur la base des lésions observées et de l'histopathologie (biopsies cutanées n = 5) (K. Lemberger, Vetdiagnostics®, Lyon), mais il n'a pas été possible de confirmer ce diagnostic par PCR (Anses) ni microscopie électronique (FIWI, Bern), peut-être en raison du caractère déjà avancé des lésions (surinfectées). Des travaux de bactériologie (LVD05) ont par contre mis en évidence la présence de staphylocoques. Il a été proposé que les poux ont mécaniquement propagé des infections virale et/ou bactérienne chez les marcassins (JP. Chaillon, commentaire personnel). En raison de la mise en évidence de *Staphylococcus hyicus* et *S. chromogenes*, agents de la maladie vésiculeuse du porc, et potentiellement zoonotique, le port de gants et le nettoyage des mains des manipulateurs a été fortement recommandé.

Pathogène	Sérologie 2013-2014	Sérologie 2014-2015	Sérologie 2015-2016	Remarques
Brucellose des ruminants	0,0%	0,00%		Faible exposition ou population indemne
BVD	0,0%	0,0%		Faible exposition ou population indemne
Paratuberculose	0,0%	0,0%		Faible exposition ou population indemne
Chlamydie	0,0%	0,80%		Faible exposition ou population indemne
Fièvre Q	1,0%	0,0%		Faible exposition ou réaction non-spécifique
Salmonellose	0,0%			Faible exposition ou population indemne
Toxoplasmose	1,0%	15,5%		Spécificité et lien avec la reproduction à confirmer
Néosporose	27,0%	0,8%		Spécificité et lien avec la reproduction à confirmer
Fièvre catarrhale ovine (FCO)	17,0%	13,0%	19,0%	Exposition en lien avec BTV8, étude nationale en cours
Virus de Schmallenberg	46,0%			Forte exposition des populations sauvages faible impact
Virus de l'hépatite E	2,0%			Faible exposition ou réaction non-spécifique
Mycobacterium bovis*		0,0% (bactériologie)	0,0% (bactériologie)	Arrêt des prélèvements Sylvatub en 2016-2017
Besnoitiose		0,0%		Faible exposition ou population indemne
IBR		0,0%		Faible exposition ou population indemne

Tableau 13.: Résultats de la surveillance programmée chez le Cerf.

Pathogène	Saison 2013-2014	Saison 2014-2015	Saison 2015-2016	Remarques
Brucellose porcine à <i>B. suis biovar 2</i>	31,0%	45,0%	Analyses en cours sur sérums et organes	Dans la moyenne nationale, le lien avec la reproduction est à explorer
Circovirus porcin	83,0%	54,0%	Analyses en cours sur sérums et organes	Forte prévalence, corrélation avec <i>metastrongylus</i> , lien avec année et secteur à confirmer
Virus d'Aujeszky	44,0%	Analyses en cours sur sérums	Analyses en cours sur sérums et organes	Forte prévalence, lien avec année et secteur à confirmer
Parvovirus porcin	76,0%			Forte prévalence, le lien avec la reproduction est à explorer
<i>Mycoplasma hyopneumoniae et hyorhinis</i>	65,0%	Portage large, charge en lien avec <i>Metastrongylus</i> et lésions de pneumonie	Analyses en cours sur sérums et organes	Probable cause de pneumonies et de mortalité
Virus de l'hépatite E	83,0%	Pas d'isolement sur 40 foies de chasse	Analyses en cours sur sérums et organes	Age de 1ere exposition supposé faible, présence rare du virus à la chasse
<i>Streptococcus suis</i>		Isolement sur lésions de pneumonie		Isolement sur lésions de pneumonie
<i>Metastrongylus sp.</i>		Portage large (plusieurs espèces impliquées)	Recherche sur fèces effectuées	Portage lié à l'âge, aux <i>Mycoplasmas</i> et PCV2
Influenza A				Portage faible
Virus de Schmallenberg	7,0% ±6%			Exposition confirmée sans connaissance des effets
<i>Mycobacterium bovis</i>	14,0% (sérologie)	0,0% (bactériologie)	0,0% (bactériologie)	Réactions croisées avec autres mycobactéries, Population supposée indemne de TB
Virus du SDRP	0%			Faible exposition ou population indemne
<i>Sarcoptes scabiei</i> (agent de la gale sarcoptique)	20 raclages négatifs sur lésions	17%		Séroprévalence élevée mais absence d'isolement sur raclages
<i>Streptococcus hyicus</i> et <i>chromogenes</i>	5 cultures positives sur lésions	Culture sur lésions		Isolement depuis lésions cutanées
Poxvirus porcin	5 PCR négatives sur lésion			Absence d'isolement depuis lésions cutanées

Tableau 14.: Résultats de la surveillance programmée chez le Sanglier.

Valorisation : Rapport de Master 2- Petit, G. (2015). Mise en place du système immunitaire chez le sanglier (*Sus scrofa*) en lien avec la croissance et l'exposition aux agents pathogènes.

Prévues :

- Analyse spatiotemporelle de la Fièvre Catarrhale Ovine (FCO) chez le cerf et comparaison entre sites (S. Rossi *et al.*)
- Gale du sanglier, suivi sérologique et parasitaire multi-site à l'échelle européenne (C. Haas *et al.*)
- Rapport de Master : Lien entre les affections cutanées et la croissance/survie des marçassins.

4.2 Macroparasites

Fiche projet N° : 9-B	Unité d'étude ou de recherche : USF-ONCFS		
Responsable scientifique : Hubert FERTÉ	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : 2017	
	Thème : Pathologie des ongulés		

Appui scientifique : Cécile Patrelle (CDD de 2014 à 2015) (URCA : Université de Reims Champagne-Ardenne).

La connaissance de l'helminthofaune circulante au sein des populations d'ongulés à Chambord est la première étape avant d'envisager d'étudier la dynamique des infestations parasitaires (macroparasites) par des approches moins invasives comme l'estimation de la charge parasitaire par coproscopie.

Ce travail ne constitue pas les premières données disponibles sur le DNC aussi bien chez le sanglier que chez le cerf élaphe, mais va permettre de confirmer ou d'affirmer la reconnaissance de certaines espèces. Parmi les strongles gastro-intestinaux des cervidés, les vers hématophages de la caillette (*Haemonchinae*) ont un intérêt à la fois sanitaire (potentialité d'une spoliation sanguine donc susceptible d'être à l'origine d'une anémie) mais aussi épidémiologique (marqueurs ou traceurs de déplacement d'individus). Ce rôle est également joué par d'autres vers parasitaires moins pathogènes. Sur le site de Chambord, des paramphistomes (Trématodes) ont été retrouvés sur des cerfs. Le statut de ces exemplaires demande confirmation. En effet, ils ont été identifiés *Paramphistomum cervi* et il serait intéressant de les réexaminer pour confirmer ou infirmer qu'il s'agit bien d'une espèce différente de celle habituellement reconnue en France chez les ruminants domestiques, *Calicophorum daubneyi* (= *Paramphistomum daubneyi*). Pendant longtemps, cette douve dite "douve des cervidés" a été accusée d'être responsable des paramphistomoses bovines en raison de son nom, *Paramphistomum cervi*, et de la méconnaissance des autres espèces. Une approche morphologique associée à une caractérisation moléculaire permettrait de préciser le statut des exemplaires effectivement présents à Chambord. Actuellement, nous disposons de données sur des exemplaires obtenus par les laboratoires vétérinaires départementaux dans le cadre du réseau SAGIR et tous les spécimens analysés présentent le même haplotype pour l'ITS2 (origine bovins, ovins, caprins, isard et Cervidae ; internal transcribed Spacer). Ce résultat est en faveur d'une seule et même espèce de Paramphistome.

La présence en sympatrie de cerfs, de chevreuils et de mouflons représente un atout pour étudier les communautés parasitaires entre des Cervidae et des Bovidae avec un recul important pour déterminer les différents degrés de spécificité des espèces parasites (helminthes).

Les retombées pratiques envisagées pour la gestion du domaine de Chambord sont :

1. L'identification des parasites présents sur le territoire.
2. La connaissance du niveau des infestations parasitaires (macroparasites).
3. L'évaluation du risque des infestations helminthiques.

4. L'apport à la connaissance de la circulation ou non des parasites entre bovidés et cervidés.

4.2.1 Protocole scientifique

Ces travaux nécessitent des prélèvements sur le terrain de matières fécales sur les animaux prélevés à la chasse, mais aussi sur ceux manipulés lors des captures (essentiellement par panneautage). Les techniques mises en œuvre sont d'une part une numération en cellules de Mac-Master pour quantifier la charge parasitaire par l'objectivation des oeufs (parasites intestinaux : Helminthes ; microparasites : coccidies), et d'autre part une quantification selon un protocole de Baermann modifié pour la numération des larves des strongles pulmonaires. Ces techniques n'ont d'intérêt que si elles sont mises en œuvre sur des prélèvements frais et dans les délais les plus courts possible.

Des examens de viscères, lors des éviscérations, peuvent être réalisés à frais par l'équipe en charge du projet lors de leurs missions en raison de la taille du compartiment étudié (ex : examen de la paroi de la panse après ouverture et vidage pour la recherche des Paramphistomes). Elles peuvent aussi être réalisées après incision de l'arbre bronchopulmonaire pour la recherche des vers bronchiques (Cervidés, mouflon, sanglier). Les différents organes du tractus digestif (de la caillette au côlon) sont isolés et congelés pour un examen ultérieur au laboratoire.

La détection des mollusques, premier hôte intermédiaire indispensable à la réalisation de tout cycle de trématode, peut être envisagée conjointement sur les zones humides pour les deux parasites *Alaria alata* et *Paramphistomum* lors des missions sur le terrain (voir fiche projet n°10).

En cas d'absence de "l'équipe de Reims", la récolte et l'envoi des échantillons sont assurés par le personnel du domaine Chambord et du personnel détaché de l'ONCFS et de la Fondation François Sommer. Lors des panneautages, les prélèvements des matières fécales sont réalisés par "l'équipe ONCFS" lors du maintien et de l'immobilisation des animaux par les capteurs du domaine (personnel et bénévoles). Pour les sangliers, seuls des examens coprologiques ont été réalisés à partir d'échantillons obtenus lors des éviscérations. Des prélèvements de poumons ont été associés à ces examens coprologiques pour tenter de confirmer une relation entre le nombre d'oeufs dans les matières fécales exprimés en O.P.G (oeufs par gramme de matières fécales) et le nombre de vers adultes dans l'arbre bronchopulmonaire. Les prélèvements lors des CMR ont été abandonnés en raison des difficultés à obtenir des échantillons suffisants de matières fécales sur les animaux piégés.

4.2.2 Le parasitisme chez le sanglier (hors *Alaria alata*, voir fiche projet n°10)

Sur la base des examens coprologiques, il a été mis en évidence des parasites classiques retrouvés chez cette espèce animale par une technique coprologique spécifique. Celle-ci fait appel au principe de flottaison ou de flottation des éléments parasites et permet d'identifier la présence de différents éléments ou produits de pathogènes : des oocystes de coccidies (plusieurs espèces dont *Eimeria suis* et *E. scabra*), des oeufs de nématodes du tractus digestif (*Capillaria*, des strongles digestifs représentés principalement par des *Globocephalus*

urosubulatus) et bien évidemment des oeufs de métrastongles, parasites retrouvés à l'état adulte au niveau des troncs bronchiques et représentés sur le domaine par quatre espèces différentes : *Metastrongylus salmi*, *M. pudendotectus*, *M. asymmetricus* et *M. confusus* (Humbert et Ferté, 1986). Ces organismes cités figurent certainement parmi les macroparasites les plus pathogènes, directement ou indirectement. Sur les échantillons ayant fait l'objet d'investigations (15 prélèvements de matières fécales en 2014 et 34 échantillons en 2016), aucun oeuf d'*Ascaris* n'a été détecté, à la différence de résultats précédents positifs sur les animaux du domaine. Cette technique de recherche a été couplée à une autre méthode de type diphasique (peu utilisée en médecine vétérinaire chez les ongulés mais très utilisée en médecine humaine pour la recherche d'autres unicellulaires que les coccidies). Par cette approche, des kystes de *Balantidium coli* ont été mis en évidence (cilié parasite que l'on peut parfois retrouver chez l'Homme) ainsi que la présence d'amibes qui, pour le moment, sont considérées chez les ruminants comme ayant un rôle tout à fait négligeable. Les 34 échantillons de 2016 ont initialement fait l'objet de recherche des éléments parasitaires par le laboratoire vétérinaire de Gap (LVD05) pour tester une corrélation existante entre la charge parasitaire en métrastongles adultes et la numération des oeufs dans les matières fécales, corrélation récemment mise en évidence (Gasso et al., 2015). Ces aspects, les liens entre ces infestations helminthiques et d'autres pathogènes ainsi que les éventuels impacts de la gale sarcoptique sur la population de sangliers de Chambord ont été abordés sous la direction de Sophie Rossi.

Les résultats sur tout parasite détectable au niveau des matières fécales obtenus au laboratoire ont été comparés avec ceux obtenus par une technique biphasique (MIF enrichissement). Les résultats en abondance sont présentés en figure 18. Pour les oeufs de strongles digestifs, de métrastongles, de *Trichuris*, de *Capillaria* et les ookystes de coccidies, la différence n'est pas significative entre la méthode de concentration par flottaison (réalisé par le laboratoire) et notre méthode d'enrichissement au MIF (tobs < 1.96). En revanche, pour l'identification des oeufs de spirure (oeufs émis par des parasites de l'estomac, *Ascarops strongylina* et *Physocephalus sexalatus*), la méthode au MIF est plus efficace que la méthode pat flottaison (tobs > 1.96).

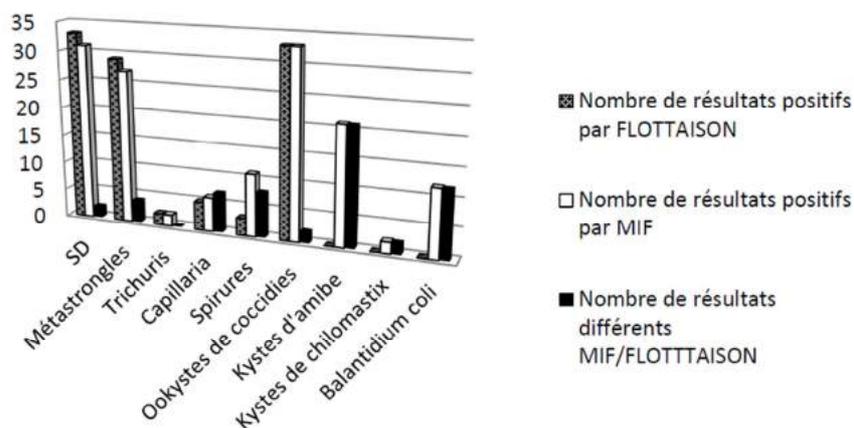


Figure 18. : Comparaison des résultats obtenus par méthode de flottaison et par technique au MIF.

Seule la méthode de flottaison (simple flottaison ou lecture en cellule de Mac-Master) est réalisée en routine dans la majorité des laboratoires en médecine vétérinaire pour la recherche des oeufs d'helminthes et des coccidies. Quel serait l'intérêt de la réalisation de la méthode d'enrichissement au MIF ? Par rapport à la méthode de flottaison, cette méthode n'est pertinente que pour l'identification des oeufs de spirure. Hors, les spirures, mais aussi les *Capillaria* ont une incidence chez les ongulés (domestiques ou sauvages) plus faible que celle des strongles digestifs et surtout un impact très faible sur l'état sanitaire. On peut ainsi considérer que l'intérêt de la réalisation du MIF pour la mise en évidence des spirures est davantage d'ordre épidémiologique.

La justification d'une méthode biphasique ne s'inscrit que dans la recherche des "protozoaires" aussi bien ciliés (*Balantidium coli*) que flagellés (microparasite *Giardia* sp., *Chilomastix* sp.), ou encore appartenant au groupe des "amibes". À l'heure actuelle, si certains d'entre eux connaissent un regain d'intérêt à être recherchés chez les animaux domestiques en raison de leur pouvoir pathogène chez les jeunes (ex : veau), leur portage et leur statut chez la faune sauvage sont totalement méconnus. Ces espèces parasitaires sont-elles partagées ?

4.2.3 Le parasitisme chez le cerf élaphe

4.2.3.1 Examens coprologiques

Au total, 246 cervidés (62 animaux de moins d'un an et 184 animaux plus âgés considérés adultes) ont fait l'objet de prélèvements. Du fait des conditions d'échantillonnage délicates au cours des panneautages, tous les prélèvements n'ont pu bénéficier de la mise en œuvre simultanée des deux techniques coprologiques préconisées (pour certains individus, ce prélèvement n'a pas été possible ou résultant en une trop petite quantité de matériel biologique, tableau 15). Dans certains cas, d'une manière arbitraire, nous avons choisi de privilégier la numération en cellule de Mac-Master (objectivation des strongles gastro-intestinaux) ou la technique de Baermann (objectivation des strongles pulmonaires). Les taux de réalisation des analyses restent toutefois importants aussi bien chez les jeunes que chez les adultes (tableau 16 et figures 19 et 20).

Panneautage	2014	2015	2016
Jeune	6	14	15
Adulte	34	56	35
Total	40	70	50
Chasse / Tir	2014	2015	2016
Jeune	7	13	7
Adulte	15	26	18
Total	22	39	25

Tableau 15.: Nombre de prélèvements susceptibles d'être analysés selon la provenance et l'âge des cerfs.

Jeune	Taux de réalisation (%)	
	Mac-Master	Baermann
2014 (13)	92,3	100
2015 (27)	77,8	92,6
2016 (22)	77,3	95,5
Adulte	Taux de réalisation (%)	
	Mac-Master	Baermann
2014 (49)	83,7	93,9
2015 (82)	63,4	95,1
2016 (53)	83	96,2

Tableau 16.: Taux de réalisations des tests pour chaque classe d'animal prélevé.

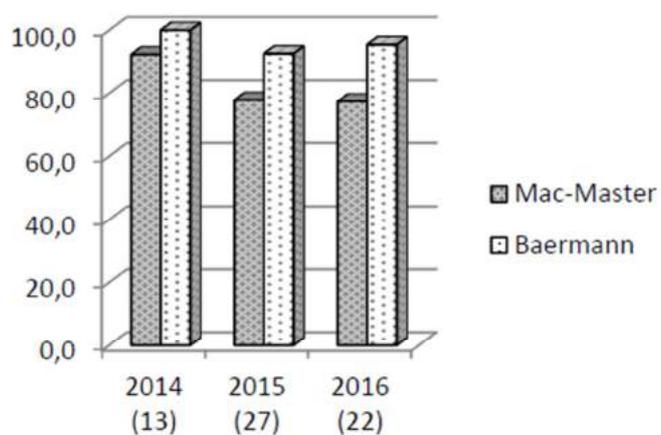


Figure 19.: Taux de réalisation des tests coprologiques pour les jeunes individus.

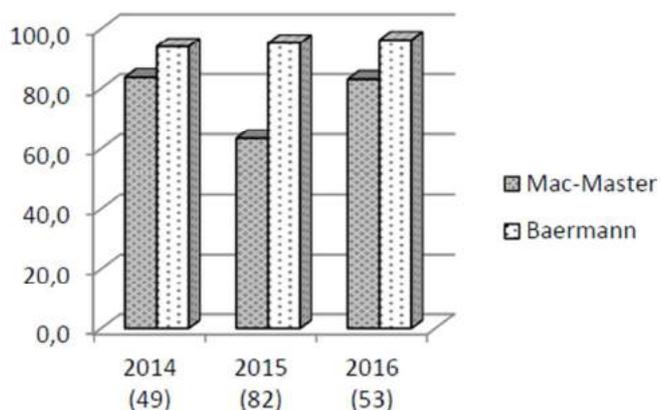


Figure 20.: Taux de réalisation des tests coprologiques pour les individus adultes.

4.2.3.2 Examens coprologiques : prévalences

Les prévalences des différents éléments parasitaires gastro-intestinaux (oeufs, oocystes de coccidies) sont présentées pour les trois années d'étude en fonction de l'âge des animaux (figure 21 et figure 22). Il est un peu tôt pour dégager des différences significatives en fonction de l'année pour chaque catégorie d'animaux, et ne seront détaillées ici que des tendances qui demandent à être infirmées ou confirmées au cours des prochaines années.

Il est toutefois possible de signaler ces points suivants :

- Les prévalences des strongles digestifs entre jeunes et adulte sont sensiblement équivalentes.
- Les oeufs de *Nematodirus*, de *Trichuris* et de *Moniezia* ne sont pratiquement retrouvés que chez les individus de moins d'un an : sont-ils des parasites de jeunes animaux ? Un seul adulte sur 135 excrète des oeufs de *Nematodirus*, un seul adulte des oeufs de *Trichuris* et aucun d'entre eux des oeufs de *Moniezia*.
- Même si la prévalence des oeufs de *Capillaria* est plus élevée chez les jeunes, ils sont bien représentés chez les adultes. Peut-on suggérer ces éléments parasitaires comme de potentiels candidats d'ICE ? Le cas des *Trichuris* est déjà une hypothèse semblable avancée chez le chevreuil.
- La présence d'oeufs de paramphistomes est en faveur des animaux âgés. Il a été remarqué que ce sont surtout les femelles adultes qui éliminent ces oeufs.

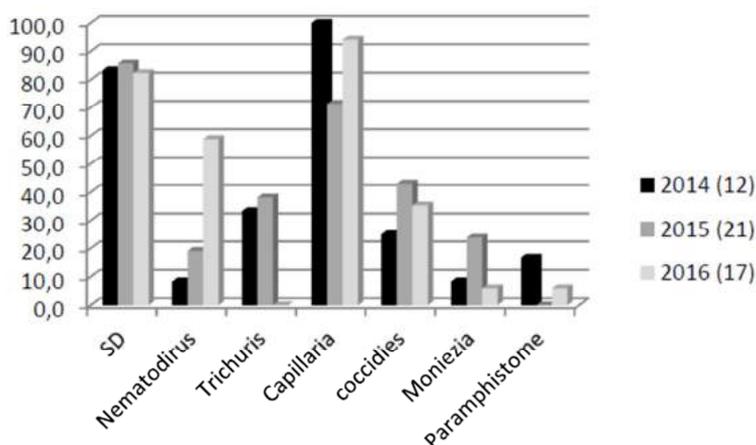


Figure 21. : Prévalence des parasites intestinaux recherchés chez les faons de cerfs

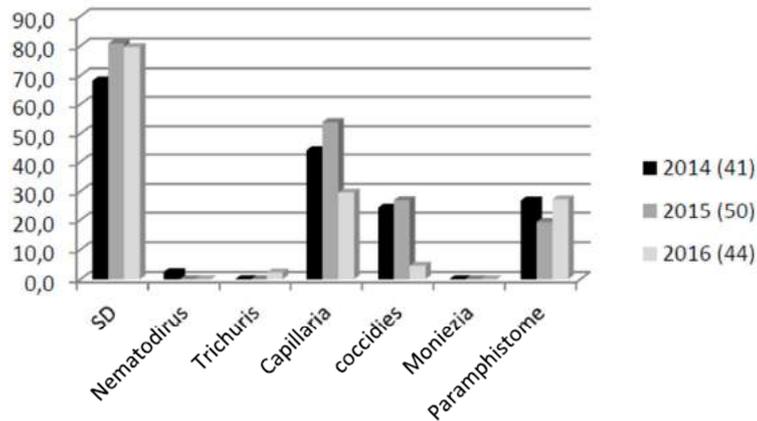


Figure 22. : *Prévalence des parasites intestinaux recherchés chez les cerfs et biches de plus d'un an*

Remarque : l'absence d'un élément parasitaire ne signifie pas systématiquement que l'hôte est indemne du parasite concerné. Il faut tenir compte du seuil de sensibilité de la technique mais aussi de la faculté des vers femelles à pondre des oeufs. Il est connu pour des strongles gastro-intestinaux de ruminants domestiques que la ponte des vers femelles est influencée par le statut immunitaire chez les femelles gestantes.

Pour les strongles pulmonaires, les prévalences observées sont les suivantes (figure 23 et 24). Si les dictyocauls ne concernent qu'une espèce parasitaire, il y a en revanche deux parasites représentant des protostrongles, l'un pulmonaire, et l'autre du système nerveux.

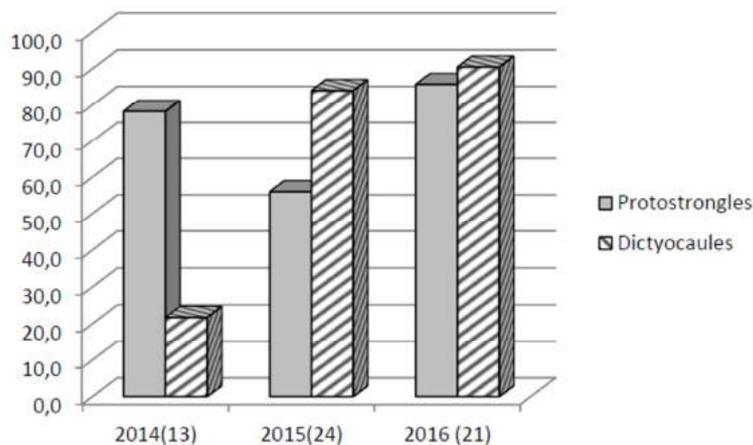


Figure 23. : *Prévalence des parasites pulmonaires chez les faons de cerfs.*

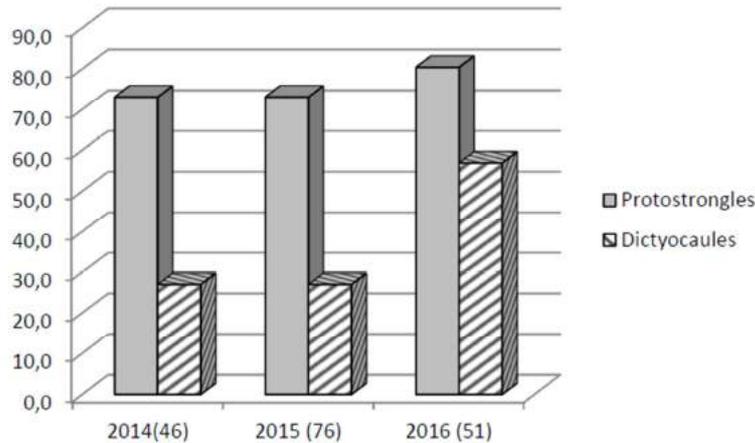


Figure 24. : Prévalence des parasites pulmonaires chez les cerfs et biches de plus d'un an

Si pour les dictyocauls, les prévalences chez les jeunes sont généralement plus élevées que chez les adultes, elles atteignent plus de 50 % de ces derniers en 2016. Pour les protostrongles, par rapport à ce que l'on observe chez le chevreuil, les adultes présentent une proportion équivalente d'animaux parasités, voire supérieure. Cette différence est certainement liée aux deux espèces de protostrongles. À Chambord, le cerf élaphe héberge deux espèces de protostrongles : *Elaphostrongylus cervi* (parasite du système nerveux et/ou musculaire) et *Varestrongylus sagittatus* (parasite des alvéoles pulmonaires) ; le chevreuil une espèce, *V. capreoli* et le mouflon une espèce également, *Muellerius capillaris*. Actuellement, la spécificité des protostrongles peut être considérée comme très étroite entre les ongulés du domaine.

4.2.3.3 Examens coprologiques : taux d'infestation

Les taux d'infestation estimés en nombre d'OPG (oeuf par gramme de matières fécales) ou en LPG (larve par gramme de matières fécales) sont données dans les tableaux suivants : 17 et 18 pour 2014 ; 19 et 20 pour 2015 ; 21 et 22 pour 2016.

Jeune (2014)	prévalence	moyenne	minimum	maximum
SD (OPG)	83,3	120	30	235
<i>Nematodirus</i> (OPG)	8,3	15		
<i>Trichuris</i> (OPG)	33,3	15	15	15
<i>Capillaria</i> (OPG)	100,0	85	15	210
Coccidies (OPG)	25,0		15	1000
<i>Moniezia</i> sp. (OPG)	8,3			
Paramphistomes (OPG)	16,7			
Protostrongles (LPG)	92,3	90	7	432
Dictyocauls (LPG)	76,9	8,7	0,3	63,9

Tableau 17.: Taux d'infestation des faons (2014).

Adulte (2014)	prévalence	moyenne	minimum	maximum
SD (OPG)	65,9	50	7,5	510
<i>Nematodirus</i> (OPG)	2,4	90		
<i>Trichuris</i> (OPG)	0,0			
<i>Capillaria</i> (OPG)	43,9	48,5	7,5	145
Coccidies (OPG)	22,0	10,8	15	630
<i>Moniezia</i> sp. (OPG)	0,0			
Paramphistomes (OPG)	22,0			
<i>Protostrongles</i> (LPG)	78,3	29	0,1	354
Dictyocaulus (LPG)	21,7	41,24	0,1	302

Tableau 18.: Taux d'infestation des cerfs et biches de plus d'un an (2014).

Jeune (2015)	prévalence	moyenne	minimum	maximum
SD (OPG)	85,7	78,3	15	240
<i>Nematodirus</i> (OPG)	19,0	30	15	75
<i>Trichuris</i> (OPG)	38,1	111	15	345
<i>Capillaria</i> (OPG)	71,4	62,5	7,5	180
Coccidies (OPG)	42,9	85	15	485
<i>Moniezia</i> sp. (OPG)	23,8			
Paramphistomes (OPG)	0,0			
<i>Protostrongles</i> (LPG)	56,0	92,5	2,62	496
Dictyocaulus (LPG)	84,0	10,43	0,1	52

Tableau 19.: d'infestation des faons (2015).

Adulte (2015)	prévalence	moyenne	minimum	maximum
SD (OPG)	80,8	81,5	7,5	840
<i>Nematodirus</i> (OPG)	0,0			
<i>Trichuris</i> (OPG)	0,0			
<i>Capillaria</i> (OPG)	53,8	80,8	15	195
Coccidies (OPG)	26,9	30	7,5	195
<i>Moniezia</i> sp. (OPG)	0,0			
Paramphistomes (OPG)	19,2			
<i>Protostrongles</i> (LPG)	73,1	15,28	0,1	219
Dictyocaulus (LPG)	26,9	1,58	0,1	5,6

Tableau 20.: Taux d'infestation des cerfs et biches de plus de un an (2015).

Jeune (2016)	prévalence	moyenne	minimum	maximum
SD (OPG)	82,4	151	7,5	915
<i>Nematodirus</i> (OPG)	58,8	35,4	7,5	120
<i>Trichuris</i> (OPG)	0,0			
<i>Capillaria</i> (OPG)	94,1	28,1	15	60
Coccidies (OPG)	35,3	22,5	7,5	45
<i>Moniezia</i> sp. (OPG)	5,9			
Paramphistomes (OPG)	5,9			
<i>Protostrongles</i> (LPG)	85,7	8	0,25	22,4
Dictyocaulus (LPG)	90,5	10,43	0,1	34,07

Tableau 21.: Taux d'infestation des faon (2016).

Adulte (2015)	prévalence	moyenne	minimum	maximum
SD (OPG)	79,5	386	7,5	3900
<i>Nematodirus</i> (OPG)	0,0			
<i>Trichuris</i> (OPG)	2,3	450		
<i>Capillaria</i> (OPG)	29,5	28,3	7,5	75
Coccidies (OPG)	4,5	30	15	45
<i>Moniezia</i> sp. (OPG)	0,0			
Paramphistomes (OPG)	27,3			
<i>Protostrongles</i> (LPG)	80,4	45,73	0,2	2103
Dictyocaulus (LPG)	56,9	24,91	0,1	544

Tableau 22.: Taux d'infestation des cerfs et biches de plus d'un an (2016).

Si les taux d'infestation (évalués pour les animaux positifs) sont généralement les plus élevés chez les jeunes animaux (âge < 1 an), il n'en reste pas au moins que pour certains parasites ou groupes de parasites, nous observons des valeurs maximales (observées chez un individu) nettement supérieures chez des adultes (tableaux x3, x4 et x5). Cela demande toutefois confirmation sur un effectif plus important, ce qui justifierait de maintenir des examens coprologiques dans les prochaines années sur les animaux manipulés au cours des panneautages et sur des animaux prélevés par la chasse.

En 2014, les valeurs maximales observées pour les L1 de protostrongles et de dictyocaulus chez les adultes ont été détectées chez le même animal (femelle adulte accidentée lors d'un panneautage). Cette femelle ne présentait qu'un faible nombre d'OPG de strongles digestifs. De façon similaire, en 2016, les valeurs maximales en LPG (protostrongles et dictyocaulus) ont été constatées chez une femelle adulte piégée au cours d'un panneautage. Les premières indications semblent montrer que la proportion de L1 d'*Elaphostrongylus* est supérieure à celle des *Varestrongylus*, ce qui constitue certainement un artéfact dans la comparaison entre les prévalences et les taux d'infestation entre les jeunes et les adultes. *Elaphostrongylus*, parasites des adultes ?

La présence d'un grand nombre d'OPG de strongles digestifs (SD) chez les adultes, tout particulièrement en 2016, est certainement liée aux pontes de femelles d'Haemonchinae qui sont reconnus comme les plus prolifiques. Celles-ci atteignent plus tardivement leur maturité sexuelle après l'infestation, par opposition à l'ensemble des autres espèces de trichostrongles. La capacité de pondre de ces femelles nécessite leur maintien pendant deux ans environs chez l'hôte définitif.

Remarque : Comme pour les sangliers, il a été mis en évidence des kystes d'amibes mais aussi des kystes de Giardia sp. à l'aide de la méthode diphasique. Il n'a pas été possible de dire si à l'heure actuelle, il s'agit d'une espèce partagée ou non avec des exemplaires isolés de chevreuils provenant d'autres territoires en France.

4.2.3.4 Examen des viscères

L'ensemble des organes prélevés et leur nombre en fonction des espèces sont mentionnés dans le tableau ci-dessous (tableau 23). L'ensemble des vers (mâles et femelles) sont identifiés selon les critères reconnus comme spécifiques ou par une approche moléculaire.

Pour certains organes conservés en totalité (caillette, caecum, côlon), des numérations ont été effectuées ou seront envisagées.

Espèce	"Âge"	Nombre d'hôte	Panse	Caillette	Intestin grêle	Caecum	Côlon
Cerf élaphe	jeune	5	3	5	1	3	0
	femelle	17	16	8	1	5	0
	mâle	14	7	4	0	0	0
Mouflon	femelle	1	1	1	1	1	1
	mâle	7	6	7	4	5	3
Chevreuil	femelle	5	5	5	4	5	5
	mâle	3	3	3	2	3	1

Tableau 23.: Organes prélevés chez les ongulés sauvages ruminants du DNC.

Au niveau de la panse, des paramphistomes appartenant à une espèce différente de celles généralement retrouvées chez les ruminants domestiques ou sauvages en France ont toujours été isolés. Cela est confirmé par une analyse moléculaire avec détection de l'hôte intermédiaire chez des mollusques du domaine. Ces derniers sont du type *Anisus vortex* et jouent le rôle d'hôte intermédiaire. Ils ont été retrouvés à l'occasion des prospections malacologiques au printemps et en été dans deux sites (voir fiche projet n°10). Si les cercaires sont de type amphistome, leur caractérisation moléculaire est nécessaire pour confirmer que les séquences obtenues sont homologues à celles déterminées à partir des vers adultes. En effet, d'autres cercaires du même type ont été observées sur le domaine mais correspondent à des trématodes inféodés aux batraciens, trématodes que nous avons eu l'occasion d'isoler sur des grenouilles. Jusqu'à présent, aucune des panses des chevreuil examinées (n=8) n'a permis de retrouver de "paramphistomes" chez cet hôte. En revanche, sa présence en faible nombre chez le mouflon a été signalée, chez deux animaux déjà analysés.

Au niveau de la caillette chez les cerfs élaphe, la présence de vers hématophages du genre *Ashworthius* a été détectée chez toute les caillettes jusqu'à alors analysées (13 caillettes). Leurs taux d'infestation varient de 20 à plus de 3000 vers. Les morphotypes des mâles ne sont qu'exclusivement du type "gagarini", à l'exception de ceux trouvés dans des organes issus des animaux des tirs sélectifs d'octobre 2016. Ceux-là présentent le morphotype "sidemi", à nouveau chez les mâles. Ce morphotype est indirectement associé à des femelles capables de pondre des oeufs qui donnent des larves de stade 1. Des dissections de femelles ont été réalisées afin d'obtenir un plus grand nombre de larves de stade 3 (L3) après coproculture et de les caractériser dans un avenir proche. La présence d'*Haemonchus contortus* (3 vers) parmi 725 *Ashworthius sidemi* a été observée sur un cerf.

Sur une caillette de chevreuil, la co-infestation *Ashworthius-Haemonchus* est toujours en faveur des *Ashworthius* (170 vers versus 1 mâle d'*Haemonchus*). De même, ce type d'association est retrouvée chez le mouflon, mais en faveur des *Haemonchus contortus* (présence d'une seule femelle immature d'*Ashworthius* parmi 170 *Haemonchus*). A partir des femelles d'*Haemonchus* (obtenues de ce même mouflon des tirs sélectifs d'octobre 2016), comme pour les *Ashworthius*, des coprocultures monospécifiques ont été réalisées dans le but de proposer une diagnose différentielle des stades larvaires de ces deux parasites.

La présence de co-infestation chez des ongulés vivants en sympatrie n'est pas exceptionnelle. Elle confirme un parasitisme transfuge des deux espèces d'Haemonchinae d'hôtes Cervidae vers des hôtes Bovidae. Ce phénomène a précédemment été rapporté en Tchéquie et en Pologne pour les *Ashworthius* (Kotrla et al., 1976 ; Moskwa et al., 2015).

Au niveau du caecum chez les cerfs comme chez les chevreuils, ont été isolés à la fois des *Oesophagostomum sika* ainsi que des *O. venulosum*, la première espèce étant généralement plus abondante. La présence de *Trichuris* n'a été observée que chez un jeune cerf mais plus fréquemment chez le chevreuil. Le portage des vers (*Oesophagostomum* et *Trichuris*) du caecum par les mouflons n'a pas été encore appréhendé.

Découvertes d'autopsie (séance des tirs sélectifs) :

1. La présence de varrons est bien souvent incriminée à la présence de nodules sous-cutanés à la palpation. Bien que confirmée à Chambord, la présence de ces nodules ne certifie pas qu'ils soient dus à des agents de myases cutanées. En effet, il a pu être constaté que de nombreux nodules sous-cutanés renferment en réalité des nématodes de type filaires qui ont été rattachés après examen au microscope à l'espèce *Onchocerca flexuosa*.
2. Un cysticerque (forme larvaire d'un cestode ou "ténia") a été isolé sur la paroi externe de la panse d'un cerf élaphe. Il a été identifié comme un cysticerque de *Taenia hydatigena*. Il n'a pas encore été possible d'identifier l'hôte définitif, bien que celui-ci soit certainement un carnivore comme le renard (*Vulpes vulpes*).

Ce projet de recherche s'est achevé en octobre 2016.

Valorisations prévues :

- *Ashworthius sidemi* Schulz, 1933 et *Haemonchus contortus* (Rudolphi, 1803) chez les cervidés en France : approche intégrative pour l'identification des espèces (Lehter *et al.* 2016)
- Etude de la diversité génétique de trois populations européennes d'*Ashworthius sidemi* (Schulz, 1933) établies chez des cervidés selon des contextes différents d'introduction (Ferté et al.)
- Développement d'une PCR multiplexe pour l'identification rapide des larves de stade 1 de quatre espèces de Protostrongles inféodées aux ruminants sauvage en Europe (Ferté et al.)
- Les Parasites partagés ou non entre un bovidae, le Mouflon et des cervidés (Cerf élaphe et Chevreuil) sur le DNC. (Ferté et al.)
- Une alternative à l'utilisation des approches moléculaires pour la détection d'une espèce invasive chez les cervidés autochtone : Des critères morphologiques toujours d'actualité. (Ferté et al.)
- Intérêt de l'estimation de la charge parasitaire par examens coprologique chez le Cerf élaphe : un indicateur de la dynamique de la population ? (Ferté et al.)

4.3 Sanglier : étude du cycle d'*Alaria alata*

Fiche projet N° : 10	Unité d'étude ou de recherche : URCA REIMS		
Responsable scientifique : Hubert FERTÉ	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : 2017	
	Thème : Pathologie des ongulés		

Dans le cadre d'un partenariat scientifique avec l'USF-ONCFS.

Appui scientifique : Cécile Patrelle (CDD de 2014 à 2015) (URCA : Université de Reims Champagne-Ardenne).

Alaria alata (Platyhelminthes, Trematoda), espèce européenne du genre, est actuellement toujours considéré comme un agent zoonotique potentiel à son stade mésocercaire (sur la base de risques zoonotiques avérés rencontrés avec des espèces nord-américaines). Aussi, sa présence dans les masses musculaires dans la viande de venaison (Sanglier), mise en évidence lors de recherche de Trichine, a attiré l'attention des autorités sanitaires qui ont pris la décision d'interdire la commercialisation « à frais » des carcasses positives sur la base des analyses par lots. Du fait de ce mode d'échantillon, en cas de positivité, tous les carcasses du lot sont déclassées et doivent subir une congélation pour assainissement. Cela a pour conséquence de déclasser des carcasses potentiellement indemnes. En parallèle, l'étude portera aussi sur les prévalences observées chez les différents acteurs du cycle (hôtes intermédiaires : mollusque, batracien ; hôte définitif canidé : renard).

1. Etudier la prévalence et le taux d'infestation chez le sanglier.
2. Evaluer la pertinence d'une technique individuelle de détection des mésocercaires dans le viande de venaison par rapport à l'analyse par lot.
3. Identifier les différents acteurs du cycle dans le DNC.

4.3.1 Protocoles scientifiques

4.3.1.1 Volet 1

Objectifs concernés : mesure des prévalences et taux d'infestation chez le sanglier, dynamique de la présence du parasite chez le sanglier, évaluation d'une technique de détection d'*Alaria alata* dans la venaison

L'étude a porté sur la recherche de mésocercaires sur les sangliers par examen d'échantillons des diaphragmes des animaux tués à la chasse. Cet examen s'est déroulé selon un protocole analytique individuel des carcasses (AMT = *Alaria* Migration Technique, technique dérivée de celle de Baermann), et non par lot de carcasses, comme le stipule la réglementation actuelle des contrôles viandes de venaison sur le modèle de détection de la trichine après digestion pepsique de muscles.

L'échantillonnage vise à disposer d'individus de différentes classes d'âge (moins d'un an et adulte), soit 120 individus par an sur une durée de deux saisons initialement prévue. L'étude a été poursuivie une année supplémentaire dans le cadre d'un stage de master 2 (financement convention ONCFS/URCA et plan quadriennal de l'équipe EA4688 "Vecpar" ; Martinez, 2016).

Une partie des piliers du diaphragme sur les individus tués a été envoyée au laboratoire de Reims ou pris en charge directement par le personnel du laboratoire lors de missions de terrain sur le domaine. Lors de l'absence de "l'équipe de Reims", la récolte et l'envoi des échantillons ont été assurés par le personnel de Chambord (année 1 et 2 du projet). Pour la troisième année, l'ensemble des analyses ont été effectuées sur site grâce la mise à disposition par le laboratoire de Reims du matériel scientifique nécessaire à la réalisation des analyses durant la saison de chasse et dans le cadre d'un master 2 (consommables, dispositifs "Baermann", microscope, loupe binoculaire, ... ; étudiant concerné : Jimmy Martinez).

4.3.1.2 Volet 2

Objectifs concernés : identification des différents hôtes du cycle d'*Alaria alata*, étude de la dynamique de circulation entre ces différents acteurs

Ce volet du protocole porte sur la recherche du parasite, quel que soit son stade, sur les hôtes intermédiaires mollusques (années 2014, 2015, 2016) et batraciens (années 2014, 2015) mais aussi sur les hôtes définitifs potentiels (années 2014, 2015, 2016). Pour ces derniers la prospection n'avait été initialement prévue qu'en 2016 pour clore l'étude. Le matériel a été récolté sur le site par les personnels de l'URCA au cours de missions sur le terrain, la première fois en avril 2014, avec mise à disposition d'un véhicule par le DNC. En fonction des premiers résultats, la stratégie d'échantillonnage a pu être modifiée pour les années suivantes.

4.3.2 Retombées pratiques espérées pour Chambord

Sans prendre en considération le risque zoonotique, les objectifs pour appréhender au mieux la recherche du parasite sont : privilégier la recherche individuelle, la nature de l'échantillon et la mise en place d'une technique de détection plus sensible au niveau national sur la base des résultats obtenus sur le DNC.

4.4 Résultats

Sur la base du cycle d'*Alaria alata* et les modalités de sa circulation en fonction des acteurs rencontrés sur le domaine, voici l'ensemble des résultats obtenus chez les différents acteurs sur la période allant de janvier 2014 à novembre 2016 (figure 25).

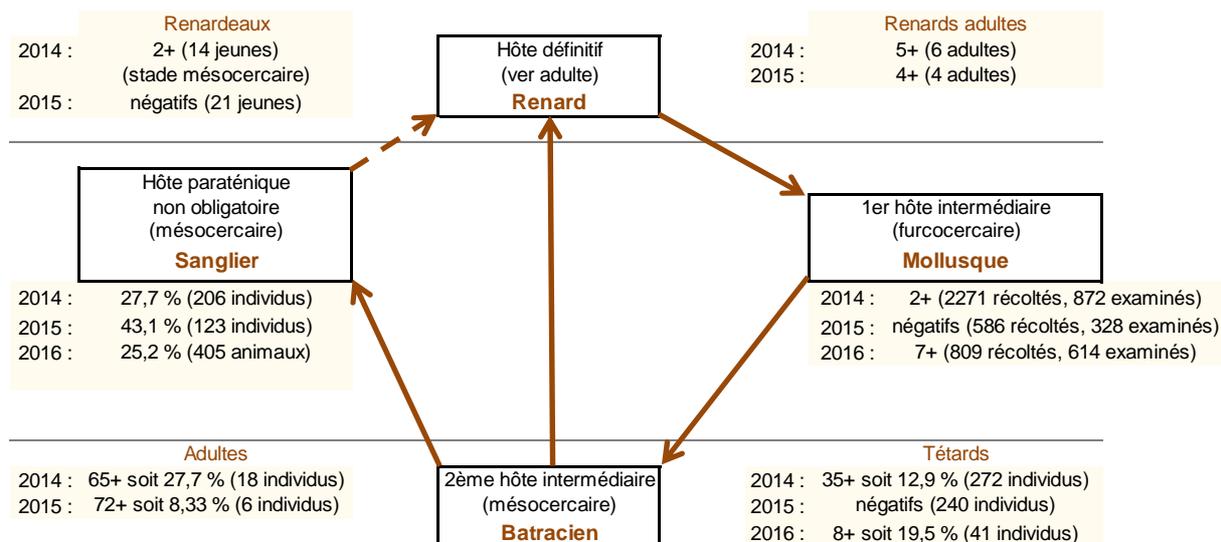


Figure 25. : Schéma du cycle de parasitisme d'*Alaria alata* avec pour chaque espèce hôte, le nombre d'individus jeunes et/ou adultes examinés ainsi que le nombre d'infectés pour chaque année d'étude. Tous les hôtes paraténiques ne sont pas représentés.

4.4.1 Mésocercaires d'*Alaria alata* : prévalences et taux d'infestation chez le sanglier

Les prévalences annuelles sont indiquées dans la figure 25. Dans le tableau 24, figurent les prévalences par secteurs pour l'ensemble des analyses réalisées entre janvier 2014 et octobre 2016. Par commodité, la dénomination des lieux où ont eu lieu les prélèvements réalisés ont été conservés, sans tenir compte des parcelles. Sont uniquement présentés les secteurs où le nombre d'animaux concernés est supérieur à 5.

Lieu	2014		2015		2016		Total sur trois ans		
	Nombre	Positif	Nombre	Positif	Nombre	Positif	Nombre	Positif	%
Baquetiere	8	5					8	5	62,5
Bonhommes	9	4			11	9	20	13	65,0
Caroline	6	4					6	4	66,7
Caroline (rond)	3	1	9	7	7	2	19	10	52,6
Charbonniers (rond)			10	6	6	1	16	7	43,8
Comte Thibault	20	7			4	2	24	9	37,5
Etang du Roy	2	0			15	6	17	6	35,3
Gardes (les)			11	9	18	7	29	16	55,2
Taille aux renards			11	9			11	9	81,8
Vallée des charmes	3	1			3	2	6	3	50,0
Ventes malheureuses	22	13			12	7	34	20	58,8
Chapelle de maurepas					21	10	21	10	47,6
Travail Ribault					18	9	18	9	50,0

Tableau 24.: Secteurs à fortes prévalences d'*Alaria alata* chez les sangliers tués.

Les prévalences annuelles des animaux positifs attribués aux lieux ainsi définis sont de 47,9 % en 2014, 75,6 % en 2015 et 47,8 % en 2016. En considérant l'ensemble des sangliers porteurs de mésocercaires sur le DNC, les secteurs retenus pour chaque année hébergent près des deux tiers des animaux infectés en 2014 (64,8 %), et plus de la moitié en 2015 et 2016 (respectivement 58,5 % et 56 %). Les analyses réalisées entre janvier et mars 2016 ont fait l'objet du stage de master 2 de Jimmy Martinez. Les résultats principaux en sont les suivants :

- Il n'existe aucune différence significative en termes de prévalence entre les mâles et les femelles, ainsi qu'entre les jeunes et les adultes.
- La distribution des animaux positifs (si on considère que les zones de prélèvement des animaux sont le reflet de leur "territoire" est corrélée aux zones humides proches du Cosson et non à la présence des mares permanentes forestières. Cela a été confirmé par l'analyse des résultats des prospections de mollusques du printemps et de l'été 2016.
- L'année 2016 a été prise en compte du fait d'une traçabilité entre la constitution des lots pour la méthode officielle de recherche de trichine et les analyses individuelles des animaux entrant dans ces lots. La comparaison pour cette saison confirme la sensibilité de l'AMT comme il a été suggéré précédemment : sur la totalité des lots de carcasses des animaux (lots de 10 individus) reconnues comme indemnes de mésocercaires selon la technique officielle, il a été observé une prévalence de 25 % d'animaux positifs sur l'ensemble de la saison.
- Il y a absence de mésocercaires chez des foetus de mère trouvées positives (transmission transplacentaire peu probable).

4.4.2 Furcocercaires d'*Alaria alata* : Prévalence et taux d'infestation chez les mollusques

Au total, 29 sites supposés "gîtes potentiels à mollusques" (mares, étangs, fossés de drainage, bordure de marais) ont été prospectés d'avril 2014 à août 2016 (tableau 25). Dans un premier temps, des prospections des mêmes sites ont été envisagées en récoltant l'ensemble des mollusques présents, sans se focaliser uniquement sur les mollusques reconnus comme hôte intermédiaire d'*Alaria alata* (comme *Planorbis planorbis* et *Anisus vortex*).

Genre*	2014	2015	2016
PLANORBIS	872	329	614
ANISUS	94	0	119
SEGMENTINA	816	125	0
STAGNICOLA/OMPHISCOLA	489	258	76
Total	2271	712	809

Tableau 25.: Principaux mollusques prélevés (entre 2014 et 2016). * en fonction de la morphologie externe.

Les mollusques sont principalement représentés par des Planorbidae (*Planorbarius corneus*, *Planorbis planorbis*, *Anisus* sp., *Segmentina* sp.) et des Lymnaeidae des genres *Stagnicola* et *Omphiscola*. Tous les mollusques ont été soumis à des tests d'émission pour mettre en évidence des furcocercaires, type présumé des cercaires d'*Alaria alata*. D'autres mollusques

peu représentés appartenants à d'autres genres (*Physa*, *Radix*) ont aussi été prélevés et testés. Les sites de prélèvement sont représentés en figure 26).

- En 2014, 32 mollusques se sont avérés capables d'émettre des furcocercaires de type "long fourchon sans ocelles pigmentés", conforme à la morphologie de celles d'*Alaria alata*. Parmi celles-ci, par approche moléculaire, seuls deux *P. planorbis* (sur 619 exemplaires) ont été prouvés capables d'émettre des furcocercaires d'*Alaria alata*, dans un seul site (mare Oubli droite).
- En 2015, aucun mollusque n'a émis de furcocercaires de type "long fourchon", y compris par des *Planorbis planorbis* du site positif en 2014.
- En 2016, seuls 8 *P. planorbis* ont émis des cercaires de type "long fourchon" et sur ces 8 furcocercaires, 7 se sont avérées moléculairement être celles d'*Alaria alata*. Les mollusques positifs ont été trouvés dans d'autres biotopes (parfois temporaires : asséchés en fin du mois de juin) qui semblent les plus propices au maintien des populations de *Planorbis* comparativement à certaines mares forestières comme la mare d'Oubli droite (619 exemplaires récoltés en 2014, 7 en 2015 et un spécimen en 2016).

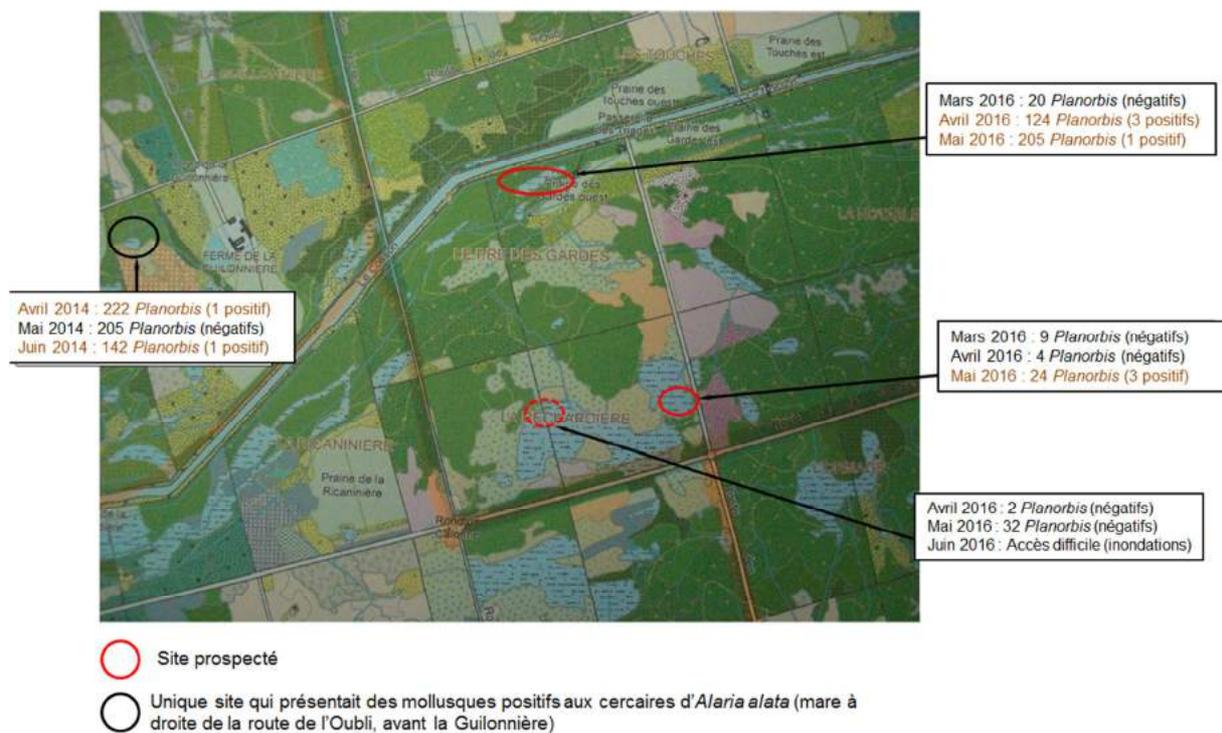


Figure 26. : Sites des mollusques positifs à *Alaria alata*.

Remarque : La détection de 2 ou 3 milieux humides supplémentaires différents des mares forestière initialement reconnues comme impliquées dans la transmission (2014) demanderait à être suivie dans les années à venir. L'ensemble de ces sites humides serait à compléter par de nouvelles zones à proximité au-delà du Cosson, secteur Sud. Les premières observations

sur la biocénose de ces milieux semblent indiquer qu'ils sont beaucoup plus favorables pour les mollusques incriminés (*Planorbis*) que les autres lieux inclus dans la prospection.

4.4.3 Mésocercaires d'*Alaria alata* : prévalences et taux d'infestation chez les amphibiens

Ce volet n'a pu être réalisé qu'après demande d'une autorisation auprès de la DREAL de prélèvements de batraciens (référence 14/296/EXP). Les investigations chez cet hôte intermédiaire sont présentées dans les tableaux 26 et 27 en fonction des stades des amphibiens (adultes ou stades larvaires).

Espèces	2014			2015		
	Nombre examinés	Nombre positifs	Taux d'infestation*	Nombre examinés	Nombre positifs	Taux d'infestation*
Triton palmé (<i>Lissotriton helveticus</i>)	12	0	-	26	0	-
Grenouille agile (<i>Rana dalmatina</i>)	5	2	1 à 20			
Grenouille verte (<i>Pelophylax sp.</i>)	46	17	1 à 25	46	6	11 à 187
Rainette (<i>Hylas arborea</i>)	8	5	51 à 412			
Total	65	18		72	6	

Tableau 26.: Prévalence et taux d'infestation d'*Alaria alata* chez les amphibiens adultes (en fonction des espèces : détermination sur des critères morphologiques). *Taux d'infestation : nombre de mésocercaires observées par individu.

Espèces	2014			2015		
	Nombre examinés	Nombre positifs	Taux d'infestation*	Nombre examinés	Nombre positifs	Taux d'infestation*
Triton palmé (<i>Lissotriton helveticus</i>)	4	0	-			
Grenouille agile (<i>Rana dalmatina</i>)**	272	35	1 à 52	222		0
Grenouille verte (<i>Pelophylax sp.</i>)**				18		6
Rainette (<i>Hylas arborea</i>)**	54	0	51 à 412			
Total	330	35		240		0

Tableau 27.: Prévalence et taux d'infestation d'*Alaria alata* chez les amphibiens au stade de forme larvaire. *Taux d'infestation : nombre de mésocercaires observées par individu.

** détermination sur des critères morphologiques.

Entre 2014 et 2015, on observe une diminution de la prévalence chez les grenouilles vertes adultes. Les seules qui sont positives en 2015 sont toutes issues de la même mare, mare pour laquelle en 2014 des mollusques ainsi que des têtards ont été trouvés positifs. En 2015, l'absence de détection de mésocercaires chez des têtards est remarquable, y compris pour des sites où ces larves avaient été trouvées préalablement infectées en 2014 (ex : mare Oubli droite ; tableaux 28 et 29, figure 27).

Zone	Lieux	Avril 2014				Mai 2014			
		Nombre testés	Positifs aux mésocercaires	Nombre de mésocercaires	Taux moyen	Nombre testés	Positifs aux mésocercaires	Nombre de mésocercaires	Taux moyen
Nord	Mare 1 (droite)	51	0	0					
	Mare 1 (gauche)								
	Oubli (droite)	10	9	14-44	25	15	5	1-8	4,5
	Oubli (gauche)					28	0	0	0
	Bras Oubli (droite)								
	Canardière 1								
	Canardière 2								
	Canardière 3								
	Route Oubli triage								
	Etang Guillonière	40	0	0	0				
	Etang Levraut								
	Etang périou								
	Maréchal de Saxe								
	Route Pièce du Chêne								
	Pièce/Chancelier								
Sud	Triage (A)					20	3	1-2	1,5
	Triage (B)					20	0	0	0
	Marie Thérèse 1 (droite)					11	0	0	0
	Marie Thérèse 2 (droite)					20	0	0	0
	Comte Thibault					20	0	0	0
	Rond du Roi					18	0	0	0
	Petite Mare Rond du Roi								
	Rond des Princes								
	Mare étang de Montrieux								
	Route Chatillon/Etang Montrieux								

Zone	Lieux	Juin 2014			
		Nombre testés	Positifs aux mésocercaires	Nombre de mésocercaires	Taux moyen
Nord	Mare 1 (droite)	8	0	0	0
	Mare 1 (gauche)	10	0	0	0
	Oubli (droite)	10	10	1-52	11,5
	Oubli (gauche)	22	0	0	0
	Bras Oubli (droite)				
	Canardière 1				
	Canardière 2				
	Canardière 3				
	Route Oubli triage				
	Etang Guillonière				
	Etang Levraut				
	Etang périou				
	Maréchal de Saxe				
	Route Pièce du Chêne				
	Pièce/Chancelier				
Sud	Triage (A)	10	3	1-39	15
	Triage (B)				
	Marie Thérèse 1 (droite)				
	Marie Thérèse 2 (droite)				
	Comte Thibault				
	Rond du Roi				
	Petite Mare Rond du Roi				
	Rond des Princes				
	Mare étang de Montrieux				
	Route Chatillon/Etang Montrieux				

Tableau 28.: Répartition des têtards analysés en 2014.

Zone	Lieux	Avril 2015			Mai 2015			Juin 2015			Juillet 2015		
		Nombre testés	Positifs aux mésocercaires	Nombre de mésocercaires	Nombre testés	Positifs aux mésocercaires	Nombre de mésocercaires	Nombre testés	Positifs aux mésocercaires	Nombre de mésocercaires	Nombre testés	Positifs aux mésocercaires	Nombre de mésocercaires
Nord	Mare 1 (droite)										0		
	Mare 1 (gauche)	1	0	0							0		
	Oubli (droite)	3	0	0	12	0	0	1	0	0	0		
	Oubli (gauche)	0									0		
	Bras Oubli (droite)												
	Canardière 1												
	Canardière 2												
	Canardière 3												
	Route Oubli triage												
	Etang Levrault	31	0	0									
	Etang périou												
	Maréchal de Saxe	13	0	0	21	0	0						
	Route Pièce du Chêne	0											
	Pièce/Chancelier	5	0	0									
Sud	Triage (A)	20	0	0									
	Triage (B)	8	0	0									
	Marie Thérèse 1 (droite)							20	0	0	20	0	0
	Marie Thérèse 2 (droite)							19	0	0			
	Rond du Roi							21	0	0			
	Petite Mare Rond du Roi												
	Rond des Princes	18	0	0									
	Mare étang de Montrieux												
Route Chatillon/Etang Montrieux													

Tableau 29.: Répartition des têtards analysés en 2015.

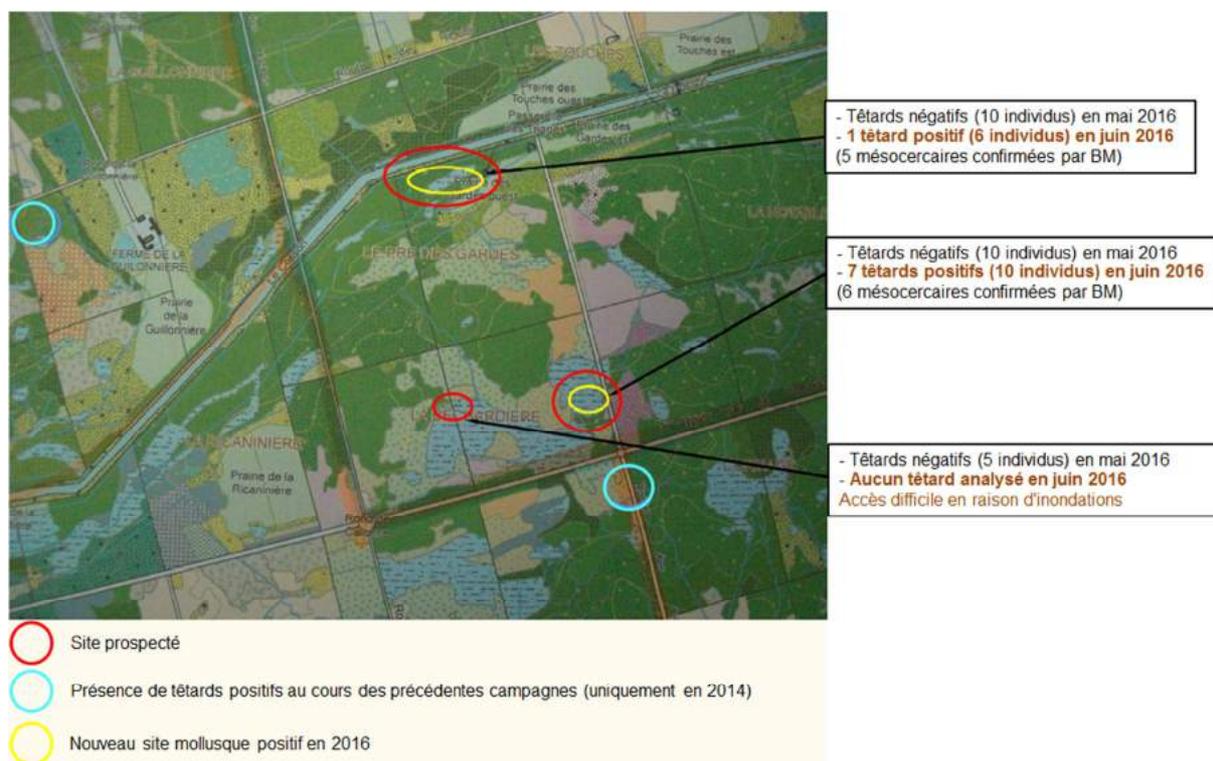


Figure 27.: Carte des sites prospectés avec des têtards positifs à Alaria alata.

4.4.4 Recherche des parasites chez les hôtes définitifs connus (et autres carnivores)

Bien qu'initialement prévu pour la troisième année d'étude (2016), ce volet a été engagé dès 2014. L'opportunité d'effectuer des prélèvements d'échantillons (matières fécales et/ou tractus digestifs) sur des renards et des blaireaux s'est présentée lors des différents déplacements au sein du DNC. Dans le cas de matériel non soumis à une congélation

préalable, il a été procédé à la mise en place d'AMT sur des diaphragmes et des poumons selon le même protocole technique que pour la recherche des mésocercaires chez les sangliers. Au niveau pulmonaire, cette approche avait pour but de mettre en évidence le stade métacercaire, stade qui curieusement intervient chez l'hôte définitif mais aussi chez les renardeaux. Le but était d'appréhender un éventuel passage transplacentaire ou par le lait entre la mère et ses petits, source de contamination possible chez certaines espèces Nord-Américaines. Les effectifs annuels étant réduits, nous proposons de donner les résultats pour les trois années.

- Sur 13 individus mâles, 12 examens coprologiques ont permis de mettre en évidence des oeufs d'*Alaria alata* (le seul négatif étant en réalité un faux négatif, l'examen de l'intestin présentant des vers adultes).
- Sur l'ensemble des renardeaux (14 prélevés en 2014 et 20 en 2016), deux certainement issus de la même fratrie et du même terrier présentaient chacun un mésocercaire au niveau du diaphragme.
- Chez les blaireaux (6 animaux : 3 adultes et 3 jeunes), des mésocercaires ont été mises deux fois en évidence par AMT ; une mésocercaire au niveau du diaphragme chez un adulte, et une mésocercaire au niveau pulmonaire chez un jeune.

Il reste actuellement des intestins en cours d'analyse, intestins ayant subis une décontamination à -80°C pour s'affranchir de tout risque zoonotique lié aux échinocoques. Jusqu'à présent, aucun échinocoque n'a été observé, en revanche, la présence d'individus adultes d'*Alaria alata* a été observée sur tous les animaux analysés, avec parfois des taux d'infestation élevés. Ce projet de recherche s'est achevé en octobre 2016.

Valorisations prévues :

- Etude épidémiologique d'*Alaria alata* (Goeze, 1789) : Circulation chez les différents acteurs du cycle (hôtes définitifs, hôtes intermédiaires et hôtes paraténiques) dans le contexte du DNC (Ferté et al.)
- Evaluation de la sensibilité de détection d'*Alaria alata* dans la viande de venaison : sensibilité des méthodes réglementaires préconisées ? (Ferté et al.)

4.5 Immuno-compétence du sanglier

Fiche projet N° : 11	Unité d'étude ou de recherche : USF-ONCFS		
Responsable scientifique : Sophie ROSSI	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : selon résultats	
	Thème : Pathologie des ongulés		

En partenariat scientifique avec Emmanuelle GILOT-FROMONT (LBBE), Marie-Frédérique LE POTIER (ANSES), Stéphane BETOULLE (Université de Reims).

L'immunoécologie est une discipline récente qui explore le lien fonctionnel entre l'immunité, les variations environnementales (ex : variation temporelle ou spatiale de la qualité alimentaire, exposition aux agents pathogènes, pollution...) et les fonctions vitales des vertébrés supérieurs. La fitness de l'hôte, ici le sanglier, est supposée favorisée par une «

bonne » immunocompétence mais elle est également contrainte par la notion de compromis énergétique entre les différentes fonctions vitales (croissance, reproduction, immunité). Ce volet est beaucoup plus fondamental et descriptif que les précédents, et il n'est pas nécessairement facile de le relier à la gestion cynégétique en ligne droite. Néanmoins, il est possible que certains indicateurs d'immunocompétence aident à prédire la robustesse des sangliers aux maladies et soient impactées par le mode de gestion (agrainage*densité). Le projet avait ici pour principal objectif d'explorer le lien entre certains indicateurs d'immunocompétence généralistes et la croissance ou la survie des marcassins, tout d'abord en comparant le DNC à un territoire non clos et a priori moins intensément agrainé (Petit 2015), et en second lieu en comparant 3 cohortes de marcassins nées au DNC dans des conditions environnementales contrastées (2014-2015 et 2016). En marge de cet objectif principal, d'autres indicateurs immunitaires cellulaires ont été explorés durant la capture 2016 afin d'avoir une vision plus complète de la mise en place du système immunitaire dans cette espèce.

4.5.1 Protocole scientifique

4.5.1.1 Principes de l'étude en capture-marquage-recapture

Le principe de l'étude est d'utiliser des mesures répétées de poids, longueur de tarse (performance des individus) et de les confronter à des composants immunitaires généralistes chez des marcassins en croissance suivis longitudinalement en capture-marquage-recapture au cours des différentes années (de mai à septembre 2014-2015-2016). On recherche plus particulièrement une corrélation entre l'état immunitaire des animaux et leur capacité à croître et survivre dans le jeune âge (2-6 mois). On s'intéresse également aux compromis entre la croissance et la mise en place de l'immunité chez ces animaux, que l'on suppose dépendre de la disponibilité alimentaire/énergétique (variation attendue entre sites et entre années). Une mesure finale sur animal chassé ou recapturé vivant en tant que subadulte ou adulte est parfois disponible qui permettra (sur le long terme) d'explorer aussi la corrélation entre l'état corporel et l'immunocompétence initiale des individus et leur capacité ultérieure à résister aux agents pathogènes ou à investir dans la reproduction.

4.5.1.2 Composantes humorales

En premier lieu ont été étudiés la concentration en anticorps naturels (NatAb) et l'activité du complément (Cp) par l'intermédiaire d'une mesure d'hémagglutination hémolyse utilisant le sérum d'animaux capturés et des hématies de poule (LVD05 + stagiaires master 2 2015, BTS génie biologique 2016). Ces mesures sont simples à mettre en œuvre et connues pour refléter ces composants immunitaires innés non spécifiques d'une maladie en particulier mais conférant une robustesse aux animaux vis-à-vis d'un certain nombre d'agents pathogènes de type bactérie ou virus (Maston 2005, Gilot et al. 2012, Rossi et al. 2013). Un travail de standardisation de la mesure a été initié en 2016, sous la forme d'un stage de BTS génie biologique encadré par le LVD05. Ce travail est en cours et devrait permettre de comparer des résultats obtenus au cours de séries d'analyses différentes, compte-tenu d'un pouvoir immunogène variable du réactif utilisé (hématies de poules).

En second lieu, une électrophorèse des protéines sérique et un test ELISA vis-à-vis de l'haptoglobine ont été réalisées sur sérums de marcassins (Vetagro Sup) pour estimer les

concentrations en alpha2 globulines, haptoglobine (protéines de l'inflammation), et gamma globulines (anticorps spécifiques de type IgG ou IgM). Ces variables apportent des informations complémentaires quant à l'état inflammatoire de l'animal et à la maturation du système immunitaire (production d'anticorps spécifiques). Elles ont été plus particulièrement mesurées pour la saison de capture 2014, de façon à permettre un comparatif intersites (Petit 2015) ; un complément d'analyse des sérums des saisons 2015 et 2016 est envisageable dans la mesure où ces matériels sont référencés et conservés en surgélateur (-80°C).

4.5.1.3 Composantes cellulaires

Au cours de la saison de capture 2016, des tests fonctionnels concernant la flambée oxydative et le pouvoir de phagocytose des cellules blanches du sang ont été conduits (URCA Reims, plateforme d'immunologie fonctionnelle) qui devront être mis en lien avec l'état corporel et le stress des animaux à la capture. Par ailleurs, un travail préliminaire concernant le phénotypage des lymphocytes a été conduit avec l'INRA de Jouy-en-Josas (équipe d'immunologie et génétique) spécialisée sur le porc et qui a encadré sur le sujet un stage de master 1 en 2016. Ces mesures n'ont pas encore été analysées mais devraient permettre de mieux comprendre le timing d'activation des voies immunitaires chez les marcassins au fur et à mesure de leur croissance et/ou de leur exposition aux agents pathogènes.

4.5.2 Résultats

Comme détaillé précédemment, le suivi en CMR de sangliers en 2014 à 2016 totalise ~1000 sérums, principalement prélevés sur des marcassins pour la réalisation de mesures de composants sériques. En plus de ces sérums ~400 prélèvement de sang total ont été utilisés pour des mesures cellulaires.

À ce jour les principaux résultats consolidés concernent la comparaison des profils immunitaires et des compromis croissance / immunocompétence entre deux sites (DNC et Vosges du Nord) (Petit 2015). Ces travaux mettent en évidence un niveau élevé d'immunocompétence humorale innée (NatAB et Cp) et acquise (gammaglobulines) chez les marcassins du DNC (cohorte 2014), sans doute en lien avec une exposition précoce à de multiples agents pathogènes et une forte agrégation des animaux sur les places d'agraineage. Par ailleurs, on n'observe pas de compromis entre croissance et mise en place de l'immunité dans cette population, contrairement à ce qu'on observe au sein d'autres populations moins exposées au pathogènes (et également moins agrainées). Ce travail suggère un fonctionnement différent du système immunitaire en milieu clos par rapport au milieu ouvert, mais reste préliminaire et doit être consolidé par une estimation de la survie des marcassins ainsi qu'un travail conduit sur les trois années de capture au sein du DNC pour apprécier la variabilité interannuelle au sein de ce site.

Les données d'immunités cellulaires n'ont pas encore pu être exploitées.

Valorisation : Mémoire de Master 2 ; Petit, G. (2015). Mise en place du système immunitaire chez le sanglier (*Sus scrofa*) en lien avec la croissance et l'exposition aux agents pathogènes ; Rapport de Master 1 (2016), C. Berthelin : Analyse exploratoire d'indicateurs cellulaires d'immunocompétence du sanglier

Prévues :

- (rapport de BTS, 2016) : Mise en place d'une méthode HAHL sur sérums de sangliers.
- (article) Mise en place d'une nouvelle méthode HAHL sur sérums de sangliers permettant la comparaison interannuelle (S. Rossi et al.)
- (article) Variations temporelles et spatiales du compromis croissance/immunité en lien avec les pratiques d'agraineage et impact sur la survie des marcassins (S. Rossi et al.)
- (article) Méthodologie indicateurs cellulaires d'immunocompétence (F. Blanc et al.)
- (article) Analyse des co-infections chez le sanglier en milieu clos (S. Rossi et al.)
- (article) Patrons spatiaux d'expositions aux maladies en lien avec les pratiques d'agraineage

5 Outils de suivi des populations d'ongulés

Fiche projet N° : 12	Unité d'étude ou de recherche : CNERA Cervidés-Sanglier		
Responsable scientifique : Maryline PELLERIN et Eric BAUBET	Année initiale : 2014	Fin du projet prévue en : 2024	
	Thème : Outils de suivi des population d'ongulés		

Dans le cadre de l'évaluation de l'état et de la dynamique des populations d'ongulés au sein du DNC (cerfs élaphe, chevreuils, sangliers), il est indispensable de mettre en place de manière rigoureuse de nombreux indices. Ces indices peuvent être directement liés à l'observation des animaux étudiés, comme les ICE d'abondance ou de performance (comptages nocturnes, mesures de la masse corporelle et de la longueur des tarse), mais d'autres s'appuient sur le relevé des impacts que laissent derrière elles ces espèces dans leur milieu naturel. Ces indices sont capitaux dans la conduite des études démographique. Suite à l'analyse détaillée de ces populations d'ongulés, ils devraient normalement permettre un suivi continu de l'abondance et des caractéristiques de ces animaux au sein du DNC.

Dans le cadre de ce projet, les objectifs de ces trois premières années ont été les suivants :

- 2014 : poursuite du relevé de l'indice nocturne sur le cerf élaphe, mesures biométriques sur les cerfs et chevreuils tués.
- 2015 : mise en place de l'indice kilométrique pour le chevreuil, ainsi que des indices de consommation et d'abrutissement.
- 2016 : phase de test pour un nouvel indicateur concernant le sanglier (mesure de la fructification forestière).

Il sera ici rappelé les protocoles de l'indice kilométrique pour le chevreuil, de l'indice de consommation, de l'indice d'abrutissement et la méthodologie inédite développée pour mesurer la fructification forestière. Le protocole de l'indice nocturne du cerf élaphe, ainsi que les résultats des mesures d'indice d'abondance et de performance ont été détaillé dans la partie dédiée à la dynamique du cerf (fiches projet n°8 et 5).

Protocole de l'indice nocturne du cerf élaphe et du chevreuil : encadré en page 23.

Résultats de l'indice nocturne du cerf élaphe à Chambord depuis 1985 : figure 11 en page 23.

Résultats de la mesure des tarse des faons de cerfs à Chambord depuis 1982 : figure 12 en page 24.

Résultats de la mesure de la masse corporelle des faons de cerfs à Chambord depuis 1982 : figure 13 en page 24.

5.1 Protocoles

De façon similaire à l'indice nocturne et pour assurer les données les plus fiables possibles, il est préférable pour tous ces indices que les dates d'observation soient au maximum similaires selon les années et que les observateurs restent inchangés.

5.1.1 Indice kilométrique voiture (« IKV », ICE abondance, voir annexe 1)

Cet indice participe à l'évaluation de l'abondance du chevreuil dans un territoire étudié donné. Il consiste à relever le nombre moyen d'individus observés par kilomètre parcouru en véhicule. La période pour réaliser ces observations se situe en mars (voire avril en altitude), au démarrage de la végétation herbacée et avant le débouillage des arbres pour éviter les problèmes de visibilité. A cette période, les mâles et les femelles sont regroupés et la détection est homogène entre les deux sexes. Un ou plusieurs circuits sont prédéterminés pour créer un temps d'observation allant de deux à trois heures. Un conducteur et un observateur passager parcourent au minimum 4 fois le même circuit ; deux fois à l'aube (après le lever du soleil) et deux fois au crépuscule (avant le coucher du soleil).

5.1.2 Indice de consommation (« IC », ICE pression, voir annexe 2)

L'indice de consommation permet d'apprécier la pression engendrée par les ongulés sur la flore lignifiée d'un massif forestier. Il consiste à prédéfinir 200 placettes d'un mètre sur un mètre et comportant des espèces végétales ligneuses ou semi-ligneuses. Tous les ans, en mars-avril avant le débouillage des végétaux, les mêmes observateurs formés à la reconnaissance de la flore et aux impacts occasionnés par les ongulés parcourent toutes les placettes et relèvent les traces d'abrutissement par des grands herbivores. Seules les consommations réalisées depuis la dernière saison de végétation sont prises en compte. La fiabilité de cet indice est vérifiée pour le chevreuil en plaine, mais ne permet pas en revanche de différencier des autres herbivores comme le cerf lorsqu'ils partagent le même milieu. L'indice au DNC concerne donc au moins les impacts de ces deux espèces.

5.1.3 Indice d'abrutissement (« IA », ICE pression, voir annexe 3)

L'indice d'abrutissement se concentre sur l'observation de la pression exercée sur les semis de chêne par les ongulés dans un massif forestier. Tout comme pour l'indice de pression, 200 placettes prédéfinies sont inspectées chaque année. Celles-ci s'étendent sur 12,5 m² (matérialisées par un jalon et une cordelette de 2 mètres). Entre octobre et novembre, chacune de ces placettes est visitée et les quatre semis de chêne les plus proches du centre sont examinés pour rechercher des traces d'abrutissement sur les pousses terminales par des ongulés depuis la dernière saison de végétation.

5.1.4 Estimation de fructification forestière en double échantillonnage (développement et tests)

Cet indice de fructification forestière concerne principalement le sanglier, mais pourrait également avoir un impact non négligeable sur les cerfs élaphe et le taux de gestation des bichettes (source).

La dynamique de population du sanglier est principalement influencée par le potentiel reproducteur des femelles, qui est lui-même, au vu de la bibliographie, lié en partie à la production de certains fruits forestiers. Il peut donc être envisagé d'utiliser l'estimation de la fructification forestière comme outil de gestion pour estimer la réussite de la reproduction à venir.

Pour vérifier l'efficacité de cet outil, il est nécessaire de tester l'impact des fructifications sur la reproduction du sanglier dans différents milieux et conditions environnementales, d'où la nécessité de la mise en place d'un observatoire national auquel Chambord participe. La présence importante du chêne dans le parc sylvicole fermé Chambourdin, ainsi que le suivi détaillé de l'état reproductif des laies tuées à la chasse projetée à nouveau le DNC comme territoire idéal pour étudier les corrélations entre la fructification et le potentiel reproducteur du sanglier.

Si l'outil s'avère pertinent, une estimation de la fructification pourra être mise en place sur d'autres sites de manière pérenne. Les informations ainsi récoltées pourront être utilisées par les gestionnaires dès le mois de septembre, principalement dans le cas de fortes fructifications, pour ajuster au mieux les quotas de prélèvement.

L'objectif est de relever un indice de fructification annuel sur un échantillonnage d'arbres. Ceux-ci sont répartis sur des circuits linéaires (transects) distribués de façon à quadriller au mieux le massif forestier. Les relevés s'effectueront en août (avant la chute des fruits) et en octobre (lorsque ceux-ci sont au sol).

Les essences échantillonnées sont le chêne, le hêtre, et le châtaignier.

5.1.4.1 Premier passage annuel (fin de la période estivale)

Ce premier passage est réalisé en fin d'été (fin août ou début septembre), si possible avant le début de la chute des fruits. Sur chaque transect, un arrêt est réalisé tous les kilomètres. Au point d'arrêt du véhicule, deux arbres sont échantillonnés (1 à droite de la route/chemin forestier et 1 à gauche). Ces arbres désignés se trouvent idéalement entre 5 et 10 mètres de distance du chemin, ou plus loin si nécessaire. Deux observateurs doivent examiner à l'œil ou à la jumelle les branches de l'arbre sélectionné si celles-ci sont suffisamment basses. En deux à trois minutes, chacun détermine un indice allant de 0 à 4 pour quantifier et qualifier les fruits que porte éventuellement l'arbre (tableau 30). Les observateurs ne se communiquent pas leur indice pour pouvoir prendre en compte l'effet de l'observateur dans les analyses et pouvoir le corriger si nécessaire.

L'un des deux arbres (à gauche ou à droite du véhicule) sera suivi par dénombrement des fruits sur les placettes au sol en octobre. A chaque point d'arrêt, l'un des deux arbres devra donc être identifié par de la rubalise.

Remarques :

1. Pour le hêtre et le châtaignier, le nombre de bogues présentes sur les arbres est compté.
2. Il doit être prévu de réaliser un certain nombre de relevés sur des arbres situés hors d'atteinte de la dent des ongulés (comme par exemple près de la Faisanderie, ou dans d'autres secteurs en grillagés). Ces relevés pourront faire office de témoin de référence en absence d'ongulés.
3. Une amélioration possible serait de procéder à un complément de points sur les zones où seront disposés les pièges pour les captures tout-venant de septembre.

Classe 0	Pas de glands observés
Classe 1	Peu de glands observés après un examen minutieux autour de l'arbre (environ moins d'une dizaine)
Classe 2	Des glands visibles mais pas forcément et immédiatement en importance. Après examen rigoureux, le nombre de glands dépasse environ la dizaine.
Classe 3	Glands visibles assez facilement après un examen attentif mais ne couvrant pas forcément entièrement l'arbre. Les branches les plus fines (d'un diamètre approximatif de 1 cm) n'apparaissent pas se courber ou ployer sous le poids des fruits qu'elles portent. Approximativement, il semble y avoir plus qu'une soixantaine de glands.
Classe 4	Glands facilement visibles et couvrant pratiquement l'entiereté de l'arbre. Les branches paraissent fléchir sous le poids des fruits qu'elles portent. Le nombre de fruits paraît facilement dépasser la centaine.

Tableau 30.: Description des classes utilisées pour quantifier le nombre de fruit sur un arbre observé avant la chute de ceux-ci.

5.1.4.2 Second passage annuel (après le pic de chute des fruits)

Sur chaque transect, un arrêt tous les kilomètres est fait. Au point d'arrêt du véhicule, l'arbre entouré de rubalise est échantillonné pour le comptage au sol. Chacun des deux observateurs dispose d'un système de mesure (cadre métallique 50X50cm fourni par l'ONCFS). Chacun d'entre eux lance deux fois le système de mesure aléatoirement sous le houppier de l'arbre échantillonné. Les cadres devront être lancés dans une zone comprise entre 1 et 3 m du tronc de l'arbre échantillonné (au maximum 5 mètres). Le nombre de glands (chêne), bogues (hêtre - châtaignier) sera dénombré dans le cadre. Les fruits ou bogues touchant un bord du cadre seront aussi comptés. Les feuilles seront déplacées du cadre pour optimiser le comptage.

Tous les fruits compris dans le cadre sont collectés dans un sachet plastique et le numéro de la placette ainsi que le nom de l'expérimentateur sont notés sur le sac. Si des faines sont présentes, à un ramassage d'une vingtaine de fruits aléatoirement est fait par les observateurs sous l'arbre échantillonné.

Au laboratoire, le contenu de chaque sachet est pesé dans son intégralité et le nombre de glands noté. Les sachets des deux expérimentateurs ayant travaillé sur même arbre sont réunis, pour les vider dans une bassine d'eau. Cette opération a pour but de déterminer la proportion de fruits vides (ceux qui flottent). Ceux ayant coulés, sont séchés succinctement

sur papier absorbant (type sopalin). Si la quantité de fruits restante est inférieure à 30 unités, peser l'ensemble de ceux-ci et noter leur nombre. Dans le cas échéant, 30 fruits sont tirés aléatoirement et sont ensuite pesés pour déterminer le poids moyen des fruits pleins.

5.1.4.3 Mise en place de l'estimation de fructification forestière et premiers résultats

La première session a eu les 25 et 26 août 2015. Elle a permis de valider le parcours de transects prévu (figure 28). Pendant environ 2 heures, il y a eu travail commun des deux binômes pour fixer la façon d'apprécier les indices proposés dans le protocole, et les arbres échantillonnés ont été identifiés par de la rubalise. Ensuite, les deux binômes se sont répartis les relevés en démarrant chacun aux deux extrémités du parcours qu'il restait à effectuer. Les tous derniers relevés, souvent situés hors du transect sur des parcelles témoins (protégées de la dent du gibier), ont été effectués ultérieurement par les agents du DNC (PC et BD). Lors du passage des binômes, la localisation réelle des arbres échantillonnés a été effectuée (figure 28).

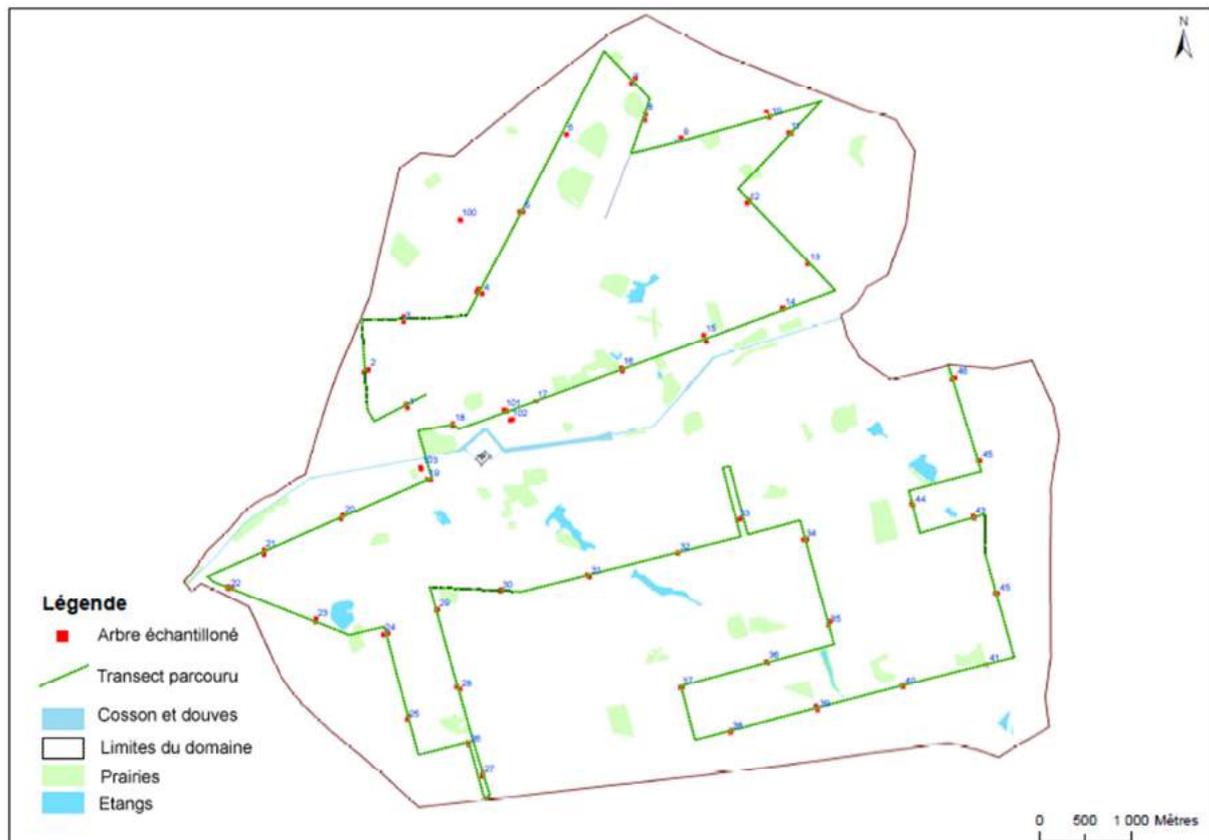


Figure 28. : Localisation du parcours pour le protocole fructification dans le DNC en 2015 et localisation des stations échantillonnées (les numéros correspondants au numéro de chaque station). (source P. Charpentier, légende modifiée).

En mettant en relation la valeur de l'indice obtenu pour chaque arbre et la valeur de fruits comptés au sol, on obtient une relativement bonne adéquation entre les deux types d'information (figure 29).

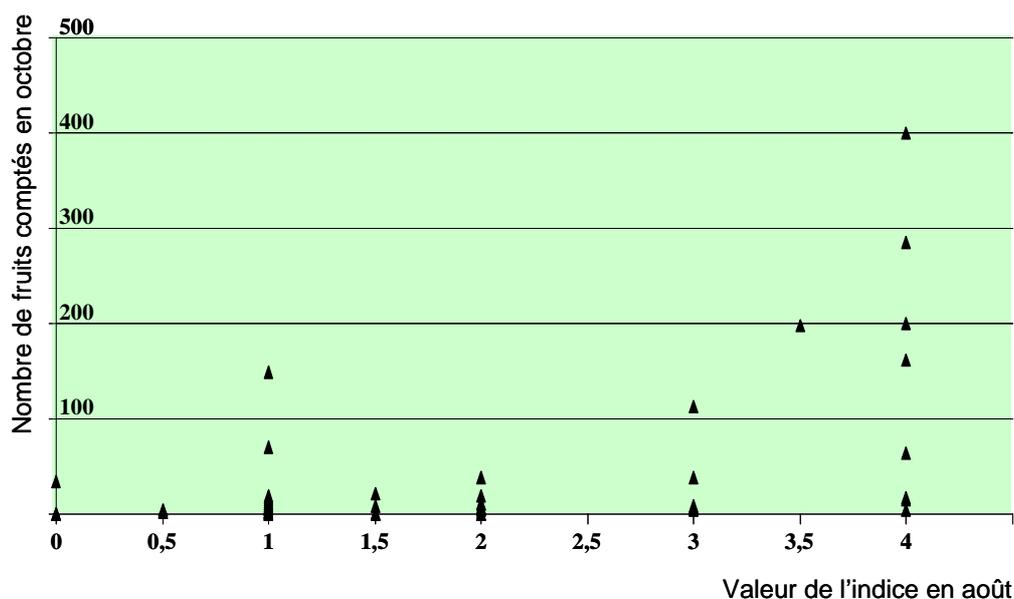


Figure 29. : Relation entre la valeur d'indice attribué à l'arbre lors du comptage d'août et la valeur de la fructification dénombrée sur 4 quadrats de 50 cm² en octobre.

Outre une valeur d'indice relativement faible, il semble important de constater que la qualité des fruits en 2015 n'est pas optimum. En effet, on observe sur les 51 chênes échantillonnés sur le transect lors du passage automnale, qu'un peu plus de 30% des fruits seulement sont consommables (moyenne 34,73%) avec un poids moyen de 2,76 grammes. Cette information, combinée aux premiers examens des laies tuées pendant la saison de chasse 2015-2016, a laissé augurer d'une mise-bas tardive.

6 Chasse durable

Fiche projet N° : 13	Unité d'étude ou de recherche : CNERA Cervidés-Sanglier		
Responsable scientifique : François KLEIN	Année initiale : 2016	Fin du projet prévue en : inconnue	
	Thème : Stratégies de chasse efficaces		

Avec la réduction du nombre de chasseurs, l'accroissement du nombre d'ongulés sauvages et les menaces qui pèsent sur l'activité cynégétique, la chasse se doit d'être de plus en plus efficace. Les chasseurs doivent contrôler les populations et participer activement à la gestion durable des écosystèmes forestiers. À l'aide de l'ensemble des résultats récoltés par les projets scientifiques de cette convention, il sera possible de concevoir de nouvelles techniques et stratégies de chasse au grand gibier. Ces améliorations peuvent par exemple être un meilleur ciblage des individus à prélever pour mieux réguler les populations (par exemple, prélever chez les sangliers des individus de plus d'un an qui sont susceptibles de se reproduire, plutôt que des animaux qui ne sont pas encore matures).

Le projet scientifique consistera à comparer les efficacités relatives de battues réalisées avec des consignes différentes en ce qui concerne les animaux à prélever. Une fois les modèles démographiques du cerf élaphe et du sanglier établis, différents scénarii démographiques

pourront être testés pour améliorer les stratégies de chasse au grand gibier sur des territoires ouverts. Pour ces raisons, ce projet n'a pas encore débuté.

7 Conclusions à l'issue des 3 premières années d'étude

La quasi-totalité du programme prévu dans la première convention tripartite signée en janvier 2014 a été mise en place et de nombreux résultats ont pu être obtenus.

- Certains de ces résultats ont été analysés et feront très prochainement l'objet de publications. C'est le cas de certains volets des études sanitaires.
- Les suivis de déplacements de quelques biches ont fourni des résultats intéressants sur le fonctionnement spatial de la population de cerf de Chambord mais encore nettement insuffisants pour en déduire des enseignements solides.
- Un grand nombre d'échantillons récoltés doivent encore être analysés en laboratoires dans le cadre de conventions en place. C'est encore le cas de certains travaux du volet sanitaires et du volet sanglier.

Mais de nombreux travaux débutés n'ont permis de recueillir que des résultats encore nettement insuffisants pour en tirer des conclusions valables et définitifs au regard de la complexité des mécanismes en jeu. C'est le cas des études de dynamiques de populations des cerfs et de sangliers. Pour ce dernier, les premières analyses seront néanmoins engagées à l'issue de la fin de la troisième saison, soit au-delà de mars 2017 afin de calculer les premières estimations des paramètres qui pourront être obtenues compte tenu du faible jeu de données (durée) et orienter plus précisément le plan de travail à venir – pression de marquage, répartition dans le temps.

Enfin, et cela était prévisible, le volet sur la chasse durable n'a pas été abordé. C'est un sujet qui nécessite de disposer préalablement de données sur le fonctionnement des populations.

Il reste à déterminer ce qui pourra être conduit dans la suite du programme, mais ce premier bilan confirme tout l'intérêt du DNC pour ce type d'investigations quand l'engagement de chacun est à la hauteur des prévisions.

8 Bibliographie

- 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, 519.
- Albon, S.D., Clutton-Brock, T.H., and Langvatn, R. (1992). Cohort Variation in Reproduction and Survival: Implications for Population Demography. In *The Biology of Deer*, R.D. Brown, ed. (Springer New York), pp. 15–21.
- Baubet, E., Ropert-Coudert, Y., Brandt, S., Baubet, E., Ropert-Coudert, Y., and Brandt, S. (2003). Seasonal and annual variations in earthworm consumption by wild boar (*Sus scrofa scrofa* L.). *Wildl. Res.*, *Wildl. Res.* 30, 30, 179, 179–186, 186.
- Bonenfant, C., Gaillard, J.-M., Klein, F., and Loison, A. (2002). Sex- and age-dependent effects of population density on life history traits of red deer *Cervus elaphus* in a temperate forest. *Ecography* 25, 446–458.
- Boulangier, V., Baltzinger, C., Saïd, S., Ballon, P., Ningre, F., Picard, J.-F., and Dupouey, J.-L. (2011). Deer-mediated expansion of a rare plant species. *Plant Ecol* 212, 307–314.
- Caley, P., Ottley, B., Caley, P., and Ottley, B. (1955). The Effectiveness of Hunting Dogs for Removing Feral Pigs (*Sus Scrofa*). , The Effectiveness of Hunting Dogs for Removing Feral Pigs (*Sus Scrofa*). *Wildl. Res.*, *Wildl. Res.* 22, 22, 147, 147–154, 154.
- Clutton-Brock, Albon, and Guinness (1989). Fitness costs of gestation and lactation in wild mammals. *Nature* 337, 260–262.
- Fuller, R.J., and Gill, R.M.A. (2001). Ecological impacts of increasing numbers of deer in British woodland. *Forestry* 74, 193–199.
- Gaillard, J.-M., Festa-Bianchet, M., and Yoccoz, N.G. (1998). Population dynamics of large herbivores: variable recruitment with constant adult survival. *Trends in Ecology & Evolution* 13, 58–63.
- Gayet, T., Devillard, S., Gamelon, M., Brandt, S., Say, L., and Baubet, E. (2016). On the evolutionary consequences of increasing litter size with multiple paternity in wild boar (*Sus scrofa scrofa*). *Evolution* 70, 1386–1397.
- Gill, R.M.A., and Beardall, V. (2001). The impact of deer on woodlands: the effects of browsing and seed dispersal on vegetation structure and composition. *Forestry* 74, 209–218.

- Grignolio, S., Merli, E., Bongi, P., Ciuti, S., and Apollonio, M. (2011). Effects of hunting with hounds on a non-target species living on the edge of a protected area. *Biological Conservation* 144, 641–649.
- Hone, J. (2002). Feral pigs in Namadgi National Park, Australia: dynamics, impacts and management. *Biological Conservation* 105, 231–242.
- Ickes, K., Dewalt, S.J., and Appanah, S. (2001). Effects of native pigs (*Sus scrofa*) on woody understorey vegetation in a Malaysian lowland rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 17, 191–206.
- Jegoux, F. (2016). Impact de la chasse sur les déplacements et la dispersion des graines par le cerf élaphe (*Cervus elaphus*) : application au Domaine National de Chambord.
- Jolley, D.B., Ditchkoff, S.S., Sparklin, B.D., Hanson, L.B., Mitchell, M.S., and Grand, J.B. (2010). Estimate of herpetofauna depredation by a population of wild pigs. *Journal of Mammalogy* 91, 519–524.
- Kotrla, Kotrly, and Kozdon (1976). Studies on specificity of nematode *Aswirthius sidemi schulz*. *Acta Veterinaria Brno* 45(1-2).
- Martinez, J. (2016). Suivi du cycle des parasites par le SIG : cas du trématode *Alaria alata* (Goeze, 1789).
- Moskwa, B., Bień, J., Cybulska, A., Kornacka, A., Krzysiak, M., Cencek, T., and Cabaj, W. (2015). The first identification of a blood-sucking abomasal nematode *Ashworthius sidemi* in cattle (*Bos taurus*) using simple polymerase chain reaction (PCR). *Veterinary Parasitology* 211, 106–109.
- Pellerin, M., Saïd, S., Richard, E., Hamann, J.-L., Dubois-Coli, C., and Hum, P. (2010). Impact of deer on temperate forest vegetation and woody debris as protection of forest regeneration against browsing. *Forest Ecology and Management* 260, 429–437.
- Pellerin, M., Bonenfant, C., Garel, M., Chevrier, T., Queney, G., Klein, F., and Michallet, J. (2014). Dynamique de la population de cerfs du domaine national de Chambord : analyse temporelle des ICE.
- Petit, G. (2015). Mise en place du système immunitaire chez le sanglier (*Sus scrofa*) en lien avec la croissance et l'exposition aux agents pathogènes.
- Putman, R.J., and Moore, N.P. (1998). Impact of deer in lowland Britain on agriculture, forestry and conservation habitats. *Mammal Review* 28, 141–164.

Rose, K. e., Clutton-Brock, T. h., and Guinness, F. e. (1998a). Cohort variation in male survival and lifetime breeding success in red deer. *Journal of Animal Ecology* 67, 979–986.

Rose, K. e., Clutton-Brock, T. h., and Guinness, F. e. (1998b). Cohort variation in male survival and lifetime breeding success in red deer. *Journal of Animal Ecology* 67, 979–986.

Schley, L., and Roper, T.J. (2003). Diet of wild boar *Sus scrofa* in Western Europe, with particular reference to consumption of agricultural crops. *Mammal Review* 33, 43–56.

Scott, J.M., Conant, S., and Van Riper, C. (2001). Evolution, ecology, conservation, and management of Hawaiian birds (Cooper Ornithological Society).

Sunde, P., Olesen, C.R., Madsen, T.L., and Haugaard, L. (2009). Behavioural Responses of GPS-Collared Female Red Deer *Cervus elaphus* to Driven Hunts. *Wildlife Biology* 15, 454–460.

Sweitzer, R.A., and Van Vuren, D.H.; (2002). Rooting and foraging effects of wild pigs on tree regeneration and acorn survival in California's oak woodland ecosystems. pp. 219–231.

9 Annexes

9.1 Extrait de la fiche technique de l'indice kilométrique voiture (IKV ; <http://www.oncfs.gouv.fr/Fiches-techniques- download156>)



Fiche N°2 : Indice Kilométrique Voiture (IKV)



Suivre les variations de l'abondance relative des populations de chevreuils

INDICATEUR

L'indice kilométrique voiture (IKV) traduit les variations de l'abondance relative d'une population de chevreuils. L'indice correspond au nombre moyen de chevreuils observés par km de circuit parcouru.

Principe

La méthode consiste à dénombrer les chevreuils observés à l'aube et au crépuscule sur des circuits prédéfinis, parcourus plusieurs fois en voiture.

Validité

L'IKV est validé pour le chevreuil en milieu forestier de plaine. Il doit être utilisé et interprété avec précaution dans les autres types de milieux.



© FDC 02

PROTOCOLE

Période

La période idéale se situe en mars (ou avril en montagne). Le déclenchement des opérations intervient après la saison de chasse, au démarrage de la végétation herbacée et avant le débournement des arbres. A cette période, les animaux sont cantonnés et la détectabilité est homogène entre les deux sexes.

Périodicité

Le suivi est réalisé chaque année à la même période et dans les mêmes conditions d'observation pour rendre les données comparables et interprétables sur plusieurs années.

Horaires

Les observations sont réalisées le matin et le soir, dans les 2 à 3 heures qui suivent l'aube et qui précèdent le crépuscule. Ces horaires correspondent aux pics d'activités principaux des animaux.

Durée

L'opération dure 2 à 3 heures maximum, en fonction de la longueur du circuit.

Météo

Les sorties respectent des conditions météorologiques qui garantissent une visibilité optimale des animaux :



Il est nécessaire de programmer plusieurs dates de report et de s'appuyer sur un réseau d'observateurs locaux pour déclencher les opérations dans les meilleures conditions.



© FDC 02

Bonnes conditions sortie effectuée	Mauvaises conditions sortie annulée
<ul style="list-style-type: none"> beau temps, ciel dégagé, absence de vent temps nuageux sans précipitation ni vent beau temps ou temps nuageux avec vent faible continu pluie fine continue ou intermittente. 	<ul style="list-style-type: none"> brouillard, brume sur tout ou partie du circuit fortes précipitations (neige, pluie, grêle) continues ou intermittentes vent fort continu ou en rafales, giboulées givre ou gel prolongé

Observateurs

Pour chaque circuit, deux personnes prennent place à bord d'un véhicule :

- un conducteur qui observe sur sa gauche et devant,
- un passager à l'avant qui observe sur sa droite et devant, et note les observations.



Idéalement, les observateurs sont les mêmes chaque année et ont une bonne connaissance des circuits et de l'espace. Il est préférable de faire tourner ces observateurs pour qu'ils ne réalisent pas toujours le même circuit.

Si des passagers sont présents à l'arrière, leurs observations éventuelles ne sont pas prises en compte.



9.2 Extrait de la fiche technique de l'indice de consommation (IC ; <http://www.oncfs.gouv.fr/Fiches-techniques-download156>)



Fiche N°13 : Indice de Consommation (IC)



Suivre les variations de la pression de consommation des ongulés sur la flore lignifiée d'un massif forestier

INDICATEUR

L'indice de consommation (IC) traduit les variations de la pression exercée par les ongulés sur la flore lignifiée d'un massif forestier donné et la relation entre la population et son environnement. L'indice correspond au taux de consommation globale de la flore lignifiée d'un massif, ou au taux de consommation par espèce lignifiée (pour les espèces les plus présentes).

Mesurer l'IC par espèce peut permettre de montrer des variations plus subtiles au niveau de certaines espèces floristiques comme la consommation d'une espèce jusque-là évitée, ou de palier à la saturation de l'IC global.

Principe

La méthode consiste à observer la présence des végétaux ligneux et semi-ligneux et la consommation exercée par les ongulés sur ces derniers, à partir d'un réseau de placettes d'inventaire.

Validité

L'IC est validé pour le chevreuil en forêt de plaine et de moyenne montagne. Il doit être utilisé et interprété avec précaution en forêt de montagne et en présence d'autres grands herbivores.



© ONCFS-Thierry Chénier

Conditions d'observation

Seules les consommations d'ongulés depuis la dernière saison de végétation sont prises en compte.

En cas d'impossibilité de réaliser les relevés avant le débournement des végétaux, on ne relève pas les consommations d'ongulés faites après le débournement.

PROTOCOLE

Période

La période idéale se situe en phase de repos végétatif, juste avant le débournement des végétaux : mars-avril en plaine, mai-juin en montagne.

Périodicité

Le suivi est réalisé chaque année à la même période et dans les mêmes conditions d'observation pour rendre les données comparables et interprétables sur plusieurs années.

Durée

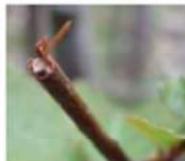
L'opération dure 1 à 5 minutes par placette en fonction de la diversité floristique de la placette inventoriée.

Consommations

Auteurs

Il est nécessaire de distinguer les consommations exercées sur les ligneux et semi-ligneux par les ongulés (prises en compte dans les relevés) de celles exercées par les rongeurs et lagomorphes (non prises en compte).

Les consommations d'ongulés se traduisent par un arrachement de la tige alors que celles des rongeurs ou lagomorphes ont une section nette avec un angle d'inclinaison supérieur à 40°. Lorsqu'il s'agit d'une consommation d'ongulé, il n'est pas possible de distinguer l'espèce.



▶ Consommation d'ongulé sur hêtre

▶ Consommation de rongeur sur hêtre



PRIS EN COMPTE



© ONCFS-Thierry Chénier

▶ Consommation d'ongulé faite au cours de la dernière saison de végétation (avant débournement)

NON PRIS EN COMPTE



© ONCFS-Christine Saint-André

▶ Consommation d'ongulé faite après la dernière saison de végétation (après débournement)

Observateurs

Les relevés sont réalisés par un ou deux observateurs, si possible les mêmes chaque année et connaissant bien le massif.



Les observateurs sont préalablement formés à la reconnaissance à l'état défeuillé des différentes espèces ligneuses et semi-ligneuses du massif inventorié ainsi qu'à la reconnaissance des consommations exercées par les ongulés.

Relevés

Les relevés sont effectués sur des placettes d'1 mètre carré, matérialisées par un cadre de 1 mètre x 1 mètre.

Emplacement du cadre

L'observateur positionne le cadre de façon impartiale (sans choisir son emplacement) au plus près de la coordonnée géographique de la placette.

En cas d'impossibilité matérielle de réaliser le relevé (mare, résidants d'exploitation forestière ou autres éléments rendant impossible la lecture des traces de consommations), l'observateur déplace la placette de 10 (ou 20, 30, ...) mètres dans une direction prédéfinie.



9.3 Extrait de la fiche technique de l'indice d'abrouissement (IA ; <http://www.oncfs.gouv.fr/Fiches-techniques-download156>)



Fiche N°14 : Indice d'Abrouissement du chêne (IA)



Suivre les variations de la pression de consommation des ongulés sur les semis de chênes d'un massif forestier

INDICATEUR

L'indice d'abrouissement (IA) traduit les variations de la pression exercée par les ongulés sur les semis de chênes d'un massif forestier donné et la relation entre la population et son environnement. L'indice correspond au taux de consommation des semis de chênes d'un massif par les ongulés.

Principe

La méthode consiste à observer la consommation des semis de chênes exercée par les ongulés sur ces derniers, à partir d'un réseau de placettes d'inventaire réparties dans les parcelles forestières en cours de régénération.

Validité

L'IA du chêne est validé pour le chevreuil en forêt de plaine, pour les peuplements forestiers traités en futaie régulière issus de régénération naturelle pure ou complétée, ainsi que les peuplements issus de plantations dans lesquelles les lignes ne sont pas distinctes. Il doit être utilisé et interprété avec précaution pour les autres types de peuplements et en présence d'autres grands herbivores.

PROTOCOLE

Période

La période idéale se situe à l'automne et s'étale entre début octobre et fin novembre.

Périodicité

Le suivi est réalisé chaque année à la même période et dans les mêmes conditions d'observation pour rendre les données comparables et interprétables sur plusieurs années.

Durée

L'opération dure 2 à 4 heures par parcelle forestière en fonction de la facilité de progression dans le peuplement, et 1 à 5 minutes par placette en fonction de la diversité floristique sur la placette inventoriée.

Consommations (= abrouissements)

• Auteurs

Il est nécessaire de distinguer les consommations exercées sur la pousse terminale des semis de chênes par les ongulés (prises en compte dans les relevés) de celles exercées par les rongeurs et lagomorphes (non prises en compte).

Les consommations d'ongulés se traduisent par un arrachement de la tige alors que celles des rongeurs ou lagomorphes ont une section nette avec un angle d'inclinaison supérieur à 40°. Lorsqu'il s'agit d'une consommation d'ongulé, il n'est pas possible de distinguer l'espèce.



► Consommation d'ongulé sur chêne



► Consommation de rongeur sur chêne



© ONCFS-Thierry Olivier

• Conditions d'observation

Seules les consommations d'ongulés depuis la dernière saison de végétation sont prises en compte.

Observateurs

Les relevés sont réalisés par un ou deux observateurs, si possible les mêmes chaque année et connaissant bien le massif.



Les observateurs sont préalablement formés à la reconnaissance des semis de chênes à l'état défeuillé ainsi qu'à la reconnaissance des consommations exercées par les ongulés.

Relevés

Les relevés sont effectués sur des placettes de 12,5 mètres carrés matérialisées par un jalon et une cordelette de 2 mètres.

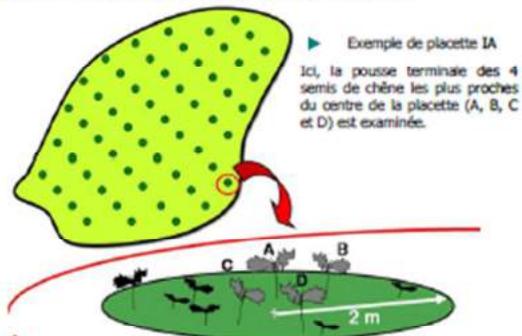
• Emplacement du centre de la placette

L'observateur positionne le jalon de façon impartiale (sans choisir son emplacement) afin de matérialiser le centre de chaque placette.

En cas d'impossibilité matérielle de réaliser le relevé (mare, résidants d'exploitation forestière ou autres éléments rendant impossible la lecture des traces de consommations), l'observateur déplace la placette de 10 (ou 20, 30, ...) mètres dans une direction prédéfinie.

• Semis examinés

Sur chaque placette, on examine la pousse terminale des 4 semis de chêne (vivants et ramifiés) les plus proches du centre de la placette et dont la hauteur n'excède pas 120 cm.



► Exemple de placette IA

Ici, la pousse terminale des 4 semis de chêne les plus proches du centre de la placette (A, B, C et D) est examinée.



Les rejets de souche ne sont pas pris en compte.



Fiches techniques ICE-2015
N°14 : Indice d'Abrouissement du chêne (IA)

1