FICHE SIGNALÉTIQUE D'UN TRAVAIL D'ÉLEVES

AgroParisTech	**TRAVAUX D'ÉLEVES**
Etude du Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata* L.) – **Analyse de son comportement de dispersion en environnement instable et évaluation de sa prise en compte dans la gestion forestière en Lorraine**	Mots clés : amphibien, gestion forestière, CMR, déplacement, étude sociologique
AUTEUR(S) : LE TOQUIN Nolwenn	Promotion : 2015/2016
Caractéristiques : 1 Volume ; 62 Pages ; 21 Figures ; 15 Annexes ; 97 références bibliographiques	

CADRE DU TRAVAIL

ORGANISME PILOTE OU CONTRACTANT : Office national des forêts

Nom du responsable : Eric Bonnaire

Fonction : Chef de projet à l'ONF

Nom du correspondant AgroParisTech :

■ Spécialité Gestion des milieux naturels	☐ Stage 2A ■ Stage fin d'études Date de remise : 09/11/2016	☐ Autre

SUITE À DONNER (réservé au Service des Etudes)

☐ Consultable et diffusable

☐ Confidentiel de façon permanente

☐ Confidentiel jusqu'au ……/……/…… , puis diffusable

Etude du Sonneur à ventre jaune

(*Bombina variegata* L.)

—

Analyse de son comportement de dispersion en environnement instable et évaluation de sa prise en compte dans la gestion forestière en Lorraine

Mémoire de dominante d'approfondissement Gestion des Milieux Naturels

Nolwenn LE TOQUIN

2015/2016

Source photographique : Margot Brunnelière

AgroParisTech
Institut des Sciences et Industries du vivant et de l'environnement

Office National des Forêts

Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement de Strasbourg

Etude du Sonneur à ventre jaune (Bombina variegata L.)

–

Analyse de son comportement de dispersion en environnement instable et évaluation de sa prise en compte dans la gestion forestière en Lorraine

Mémoire de dominante d'approfondissement Gestion des Milieux Naturels

Nolwenn LE TOQUIN

2015/2016

Résumé

Les amphibiens sont à ce jour le groupe de vertébrés le plus menacé. Face à la raréfaction de ses milieux, le Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata* L.), a trouvé refuge dans les ornières des forêts exploitées. Cette espèce pionnière, au statut national vulnérable, est suivie en forêt domaniale de Verdun depuis 2008 en vue de déterminer son état de conservation. L'étude utilise la méthode de Capture-Marquage-Recapture qui est adaptée pour le Sonneur à ventre jaune car son patron ventral est unique pour chaque individu. En 2016, les analyses ont porté sur son comportement de dispersion. Les femelles ont tendance à quitter un site s'il est trop peuplé ou trop petit et les individus dispersants préfèrent des sites proches et pionniers. A ceci s'ajoute une étude sociologique sur sa prise en compte dans la gestion forestière de l'Office National des Forêts (ONF) et le ressenti du personnel sur les mesures de protections. En Lorraine, l'espèce est bien présente ce qui entraine une mécompréhension du personnel de l'ONF. Les agents ne connaissent pas les mesures de protection ou les acceptent difficilement. La valorisation des actions déjà accomplies et une meilleure communication sur la protection des amphibiens permettraient de mieux faire accepter leur prise en compte. De plus, l'analyse des plans d'aménagement où le Sonneur à ventre jaune a été observé reflète le degré de prise en compte de cet amphibien à l'ONF Lorraine. Les préconisations sont peu présentes dans l'ensemble des aménagements. L'étude des aménagements, l'étude sociologique et l'étude statistique ont permis de formuler des recommandations en termes de gestion alliant les points de vue technique et humain.

Mots clefs : amphibien, gestion forestière, CMR, déplacement, étude sociologique

Abstract

Amphibians are currently the most threatened group of the vertebrates. Given the depletion of its environments, the yellow-bellied toad (Bombina variegata L.), found refuge in the ruts of the managed forests. This pioneer species which national protection status is vulnerable, is monitored in Verdun state forest since 2008 to determine its condition. The study uses the method of Capture-Mark-Recapture that is adapted to the yellow-bellied toad because of its ventral pattern specific to each individual. In 2016, the analyzes focused on the dispersal behavior. The females tend to leave a site if it is too crowded or too small and dispersants individuals prefer close and pioneer sites. Added to this a sociological study assesses its inclusion in forest management of the National Forests Office (ONF) and how the staff perceives protective measures. In Lorraine, the species is well represented which leads to a misunderstanding of the ONF staff. The agents do not know the protective measures or have difficulties accepting them. Emphasizing the actions already accomplished and a better communication on the protection of amphibians would help in making their consideration more widely accepted. Furthermore, the analysis of management plans where the yellow-bellied toad has been observed reflects the degree of consideration of this amphibian in the ONF Lorraine. Recommendations are quite rare present among the management plans. The study of these plans, the sociological study and statistical study allowed to make recommendations in terms of management combining technical and human points of view.

Key words: amphibian, forest management, Capture-Mark-Recapture, migration, sociological study

Remerciements

Tout d'abord j'adresse mes remerciements à mon encadrant de stage Eric Bonnaire qui m'a suivie tout au long du stage apportant ses conseils et son soutien que ce soit pour les sessions de capture que pour l'analyse et la rédaction du rapport. Son attention, sa patience et ses relectures m'ont permis d'accomplir ce stage et de rendre un rapport dans les règles.

Ensuite je remercie mes référents de stage que ce soit à l'ENGEES, Jean Nicolas Beisel, qui m'a apporté ses avis et a porté intérêt à mon stage qu'à AgroParisTech Nancy, François Lebourgeois qui m'a donné l'opportunité de faire ce stage et qui était toujours présent en cas de besoin.

Bien entendu je remercie tout le personnel de l'agence de Verdun pour leur accueil et leur gentillesse tout au long du stage dont plus particulièrement le directeur de l'agence Hubert Loye pour son accueil, Stéphane Knavie, pour son soutien dans l'informatique, qui n'a pas cessé de m' aider lors du stage et m' a soutenu dès mon arrivée, Juliette Foltier qui a réussi à m' aider pour ArcGis malgré le peu de temps de disponible, Edith Renaux qui a pris la suite de Juliette, Jean Marc Buisson, responsable de la logistique qui a supporté tous les petits soucis avec les voitures, Gersende Gérard et René Marc Pineau pour leur accueil dès mon arrivée et leurs conseils, mes amis Thomas Noel, Julien Ferré et Charlotte Huber qui m'ont apporté du soutien et m'ont permis de passer un temps agréable à Verdun, tous les agents patrimoniaux de l'unité territoriale de Verdun-Damvillers qui m'ont accueillie avec bienveillance et m'ont aidée lorsque j'en avais besoin.

Je remercie également et grandement toutes les personnes qui ont accepté de passer un entretien pour l'enquête sociologique ainsi que les agences de Lorraine qui ont accepté que je puisse consulter les documents d'aménagements et plus particulièrement toutes les personnes qui ont accepté de participer aux sessions de capture, car ce n'était pas le plus facile : Eric Bonnaire, Emmanuel Moitry, Thomas Noël, Olivier Lataye, Hugo Cayuela, Mathias Laville, Thierry Berthélémy, Julien Ferré, Elise Henriot, David Simon, Julien Chazal, Alexandre Fabing, Sabrina Valroff, Julien Meurice, Valérian Tumsonet, Martin Buisson, Anne Yungblut, Davy Guinchard, Pierre Gervaise, Gérald Colin, Camille Palsimiano, Tom Bouchaud, Charlotte Huber, Gersende Gérard.

Je remercie Emmanuel Moitry pour son aide lors des sessions mais aussi pour m'avoir permise d'assister à la formation herpétofaune, sa gentillesse et sa patience n'ont pas de prix. Merci beaucoup à Hugo Cayuela pour son aide et soutien dans les analyses statistiques, pour son expertise dans la modélisation et ses connaissances sur le Sonneur à ventre jaune, à Lex Hiby pour son aide à la génération des histoires de captures, à Marieke Blondet pour son aide et ses conseils et sans qui je n'aurais pas pu faire une étude sociologique aussi aboutie.

Enfin le meilleur pour la fin, je tiens à remercier Margot Brunellière, ma coéquipière de choc sans qui ce stage n'aurait pas été possible pour tous les aspects et pour son aide et son soutien de tous les instants.

Sommaire

Remerciements 1
Sommaire 2
Table des annexes 3
Table des figures 4
Table des tableaux 5
Introduction 6
1. Contexte, matériel et méthode 9
1.1 Les amphibiens de Lorraine 9
1.2 Le site d'étude 12
1.3 Suivi du Sonneur à ventre jaune 15
1.4 Prise en compte des amphibiens au niveau lorrain 20
2. Résultats 24
2.1 Analyse du comportement de dispersion en milieu instable 24
2.2 Analyse des aménagements 28
2.3 Etude sociologique, le ressenti des agents mis en perspective 35
3 Discussion 46
3.1 Limites et biais possibles 46
3.2 Pistes d'études 46
3.3 Discussion sur les modèles statistiques 47
3.4 Bilan des actions abordées dans le PRA Lorraine concernant la gestion forestière 50
3.5 Préconisations basées sur les trois études 51
4 Conclusion 55
Bibliographie 56
Glossaire 62
Annexes 63

Table des annexes

Annexe 1 : Liste des amphibiens de Lorraine avec leur statut de protection 63
Annexe 2 : Sites suivis en forêt domaniale de Verdun 64
Annexe 3 : Exemple de fiche de prospection 65
Annexe 4 : Fiche de capture CMR 66
Annexe 5 : Exemple de carte de présence de Sonneurs faite à la fin d'une session 67
Annexe 6 : Extraction d'un patron ventral sur Extract Compare 68
Annexe 7: Guide d'entretien des agents de terrain 69
Annexe 8 : Nombre de personnes interrogées selon les acteurs et les agences 71
Annexe 9 : Nombre de Sonneur à ventre jaune mâles et femelles capturés à chaque session entre 2012 et 2015 72
Annexe 10 : Tableau des corrélations des facteurs environnementaux 72
Annexe 11 : Dispersion et distance entre les sites : procédure de sélection de modèle 72
Annexe 12 : Dispersion et assèchement des sites: procédure de sélection de modèles 73
Annexe 13 : Dispersion et surface du site: procédure de sélection de modèle 73
Annexe 14 : Dispersion et abondance de conspécifiques: procédure de sélection de modèle 74
Annexe 15 : Récapitulatif des fiches actions extrait du PRA Lorraine 75

Table des figures

Figure 1: Sonneur à ventre jaune 10
Figure 2 : Aire de répartition du Sonneur à ventre jaune Bombina variegata (A) en Europe (Gasc et al., 1997) et (B) en France (Lescure, 2007 in Chemin, 2011). 11
Figure 3 : Exemple d'habitat 11
Figure 4 : Structure ONF Lorraine (ONF.fr) 13
Figure 5 : Localisation de la forêt de Verdun (Géoportail) 14
Figure 6 : Structure du modèle Robust Design de Pollock (adapté depuis Kendall et al., 1997) 17
Figure 7 : (A) Mesure de la longueur museau-cloaque (B) Classes de taille (longueur museau-cloaque) pour la détermination du stade de développement des individus (C) Callosités nuptiales présentes chez les mâles (en haut) pendant la période de reproduction (adapté de Gollmann, 2002 *in* Pichenot, 2008) 18
Figure 8 : Exemple d'histoire de capture 18
Figure 9 : Variables environnementales suivies. 24
Figure 10 : Fréquence de dispersion observée suivant la distance euclidienne séparant les sites de départ et d'arrivée. (A) Déplacements effectués entre deux sessions de captures consécutives (N=118) (B) Ensemble des déplacements (N=251) 25
Figure 11 : Dispersion et distance entre les sites. 25
Figure 12 : Dispersion et assèchement des pièces d'eau. 26
Figure 13 : Probabilité de survie suivant la taille du site 27
Figure 14 : Dispersion et taille des sites. 27
Figure 15 : Dispersion et abondance de conspécifiques. 28
Figure 16 : Proportion d'aménagements lus et non lus 28
Figure 17 : Proportion d'aménagements terminés ou en cours de rédaction 28
Figure 18 : Comparaison entre les bases de données 32
Figure 19 : Proportion de phrases types dans la partie action pour la biodiversité 33
Figure 20 : Proportion de mention de gain économique pour justifier les actions pour la biodiversité 34
Figure 21 : Création d'un maillage (A) pour l'extraction du motif (B) 68

Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des critères de sélection d'un agent patrimonial 23
Tableau 2 : Répartition des aménagements dans les agences 29
Tableau 3 : Répartition des aménagements et type de forêt 29
Tableau 4 : Mention du Sonneur à ventre jaune dans les aménagements 29
Tableau 5 : Mention du Sonneur à ventre jaune dans les aménagements selon le type de forêt 30
Tableau 6 : Mention du Sonneur à ventre jaune dans les aménagements selon les agences 30
Tableau 7 : Mention du Sonneur observé auparavant ou à proximité de la forêt 30
Tableau 8 : Situation des prescriptions dans le plan d'aménagement 31
Tableau 9 : Comparaison des aménagements sur les mentions de protection concrètes du Sonneur à ventre jaune 31
Tableau 10 : Proportion d'aménagements qui devraient tenir compte des observations faites 31
Tableau 11 : Proportion des nouveaux aménagements qui devraient tenir compte des observations faites 31
Tableau 12 : Proportion de mention des autres espèces d'amphibien 32
Tableau 13 : Comparaison des mentions des amphibiens 32
Tableau 14 : Comparaison des mentions des amphibiens 33
Tableau 15 : Comparaison des mentions de protection 33
Tableau 16 : Mention du Sonneur à ventre jaune dans les aménagements qui devraient prendre en compte les observations selon le type de forêt 33
Tableau 17 : Proportion de phrases types selon les agences 34
Tableau 18: Proportion de mention de gain économique 34
Tableau 19 : Proportion de la mention de gain selon les années 34
Tableau 20 : Proportion de mention de protection des zones humides 35

Introduction

Notre siècle est marqué par un déclin global de la biodiversité. Certains chercheurs estiment même que nous assistons actuellement à la sixième crise d'extinction de masse sur Terre (Barnosky et al., 2011 ; Dirzo et al., 2014). Les amphibiens sont les précurseurs de cette crise et représentent les vertébrés les plus touchés avec 2649 espèces menacées d'extinction (41%) et 33 éteintes au cours des vingt dernières années (UICN, 2015). Les causes de cette régression sont aussi bien anthropiques que climatiques. C'est sur les amphibiens que cette accumulation de facteurs a le plus d'impact. Le changement climatique fait que ce groupe ne peut s'adapter et ainsi leur répartition se réduit surtout dans la partie septentrionale de l'aire de répartition de l'espèce (Barandun et Reyer, 1997, 1998 ; Corn, 2005 ; Hartel, 2008 ; Pichenot, 2008 ; Chemin, 2011 ; Astruc et al., 2014). A cela s'ajoutent, la pollution des sols et des eaux, les perturbations ou destructions des habitats et la fragmentation des habitats. Depuis quelques décennies, les prairies peu à peu remplacées par des cultures intensives, les mares sont comblées ou asséchées. Seule la forêt, un des rares habitats qui se maintient notamment en France, peut être un refuge pour ce groupe (Di Cerbo et Ferri, 1996 ; Houlahan et Findlay, 2003 ; Astruc et al., 2014 ; Dirzo et al., 2014 ; Cayuela et al., 2015b). Néanmoins la mécanisation des travaux en forêt est aussi une menace pour les amphibiens. De plus les populations de ce groupe sont de plus en plus déconnectés les uns des autres ce qui entraine un manque d'échange et un déclin d'entre elles. Les milieux protégés tels que les parcs et les réserves ont eux aussi été atteints par la régression des amphibiens. La propagation de maladies émergentes comme la chytridiomycose (Pichenot, 2008 ; Dejean et al., 2010) touche aussi bien les milieux protégés que les autres. Les échanges facilités rendent aisé le déploiement à grande échelle des maladies. L'introduction d'espèces compétitrices ou prédatrices (Chemin, 2011), les destructions volontaires (Duguet, 2003 ; Chemin, 2011), ou encore les prélèvements pour des utilisations scientifiques ou de loisir (Di Cerbo et Ferri, 1996 ; Bellon et Filacorda, 2008) sont tout aussi des causes à la régression des amphibiens. De plus, en raison de la répulsion traditionnelle des sociétés occidentales envers ce groupe, la médiatisation de cette crise ne permet pas une sensibilisation très efficace contrairement à d'autres groupes qui touchent plus facilement la population. Au niveau mondial, l'alerte est donnée par la liste Rouge de l'UICN qui répertorie les espèces et les classes selon leur degrés de menace. En Europe tous les amphibiens bénéficient de protection à différentes échelles par la convention de Berne et la directive habitat et en France par l'arrêté du novembre 2007. Des mesures ont été créées pour sauvegarder ce groupe grâce à des outils tels que Natura 2000, les réserves et les parcs. Des associations mettent en place des actions de préservation et conservation tels que la Société Herpétologique de France (SHF), les conservatoires d'espaces naturels (CEN), les parcs naturels régionaux (PNR) mais aussi des organismes dont ce n'est pas la fonction première comme l'Office national des forêts (ONF). L'ONF par le Code forestier, s'est engagé à protéger la biodiversité de ses forêts dont les amphibiens. Pour améliorer la connaissance et mieux la diffuser et la prendre en compte en interne, des réseaux naturalistes se sont mis en place au début des années 2000. Des chapitres sont consacrés au bilan des connaissances et à la protection de la biodiversité dans les documents d'aménagement des forêts, avec des propositions d'actions concrètes. Des clauses environnementales figurent de plus dans le règlement national de vente de bois et dans les cahiers des charges locaux encadrant diverses activités exploitation, chasse…).

En 2008, un programme d'actions régional pour la sauvegarde du Sonneur à ventre jaune (*Bombina Variegata*, Linnaeus 1758) et des milieux aquatiques temporaires en Lorraine (2008-2010) a été lancé par l'ONF en partenariat avec le CEN de Lorraine (CENL) et le PNR de lorraine dans le but d'améliorer les connaissances sur cette espèce. Un suivi par la méthode de capture-marquage-recapture (CMR) a été mis en œuvre pendant trois ans sur plusieurs populations de sonneur en Lorraine. Le suivi a ensuite été reconduit tous les ans pour la population de la forêt domaniale de Verdun par l'ONF et atteint donc maintenant une

durée de neuf ans. Cette forêt domaniale exploitée présente une des plus importantes populations de Sonneurs à ventre jaune de France ce qui permet de mieux connaitre l'état de conservation de cette espèce (Chemin, 2011 ; Aumaitre, 2013 ; Cayuela et al., 2014). Cette espèce en régression sur toute la France est classée en « vulnérable » sur la liste rouge de l'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) pour la France métropolitaine (Chemin, 2011 ; Lescure et al., 2011). Ses habitats naturels ayant fortement régressé, elles trouvent dans les forêts exploitées des habitats de substitution consistant principalement en des ornières créées par le passage des machines d'exploitation (Pichenot, 2008 ; Bonnaire et al., 2009 ; Gaudin et Bonnaire, 2009 ; Aumaître, 2013 ; Cayuela et al., 2014, 2015a). Dans ce type de milieux, de nouveaux habitats favorables sont régulièrement créés au gré des exploitations mais ces dernières peuvent aussi être à l'origine de destruction et exposer les pontes, têtards et imagos à un fort risque d'écrasement (Bonnaire et al., 2009 ; Cayuela et al., 2015b). Un plan d'action national (PNA) a été mis en place de 2011 à 2018 dont l'ONF est animateur et une déclinaison de ce plan en Lorraine a été écrite pour 2013-2018 (Aumaitre, 2013). La Lorraine est un des derniers bastions où l'espèce est encore bien représentée. Afin d'établir une stratégie de gestion adaptée au Sonneur à ventre jaune en vue de le sauvegarder, il est primordial de mieux comprendre sa biologie, notamment en étudiant la dynamique de ses populations et l'impact direct ou indirect sur cette dynamique des activités humaines ou d'autres facteurs externes (Soulé 1985). Plusieurs études ont déjà été réalisées sur l'espèce et son mode de vie (e.g Di Cerbo et Ferri, 1996 ; Barandun et Reyer, 1998 ; Barandun et al., 1997 ; Denoël, 2004 ; Pichenot, 2008 ; Cayuela et al., 2014, 2016), mais certains aspects restent à documenter, notamment concernant son comportement de dispersion (Pichenot, 2008). La dispersion, définie par Ronce (2007) comme le mouvement d'un individu de son site natal ou d'un précédent site de reproduction vers un autre site, est en effet un élément-clé dans l'histoire de vie des organismes. Elle est indispensable à l'évitement de consanguinité et de compétition pour la ressource ou l'espace, et permet aux individus d'échapper à des conditions locales défavorables (McPeek & Holt, 1992 ; Paradis, 1998 ; Travis et Dytham, 1999 ; Matthysen, 2012 ; Reigada et al., 2015). Les amphibiens sont de façon générale considérés comme ayant de faibles capacités de dispersion et comme privilégiant la fidélité au site quand les conditions le permettent (Sinsch, 1990 ; Blaustein et al. 1994a ; Bowne et Bowers, 2004, Smith et Green, 2005). Cependant, une récente avancée des connaissances, notamment grâce au développement de suivis individuels (télémétrie, CMR, génétique), suggère que certaines espèces sont capables de parcourir de longues distances (Pichenot, 2008) bien qu'il semble que la plupart des déplacements réalisés par les Sonneurs à ventre jaune se fassent sur de petite distances (78% inférieurs à 50 mètres d'après Barandun et Reyer, 1998). Certaines grandes distances sont sans doute parcourues sans être détectées par les suivis (Smith et Green, 2005 ; Pichenot, 2008). La dispersion étant étroitement associée à la sélection d'habitat (Doligez et al., 2002 ; Stamps et al., 2005), les individus dispersants sont supposés répondre à la qualité de l'habitat et à la disponibilité des ressources. La dispersion s'effectue préférentiellement lors de changements rapides et imprédictibles de l'habitat, l'exploitation des forêts favoriserait donc ce phénomène (Barandun et Reyer, 1998). La dispersion en réponse à la variabilité des conditions environnementales pourrait avoir une influence négative sur la survie des individus. En effet, la dispersion est un processus coûteux en énergie et elle expose les individus à des risques non-négligeables notamment de prédation, de manque de ressources ou de dessèchement (Bowler et Benton, 2009 ; Matthysen, 2012). S'il y a trop d'individus sur le même site, une compétition peut s'installer pour les ressources et le choix de partenaires reproducteurs, et il devient plus judicieux de se déplacer (Léna et al., 1998 ; Matthysen, 2012). Si un site est de petite taille, il fournit moins de ressources. Le problème lié à l'abondance d'individus, exposé précédemment, pourrait alors s'accentuer et les probabilités de départ augmenter. Ces caractéristiques des sites pourraient avoir des effets différents suivant le sexe, les mâles et les

femelles recherchant peut-être pas la même chose dans les sites de reproduction et pouvant avoir des niveaux d'exigence variables en termes de qualité d'habitat et de disponibilité de ressources (Beirinckx et al., 2006). En forêt domaniale de Verdun, le Sonneur à ventre jaune se trouve en limite de l'aire de répartition de l'espèce et présente donc un fort enjeu de conservation. Le cumul de données obtenues par le suivi individuel de cette population sur plusieurs années permet d'améliorer l'état des connaissances sur la biologie de cette espèce. Dans ce rapport, nous chercherons à mieux comprendre le comportement de dispersion du Sonneur à ventre jaune et les variables qui l'influencent en milieu instable afin de proposer des pistes de gestion en compatibilité avec le mode de vie des amphibiens.

La montée en puissance des mesures de protection pour les amphibiens depuis quelques années engendre de nouvelles difficultés pour les agents de l'ONF qui se retrouvent entre leur objectif de production de bois et les enjeux environnementaux, que ce soit la réglementation environnementale ou les engagements volontaires de l'ONF. A travers l'étude réalisée en forêt domaniale de Verdun, l'impact de la gestion sur le Sonneur à ventre jaune peut être mis en évidence. Néanmoins le cas de cette forêt est particulier au sein de l'ONF, car les agents sont déjà sensibilisés à la question des amphibiens grâce à l'étude réalisée. Cette forêt n'est donc pas comparable à toutes les forêts gérées par l'ONF du point de vue de la prise en compte du sonneur dans la gestion. Il convient d'examiner le cas d'autres forêts où la sensibilisation des agents est moins importante afin de se faire une idée globale sur la prise en compte des amphibiens. En Lorraine, région où de nombreuses espèces d'amphibiens sont présentes et qui présente un enjeu pour la conservation des amphibiens, il peut être intéressant de s'interroger sur la perception des agents gestionnaires sur ce groupe et leur prise en compte dans la gestion forestière. Une étude sociologique réalisée en Meuse mettra en évidence le ressenti des agents face aux mesures prises pour protéger les amphibiens, dont on pourra tirer les leçons pour l'ensemble de la Lorraine et une synthèse faite à partir des documents d'aménagement exposera le niveau de leur prise en compte.

Ces études permettront de faire une synthèse de l'évolution des mentalités sur les amphibiens et l'efficacité des mesures de gestion mises en œuvre à l'échelle de la Lorraine. Ces synthèses, en lien avec les analyses sur le comportement de dispersion, déboucheront sur des recommandations en vue d'optimiser les mesures de gestion et de protection et d'améliorer la sensibilisation du personnel de l'ONF.

1. Contexte, matériel et méthode

1.1 Les amphibiens de Lorraine

1.1.1 Les amphibiens, groupe menacé en régression dans le monde

Les amphibiens ont tous en commun le fait d'avoir deux milieux de vie différents et d'être dépendants du milieu aquatique pour leur reproduction. Les amphibiens sont composés de trois ordres : Les urodèles, les anoures et les apodes (non présents en France). Les urodèles conservent leur queue alors que les anoures la perdent lors de la métamorphose. Ce groupe est un maillon de la chaine alimentaire puisqu'ils sont à la fois chasseurs et proies. Ce sont de bons indicateurs du bon état des masses d'eau par leur peau fine qui les rend très sensibles à la qualité de leur environnement, notamment en cas de pollution de l'eau. De même, leur mode de vie les rend vulnérable aux perturbations d'habitat et à leur fragmentation. Ils ont à la fois besoin de refuges terrestres et de mares suffisamment proches, pour assurer à la fois leur hibernation et leur reproduction. De plus, même si ce point fait encore débat, les amphibiens ont une certaine tendance à la fidélité aux lieux où ils sont nés. Tous ces paramètres font que dans le contexte actuel, ce groupe se retrouve en péril. (Renner et al, 2007)

En France, 23 % des amphibiens sont menacés de disparition du territoire. Le déclin des amphibiens coïncide avec la disparition des plans d'eau par comblement ou destruction (régression de 50 à 75% en un siècle en France) (DUGUET R., 2003). De ce fait, la protection des zones humides par la convention de RAMSAR permet indirectement la protection des amphibiens dans une certaine mesure.

Les amphibiens sont protégés par des outils de protection à valeur réglementaire ou non à différentes échelles. Au niveau mondial, la convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES) est un ensemble de règlements relatifs au commerce d'espèces sauvages (Conseil Union européenne, 2015). La convention engage les signataires à prendre des mesures afin de protéger les espèces présentes dans les annexes II (protection stricte) et l'annexe III (exploitation possible). Tous les amphibiens de France sont présents dans les annexes (DUGUET R., 2003). La liste rouge de l'UICN n'a pas de valeur réglementaire mais permet de donner des alertes sur certaines espèces. Un tiers des amphibiens en Europe est menacé et confronté à un risque élevé d'extinction à moyen terme. Un groupe de l'UICN est consacré à l'étude du déclin des amphibiens dans le monde « Declining Amphibian Population Task Force » (DAPTF) qui s'est mis en place dans les années 1990. (DUGUET R., 2003). En Europe, la convention de Berne écrite par le Conseil de l'Europe, signée le 19 septembre 1979 par 19 états est une convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe. Cette convention engage les signataires à prendre des mesures afin de sauvegarder les espèces listées dans les deux annexes. La directive Habitats garantit la protection des habitats de la faune et de la flore. Des zones spéciales de conservation en découlent (ZSC) pour l'ensemble des espèces ou habitats dans l'annexe II de la directive. ZSC et les zones de protection spéciale (ZPS) constituent le réseau Natura 2000(DUGUET R., 2003).

Au niveau national les amphibiens sont tous protégés d'après la loi de novembre 2007 (Ministre d'Etat, 2007). Différentes catégories sont détaillées dans l'arrêté. Tous les amphibiens ainsi que les pontes sont protégés de la commercialisation, du transport, et de leur destruction. Certains amphibiens dont le Sonneur à ventre jaune, ont aussi leurs sites de reproduction et leurs aires de repos protégés. Mais seules la grenouille rousse et la grenouille verte ne sont pas protégées contre la destruction. Elles et leurs pontes peuvent être détruits mais la mutilation reste interdite. Une dérogation peut être obtenue pour chaque interdiction de chaque article.

En Lorraine, il y a au total 18 espèces d'amphibiens (36 en France) dont 13 (24) anoures et 5 (12) urodèles. La moitié des espèces d'amphibiens recensées en France est présente en Lorraine. En annexe 1, la

liste des amphibiens de Lorraine avec leur statut de protection est présentée (Renner et al, 2007 ; Conservatoire Nature, 2016).

Malgré toute la réglementation existante pour les protéger, les amphibiens n'ont pas que l'Homme comme facteur de déclins, du moins directement. Ce groupe fait face aux problèmes liés à la maladie. L'un des plus problématiques en France est la Chitriomycose. Ce champignon dont la Grenouille Taureau est un vecteur sain se répand dans le monde. Cette maladie est mortelle pour les amphibiens. En Lorraine, des analyses ont été faites par le PNRL et l'ONF en 2010 et le CEN Lorraine en 2011 montrant que le Sonneur à ventre jaune et la Grenouille Verte sont porteur de ce pathogène (de souches non virulentes) (Aumaitre, 2013). D'autres maladies se sont propagées dans le monde et peuvent représenter un danger pour les espèces présentes en France.

L'hybridation est aussi un facteur de déclin à prendre en compte. Le Sonneur à ventre de feu (Bombina Bombina) peut s'hybrider avec le Sonneur à ventre jaune. Il y aura une compétition entre ces deux espèces. Normalement ces deux espèces ne se rencontrent qu'au niveau d'une zone déterminée en orient. Néanmoins le Sonneur à ventre de feu est apparu en Alsace et s'étend en Lorraine. Il a été observé sur deux stations en 2012 et 2013 (Aumaitre, 2013).

1.1.2 Le Sonneur à ventre jaune, *Bombina variegata* L. 1758, une espèce pionnière

Le Sonneur à ventre jaune est un petit amphibien appartenant à l'ordre des Anoures et à la famille des Bombinatoridae (Frost et al., 2006). Sa taille adulte se situe entre 35 et 59 mm du bout du museau au cloaque (Abbühl et Durrer, 1993 ; Gollmann, 2002 in Pichenot, 2008). Sur sa face dorsale, il présente une peau verruqueuse de couleur de brune à verdâtre ce qui lui assure un camouflage (Figure 1). Ses spécificités sont sa pupille en forme de cœur et sa face ventrale jaune vif tachée de noir. Chaque individu présente un patron ventral unique, ce qui est utilisé lors de la mise en œuvre du protocole Capture Marquage Recapture. Le Sonneur à ventre jaune est caractérisé par une fécondité faible et une forte mortalité des stades larvaires et juvéniles, compensées par une forte longévité (Morand, 1997). En effet, la maturité sexuelle est atteinte à 3 ans et la longévité est en général de 9 à 15 ans, avec un record à 20 ans en captivité (Dino et al., 2009). En cas de danger, le Sonneur se met en position de lordose afin de montrer ses couleurs vives et alerter son agresseur sur son côté toxique.

Figure 1: Sonneur à ventre

L'aire de répartition du Sonneur à ventre jaune couvre le centre et le sud-ouest de l'Europe Gasc et al., 1997 ; Pichenot, 2008 ; Chemin, 2011) (Figure 2A). En France, il est surtout présent dans l'Est (Alsace, Lorraine, Champagne-Ardenne, Franche-Comté) et dans le Limousin (Figure 2B). Partout ailleurs les populations sont beaucoup plus réduites et dispersées (Duguet, 2003 ; Pichenot, 2008).

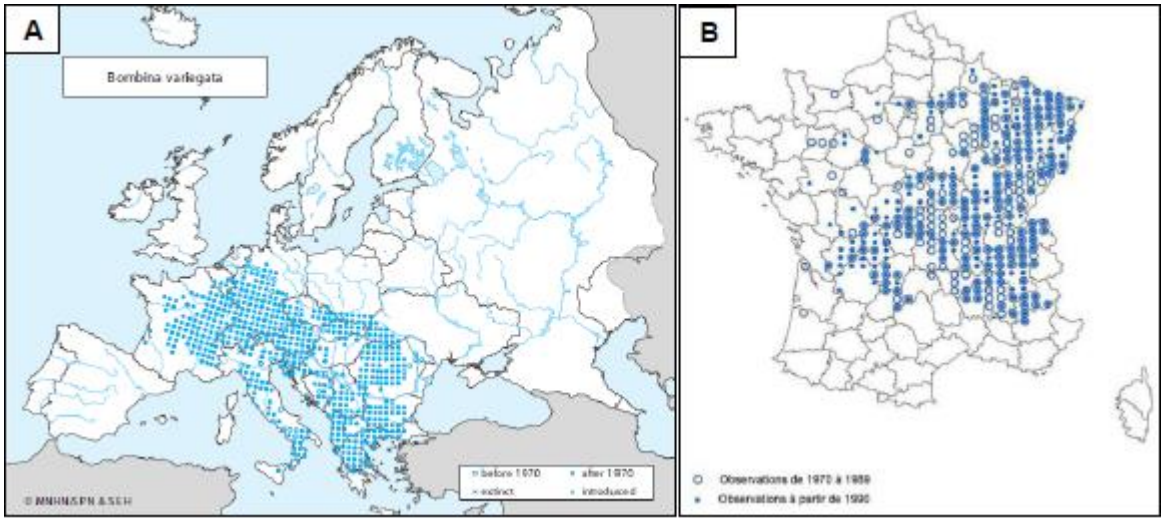


Figure 2 : Aire de répartition du Sonneur à ventre jaune Bombina variegata (A) en Europe (Gasc et al., 1997) et (B) en France (Lescure, 2007 in Chemin, 2011).

Cette espèce est observable aussi bien de jour comme de nuit. Elle sort d'hibernation début avril en Lorraine. Elle se nourrit essentiellement de petits invertébrés qui diffèrent selon le biotope où elle est présente (Nemes et Petrass, 2003 ; Sas et al., 2005). Les femelles et les juvéniles restent au même endroit pour se nourrir afin de limiter leur dépense d'énergie contrairement aux mâles qui se déplacent (Perry et Pianka, 1997). Les têtards sont principalement phytophages, mais peuvent présenter des cas de cannibalisme si les conditions deviennent trop défavorables (e.g. sécheresse).

Figure 3 : Exemple d'habitat

Le Sonneur à ventre jaune se reproduit de mai à août (Duguet, 2003 ; Pichenot, 2008 ; Chemin, 2011) ce qui est une période assez longue par rapport aux autres amphibiens. Cette espèce pionnière a pour particularité de fréquenter de petites pièces d'eau souvent temporaires et anthropiques qui sont présents dans les forêts, les prairies humides, les zones de sources ou les carrières (Pichenot, 2008 ; Gaudin et Bonnaire, 2009 ; Cayuela et al., 2014). Les plans d'eau peuvent être aussi bien des ornières (Figure 3) que des fossés, des petites mares etc. (Barandun et Reyer, 1997 ; Pichenot, 2008) mais il s'agit généralement de sites peu végétalisés et peu profonds, sans espèces prédatrices, avec peu de compétition (Barandun et Reyer, 1997, 1998 ; Barandun et al.1997 ; Di Cerbo, 2001 ; Duguet, 2003 ; Pichenot, 2008). Le développement rapide des têtards en condition optimale fait qu'elle peut pondre dans des mares non en eau toute l'année. Les mâle émettent un son pouvant s'entendre jusqu'à 50m environ et qui permet d'attirer les femelles ainsi que de marquer son territoire par les vibrations émises sur l'eau. Les pontes sont de quelques dizaines d'individus et sont dispersées à plusieurs endroits. Cette technique de pontes fragmentées permet d'augmenter le taux de survie d'une ponte (Duguet, 2003 ; Bonnaire et al., 2009 ; Cayuela et al., 2011). De plus, les femelles peuvent étaler leur ponte dans le temps (Barandun, 1990 ; Barandun et Reyer, 1997 ; Barandun et al., 1997 ; Beshkov et Jameson, 1980), ce qui optimise encore plus le succès de reproduction. Les femelles de Sonneur à ventre jaune ont la possibilité de ne pas se reproduire tous les ans en cas de condition néfaste telle qu'une sécheresse prolongée (Barandun et al., 1997) ou si elles se sont reproduites les années précédentes (Cayuela et al. 2014).

Une forêt d'exploitation est un habitat privilégié car il existe une dynamique de création de pièces d'eau qui peuvent être colonisés rapidement par le Sonneur à ventre jaune si elles sont bien exposées au soleil. Néanmoins la dynamique liée à l'exploitation et à la gestion en général entraîne aussi la destruction des sites favorables d'une année sur l'autre voire au sein d'une même année pendant la période de reproduction. Le vieillissement naturel des ornières (atterrissement et végétalisation) rend ces milieux moins favorables et

peut nuire au développement de la population. Les forêts d'exploitation sont alors considérées comme un milieu instable à deux niveaux. D'une part, au sein d'une même année, il y a une succession d'assèchement et de remise en eau des sites en lien avec la météo. D'autre part, la dynamique de création et disparition des ornières liée aux exploitations, aux remises en état et aussi aux atterrissements naturels constitue une autre source d'instabilité. De plus, la forêt comporte des plans d'eau plus importants et plus à l'ombre pouvant servir d'aire de repos, lieu propice aux caches en cas de danger, et à leur hibernation. L'habitat terrestre utilisé par le Sonneur à ventre jaune en période hivernale est encore très peu connu, les individus rejoignent vraisemblablement des abris terrestres en forêt pour passer l'hiver, comme des souches, pierres, anfractuosités du sol ou galeries de micromammifères (Barandun et Reyer, 1998 ; Duguet, 2003 ; Bellon et Filacorda, 2008 ; Pichenot, 2008 ; Chemin, 2011). Ces abris peuvent également être rejoints si les conditions deviennent défavorables, par exemple en cas de sécheresse ou de forte baisse des températures (Barandun et Reyer, 1998). Au vu de la forte proportion d'individus retrouvés sur le même site d'une année sur l'autre dans la zone d'étude (obs. pers.), ces habitats de repli se trouvent sans doute dans les alentours proches des habitats de reproduction. Même si le Sonneur à ventre jaune n'est pas une espèce strictement forestière, la forte dégradation des habitats en milieu ouvert font qu'il est plus facilement sauvegardé dans les forêts. Une forêt exploitée est donc un milieu instable et pionnier. La mécanisation des travaux forestiers à partir des années 1990 a sans doute favorisé l'espèce dans ce type de milieux (Cayuela et al., 2014, 2015a).

Comme beaucoup d'autres espèces d'amphibiens, le Sonneur à ventre jaune connait un déclin depuis le début du 20ème siècle, principalement à cause de l'intensification des activités humaines, qui entrainent l'altération voire la destruction de ses habitats favorables, et leur fragmentation. L'espèce est dans un état de conservation très critique dans plusieurs pays limitrophes à la France comme la Belgique, le Luxembourg ou l'Allemagne. Elle s'est éteinte en Flandre ainsi que dans certains départements français à l'ouest de son aire de répartition, et elle connait un déclin dans la plupart des régions françaises (Chemin, 2011 ; Lescure et al., 2011). La Liste rouge de l'UICN classe le Sonneur à ventre jaune dans la catégorie « Vulnérable (VU) » en France et « Préoccupation Mineure (LC) » en Europe. L'espèce bénéficie de plusieurs statuts de protection : Annexe II de la Convention de Berne, Annexes II et IV de la Directive européenne « Habitats, Faune, Flore », Protection nationale en France par l'arrêté ministériel du 19 novembre 2007, et protection intégrale en Belgique, Luxembourg, Allemagne, Suisse et Italie. La Lorraine est une des régions qui comportent les populations les plus fortes. Assez bien répandu dans cette région, il est parfois difficile de croire qu'il est si menacé. Les Sonneurs à ventre jaune se rencontrent dans des mares prairiales, des carrières mais aussi dans les forêts gérées dans toute la Lorraine. Les forêts publiques dominant, l'ONF a donc une responsabilité importante dans la conservation du sonneur en Lorraine.

1.2 Le site d'étude

1.2.1 L'Office National des Forêts

L'ONF créé en 1964 est un établissement public à caractère industriel et commercial. Son siège social est à Paris. Il a au sein de son équipe une partie fonctionnaire et une partie privée. Sa relation avec l'Etat est précisée au sein d'un contrat pluriannuel d'objectifs et de performances passé avec l'Etat, et depuis quelques années, avec la Fédération nationale des communes forestières. L'ONF doit suivre la règlementation en vigueur du code forestier ainsi que l'instruction sur la biodiversité de 2009 (Code forestier, 2012). C'est un des premiers gestionnaires d'espaces naturels en France avec la gestion des forêts domaniales (1,7 Mha) et des collectivités (2,9 Mha) sans oublier les 5,6 Mha de forêts des départements d'Outre-mer. En appliquant une gestion durable selon le Code forestier (art. L124), l'ONF doit concilier l'exploitation du bois avec les autres fonctionnalités de la forêt, sociales et environnementale. L'ONF est certifié ISO 9001 (management

de la qualité et satisfaction du client) et ISO 14001 (management environnemental) et PEFC (Programme de reconnaissance des certifications forestières) pour les forêts domaniales ainsi que 57% des forêts communales (Portail ONF, 2016 ; France Certification, 2016). Soucieux de l'environnement, l'ONF gère plus de 45 000 ha de réserves biologiques en France dont 36% en forêts domaniales et 23% en forêts communales (ONF,2014). L'office agit aussi dans la gestion des risques, en montagne avec le service Restauration des terrains de montagne (RTM), dans le sud contre les incendies (mission DFCI, Défense des Forêts Contre les Incendies), sur le littoral contre l'érosion. L'ONF a d'autres services en tant que bureau d'étude dans le domaine de la gestion mais possède aussi deux filiales, ONF Energie commercialisant la biomasse bois pour produire de l'énergie et ONF International délivrant à l'international ses services d'experts (Portail ONF, 2016).

Cette structure se compose d'un conseil d'administration nommé par décret du Gouvernement et un directeur général qui est nommé par le Conseil des ministres, de neuf directions territoriales et cinq régionales dans les DOM-TOM, de 51 agences territoriales, de 10 agences travaux, de 324 unités territoriales, de 56 unités de production travaux (Portail ONF, 2016). Environ 9 113 personnes sont employées au sein de l'office, qui comporte des apprentis, fonctionnaires, contractuels et ouvriers (ONF et al., 2016).

La répartition des Directions Territoriales (DT) s'explique par le fait de l'importance des domaines forestiers en France et suit un gradient positif Sud-Ouest - Nord-Est. Il y a plus de forêts dans l'est de la France d'où le nombre plus élevé de DT et d'agences. La Lorraine est une région forte en couverture forestière.

1.2.2 La Lorraine, région forestière à l'est de la France

Avec une couverture forestière de 850 000 ha représentant 35% de son territoire, la Lorraine est une des régions les plus boisées de France. L'ONF gère 60% des forêts de Lorraine. De ce fait, l'ONF est un acteur important dans la préservation de la biodiversité qui trouve dans les forêts un refuge contre la fragmentation des habitats. Cette région se découpe en quatre départements, la Meuse, la Meurthe et Moselle, la Moselle et les Vosges. La direction territoriale de Lorraine est composée de 7 agences réparties dans les 4 départements, Bar le Duc et Verdun pour la Meuse, une agence basée à Nancy pour la Meurthe et Moselle, Metz et Sarrebourg pour la Moselle, Vosges ouest et Vosges Montagne pour les Vosges (Figure 4) (ONF - Intraforêt, 2015).

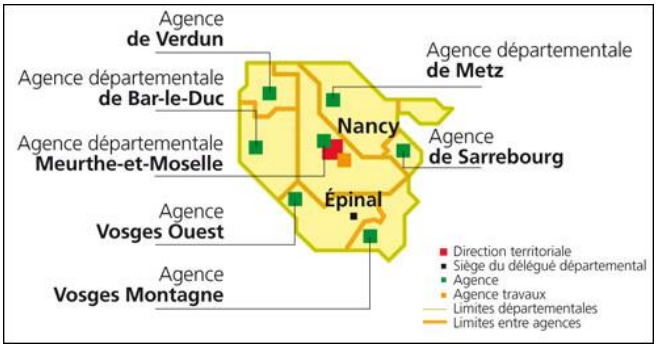


Figure 4 : Structure ONF Lorraine (ONF.fr)

La Lorraine possède des associations actives dans la conservation des amphibiens. Le conservatoire des espaces naturels par la mise en place du CRA (Commission Reptile et Amphibien de Lorraine) améliore les connaissances sur les amphibiens par leur inventaire et les protègent avec la mise en place d'action telle que les créations de mares et des achats fonciers. De même, le parc régional de Lorraine par des études et des actions de protection, se soucie de la préservation des amphibiens. (Portail ONF 2016)

En Lorraine, 5 sites Natura 2000 (Corridor de la Meuse qui inclut la forêt de Verdun, Vallée du Madon, du Brénon et carrières de Xeuilley, Forêt de Beaulieu, Forêt et étangs d'Argonne, vallée de l'Ornain et Bassigny et vallée de la Seille) ont été recensés comme comportant des populations de Sonneur d'importance

régional. Seule la Vallée de Madon, du Brénon et la carrière de Xeuilley ont un document d'objectif (DOCOB). (Aumaitre, 2013)

La forêt de Verdun peut être considérée comme un site pilote en matière de prise en compte des amphibiens dans la gestion forestière

1.2.3 La forêt domaniale de Verdun vestige de la première guerre mondiale

La forêt domaniale de Verdun est située au nord-est de la ville du même nom dans le département d la Meuse en Lorraine (Voir figure 5). C'est une forêt singulière. Composée de 3000 ha au début du XXème siècle, elle couvre maintenant 9615 ha. Elle a été créée en grande partie après la première guerre mondiale sur les parties les plus dévastées du champ de bataille et englobe à la fois les anciennes terres agricoles jugées inaptes à un retour à la culture et les boisements d'origine (Portail ONF, 2016). Cette forêt est alors dite « de Zone Rouge » (Amat, 1987). Cette forêt marquée par la guerre est aussi un lieu riche en biodiversité. La forêt est gérée par l'ONF, elle est découpée en plusieurs unités de triages et est dotée d'un document d'aménagement couvrant la période 2006-2020.

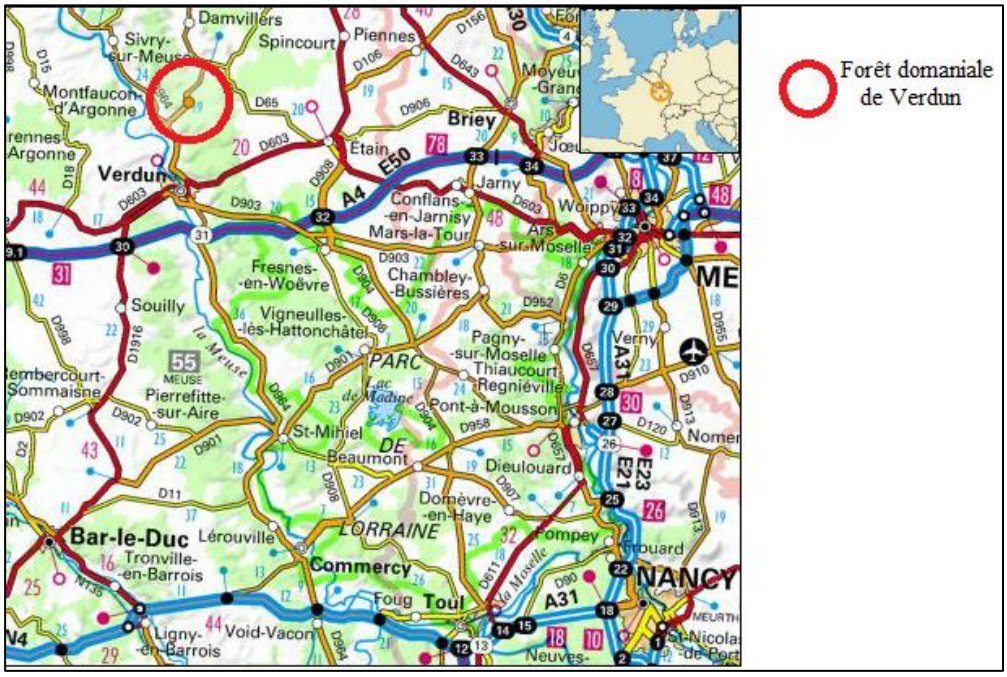


Figure 5 : Localisation de la forêt de Verdun (Géoportail)

Elle a alors acquis des outils de protections diversifiés. Elle est classée « zone spéciale de conservation » au titre de Natura 2000 et fait partie, avec la forêt domaniale du Mort-Homme, du site « Corridor de la Meuse » (FR4100171) depuis 2005. Son affectation à Natura 2000 est due à la présence de chiroptère dans les forts et elle a été ensuite étendue par le fort taux de présence des amphibiens dont deux espèces d'intérêt communautaire de l'annexe II de la directive habitats, le Triton crêté (Triturus cristatus – Laurenti, 1768) sur quelques sites localisés et le Sonneur à ventre jaune présent dans les deux forêts. Même si un Document d'objectifs (DOCOB) a été écrit, sa charte n'a pas encore été validée, il n'est donc pour l'instant pas appliqué sur son périmètre d'action. (INPN, 2015) Néanmoins cette zone Natura 2000 a permis la mise en place d'une clause « Amphibien » qui est effective sur la forêt de Verdun et celle du Morthomme... Elle bénéficie depuis 2015 du Label forêt d'exception. Ce label interne à l'ONF n'a aucun poids juridique mais permet de montrer la volonté de l'ONF de maintenir toutes ses fonctionnalités et de mettre en place des actions sociales et environnementales avec l'appui de partenaires externes. (Alim'agri, 2015 ; portail ONF, 2016 ; ONF, 2011 ; Duret, 2014hy)

Lieu emblématique, la forêt de Verdun est marquée par la guerre. Les trous d'obus ont façonné la topographie, les vestiges formés de matériels militaires sont observables dans toute la forêt. Des forts et villages détruis sont des endroits historiques que les touristes aiment aller visiter. De même pour l'ossuaire de Douaumont et le mémorial de Fleury fraîchement rouvert. (Amat, 1987 ; portail ONF, 2016) Cette forêt par son histoire comporte une biodiversité unique et importante à protéger. Plusieurs espèces de chiroptères trouvent des sites de reproduction et d'hibernation, et on dénombre de nombreuses espèces d'amphibiens (tritons, Crapaud commun, Grenouille rousse, Sonneur à ventre jaune). Sa flore, par la forte représentation d'orchidées est aussi riche. (Portail ONF, 2016 ; ONF, 2015) De nombreux randonneurs viennent dans la forêt pour profiter à la fois des monuments et lieux historiques ainsi que de la nature. Au cœur de la forêt, dans un champ de tirs toujours opérationnel les militaires s'entraînent toutes les premières quinzaines de chaque mois.

Cette forêt possède, donc, plusieurs fonctionnalités. La gestion forestière doit prendre en compte de nombreux paramètres qui peuvent parfois être contradictoires.

Un suivi de population de Sonneur à ventre jaune par la méthode de « capture marquage recapture » (CMR) a été mis en place en forêt domaniale de Verdun depuis 2008. Par sa longue durée et surtout par le nombre important de données collectées (plus de 11 000 individus différents identifiés à ce jour), cette étude est unique et permet d'appréhender au mieux la dynamique de population du Sonneur à ventre jaune.

1.3 Suivi du Sonneur à ventre jaune

Le suivi de la population de la forêt domaniale de Verdun a débuté en 2008. Initialement ce suivi concernait plusieurs populations dans différents habitats du sonneur (prairie, forêt, carrière) et était prévu sur une durée de 3 ans. Il a été mis en place afin d'étudier la dynamique des populations de Sonneur à ventre jaune, de déterminer leur statut de conservation et de proposer des mesures de gestion adaptées. Ce suivi par la méthode de CMR (Capture-Marquage-Recapture) a continué en forêt domaniale de Verdun et en est à sa 9^{ième} année. Il devrait continuer jusqu'à atteindre la durée de vie de l'espèce (fermer le cycle). (Aumaitre, 2014)

Chaque année, le suivi se fait dans l'ordre suivant :

- Phase de prospection de la forêt domaniale de Verdun afin de recenser les sites favorables
- Phase de capture par la technique du CMR : trois sessions de mai à juillet
- Phase de traitement des photographies par le logiciel ExtractCompare
- Phase d'analyse des données avec le programme E-Surge (Choquet et al., 2009)

1.3.1 Prospection de la forêt domaniale de Verdun & historiques des sites depuis 2008

Depuis 2008, de nombreux sites ont été prospectés (Annexe 2). Un site ne correspond pas à un plan d'eau particulier mais à un lieu où le Sonneur est susceptible de revenir pour la reproduction. Pour garder une certaine cohérence et augmenter le taux de recapture, les sites déjà présents les années précédentes sont prospectés les années suivantes. La prospection signifie aussi de chercher de nouveaux sites favorables. Un site est dit favorable lorsqu'il regroupe plusieurs facteurs. Tout d'abord la mare doit être suffisamment en eau pour que la descendance puisse aller jusqu'à la métamorphose mais ne doit pas être trop profonde afin de garantir une certaine température. Une mare ensoleillée sera privilégiée car celle-ci garantit un développement optimal des pontes et têtards. Des mares connectées, c'est-à-dire proche entre elles, sont bénéfiques pour le Sonneur à ventre jaune qui pond de façon fragmentée. Des refuges proches sont aussi importants pour permettre de se cacher en cas de danger. La littérature diverge sur l'effet de la compétition et de la végétation aquatique. Comme il est présent dans les milieux pionniers, il n'y a pas ou peu de végétation

aquatique et la compétition est quasi-inexistante (il est trouvable avec des Grenouilles rousses et des Tritons palmés, alpestres, ponctués). En résumé, un site est potentiel lorsqu'il est susceptible d'être colonisé. Cependant ce suivi montre qu'il a déjà été vu dans des mares avec végétation. Des nouveaux sites favorables sont trouvés lors des trajets pour aller d'un site à l'autre ou sont signalés par les agents patrimoniaux qui indiquent les endroits où de nouvelles exploitations ont eu lieu. Au moment des prospections, chaque site est localisé précisément, décrit et fait l'objet d'un rapide inventaire (espèces végétales, faune déjà présente…) (Voir annexe 3). Des photos de chaque site complètent cette base de données. L'inventaire a été effectué à l'aide du Terminal de Saisie tactile (TDS) Motorola. Il permet sur le terrain, de rentrer par l'application géorelevé une fiche de relevé et d'en saisir les coordonnées (avec une précision de 20 m). De plus il existe une application GPS qui permet de « naviguer ». Le but en faisant cet inventaire est de retrouver rapidement les sites lors des sessions de capture mais aussi d'aider les stagiaires des années suivantes à les localiser. Au total, 129 sites distincts ont été identifiés sur l'ensemble de la forêt domaniale de Verdun.

En parallèle, un historique des sites est constitué car d'année en année, les sites sont modifiés par la dynamique naturelle et les exploitations forestières. De nouvelles pièces d'eau sont créées alors que d'autres sont comblées ou détruites. De plus la numérotation de certains sites a été modifiée et des erreurs de localisation ont pu être faites. Depuis 2012, les données sur le terrain ont pu être spatialisées en enregistrant les coordonnées du site via le TDS. L'historique des sites permet de se d'étudier la dynamique des pièces d'eau.

1.3.2 Les sessions de capture : La méthode dite CMR (Capture-Marquage-Recapture)

Pour procéder aux captures, une carte nationale d'autorisation individuelle de capture et de transport d'espèces protégées a été prodiguée par la Direction de l'Environnement et des Risques Naturels de l'ONF. Cette carte pour qu'elle soit valable doit s'accompagner du coupon annuel descriptif des programmes scientifiques auxquels se rapportent cette autorisation. Cette carte permet en plus de l'autorisation à la capture, de bénéficier d'aides ou de personnes en formation. Elle est délivrée au vu de l'arrêté du 9/07/1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département modifié, de l'arrêté 19/02/2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4ième article L 411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore sauvages protégées modifié et au vu du contrat d'objectifs et de performance Etat – ONF – FNCOFOR pour 2012-2016. Avec cette carte, je suis autorisée pour tous les amphibiens à la capture, manipulation pour l'identification d'individus vivants avec relâcher sur place en Lorraine, Champagne Ardennes et Alsace.

Contrairement à d'autres types d'inventaires ou comptages qui ne détectent qu'une partie de la population sans pouvoir déterminer la part non-détectée, le suivi par CMR permet d'estimer la probabilité de détection des individus en conditions naturelles, et ainsi d'estimer la taille totale de la population. Ce type de suivi permet également d'estimer de manière non biaisée les paramètres démographiques de la population (survie, fécondité, recrutement, dispersion), et d'évaluer l'impact de facteurs externes comme la gestion ou le climat sur ces variables. La méthode de Capture-Marquage-Recapture consiste à réaliser des sessions de captures d'individus répétées dans le temps au sein de la population, avec marquage des individus avant leur relâcher. Ce type de suivi est relativement simple à mettre en œuvre chez le Sonneur à ventre jaune, où une identification individuelle est possible grâce au patron propre à chaque individu, stable dans le temps après la maturité sexuelle et assez rapidement reconnaissable chez les juvéniles (Abbühl et Durrer, 1993 ; Cevik et al., 2008). A chaque occasion de capture, on note « 1 » pour les individus capturés ou « 0 » pour les individus non capturés, qui peuvent être vivants et non détectés, ou mort) et on obtient à terme une histoire

de capture pour chaque individu, qui permet d'estimer une probabilité moyenne de capture des individus et par conséquent, la part non détectée de la population. Afin d'étudier les déplacements, le numéro du site où l'individu est capturé à chaque session est précisé. Le taux de recapture des individus est un paramètre à optimiser, car plus il est élevé, plus l'estimation des paramètres par les modèles sera précise, c'est un facteur dit « de nuisance ». Ceci est faisable en réalisant les sessions de capture dans des conditions maximisant la présence et la détectabilité des individus, et en ayant un effort de capture le plus élevé possible (MEDDE-ONF, 2016). Au moment des captures, certains individus se trouvent sur des sites de reproduction connus ou en déplacement entre deux sites et sont donc dits disponibles à la capture (il y a une probabilité non nulle d'être capturé). Au contraire, d'autres individus sont dits indisponibles à la capture car ils se trouvent dans des refuges terrestres, des sites de repos ou des sites de reproduction non suivis (il y a une probabilité nulle d'être capturé). L'ensemble des individus de cette dernière catégorie présent dans la zone d'étude mais non capturable, on parle d'émigration temporaire. Ce processus n'ayant pas forcément lieu de façon aléatoire (autant d'immigration que d'émigration), l'utilisation de modèles classiques de type CJS (CormackJolly-Seber) n'est pas possible dans notre cas. En effet, ne permettant pas de différencier la mortalité de l'émigration temporaire, ils donneraient des estimations biaisées de la survie. Le modèle de CMR le plus adapté pour cette étude est le Robust Design de Pollock et ses développements (Kendall et al., 1997). Selon ce modèle, les captures s'organisent autour de deux types de sessions : les sessions primaires correspondant dans notre cas aux années, entre lesquelles la population est considérée comme ouverte (mortalité, natalité, migration temporaire), scindées en sessions secondaires, assez rapprochées dans le temps pour que la population puisse être considérée comme fermée entre elle (Figure 6). Contrairement au modèle CJS, les taux de capture sont estimés session par session, ce qui permet une plus grande souplesse concernant l'homogénéité des conditions d'une session à l'autre.

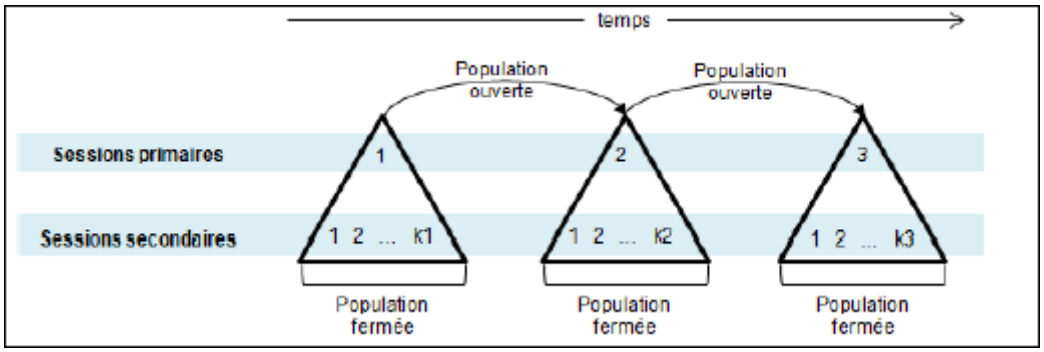


Figure 6 : Structure du modèle Robust Design de Pollock (adapté depuis Kendall et al., 1997)

Les sessions de capture débutent au mois de mai soit un mois après que les Sonneurs à ventre jaune commencent à sortir de leur site d'hivernage et à migrer vers les sites de reproduction. Trois sessions sont effectuées chaque année (mai, juin, juillet). Un intervalle d'au moins 10 jours est préférable entre chaque session pour limiter les problèmes liés à la trap dependance (« réponse comportementale à la capture »). Le stress lié à la capture et aux manipulations nécessaires à la prise de vue peut engendrer des modifications du comportement des individus. Ceci peut se traduire par une baisse du taux de recapture chez le Sonneur à ventre jaune, mais la réaction peut être inverse chez d'autres espèces. Il n'est pas nécessaire dans notre cas que les captures soient régulièrement espacées dans le temps, mais il est préférable pour maximiser le taux de recapture que les conditions météorologique soient homogènes et optimales (probabilité de détection maximale entre 23 et 26°C pour cette espèce selon Cayuela et al.(2015b).

Lors d'une session de capture, tous les sites répertoriés sont prospectés. Les pièces d'eau situées dans un même secteur et peu éloignées les unes des autres (quelques centaines de mètres) sont prospectées de

préférence au sein d'une même journée pour diminuer le risque de recapture des mêmes individus au cours d'une même session. Le de chaque jour fonction de l'activité du champ de tir et de ce qui a été fait la veille. Généralement la session commence du nord vers le sud ou inversement.

Sur chaque site suivi, tous les individus visibles sont capturés à la main ou à l'épuisette et déposés dans un seau contenant un fond d'eau provenant du site puis recouvert d'un couvercle pour éviter que les individus n'en sortent en remontant les parois. Une fois tous les individus capturés, ils sont mesurés (longueur museau – cloaque) afin de déterminer leur stade de développement (Figure 7A-B). Chez les individus matures sexuellement, les mâles sont distingués des femelles par la présence de callosités nuptiales noires sur la face interne des avant-bras (Figure 7C). Toutes les informations nécessaires au suivi sont consignées dans une fiche de relevé (Annexe 4). Les Sonneurs sont ensuite placés dans un boitier CD pour la photographie des patrons ventraux, puis déposés dans un deuxième seau réservé aux individus déjà photographiés. Ils ne sont relâchés qu'une fois que tous les individus du site ont été capturés, afin d'éviter les doublons. A la fin de chaque session, une carte de l'état des sites est créée et distribuée au personnel de l'ONF (Exemple en annexe 5).

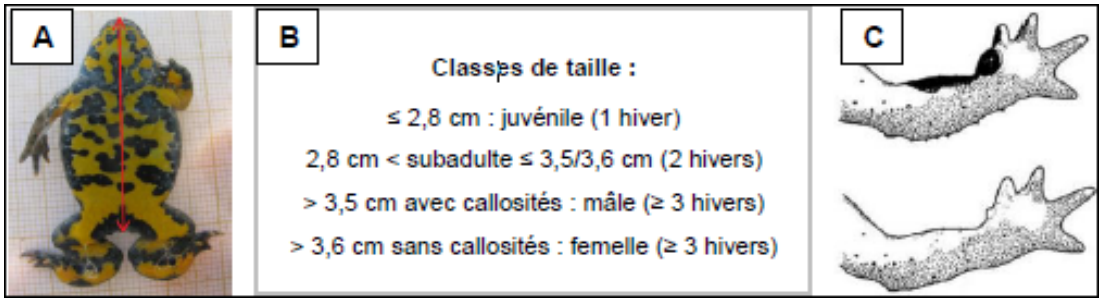


Figure 7 : (A) Mesure de la longueur museau-cloaque (B) Classes de taille (longueur museau-cloaque) pour la détermination du stade de développement des individus (C) Callosités nuptiales présentes chez les mâles (en haut) pendant la période de reproduction (adapté de Gollmann, 2002 *in* Pichenot, 2008)

1.3.3 Traitement des données par le logiciel ExtractCompare

A la fin de chaque session de capture, les photos ont été triées et renommées en ajoutant la date, le site et le stade de l'individu au nom d'origine (Figure 8). Elles ont ensuite été ajoutées à la base de données regroupant toutes les photos de patrons ventraux prises depuis le début de l'étude. L'extraction (Annexe 6) et la comparaison des patrons ventraux ont été réalisées grâce au logiciel Extract Compare (créé par Hiby et Lowell en 1990). Ce logiciel compare les patrons ventraux précédemment extraits à ceux déjà présents dans la base de données grâce à deux algorithmes, puis propose une correspondance, que l'utilisateur devra confirmer ou non. A partir des correspondances obtenues, les histoires de captures des individus ont été construites.

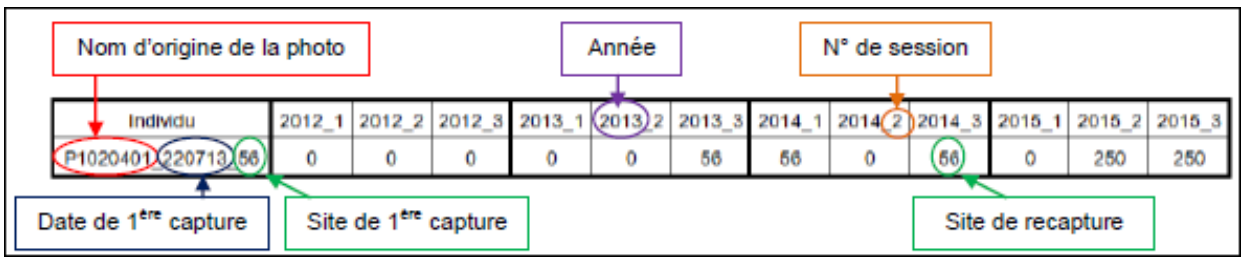


Figure 8 : Exemple d'histoire de capture

L'individu P1020401_220713_56 a été capturé pour la première fois le 22 juillet 2013 (session 3) sur le site 56. Il a ensuite été recapturé deux fois en 2014 sur ce même site (sessions 1 et 3), puis deux fois en 2015 sur le site 250 (sessions 2 et 3).

1.3.4 Analyse des données par le logiciel Esurge

Les données de capture entre 2012 et 2015 ont été utilisées pour faire l'analyse des données. Avant 2012, la spatialisation des sites n'était pas assez précise et les données de 2016 n'ont pas été traitées à temps pour entrer dans la modélisation. Ces données sur 4 ans peuvent donner une idée sur l'impact de variables environnementales sur le Sonneur à ventre jaune au niveau de la dispersion. Seules les données des adultes ont été prises en compte lors de la modélisation. Les analyses statistiques ont été effectuées avec le soutien d'Hugo Cayuela, du Laboratoired'Etude des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés (LEHNA) de l'Université de Lyon.

Les plans d'eau sont regroupés en sites lorsqu'ils sont à moins de 100m de distance euclidienne des uns des autres tels que proposés par Pichenot dans sa thèse de 2008. Un site peut être alors composé de différents types de plans d'eau comme des ornières, des fossés, des mares forestières.

Pour les analyses, trois modèles ont été utilisés pour procéder à quatre analyses différentes portant sur la dispersion, l'effet de l'asséchement des sites, de la taille du site, de l'abondance de conspécifiques et de la distance. La modélisation a été effectuée par le programme E-Surge (Choquet et al., 2009). Les différents modèles testés ont été classés par une procédure de sélection de modèles utilisant l'AICc (Critère d'Information d'Akaike) et les poids relatifs d'AICc.

Modèle 1 : Dispersion et distance entre les sites

Dans cette partie des analyses, nous avons cherché à savoir si la distance euclidienne entre les sites influait sur la dispersion. Ceci a été réalisé en utilisant un premier modèle multi-événements, adapté de celui de Lagrange et al. (2014). Ce modèle prenait en compte l'état de capture des individus à t et à t-1 ('0' pour les individus non-capturés et 'n' le numéro du site sur lequel ils étaient trouvés pour les individus capturés), et leur statut de dispersion entre t-1 et t. Les individus pouvaient être 'dispersants' s'ils avaient changé de site entre t-1 et t, ou 'résidents' s'ils étaient restés sur le même site. A ces états ont été ajoutées des informations concernant la distance euclidienne parcourue par les dispersants entre le site de départ et le site d'arrivée. Ces distances ont été rangées en trois classes : [100-500 m[, [500-900 m[et > 900 m. Le mouvement a été décomposé en deux étapes : départ d'un site et arrivée sur un autre site. Grâce à ce modèle, nous avons pu tester des hypothèses concernant la survie des individus (S), leur probabilité de départ d'un site (DEP), leur probabilité d'arrivée sur un site (AR), et la probabilité de recapture (P). Nous avons testé l'effet du statut de dispersion des individus à la session précédente (DIS : 'dispersant' ou 'résident'), de la distance euclidienne entre les sites (D123), du sexe des individus (SEX) et de l'année (Y) sur ces paramètres.

Modèle 2 : Dispersion et dynamique d'assèchement des sites

Cette partie des analyses a été réalisée en utilisant un deuxième modèle, lui aussi inspiré de celui de Lagrange et al. (2014), prenant également en compte le statut de capture et de dispersion des individus à t et à t-1. Nous avons pour ce modèle ajouté des informations concernant l'état d'assèchement des sites à chaque session ('1' pour les sites en eau et '0' pour les sites à sec). Ce modèle testai lui aussi des hypothèses concernant la survie des individus (S), leur probabilité de départ d'un site (DEP), leur probabilité d'arrivée sur un site (AR), et la probabilité de recapture (P). Nous avons cette fois testé l'effet de l'état d'assèchement des sites à la session précédente (D : en eau ou à sec), du sexe des individus (SEX), de l'année (Y) et du temps (T) sur ces paramètres.

Modèle 3 : Dispersion, surface des sites et abondance de conspécifiques

Ces deux parties des analyses ont été réalisées en utilisant un 3ème modèle, proposé par Cayuela et al. (Publication en cours) qui permet à la survie et aux probabilités de mouvement de varier suivant les conditions environnementales des sites. Deux catégories ont été considérées pour l'étude de chaque variable environnementale : 'Petit' et 'Grand' pour la taille des sites, et 'Effectif fort' ou 'Effectif faible' pour l'abondance de conspécifiques. Au vu des médianes des données, un site a été considéré comme grand s'il était composé de 3 pièces d'eau ou plus, et il a été considéré comme présentant un effectif fort si plus de 9 individus s'y trouvaient. Grâce à ce modèle, nous avons pu tester des hypothèses concernant la survie des individus (S), leur probabilité de départ d'un site (DEP) et la probabilité de recapture (P). Nous avons cette fois testé l'effet de la surface des sites (SURF), de l'abondance de conspécifiques sur le site (DENS), du sexe des individus (SEX), de l'année (Y) et du temps (T) sur ces paramètres.

Ces modèles permettent de tester ces hypothèses :

- (1) Les individus ont de plus fortes capacités de dispersion que ce qui est actuellement connu, mais la majorité des déplacements se font sur de courtes distances.

- (2) La dynamique d'assèchement des ornières influence le comportement de dispersion des individus mais les individus dispersants ont une plus faible survie que les résidents. Les individus migrent de façon préférentielle vers des sites à faible risque d'assèchement.

- (3) Les individus quittent plus facilement des sites de petite taille et ceux présentant une forte abondance de conspécifiques.

Le suivi de population mené à Verdun a nécessité de porter une attention particulière à la préservation des habitats de l'espèce et a ainsi permis de faire un inventaire assez complet des difficultés qui pouvaient se présenter. Des mesures de gestion adaptées ont pu être proposées dans un certain nombre de cas et le site de Verdun peut être considéré comme un site pilote en la matière. Cependant, pour d'autres forêts où l'attention n'est pas autant focalisée sur le Sonneur à ventre jaune et de manière générale sur les amphibiens, les mêmes difficultés sont susceptibles d'être rencontrées et l'expérience acquise à Verdun pourrait être utile aux autres gestionnaires.

1.4 Prise en compte des amphibiens au niveau lorrain

1.4.1 Méthodologie des lectures d'aménagement des forêts géré par l'ONF en Lorraine

Afin de faire un état des lieux de la prise en compte des amphibiens en Lorraine, la lecture d'aménagement décrivant les programmes d'actions prévues dans une forêt permet d'avoir une idée sur comment les amphibiens sont appréhendés et sur les mesures mises en œuvre pour les protéger. Les documents d'aménagement sont des documents de gestion qui planifient les grandes actions à mettre en œuvre sur une période d'une durée de 10 à 20 ans (Portail ONF, 2016). Le Code forestier par la loi L133-1 et le décret R 133-2 abrogé en 2012, règlemente les documents d'aménagement en fixant son contenu. Ce document doit contenir des analyses du milieu naturel, patrimonial et écologique ainsi qu'une analyse des activités présente sur la forêt. Il doit y avoir un bilan retour sur le précédent aménagement et enfin une synthèse est réalisée ainsi qu'une liste d'action pour l'exploitation forestière et pour les autres activités existante sur la forêt. Le document comprend à la fin un bilan financier prévisionnel des actions envisagées afin de prouver qu'elles sont réalisables. (Portail ONF, 2016) Pour les forêts des collectivités, le document d'aménagement est réalisé en concertation avec le propriétaire et le gestionnaire. Concernant les forêts

domaniales, une communication pendant la réalisation du document s'effectue avec les collectivités en limite de la forêt concernée (Portail ONF, 2016). Cet aménagement après validation de la direction territoriale de l'ONF doit être approuvé par arrêté ministériel pour les forêts domaniales et après validation par le propriétaire, par arrêté préfectoral pour les forêts des collectivités. Ce document doit être en conformité avec les Orientations Régionales Forestières, le Schéma de Cohérence Territoriale et le Plan Local Urbain ainsi que le Schéma Régionale d'Aménagement pour les forêts des collectivités. Des contrôles des aménagements peuvent se faire et une modification du document est réalisable si la base de l'aménagement n'est pas touchée. En cas de catastrophe naturel ou autres, le document peut subir une révision anticipée (Portail ONF, 2016).

La sélection des aménagements s'est faite tout d'abord par l'accès à la base de données du Comité Reptile Amphibien de Lorraine (CRA) qui regroupe toutes les observations faites sur les amphibiens et sur les reptiles de toutes les bases de données de Lorraine qui a permis de lister les forêts où le Sonneur à ventre jaune a été observé en Lorraine. Le CRA créé en 1994 est géré par le Conservatoire d'espaces naturels de Lorraine (CenL) et a pour but de protéger et d'améliorer la gestion des habitats des reptiles et des amphibiens, de stocker des données pour améliorer la connaissance ou pour faire un suivi/étude. Elle contenait environ 36 000 donnée en 2014. La CRA a été le rédacteur de 3 Plans nationaux d'action - Déclinaison régionale Lorraine avec celui du Crapaud vert (*Bufo viridis* Laurenti, 1768), du Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata* Linné, 1758) et du pélobate brun (*Pelobates fuscus* Laurenti, 1768). Les données proviennent d'observation faites par les membres de la commission mais la saisie est aussi ouverte au public en remplissant des fiches. (Aumaitre D., 2014) Cette base de données même si elle est la plus complète n'a peut-être pas recensé toutes les observations faites par les agents de l'ONF soit parce que les données n'ont pas toutes été transmises soit ne l'ont pas encore été. Alors cette base a été croisée avec la base de données naturaliste de l'ONF, BDN créé en 2009, qui est un outil de gestion naturaliste uniquement accessible en interne. Les données de la base (de plus de 3 000 000 observations) sont constituées de celles des agents appartenant aux réseaux naturalistes de l'ONF mis en place depuis 2004 (avifaune, entomologie, habitats-flore, herpétologie, mammifères, mycologie) et des observations pouvant être effectuées par tout le personnel après vérification mais aussi de données externes et d'autres bases de données obtenues par partenariat. Cette application est présente (depuis 2012) sur les Terminaux de Saisie et est utilisée par les forestiers, le personnel peut ainsi saisir des données directement sur le terrain. Ces données par Canopée (Logiciel SIG de terrain) sont disponibles pour le personnel de l'ONF et ainsi il peut y avoir une réelle prise en compte de la biodiversité dans la gestion forestière tel que le veut sa politique environnementale. L'ONF en contribuant au projet SINP (Système d'information sur la nature et des paysages) et en ayant un partenariat avec le MNHN (Musée National d'Histoire Naturel) diffuse ses données pour améliorer les échanges avec les structures environnementales. (Portail ONF, 2016)

Avec ces bases de données, j'ai listé les forêts gérées par l'ONF où il y a la présence de Sonneurs avant 2004 et entre 2004 et 2014 (données du CRA) mais j'ai aussi ajouté les forêts que le BDN a complétées. De cette liste j'ai associé les documents d'aménagement accessibles en interne ou en public lorsque ce n'était pas possible autrement. Ces documents s'ils ont été rédigés après que l'observation du Sonneur a été faite, devraient, en tout état de cause, inclure dans leur prévision des mesures pour la protection des amphibiens. Dans les documents d'aménagement, je m'intéresse essentiellement aux parties où il peut être fait mention du Sonneur à ventre jaune ou de tout autre amphibien. Les documents d'aménagement sont construits de la même façon de par la loi et il est courant de voir des textes identiques que ce soit dans la description du milieu et les actions dans les documents d'aménagement d'une même agence. La structure de l'aménagement a changé entre les années 2000 et 2010. De 6 parties, l'aménagement passe à 3 parties. Les nouveaux

aménagements parlent de fonctions principales pour décrire les 3 piliers en les classant en tableau selon le type d'enjeu. Il y a différentes façons de nommer la partie qui traite des préconisations pour la biodiversité. Dans les années 2000, elle était nommée par « Autre mesure particulière » dans laquelle il y avait aussi d'autres considérations. Depuis 2012-2013 avec la nouvelle forme des aménagements, la partie s'appelle pratiquement tout le temps « Mesures en faveur de la biodiversité courante » et il existe une partie « Mesures en faveur de la biodiversité remarquable » qui est très souvent non remplie.

Toutes les informations prises dans les aménagements ont été traitées grâce aux tableaux croisés dynamiques sur le logiciel Excel. Ces informations concernaient par exemple la date de l'aménagement, de quelles manières les amphibiens étaient cités s'ils étaient mentionnés dans le plan d'aménagement.

En parallèle des analyses des documents d'aménagement, une enquête sociologique a été mis en place afin de connaitre comment les mesures de protection sont vues par le personnel de l'ONF.

1.4.2 Enquête sociologique de la prise en compte des amphibiens en Meuse

Même s'il existe des lois, des réglementations au niveau européen et national, ce sont les hommes qui les appliquent et ces directives sont donc soumises à interprétation du gestionnaire. Les agents de l'ONF qui doivent mettre en place, respecter et faire respecter la loi ont d'autres contraintes à gérer tels que la protection du sol contre le tassement, la lutte contre les scolytes, les consignes sur la régénération des parcelles. Toutes ces mesures de protections entraînent des contraintes plus ou moins fortes pour l'exploitation du bois, qui peuvent se superposer les unes aux autres dans certaines forêts. La situation peut vite devenir compliquée à gérer pour les gestionnaires de l'ONF. Au niveau local, un minimum de sensibilisation à la protection des amphibiens et de connaissances sur les espèces et les moyens possibles pour leur protection semble être un préalable incontournable. L'étude sociologique permet d'effectuer un bilan du niveau de sensibilisation des acteurs concernés directement ou indirectement par les amphibiens et de mieux comprendre comment ils perçoivent les actions de protection qu'ils peuvent être amenés à mettre en œuvre.

Par l'intermédiaire d'entretien à différent niveau de hiérarchie et d'autres complémentaires hors de l'ONF, cette étude pourra répondre sur le niveau de sensibilisation des agents et leur ressenti sur les mesures de protection et ainsi il sera possible de faire un état des lieux de la prise en compte des amphibiens au sein de l'ONF. Le but de ses entretiens est donc de mettre en évidence plusieurs points, le degré de sensibilisation des agents, les contraintes liées aux amphibiens individuellement et en considérant l'ensemble des contraintes dans une forêt et ce que représente les mesures de protection pour les agents en termes de coût et de temps.

Pour cette étude la méthodologie est une enquête qualitative auprès de différents acteurs en Meuse avec un entretien semi-directif, thématique et individuel afin d'avoir un véritable échange avec les personnes mais de tout de même centrer sur le sujet. Les entretiens individuels, au lieu d'être groupés, peuvent donner lieu à une conversation et obtenir des informations qu'on n'aurait pas eu en groupe. Avant les entretiens, des guides créés pour chaque type d'acteur comporteront les questions à poser ainsi que les sous questions en cas de silence de l'interlocuteur (Voir un exemple en annexe 7). Ce guide représente le fil conducteur des entretiens. Ils ont une base similaire mais des questions peuvent fluctuer selon la fonction de l'acteur. Après relecture des guides par mon encadrant de stage et l'anthropologue Marieke Blondet, 30 entretiens se sont effectués entre mai et août. Ensuite une analyse par acteurs et par thème est faite pour donner des réponses générales applicables en Meuse et extensibles à la Lorraine. Ce domaine d'étude a été choisi pour différentes raisons, il est plus facile en terme de temps et d'analyse d'avoir un domaine d'étude restreint. Pour que l'étude soit réalisable, une quarantaine d'acteurs est le maximum, plus, demanderait trop de temps et moins,

n’assurerait pas la représentativité des acteurs. Pour cela, deux agences ont été choisies, l’agence de Verdun et l’agence de Bar-le-Duc. Ces deux agences ont des forêts où le Sonneur à ventre jaune est présent et n’y est pas, ils gèrent des forêts communales et domaniales. L’échantillonnage s’est faite tout d’abord par catégorie d’acteurs représentant toute la hiérarchie de l’ONF dans chaque agence afin d’avoir la vision de ceux qui décident des mesures et de ceux qui les appliquent. Nous obtenons cette liste d’acteurs :

- Directeur agence
- Chef du Service Forêt
- Responsable Environnement
- Responsable pôle aménagement
- Chef du Service Bois Meuse
- Responsable commerciale Bois
- Chef du service Travaux et Développement
- Responsable Unité de Production
- Conducteur de travaux
- Conducteur d'engins
- Responsable d’Unité Territorial (RUT)
- Agents patrimoniaux
- Chef de formation Amphibien Campus ONF
- CPIE Meuse
- CEN Lorraine
- ONEMA

Pour les agents patrimoniaux, une sélection a été faite selon les critères cités ci-dessous (Tableau 1) :

Tableau 1 : Liste des critères de sélection d'un agent patrimonial

Critères de sélection des agents à entretenir
- Facilité à obtenir un entretien - Les agents proviennent des 2 agences - Des agents qui ont à gérer les communales et domaniales - Au moins une forêt qui a des données à partir de 2004 - Au moins une forêt qui a des données avant 2004 - Proportion de forêt communale et domaniale respectée

Une fois les agents patrimoniaux sélectionnés, les responsables des UT sont choisis s’ils ont des agents patrimoniaux qui vont être interviewés. Les conducteurs sont ceux qui ont déjà eu à faire à des mesures de protection. L’annexe 8 montre la liste de personnes entretenues suivant leur fonction et l’agence d’où elles viennent. Les questions ont été regroupées par thème lors de l’analyse : niveau de connaissance, formation effectuée, utilisation de BDN, gestion forestière, notes de services, mesure de protection mise en place, impact des mesures, solutions possibles, ressenti du personnel.

2. Résultats

2.1 Analyse du comportement de dispersion en milieu instable

Les résultats ont porté sur quatre années de la période d'étude de 2012 à 2015 et ne concernent que les adultes. Lors de cette période, 6057 adultes ont été capturés au total (Voir le détail en annexe 9) ce qui représente 3226 adultes différents dont 1618 femelles et 1608 mâles. 251 cas de dispersion ont été enregistrés au cours de ces quatre années dont 118 événements qui se sont déroulés entre deux sessions de capture consécutives.

Les variables environnementales étudiées, le risque d'assèchement des sites, la surface des sites et l'abondance de conspécifiques ne sont pas corrélés entre eux (Voir tableau des corrélations en annexe 10). La figure 9 ci-dessous montre l'emplacement des sites en forêt domaniale de Verdun et les valeurs possibles pour les différentes variables environnementales.

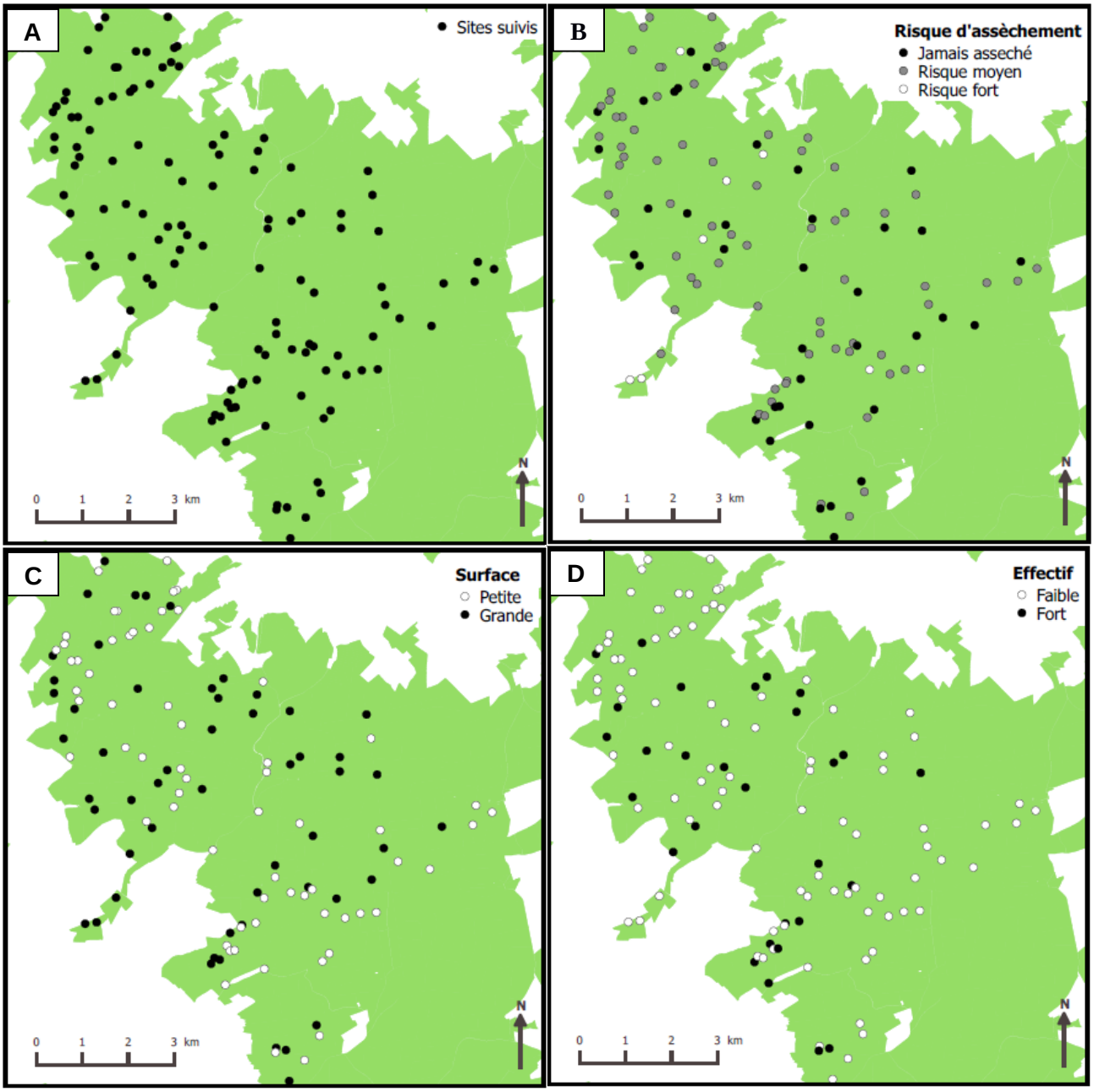


Figure 9 : Variables environnementales suivies.

(A) Ensemble des sites où des Sonneurs à ventre jaune ont été observés. (B) Nombre de fois où le site s'est asséché / nombre de sessions lors desquelles il a été suivi. Jamais asséché : 0, risque moyen : [0-0,5[, risque fort : [0,5-1] (C) Taille du site. Petit : ≤ 3 mares, Grand : > 3 mares. (D) Abondance moyenne de conspécifiques. Faible : < 9 individus, Forte : ≥ 9 individus

2.1.1 Effet de la distance entre les sites sur le comportement de dispersion

La distance moyenne de déplacement des individus suivis est de 562 m ± 541 pour ceux ayant eu lieu entre deux sessions de capture consécutives (Figure 10A), et de 599 m ± 540 en tenant compte de tous les déplacements (Figure 10B). La majorité des déplacements réalisés représente moins de 300 mètres. La distance de déplacement la plus élevée détectée est de 3052 mètres, et a été parcourue par un individu mâle entre juillet 2014 (3ème session) et mai 2015 (1ère session).

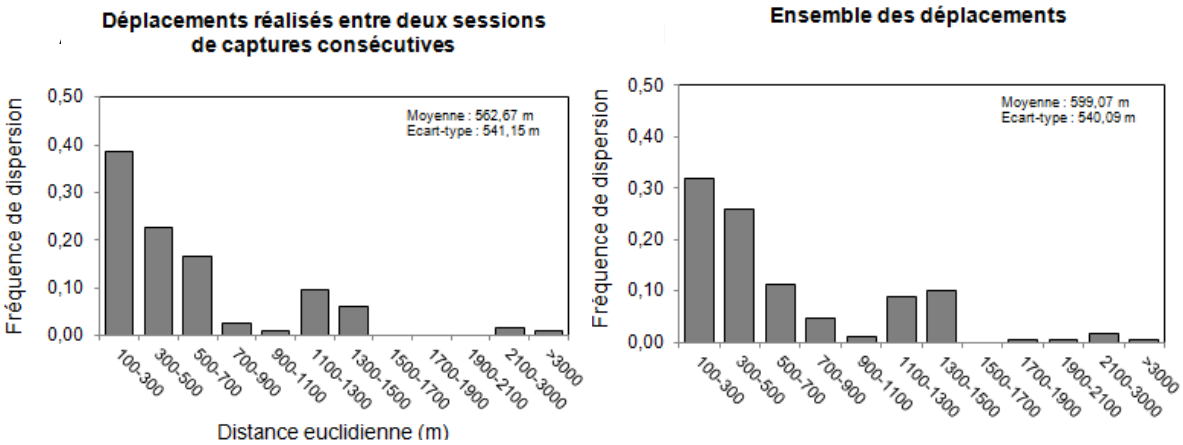


Figure 10 : Fréquence de dispersion observée suivant la distance euclidienne séparant les sites de départ et d'arrivée. (A) Déplacements effectués entre deux sessions de captures consécutives (N=118) (B) Ensemble des déplacements (N=251).

Le modèle le mieux supporté pour cette analyse est [S(DIS +Y), DEP(DIS), AR(D123), P(SEX + Y)]. La survie (S) dépend du statut de dispersion (dispersant ou résident) à t-1 et de l'année, la probabilité de départ (DEP) dépend de la dispersion, la probabilité d'arrivé (AR) dépend de la distance entre les sites et la probabilité de recapture (P) dépend du sexe et de l'année. (Voir la sélection des modèles en annexe 11)

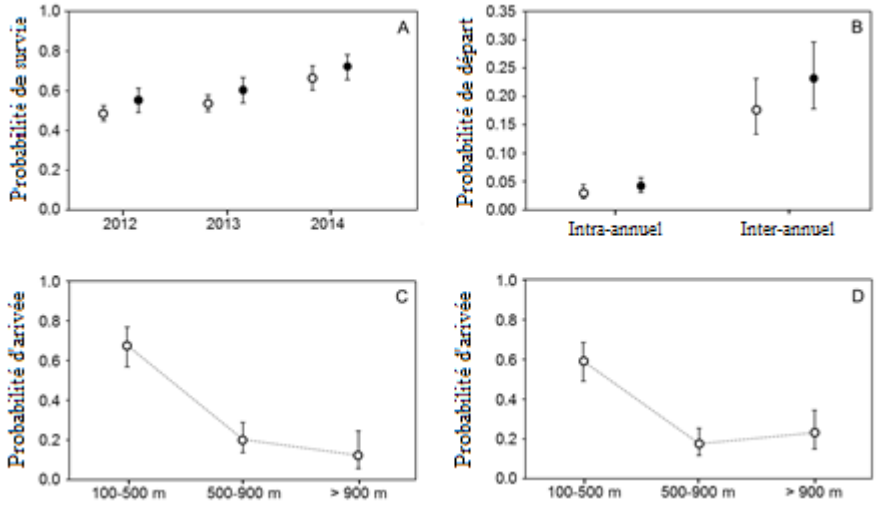


Figure 11 : Dispersion et distance entre les sites.

(A-B) Cercle vide : individus résidents à t-1 ; cercle plein : individus ayant dispersé à t-1. (A) Probabilité de survie selon le statut de dispersion des individus à t-1 ; (B) Effet du statut de dispersion de l'individu à t-1 sur sa probabilité de départ à t. (C-D) Probabilité d'arrivée sur un site suivant la distance euclidienne (m) le séparant du site de départ en intra-annuel (C) et en interannuel (D).

Sur la figure 11A, la survie des individus dispersants est légèrement plus élevée que celle des résidents. La probabilité qu'un individu quitte un site semble liée au statut de dispersion à la session précédente, un individu ayant déjà dispersé aura une probabilité plus grande de quitter le site. Néanmoins, il s'agit d'une tendance qui, bien que systématique, n'est pas statistiquement significative. Il est aussi observé que la probabilité de départ est plus forte en inter-annuel (environ 20%) qu'au sein d'une même année (environ 3,5%) (Figure 11B). La probabilité d'arrivée sur un site diminue avec la distance euclidienne que ce soit en inter ou intra-annuel (Figure 11C-D). La probabilité d'arrivée est maximale lorsque la distance euclidienne entre le site de départ et le site d'arrivée est compris entre 100 et 500m. Cette probabilité diminue fortement sur les deux autres classes de distance.

2.1.2 Effet de l'assèchement des sites sur le comportement de dispersion

Les sites suivis ont connu une dynamique d'assèchement au cours de la période d'étude, avec une probabilité d'assèchement variant entre 36% et 76% à l'échelle intra-annuelle, et entre 30 et 60% à l'échelle interannuelle (Figure 12A). L'année 2015 présentait un risque d'assèchement particulièrement fort avec 76% des sites qui se sont asséchés.

Le modèle le mieux supporté pour cette analyse est [S(D + T), DEP(Y), AR(D), P(D x SEX + Y)]. La survie dépend du temps et de la capacité d'asséchement du site, la probabilité de départ dépend de l'année, la probabilité d'arrivé de la capacité d'asséchement et la probabilité de capture de la capacité d'asséchement, du sexe ainsi que de l'année (Voir la sélection des modèles en annexe 12).

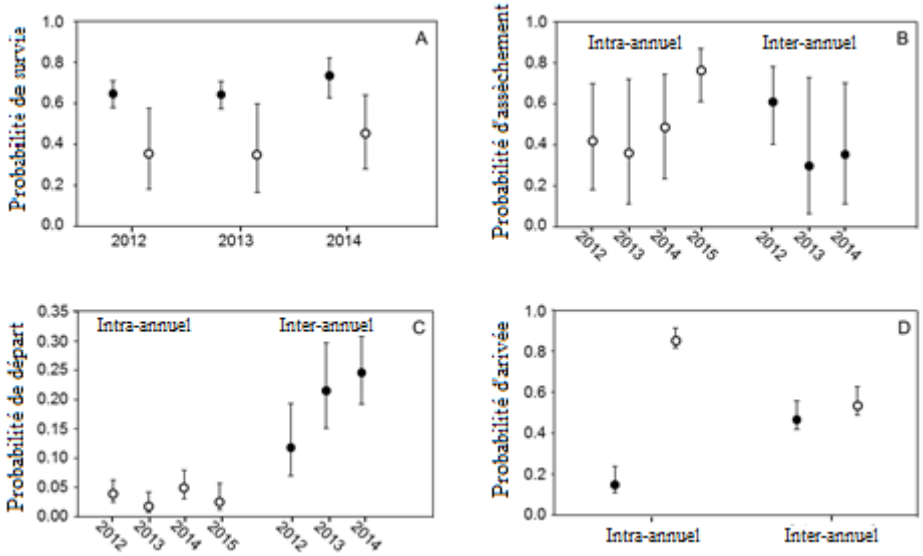


Figure 12 : Dispersion et assèchement des pièces d'eau.

(A-D) Cercle vide : le site était asséché à t-1 ; cercle plein : le site était en eau à t-1 ; (A) Effet de l'état d'assèchement des sites à t-1 sur la survie ; (B) Probabilité d'assèchement des sites aux échelles intra- et interannuelle ; (C) Probabilité de départ d'un site aux échelles intra- et interannuelle ; (D) Probabilité d'arrivée sur un site en fonction de son état d'assèchement à t-1.

La survie des individus varie suivant les années, et est négativement affectée par l'assèchement du site à t-1 (Figure 12A). La probabilité de quitter un site est là encore plus forte entre les années (12 à 25%) qu'au sein d'une même année (2 à 5 %) (Figure 12C). La probabilité de coloniser à t un site s'étant asséché à t-1 est plus élevée que celle d'atteindre un site étant resté en eau à t-1. Cet effet est observé surtout en intra-annuel (Figure 12D)

2.1.3 Effet de la taille des sites sur le comportement de dispersion

En raison d'une différence d'AICc faible (inférieure à 2 points) entre les deux modèles les mieux supportés (Voir la sélection des modèles en annexe 13), nous avons réalisé une moyenne de ces deux modèles (« model-averaging » : moyenne des estimations et erreurs-standards obtenus). D'après ce modèle, la survie est influencée par le sexe, la surface du site et l'année, la probabilité de recapture dépend du sexe, de la taille des sites et de l'année, la probabilité de départ d'un site varie légèrement suivant le sexe, l'année et au sein des années mais est influencé par la taille des sites.

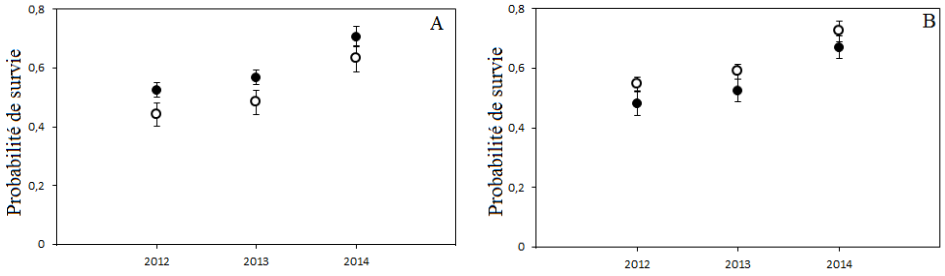


Figure 13 : Probabilité de survie suivant la taille du site.

Cercle plein : Site de grande taille (>3 pièces d'eau) ; cercle vide : Site de petite taille (≤ 3 pièces d'eau). Effets de l'année, du sexe (A) femelle, (B) mâle et de la taille du site sur la probabilité de survie

Pour les femelles, la survie dans les sites de grande taille est supérieure à ceux de petite taille (Figure 13A). Chez les mâles, l'inverse est observé mais de manière moins significative (Figure 13B).

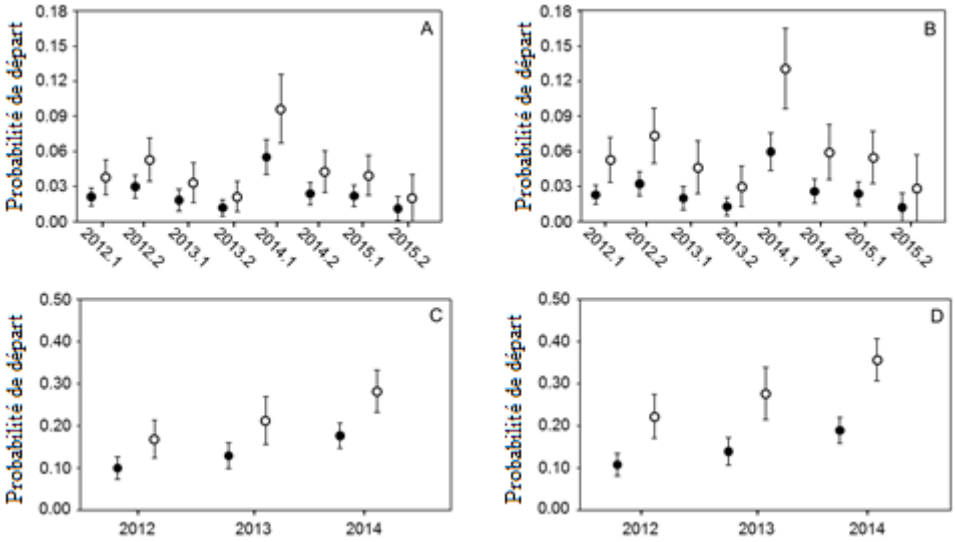


Figure 14 : Dispersion et taille des sites.

Cercle plein : Site de grande taille (>3 pièces d'eau) ; cercle vide : Site de petite taille (≤ 3 pièces d'eau). Effet de la taille des sites sur la probabilité de départ des individus aux échelles intra- (A-B) et interannuelle (C-D), chez les femelles (A-C) et les mâles (B-D).

Concernant la dispersion, la probabilité de départ est plus forte dans les sites de petite taille que dans ceux de grande taille, à la fois aux échelles intra- et interannuelle (Figure 14A-B-C-D) ainsi que pour les deux sexes.

2.1.4 Effet de l'abondance de conspécifiques sur le comportement de dispersion

En raison d'une différence d'AICc faible (inférieure à 2 points) entre les deux modèles les mieux supportés (Voir la sélection des modèles en annexe 14), nous avons réalisé une moyenne de ces deux modèles. La probabilité de recapture varie selon le sexe, l'abondance conspécifique et l'année. D'après ces modèles, la survie varie entre les années mais n'est pas influencée par le sexe ni par l'abondance de conspécifiques sur les sites, la probabilité de départ dépend du sexe et de l'abondance de conspécifiques.

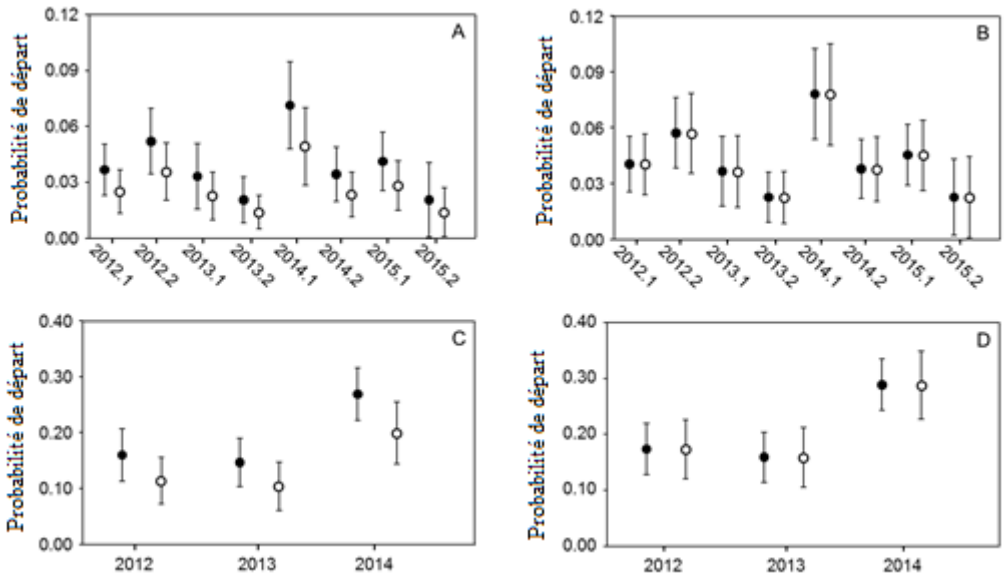


Figure 15 : Dispersion et abondance de conspécifiques.

Cercle plein : Forte abondance de conspécifiques (> 9 adultes) ; cercle vide : Faible abondance de conspécifiques (≤ 9 adultes). Effets de l'abondance de conspécifiques aux échelles intra- (A-B) et interannuelles (C-D), chez les femelles (A-C) et les mâles (B-D).

Chez les femelles, la probabilité de départ est systématiquement légèrement plus élevée dans les sites où la densité en conspécifiques est forte (densité-dépendance négative), à la fois aux échelles intra- et interannuelles (Figure 15 A-C). Au contraire, aucun effet de l'abondance de conspécifiques sur la probabilité de départ n'a été observé chez les mâles (Figure 15 B-D).

2.2 Analyse des aménagements

Les analyses ont été faites par l'intermédiaire de tableau dynamique croisé. Dans cette partie, on cherche à savoir dans quelle proportion les amphibiens dont plus particulièrement le Sonneur à ventre jaune est mentionnée et la part de préconisation qui leur est accordée dans les plans d'aménagement.

2.2.1 Présentation des aménagements

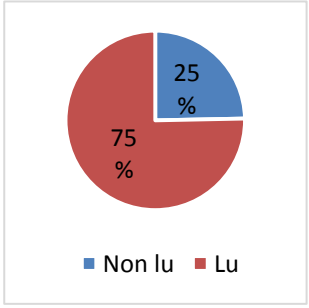


Figure 16 : Proportion d'aménagements lus et non lus

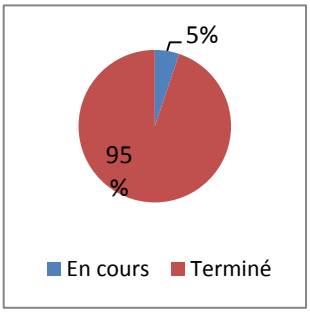


Figure 17 : Proportion d'aménagements terminés ou en cours de rédaction

Au total, 231 aménagements sont recensés grâce aux données fournies par les bases et pour 4 aménagements, d'observations d'agents. J'ai pu avoir accès parmi ceux-ci à 174 aménagements (Figure 17). Pratiquement tous les aménagements lus étaient toujours en vigueur (Figure 16). Pour ceux qui sont en cours de rédaction, il a fallu récupérer les aménagements précédents dans les archives.

Tableau 2 : Répartition des aménagements dans les agences

	Total d'aménagements		Aménagements lus	
	Aménagement	Pourcentage (%)	Aménagement	Pourcentage (%)
Meurthe et Moselle (54)	63	27	55	32
Bar le Duc (55)	8	3	8	5
Verdun (55)	20	9	19	11
Metz (57)	30	13	30	17
Sarrebourg (57)	13	6	11	6
Vosges Ouest (88)	51	22	51	29
Vosges Montagne (88)	46	20	0	0
Total	231	100	174	100

L'agence qui a le plus d'aménagements est celle de Meurthe et Moselle (Tableau 2), ce qui s'explique principalement par le fait que l'agence recouvre tout le département contrairement aux autres. Entre agence, le taux de boisement est similaire et la répartition du Sonneur n'est pas radicalement hétérogène d'un département à l'autre. Aucun aménagement de l'agence de Vosges Montagne n'a été lu car l'accès à ceux-ci n'a pas été possible. Par la suite, cette agence ne sera pas prise en compte.

Tableau 3 : Répartition des aménagements et type de forêt

	Aménagement	Pourcentage (%)
FC	187	81
FD	44	19
En termes d'aménagement lu		
FC	133	76
FD	41	24

D'après le tableau 3, sur l'ensemble des aménagements, 80 % concernent des forêts communales. Ramené aux aménagements lus, ce pourcentage est de 75%. En revanche, en termes de surface, ce sont les forêts domaniales qui dominent, avec une surface totale recensée, la somme de forêts domaniales recensées est deux fois plus importante que celle des forêts communales. La surface unitaire est également plus importante (moyenne de 1660 ha et médiane de 906 ha contre 241 ha et 146 ha pour les forêts communales)

Pour la suite du traitement, les comparaisons se feront uniquement entre les aménagements qui ont été lus soit 174 aménagements au total. Pour faciliter les comparaisons les résultats seront exprimés en pourcentages.

2.2.2 Prise en compte des amphibiens dans les aménagements

Prise en compte du Sonneur à ventre jaune

Tableau 4 : Mention du Sonneur à ventre jaune dans les aménagements

En pourcentage (%)	Pas de préconisation	Préconisation
Pas de mention	58	2
Mention	11	29

Plus de la moitié des aménagements des forêts où l'espèce est présente ne comportent aucune mention du Sonneur à ventre jaune, que ce soit dans la partie « faune sauvage » ou dans la partie « action pour la biodiversité » et seuls un quart des aménagements le mentionnent en émettant des préconisations (Tableau 4). 1/10 environ des aménagements qui mentionnent le Sonneur à ventre jaune

ne proposent aucune action. Seulement 29 % des aménagements pour lesquels il y a une mention n'émettent aucune préconisation.

Tableau 5 : Mention du Sonneur à ventre jaune dans les aménagements selon le type de forêt

En pourcentage (%)		Pas de préconisation	Préconisation
FC	Pas de mention	65	2
	Mention	10	23
FD	Pas de mention	39	0
	Mention	15	46

Dans le tableau 5, le Sonneur est moins mentionné et pris en compte en forêt communale qu'en domaniale. A peine la moitié des aménagements en FD où l'espèce est présente font l'objet de préconisations et seule ¼ le font en FC.

Tableau 6 : Mention du Sonneur à ventre jaune dans les aménagements selon les agences

En pourcentage (%)		Pas de préconisation	Préconisation
Meurthe et Moselle (54)	Pas de mention	65	0
	Mention	11	24
Bar le Duc (55)	Pas de mention	38	0
	Mention	0	62
Verdun (55)	Pas de mention	53	0
	Mention	16	31
Metz (57)	Pas de mention	77	3
	Mention	13	7
Sarrebourg (57)	Pas de mention	45	0
	Mention	10	45
Vosges Ouest (88)	Pas de mention	49	4
	Mention	10	37

Dans le tableau 6, en général, lorsqu'il n'y a pas de mention du Sonneur à ventre jaune dans la première partie, il n'y aura pas de prescription. A part une agence où la mention de l'espèce est systématiquement accompagnée de préconisations, toutes les agences ont entre 10 et 16% de leurs aménagements qui mentionnent l'espèce sans édicter de mesures de protection. « Mention avec préconisation » varie beaucoup d'une agence à l'autre, entre 7 et 62 %, la disparité étant moins grande si l'on fait abstraction de l'agence en queue (7%) de 24 à 62%, ce qui représente une grande variation. Il y a une assez forte proportion de « pas de mention et pas de préconisation », qui varie du simple au double entre 38 et 77 %

Certaines fois, dans les aménagements, il est spécifié que l'espèce est probablement présente puisqu'elle a été observée auparavant dans la dite forêt ou alors l'espèce a été observé dans une forêt proche.

Tableau 7 : Mention du Sonneur observé auparavant ou à proximité de la forêt

En pourcentage (%)	Sonneur à ventre jaune présent avant ou à côté
Pas de préconisation	70
Préconisation	30

Dans le tableau 7, moins d'un tiers des aménagements émette des préconisations alors que l'espèce est susceptible d'être présente.

Les préconisations des aménagements ne se situent de plus pas toujours dans la partie adéquate. Quelquefois elles sont dans la partie « action pour la biodiversité courante » au lieu de figurer dans la partie « action pour la biodiversité remarquable », voire directement dans la description de la faune.

Tableau 8 : Situation des prescriptions dans le plan d'aménagement

Mention en partie 2 (en %)	Préconisation
Non	15
Oui	85

Dans le tableau 8, 15% des préconisations ne sont pas affichées dans la partie action en faveur de la biodiversité.

Les préconisations concernant les amphibiens sont souvent des phrases générales qui ne spécifient pas d'actions particulières pour la forêt concernée.

Tableau 9 : Comparaison des aménagements sur les mentions de protection concrètes du Sonneur à ventre jaune

En pourcentage (%)	Préconisation
Pas de mention concrète	67
Mention concrète	33

Dans le tableau 9, un tiers des aménagements a des mesures concrètes avec des parcelles citées, des actions de compensation précises ou sinon la présence du Sonneur à ventre jaune mentionnée est localisée lors de programmation de travaux.

Tous les résultats ci-dessus ont été obtenus avec tous les aménagements disponibles. Cependant le Sonneur à ventre jaune a pu apparaitre dans une forêt recensé après que l'aménagement ait été rédigé. De même, l'observation a pu être faite après l'écriture de l'aménagement. Il est intéressant de faire des analyses en ne sélectionnant que les aménagements où il est sûr que les observations mentionnés dans la base de données du CRA ont été faites avant l'écriture de celui-ci. Par la suite, les analyses ont portées sur la sélection de ces aménagements.

Tableau 10 : Proportion d'aménagements qui devraient tenir compte des observations faites

Sélection des aménagements qui ont des observations avant 2004, débutant après 2004		
En pourcentage (%)	Pas de préconisation	Préconisation
Pas de mention	47	0
Mention	19	34

Dans le tableau 10, la moitié des aménagements ne mentionne pas la présence de Sonneurs à ventre jaune. Seul un tiers le mentionne et donne des préconisations.

Tableau 11 : Proportion des nouveaux aménagements qui devraient tenir compte des observations faites

Sélection des aménagements débutant après 2014		
En pourcentage (%)	Pas de préconisation	Préconisation
Pas de mention	45	0
Mention	0	55

Dans le tableau 11, la moitié des aménagements le mentionne et le prend en compte dans la gestion forestière, l'autre moitié ne le mentionne pas.

Prise en compte des autres amphibiens

Tableau 12 : Proportion de mention des autres espèces d'amphibien

En pourcentage (%)		Préconisation pour le Sonneur à ventre jaune	
		Non	Oui
Préconisation pour les autres amphibiens	Non	68	20
	Oui	2	10

Un dixième des prescriptions en faveur du Sonneur à ventre jaune prennent aussi en compte les autres amphibiens. 3 aménagements n'ont pas de mention de Sonneurs à ventre jaune mais préservent d'autres amphibiens, la salamandre et le triton crêté, par la préservation de mardelles. Un aménagement a proposé la création de deux mares dans le but de favoriser les amphibiens. (Tableau 12).

Tableau 13 : Comparaison des mentions des amphibiens

En pourcentage (%)	Aménagement avant 2004	Aménagement entre 2004 et 2014	Aménagement après 2014
Mention des amphibiens sans précision	28	39	79
Mention du Sonneur à ventre jaune	28	38	64
Mention des amphibiens sans le Sonneur à ventre jaune	11	17	36

Sur un peu plus de 10 ans, on constate une nette augmentation de la prise en compte des amphibiens dans les aménagements (Tableau 13).

Utilisation des données de BDN

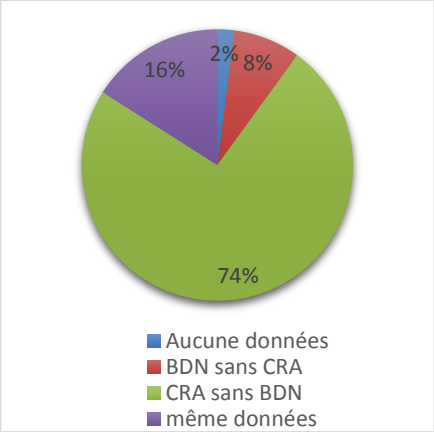


Figure 18 : Comparaison entre les bases de données

Trois quarts (74%) des observations sont renseignés uniquement par la CRA, BDN apporte 1/10 d'observations nouvelles. Les autres observations sont renseignées par les deux bases (Figure 18). Seuls 4 aménagements n'ont pas d'observations, la présence de Sonneur à ventre jaune a été révélée par les agents lors des entretiens individuels.

L'avantage de BDN est d'avoir les années d'observation des Sonneurs à ventre jaune que nous n'avons pas pu obtenir sur la base de données du CRA pour des raisons de confidentialité.

42 forêts sont recensées dans la BDN en raison de la présence de Sonneur. Sur ces 42 forêts, 15 ont un plan d'aménagement débutant au moins un an après l'observation. En prenant ces 15 aménagements en compte, ces tableaux en pourcentage ci-dessous ont été créés. En reprenant le même type d'analyse que ci-dessus. Il est possible de comparer voire d'affiner la différence de prise en compte des amphibiens selon la base de données sélectionnée.

Tableau 14 : Comparaison des mentions des amphibiens

Mention des amphibiens	Mention du Sonneur à ventre jaune seul	Mention des amphibiens sans le Sonneur à ventre jaune	Mention des amphibiens de façon localisée
80	80	33	53

Dans le tableau 14, 80% de ces aménagements mentionnent la présence de Sonneurs à ventre jaune. Néanmoins, seulement la moitié le localise précisément et la mention des autres amphibiens n'est donnée que par un tiers. Soit l'espèce est trop commune pour le préciser soit il n'y en a pas d'autre.

Tableau 15 : Comparaison des mentions de protection

Préconisation en faveur du Sonneur à ventre jaune	Préconisation autre	Préconisation au bon endroit dans le plan	Mention concrète
67	40	33	33

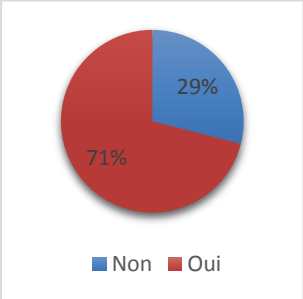
Le pourcentage préconisation dans les aménagements est plus faible que le pourcentage mention du Sonneur à ventre jaune car de 80% on passe à 67%. Seule un tiers a mentionné les prescriptions dans la partie qui lui est attribuée et seul un tiers situe les parcelles. Le pourcentage des préconisations des autres amphibiens avec celui de leur mention est du même ordre de grandeur. (Tableau 15)

Tableau 16 : Mention du Sonneur à ventre jaune dans les aménagements qui devraient prendre en compte les observations selon le type de forêt

	En pourcentage (%)	Pas préconisation	Préconisation
FC	Pas de mention	20	0
	Mention	10	70
FD	Pas de mention	20	0
	Mention	20	60

Il y a deux fois plus de forêts communales que domaniales. Mais il n'y a pas de réelle différence entre les deux types de forêts en ce qui concerne la façon de prendre en compte le Sonneur à ventre jaune. (Tableau 16)

2.2.3 Exemple prise en compte de l'environnement



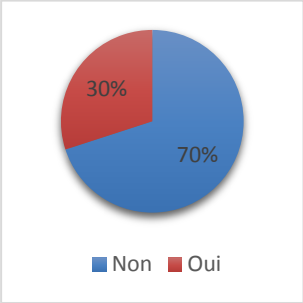
Les aménagistes suivent un plan déterminé pour écrire les aménagements et des phrases types sont placées dans tous les aménagements. Pour les préconisations, la façon de procéder est la même. Par conséquent, les actions restent vagues, non personnalisées et non localisées. Plus de 2/3 des aménagements, ne comportent pas de préconisations sur les amphibiens spécifiques à la forêt aménagée. (Figure 19)

Figure 19 : Proportion de phrases types dans la partie action pour la biodiversité

Tableau 17 : Proportion de phrases types selon les agences

Agence \ Phrase type	Pourcentage (%)
Meurthe et Moselle (54)	64
Bar le Duc (55)	75
Verdun (55)	58
Metz (57)	90
Sarrebourg (57)	55
Vosges Ouest (88)	75

Dans toutes les agences, on retrouve une majorité de préconisations standards, avec toutefois une assez forte variation (entre 55 et 90%). (Tableau 17)



Lors de la lecture d'aménagements, on remarque quelque fois au début de chaque partie de l'action pour la biodiversité courante, des phrases types qui mettaient en avant la possibilité de gain économique pour convaincre les gestionnaires d'appliquer les recommandations. Pratiquement un tiers des aménagements au côté gain économique spécifié en faveur des actions pour la biodiversité. (Figure 20)

Figure 20 : Proportion de mention de gain économique pour justifier les actions pour la biodiversité

Tableau 18: Proportion de mention de gain économique

Agence \ Gain	Pourcentage (%)
Meurthe et Moselle (54)	24
Bar le Duc (55)	30
Verdun (55)	26
Metz (57)	35
Sarrebourg (57)	73
Vosges Ouest (88)	31

Dans presque toutes les agences, le pourcentage de mention au gain ne dépasse pas un tiers. Uniquement l'agence de Sarrebourg a un fort pourcentage avec pratiquement ¾. Néanmoins dans l'absolu, cela correspond seulement à 8 aménagements qui l'ont contre 3. (Tableau 18)

Tableau 19 : Proportion de la mention de gain selon les années

mention gain économique pour l'environnement selon les années	Mention gain (%)
1996 à 2002	0
2003 à 2005	43
2006	50
2007 à 2008	24
2009 à 2010	63
2011 à 2012	38
2013 à 2016	0

La mention du gain date de 2003 et était majoritairement utilisé en 2006, 2009 et 2010. Depuis 2013 il n'est plus mentionné. (Tableau 19)

L'exemple pris ci-dessous concerne les aménagements de l'agence Vosges ouest. Cette agence a été sélectionnée car c'est une des agences qui a le plus grand nombre d'aménagements récupérés là où le Sonneur a été observé. Protéger les zones humides c'est aussi dans une certaine mesure protéger les amphibiens. Dans la partie préconisation pour la biodiversité des aménagements, il est possible de mentionner la protection de zones humides.

Tableau 20 : Proportion de mention de protection des zones humides

En pourcentage (%)	Préconisation	Pas de préconisation
Pas de protection des zones humides	62	70
Protection des zones humides	38	30

Un tiers des aménagements qui n'a aucune mention de protection des amphibiens a tout de même la protection des zones humides. Il n'y a pas de différence de prise en compte des zones humides selon la prise en compte des amphibiens. (Tableau 20)

Il est à noter que cinq aménagements n'ont aucune partie « action pour la biodiversité ». Trois s'expliquent par le fait qu'ils datent d'avant 2000. L'environnement n'était pas encore pris en compte. Les deux autres aménagements se terminent cette année. Un des aménagements marque une brève partie « remarque générale » ne parlant que de la biodiversité des essences et du sol.

2.3 Etude sociologique, le ressenti des agents mis en perspective

Les résultats de l'étude sociologique sont présentés par thèmes. Lors de l'analyse, 3 niveaux de points de vue se sont différenciés, la fonction et la sensibilité environnementale des personnes interrogées et ainsi l'agence à laquelle elles étaient rattachées. Pour chaque thème, les résultats sont présentés soit sous la forme d'un tableau, soit par points regroupant les avis des personnes. Il n'y aucun avis personnel dans cette partie, il s'agit seulement des retranscriptions d'entretiens. Lors de l'analyse, il y a une démarcation entre les forêts ayant la clause « Amphibien », qui est une mesure de protection forte appliquée dans deux forêts dont celle où l'étude sur le Sonneur à ventre jaune est en cours et les autres. Le terme « ayant la clause » sera repris pour distinguer les cas.

2.3.1 Niveau de connaissance

Un des avantages de l'ONF est que les personnes ont la possibilité de changer facilement de poste, ce qui permet d'accumuler des connaissances. A contrario, il y a un « manque de transfert entre la personne qui part et celle qui arrive, c'est une perte de connaissances ».

fonction	Les agents de terrains ont des connaissances générales de base et en savent un peu plus sur un groupe selon leurs affinités et expériences personnelles. En général, les agents savent que le Sonneur est protégé mais pas que les autres amphibiens le sont aussi. Les chauffeurs travaillant dans des forêts ayant la clause « Amphibien » sont au courant de la législation, mais pas les autres. Mais tout le monde fait attention. Les agents parlent naturellement des zones humides qu'ils protègent car ils savent que c'est une mesure pour protéger entre autres les amphibiens. Dans la forêt de Verdun, « les jeunes sont plus sensibilisés car ils sont arrivés après la clause amphibien alors que les anciens n'ont que de l'amertume» car ils ont connu l'époque où il y avait moins de contraintes dans la gestion forestière Pour ses missions, le service environnement a besoin d'avoir plus de connaissances naturalistes que les autres services.
agence	Le personnel travaillant en forêts sensibles est bien sensibilisé aux Sonneurs, et aux autres amphibiens par extension. Dans les autres forêts, on ne parle pas spécialement du Sonneur à ventre jaune.
sensibilité	Les personnes qui ont des fonctions à visée plus productive trouvent que les agents sont sensibilisés à l'environnement car « on ne fait pas ce métier si on ne l'est pas » et que « ça fait partie de leur rôle de protéger l'environnement ». Alors que ceux qui ont une affinité environnementale pensent que la sensibilisation dépend beaucoup des personnes, « tous les agents n'ont pas conscience que tous les amphibiens sont protégés ».

2.3.2 Formations effectuées

Les responsables environnement jugent que « ce n'est pas normal que les nouveaux n'apprennent que l'exploitation alors que l'ONF a beaucoup de labels environnementaux ». Avoir au moins une formation sur la chasse et l'environnement permettrait de faire connaitre les bases et d'éviter les erreurs. En ce qui concerne les amphibiens, il existe une formation nationale sur sa prise en compte en milieu forestier et des formations locales sur le Sonneur à ventre jaune.

Formation nationale : C'est une formation qui existe depuis longtemps. Elle comprend une quinzaine de places par an, avec environ une trentaine de demandes à chaque fois. Les personnes viennent de toute la France et de différents services. La sélection dépend de la pertinence des missions, de la DT des postulants, du nombre de places et de la motivation. La formation était auparavant plutôt axée sur l'identification, mais maintenant la prise en compte des milieux a été ajoutée.

Points positifs: La venue de personnel de l'ONF de tous horizons permet d'avoir différents point de vue et des échanges intéressants. Elle se déroule sur une semaine, ce qui offre l'occasion d'aborder la problématique des amphibiens dans son ensemble.

Points négatifs: Certains jugent les formations au niveau national « mal foutues » car il faut y prévoir sa présence dès la sortie du catalogue de formations au mois de janvier. Il est difficile de savoir aussi longtemps à l'avance si on sera disponible pendant une semaine complète.

Formation à l'agence de Verdun : Elle est réalisée régulièrement depuis plusieurs années sous des formes diverses, et est dirigée par des spécialistes du réseau herpétofaune. Cette formation a pour but de présenter le Sonneur à ventre jaune et sa prise en compte dans la gestion forestière aux nouveaux arrivants, et aux anciens en « piqûre de rappel ». Des personnes de tous les services sont présentes.

Points positifs : Elle se déroule sur une journée et à l'agence. Toutes les personnes concernées par la question sont présentes, ce qui permet de faire comprendre les enjeux et la problématique du Sonneur à ventre jaune.

Points négatifs : Seul le personnel travaillant dans les forêts où le Sonneur est reconnu a été invité à la formation. Cependant il existe d'autres UT où le Sonneur est présent et où les nouveaux arrivants n'ont pas été conviés. Ces derniers trouvent dommage que ce genre de formations ne soit proposé qu'aux personnels des forêts avec la clause « Amphibien », alors qu'eux aussi sont confrontés à la présence du Sonneur à ventre jaune, où au moins à d'autres amphibiens. Au contraire, des personnels des forêts avec la clause « Amphibien » ont pu considérer cette formation comme une contrainte car ils y avaient déjà assisté une ou plusieurs fois et n'y apprennent rien de nouveau.

fonction	Le service forêt est demandeur de formations (« c'est impératif d'en suivre pour les nouveaux et pour se tenir au courant des évolutions ») contrairement aux autres services qui pensent qu'elles ne seraient utiles qu'aux nouveaux arrivants. Pour les agents de terrain, cela dépend de leur sensibilité et de leur intérêt pour leur mission environnementale. Le service production n'en voit pas l'utilité car « tant qu'on ne les écrase pas ça suffit ».
agence	L'agence avec la clause fait des formations, pour l'autre agence, ce n'est pas la priorité et il existe déjà des formations au niveau national.

2.3.3Utilisation de BDN

fonction	Peu de gens la connaissent, et encore moins l'utilisent. Pour les services, ils n'en ont pas besoin et c'est aux agents de l'utiliser car ils « sont les plus confrontés au terrain ». Le service forêt trouve qu'il y a peu d'information dans cette base.
sensibilité	Ceux qui font partie d'un réseau naturaliste ou qui « ont la fibre » l'utilisent. Certains agents transmettent leurs données aux responsables environnement, qui vont les saisir dans la base.

La non-utilisation de BDN est liée à plusieurs problèmes :

→ L'interface de la base de données BDN n'est pas intuitive pour les non-initiés. Par exemple le mot « taxon » n'est pas compréhensible de tous et c'est une des premières choses qui est demandé lors d'une recherche. Il y a besoin qu'elle soit « accessible pour tous » car c'est un « principe intéressant » qui permet d'avoir l'information de ce qu'il y a sur un triage, et de la conserver lorsqu'il y a un changement de personnel.

→ Lors de son lancement en 2009, BDN était accessible seulement pour les naturalistes et pour ceux qui avait des observations à mettre. Ce système a vite découragé le personnel à utiliser BDN.

→ Il arrive aussi que des personnes ne souhaitent rien mettre dans BDN pour ne pas divulguer d'information sensible alors qu'il est possible de saisir des données en spécifiant leur caractère confidentiel.

De ce fait certaines personnes se font leur propre base de données. Les aménagistes regardent sur d'autres bases de données tel que l'INPN, contactent les agents et les réseaux naturalistes. Globalement, parmi les agents, les jeunes sont plus intéressés par l'usage de BDN, à l'inverse des anciens qui ne maitrisent pas l'informatique ou n'en voient pas l'utilité.

Finalement, c'est une bonne idée mais personne ne met rien dessus. « Il est important d'élargir la connaissance pour avoir une meilleure gestion et préconisation ».

Si les données étaient plus facilement consultables il y aurait moins de destruction ou d'erreurs. Il y a actuellement des partenariats entre l'ONF et l'INPN ainsi qu'un futur avec le CENL pour échanger les données. Cela permet d'apporter des données complémentaires afin que l'ONF les prenne en compte lors de la rédaction des aménagements et « il ne pourra plus dire qu'il n'était pas au courant ».

2.3.4 Gestion forestière

Tout le monde connaît la définition d'une gestion forestière durable qui allie environnement, fonction sociale et production. C'est un « rôle multifonctionnel » qui est un intérêt des forêts françaises mais c'est aussi « ce qui pose problème ». « L'ONF essaye d'être légitime dans tous les domaines. ». Il a son propre bureau d'étude environnemental et est aussi animateurs de 3 PNA concernant des amphibiens (dont le PNA « Sonneur à ventre jaune »).

Il y a eu une évolution de la gestion dans l'environnement où avant la tempête de 1999, il n'y avait aucune prise en compte de l'environnement. Au début, personne ne parlait d'environnement ou de patrimoine historique mais les agents étaient prudents. A cette époque l'impact sur l'environnement était peut être moindre car les machines étaient moins nombreuses et moins lourdes. Ces derniers temps, au niveau local il y a toujours une volonté de préserver l'environnement mais au niveau national, il y a plutôt une tendance à favoriser de plus en plus la production. Certains dirigeants voudraient que les agences qui font plus que ce qu'on exige d'elles au niveau de la protection de la biodiversité, retournent à un strict minimum. Mais par la présence d'associations, de certifications et d'une réglementation plus stricte, les gestionnaires sont mis en face de leurs responsabilités.

Lors des entretiens, « l'incompatibilité » pour l'ONF entre la production et l'environnement a été plusieurs fois mentionnée : « les considérations entre environnement et production sont diamétralement opposées, il n'y a pas de conciliation possible ». Le fonctionnement même de l'ONF pousse à l'émergence de tensions puisque chaque pilier de la gestion est découpé en services dont chacun à des objectifs différents qui quelquefois se contredisent. Le service production de l'ONF est privé et à des « chiffres à atteindre » comme le service commercial contrairement au service environnement. Il y a des directives mais elles ne sont pas forcément respectées dans la gestion courante car la protection de l'environnement est considérée comme un frein. « Il y a moins de personnel et plus de surface à gérer ». La personne interrogée de l'ONEMA pense que l'ONF est spécial par rapport aux autres organisations car en plus de son rôle de police, il a avant tout un rôle commercial. Ce qui fait que la partie maintien de la biodiversité se fait engloutir par la production. Au contraire d'autres pensent que l'environnement et la production sont compatibles si des compromis sont faits et que les actions de l'ONF pour l'environnement sont sous-estimées puisqu'elles sont surtout portées dans la gestion courante et sont par conséquent invisibles. Même si l'ONF fait des efforts en environnement, sa politique est assez variable en fonction des personnes. Tout le monde est censé prendre en compte l'environnement dans toutes les forêts mais en pratique c'est souvent la partie production et l'économie qui priment, surtout dans le Nord-Est en général puisque c'est là que se trouvent les plus grandes forêts de production qui fournissent le plus gros de la ressource en bois pour toute la France. L'ONF Lorraine n'est pas le plus réceptif car si il devait prendre en compte toutes les espèces, ce ne serait plus possible de sortir le

bois. Le statut des forêts est gênant car si on met en avant le fait qu'elles sont des refuges pour la faune, il faudrait qu'elles aient un statut non ou peu productif. Mais personne n'acceptera de payer pour l'environnement et de perdre en productivité. Sans production on détruit l'emploi et les gens qui en vivent

En résumé, on distingue deux catégories de personnes au sein de l'ONF. Ceux qui jugent que la partie environnement n'est qu'une façade de l'ONF et ceux qui voient l'évolution et trouvent que l'ONF prend mieux en compte l'environnement.

2.3.5 Notes de services/guides sur les amphibiens

fonction	Peu de personne en ont lu mais tout le monde sait où chercher s'ils en ont besoin. « Elles sont compréhensibles si on s'en donne la peine ».
agence	Dans une agence, ils attendent que le guide de la prise en compte du Sonneur dans la gestion forestière sorte pour prendre en compte le Sonneur.

2.3.6 Mesures de protection mises en place

agence	Les deux agences ont des mesures de protections. Dans l'une, elles sont fortes et mises en lumière alors que dans l'autre, ils attendent les directives nationales avec officiellement aucune prise en compte. « Tant qu'il n'y a pas de directive claire de la Lorraine avec des éléments écris, ils ne feront rien. »

L'ONF essaye de prendre en compte les autres amphibiens même si le Sonneur à ventre jaune est le plus emblématique. C'est une espèce parapluie donc si on le protège, on protège les autres.

Liste des mesures de protection mises en place pour les amphibiens

→ Les formations permettent de diminuer les erreurs grâce à la sensibilisation et une verbalisation peut être faite en cas d'infractions.

→ Dans la base Tech (base de programmation des exploitations que les agents remplissent pour le service production), il existe un code pour les amphibiens afin que les conducteurs de travaux fassent attention lors de l'exploitation. Lors de la vente d'une coupe, pour chaque parcelle, il y a une liste de prescriptions dont la clause « Amphibien ».

→ Les conseils en interne ou donnés par des externes permettent aux agents de mieux protéger l'environnement. Les agents peuvent s'appuyer sur des conseils de l'ONEMA. Ce dernier coopère souvent avec l'ONF pour donner des conseils et pour faire des formations sur l'environnement. L'ONEMA est amené à surveiller les agissements de l'ONF et lorsqu'il y a un problème, ses agents préviennent l'ONF avant d'intervenir. L'entente ONEMA-ONF dépend beaucoup des personnes mais leur relation est essentielle car l'ONEMA ne peut pas être partout. Une entre-aide est donc bénéfique. Le personnel de l'ONF demande aussi l'avis de la DREAL pour trouver des compromis en termes de protection/exploitation. Certaines mesures de protection sont faites en collaboration avec des associations qui acceptent les compromis telles que LOANA (Lorraine Association NAture). La bonne entente des agents avec le responsable environnement et le RUT leur permet d'être bien conseillés. Même si l'ONF a des contacts, cet établissement n'est pas disponible pour tout le monde. Le CENL essaye de s'associer avec l'ONF pour un programme mare

mais il n'y a pas de contact. Le CENL malgré leur compétence en gestion n'est pas forcément impliqué et ni même au courant de ce qui est fait.

→ La clause « Amphibien »r est une mesure de protection forte. Elle est présente dans les contrats d'exploitation ou de chasse. Elle est stipulée dans les clauses techniques et particulières (CTPV) applicables dans seulement une agence et est mentionnée dans le DOCOB de la zone Natura 2000 (article 111 du RNEF : ZSC : clause « Amphibiens ») (ONF, 2011). En pratique, il n'y a pas le droit d'exploiter si un Sonneur à ventre jaune est observé et l'agent doit aller sur le chantier tous les jours pour confirmer son absence. Pour les forêts qui n'ont pas cette clause, personne n'arrêtera une exploitation s'il y a présence de Sonneur car la production prime. Ils feront attention que les machines évitent les flaques sans les empêcher de passer.

→ Des évaluations d'incidences sont faites avant chaque action, et des mesures compensatoires peuvent être mises en place. Le dossier de dérogation est assez lourd alors le CENL et la DREAL créent en ce moment une notice simplifié. Cependant l'ONF a besoin de prospecter avant pour prouver que la destruction d'ornières n'est pas grave. Mais si le dossier de dérogation est trop compliqué l'ONF ne prendra pas la peine de le faire quitte à être dans l'illégalité, il testera les contentieux si par mégarde une association est témoin d'une destruction et engage une action juridique.

→ Dans la majorité des cas, il n'y a pas de compensations "officielles" pour qu'il n'y ait pas de suivi. Plusieurs types d'actions sont faits. Des créations d'ornières dans des zones où elles ne gênent pas. Il y aussi la banalisation de sites potentiels pour éviter qu'un véhicule roule dessus. La protection des zones humides en interdisant l'exploitation permet de sauvegarder indirectement des amphibiens. Des ornières peuvent être rafraichies, des mares sont évitées lors d'ouverture de cloisonnements. Il y a des préconisations pour les bucherons tel que de laisser les tas de branches pour faire des abris aux amphibiens sont faites. Des routes peuvent être bloquées si nécessaire.

→ Des mesures de protections sont inscrites dans les aménagements. La mesure principale préconisée est la réduction du temps d'exploitation. Pour les autres amphibiens il n'y a pas de préconisation spéciale à part de ne pas rouler dans les ornières s'ils sont présents.

→ L'ONF est animateur des trois PNA amphibiens ce qui est légitime car le Sonneur à ventre jaune est maintenant présent essentiellement en forêt. Si c'était une organisation externe qui l'était, l'ONF ne le prendrait pas en compte. « Comme c'est en interne, c'est mieux accepté. »

2.3.7 Impact des mesures

Les contraintes augmentent avec l'évolution de la prise en compte de l'environnement. Auparavant, cela dépendait du niveau de sensibilité de l'agent. Avec la nouvelle structuration de l'ONF, les spécialistes amènent leurs collègues à prendre en compte de nouveaux éléments.

fonction	Il existe une grande pression au niveau des agents à cause des mesures de protection. Les agents se retrouvent pris entre les prescriptions environnementales et l'objectif commercial. Ils sont démotivés car au final tout retombe sur eux. Pour la production, les consignes sont déjà strictes avec beaucoup de contraintes. Pour le service commercial, l'impact est de ne pas pouvoir tout mobiliser.

agence	Il y a une différence entre les zones où la clause est en vigueur et les autres forêts où il n'y a pas de prise en compte officielle, ou bien qui ne sont concernées que de manière très ponctuelle et localisée. Alors les impacts des mesures de protection sur la gestion forestière sont moindres voire inexistants.
sensibilité	Selon la sensibilité et le poste occupé l'impact est jugé soit « trop fort » soit « pas gênant car il est normal de le prendre en considération ».

Liste des impacts et contraintes qu'engendrent les mesures de protection d'une façon économique, émotionnelle et matérielle.

→ Toutes ces mesures créent le stress et deviennent une contrainte. « On en perd le bon sens ». A la clause s'ajoute la présence de l'étude du Sonneur à ventre jaune et du label forêt d'exception® qui augmentent les tensions car les agents se sentent surveillés.

→ Certains agents dans la zone de la clause ne veulent plus garder d'ornières et réagissent à la clause avec la remise en état systématique pour ne plus être embêtés. Par exemple, des routes dans la forêt ont été fermées car des Sonneurs à ventre jaune étaient dans les nids de poule. Il a fallu attendre une dérogation pour pouvoir les déplacer. Maintenant tous les nids de poule sont remis en état chaque année avant la période de la clause. Avant la prise en compte du Sonneur, les engins passaient dans les ornières ce qui les rafraichissait. Maintenant on les « emmerde » pour ne plus passer mais « à trop vouloir protéger l'espèce on va finir par diminuer sa population ». Les chauffeurs en viennent à stresser de voir des Sonneurs à ventre jaune. Ils pourraient tout arrêter pour ne pas avoir de problèmes s'ils n'avaient pas d'objectifs à faire.

→ Le personnel de l'ONF fait tout en amont pour qu'il n'y ait plus d'habitats favorables pour l'espèce avant les travaux. Par exemple, les préconisations sont de remettre en état les nids de poule dès que possible, de faire une décompactions du sol pour qu'il soit mieux drainé et ainsi allonger la période où les travaux sont possibles. De même, le personnel ne préfèrent ne plus rien dire pour ne pas être surveillé, « si on veut créer une route on le sait longtemps à l'avance, mais personne n'en parle pour ne pas avoir de problèmes ».

→ La clause amphibien est interprétée différemment suivant les forêts. Dans une forêt, les parcelles sont programmées hors période Sonneur à ventre jaune car c'est « plus simple de tout bloquer et de respecter scrupuleusement la clause « amphibien ». Alors que dans l'autre forêt, l'interprétation est moins stricte, « si une ligne est connue pour abriter des Sonneurs à ventre jaune, ils n'y passent pas, mais ils peuvent passer ailleurs même s'il y a un risque. »

→ Les décisions sont prises plus hautes dans la hiérarchie mais ce sont les agents qui sont confrontés au terrain. Quand il y a des compromis de fait entre les services ou avec la hiérarchie, ils se font toujours à l'oral.

→ Certains agents ne pensent pas qu'il y ait une perte économique, il y a la présence de délais et l'ONF est tolérant. Mais le fait est qu'indirectement, cela a un coût comme lors de la création de contournements pour ne pas passer dans des zones bloquées. De même des endroits sont exploités en hivers alors qu'avant c'était en été, ce qui occasionne la création d'ornières avec une remise en état à payer. Il arrive aussi que le débardage ne puisse pas se faire et pendant ce temps le bois peut se déprécier (si le bois passe de 40 à 20 €, on perd 20 000 € sur 1000 m^3). Le déplacement des machines pour l'exploitation a aussi un coût. Il faut au moins 80h de travail sur place pour amortir le déplacement, si on doit faire partir une machine, cela engendre

des frais. On ne peut pas mesurer la réelle perte. « Il paraît disproportionné de perdre autant d'argent pour la présence de quelques individus. »

→ Les exploitants et les chasseurs ne comprennent pas toujours pourquoi le passage est bloqué. Certains agents donnent un autre prétexte « pour ne pas être moqué » alors que d'autres essayent de sensibiliser. Dans les forêts avec clause, c'est devenu courant et accepté.

→ Le temps d'exploitation est raccourci par l'accumulation de contraintes des sols, de la régénération, de la météo, de la clause « Amphibien », du champ de tir, etc. Une étude a compilé toutes les contraintes de la forêt et a conclu que certaines parcelles n'étaient exploitables que quelques jours par an si les conditions météo le permettent. Tout est intégré dans la gestion forestière en faisant des compromis, donc personne n'est satisfait à 100%. Il y a trop de chose qui se superposent.

→ La gestion est plus difficile car le Sonneur à ventre jaune est dynamique. La DREAL ferme les yeux mais il est parfois difficile de faire comprendre à la DREAL que des actions ne sont pas faites pour nuire à l'espèce et que les consignes sont difficiles à appliquer dans la réalité.

La protection du Sonneur à ventre jaune est une contrainte au même titre qu'une autre mais à cause du ressentiment, sa légitimité est remise en cause. L'augmentation des objectifs de la production et les investissements importants faits par les exploitants sont tout aussi contraignants. L'espèce concentre tous les maux de l'agence. Au final l'écologie a des coûts que personne ne veut payer.

2.3.8 Comment limiter ces impacts

Des solutions pour limiter l'impact ont été mises en avant dans tous les services et dans les agences.

→ La mise en place d'une réserve mais il faudrait que la préservation soit la priorité. « Pour l'instant il y a trop d'objectifs différents sur une même forêt donc ce n'est pas possible ».

→ La mise en place d'une étude sur les coûts qu'engendre la protection du Sonneur à ventre jaune. Dans une agence, l'environnement est maintenant pris en compte dans le budget. Ils l'ont sur demande à la DT et est pris sur le budget global alors cet argent pris ne va pas ailleurs.

→ Il y a besoin de rapports sur la conservation du Sonneur à ventre jaune avec l'impact des actions. Cette étude mettrait en évidence si ce qui est fait est utile et pourrait être mis dans les dossiers.

→ La rédaction de plans de gestion et une meilleure anticipation du besoin de dérogations. Dans les projets de route, il est possible de mieux prévoir et de le marquer explicitement à un endroit comme dans les aménagements mais souvent cela au dernier moment car les crédits arrivent en fin d'année.

→ L'assouplissement des contraintes pour diminuer la pression en étant moins exigeant sur la préservation du milieu. Il y a une peur de l'erreur donc tout le monde se protège, alors qu'il faudrait simplement accepter les erreurs quand elles ne sont pas faites exprès.

→ Des compromis car la destruction est compensée par la création d'ornières ailleurs. Par exemple, pour une forêt où la population de Sonneur à ventre jaune est forte, il est peut être possible de faire une sélection des priorités. En superposant, la priorité au niveau des exploitations et les zones concerné par le Sonneur, il est possible de voir les zones stratégiques (ceux qui se recoupent) et de faire un compromis en privilégiant la production à tel endroit et ne rien faire à un autre endroit.

→ Une meilleure communication et coordination entre les services et une véritable concertation entre la hiérarchie et les agents. « Travailler avec eux plutôt que contre eux ».

→ Une réflexion en dynamique de population plutôt qu'en termes d'individus. Le règlement a besoin d'être revu car si on le suit, l'exploitation est bloquée et l'habitat n'est plus renouvelé. En Haute Marne, l'arrêt de l'exploitation a entrainé le déclin de l'espèce.

→ Avoir un cadre de ce qu'on peut faire dans la gestion. Le cas de Verdun a besoin d'un statut clair, soit elle est à part et on demande des mesures spéciales soit on fait pareil partout.

→ Faire des demandes à la Direction Territoriale sur le droit de ne pas exploiter des parcelles trop contraignantes ou leur demander des solutions sur la façon de faire face aux interdictions.

→ L'apparition d'un événement fort (destruction de l'espèce et d'habitat qui seraient constaté par l'ONEMA) pour que ces tensions disparaissent et obtenir un cas de jurisprudence mais « c'est dommage de devoir aller jusqu'au conflit pour trouver des solutions. »

→ L'évolution du matériel aidera, des engins plus légers, avec des chenilles permettront la création de moins d'ornières avec moins de création d'habitats.

2.3.9 Ressenti du personnel

Ressenti du personnel sur les actions de l'ONF

Tout le monde sait ce qui se passe dans les forêts avec la clause, alors personne ne dit plus rien s'il voit du Sonneur à ventre jaune sur son triage. « Les agents des autres forêts sont heureux de ne pas être à leur place. » Il y a un effet inverse, les personnes deviennent plus réticentes à donner des informations. Ils préféreront le sauvegarder par eux même sans empêcher l'exploitation du moment que cela ne met pas en péril la population. Ce qui est dommage car avoir une vision d'ensemble de l'espèce servirait mieux à la protection. La clause amphibien fait débat, certains regrettent son installation, d'autres la trouvent trop exigeante et d'autres pensent qu'elle est plutôt bien acceptée.

Pour les anciens il y a du Sonneur partout alors il n'y a pas besoin d'autant de protection. Il y a eu un changement trop extrême où on passe de rien à trop. Actuellement certains doutent que l'espèce soit réellement en danger et ne comprennent pas pourquoi on la favorise autant. Certains se demandent même si les mesures actuelles sont vraiment utiles ou alors plutôt pénalisantes pour lui.

Il y a un excès de la protection dans les forêts ayant la clause « Amphibien » alors qu'à juste « 10 km on ne s'en occupe pas et on peut les écraser sans problème ». La forêt de Verdun est une « vitrine » montrée aux officiels car c'est une grande domaniale avec des moyens alloués ce qui résulte à une certaine forme d'injustice avec des endroits surprotégés alors qu'ailleurs rien n'est fait. Les agents deviennent exaspérés puisque beaucoup d'efforts sont faits mais il y a toujours plus de demandes.

Il n'y a pas de réelle prise en compte des autres amphibiens puisqu'ils sont moins exigeants et moins liés à l'exploitation forestière. Par exemple le triton crêté est lié aux mares, la rainette aux zones humides et la grenouille agile est une espèce forestière très rare en Lorraine.

Il y a maintenant plus de latitude pour faire des compromis sur les mesures de protections qu'auparavant. Tout le monde est d'accord pour dire que c'est l'exploitation qui fait vivre le Sonneur.

Ressenti du personnel sur l'ambiance au sein de l'agence

fonction	Il y a de fortes tensions en interne qui font que les agents ne s'adressent pas à la personne la plus qualifiée pour demander des conseils sur les amphibiens. Les nouveaux arrivants sont avertis dès le début des problèmes et des tensions. Ça devient un sujet tabou, qui créé des problèmes relationnels.
agence	Dans une agence, c'est la personne chargée de l'étude qui n'est pas appréciée à cause de ressentiments passés (« ambiance houleuse, mécompréhensions et quiproquos»). Le chargé d'étude est vu comme ayant des idées trop extrêmes, et n'acceptant pas le compromis. Il y a eu des « embrouilles donc maintenant tout est caché ». Alors que dans l'autre c'est entre le service forêt et les UT. le responsable environnement n'est pas informé de tous les projets qui touchent l'environnement tel qu'un projet routier en zone Sonneur à ventre jaune a été fait sans qu'il en soit informé.

2.3.10 Conclusion

Différence domanial / commune

Officiellement il n'y a pas de différence de prise en compte des amphibiens entre FD et FC. Dans les faits, la gestion est moins intensive par manque de budget ou d'intérêt des élus en FC donc il y a surement moins d'impact de la gestion forestière. Le Sonneur à ventre jaune bénéficie d'une protection nationale mais c'est dans certaines FD que le Sonneur à ventre jaune est surexposé. La gestion est donc totalement différente entre les FD et le reste ce qui amène à une disproportion. « Il faudrait soit le protéger partout soit ne le faire nulle part. » Les mêmes mesures pourraient être appliquées aussi en communale avec notamment la réduction du temps d'exploitation. Cette préconisation ne se fera surement pas car il est considéré qu'«il n'y a pas de zone Sonneur en communale», même si c'est juste que personne ne le dit. Même si officiellement l'application de la loi est la même, il serait mal vu de faire arrêter une exploitation à cause du Sonneur à ventre jaune en forêt communale. En domaniale, on applique l'instruction sur la biodiversité alors qu'en communale on donne juste des conseils aux propriétaires. Il y a donc besoin de pédagogie pour leur expliquer l'intérêt de chaque action. En FD il y a plus de moyens pour faire des actions, l'ONF a carte blanche pour donner l'exemple alors qu'en FC, ils ont peu de moyens. En exemple, les Réserves Biologiques sont toujours FD.

Différence entre agence

L'agence avec la clause est meilleure dans la prise en compte de l'environnement en général que l'autre agence. Par exemple, les projets de route sont faits avec un projet préalable contrairement au second. De même l'ONEMA fait beaucoup de chose avec cette agence mais avec l'autre « c'est le néant ». Une partie peut s'expliquer par le fait qu'il y a moins de zones humides et que la sensibilité, en général, y est moindre. Globalement, tout le monde trouve que l'agence avec la clause est excessive dans la protection. Dans d'autres départements, il est dit que la production forestière est favorable au Sonneur car elle permet la création d'habitats. Dans une troisième agence, après un entretien bref, il est apparu que des tensions existent sur les amphibiens et concernent plutôt le pélobate brun. Une Réserve Biologique Dirigée est en cours de création pour le protéger. Dans cette agence le Sonneur n'est pas pris en compte particulièrement et « la gestion ne doit pas être trop mauvaise puisqu'il est encore là ». Il n'y a jamais eu d'arrêt de chantier à cause

du Sonneur et on veille à faire une demande de dérogation s'il y a une zone en Natura 2000. Par contre dans une quatrième agence, c'est plus compliqué, il y avait des tensions entre l'ancien responsable environnement et les agents. Des dossiers de dérogation concernant le Sonneur à ventre jaune ont été refusés. En ce qui concerne la cinquième agence, il m'a été dit qu'il y a bien du Sonneur mais que les agents n'en parlent pas par peur des conséquences. Il n'y a aucune prise en compte à première vue dans cette agence non plus. Le CENL en tant que animateur du PRA Sonneur reçoit les demandes de dérogations pour avis. Il y a certaines agences qui n'ont jamais envoyé de demande alors que la présence du Sonneur est observée dans toute la Lorraine.

En résumé

« A l'ONF, les gens peuvent faire pleins de choses s'ils s'en donnent les moyens ». Ce n'est pas un problème de hiérarchie mais de motivation personnelle. De même pour la prise en compte des amphibiens, qui dépend des agents et de l'agence, c'est une question de sensibilité. Certains trouvent dommage que les contraintes empêchent une prise en compte optimale de l'espèce. Le problème ne vient pas seulement de l'espèce mais de ceux qui pilotent la préservation. Les agents veulent bien faire mais ont peur des conséquences. La forêt de Verdun, par le suivi, est emblématique, ce qui aboutit à une concentration de tensions et amène une exaspération de tous. Au final, la population de Sonneur à ventre jaune est dépendante de la gestion forestière avec la dynamique de création et disparition d'ornières. Le cas d'une forêt dans les Ardennes l'illustre. Cet endroit recensait une population de Sonneur à ventre jaune. Le temps a fait que les personnes ont changé de postes et de nouvelles personnes sont arrivées. Les réseaux d'ornières se sont empierrés petit à petit avec pour résultat la disparition presque complète de la population.

L'aspect économique est présenté comme un frein à la prise en compte de l'environnement mais l'ONF peut décider de payer des actes non rentables et de ne pas en faire d'autres pour une question de coût. Par exemple, certains accotements de chemins sont fauchées juste pour une question de « propreté » alors qu'il n'y a pas d'exploitation de prévue prochainement ce qui entraine un impact écologique pour un intérêt nul. Certains trouvent qu'il n'est pas logique de payer pour créer des ornières lors de compensation alors qu'on pourrait en laisser lors de la remise en état ou alors ne rien faire si des engins doivent passer au même endroit plus tard.

« La prise en compte de l'environnement est une affaire de compromis et de communication. »

3 Discussion

3.1 Limites et biais possibles

3.1.1 De l'étude statistique

Les modélisations ont été faites en utilisant les données entre 2012 et 2015. Un des biais possibles des résultats est la façon de collecter les données. Les personnes ayant participé aux captures changent d'année en année. Ce qui entraine une hétérogénéité dans la récolte des données. En effet l'effort de capture n'est pas la même suivant les observateurs. La façon de prendre des photos est un biais réduit car le logiciel Extract Compare et les vérifications faites en aval limitent vraiment le risque d'erreur d'identification. De même, la quantité d'information écrite n'est pas un biais véritable car les informations les plus importantes sont demandées sur la fiche de capture. Pour atténuer ces biais, tous les observateurs ont suivi le même protocole qui a été mis en place au début de l'étude. Au sein d'une même année, ce biais est très réduit car les personnes menant les 3 sessions sont les mêmes. La récolte des données dépend aussi des conditions météorologiques. En raison du grand nombre de sites suivis, une session peut durer de 4 à 15 jours, la durée n'est donc pas la même d'une session à l'autre. Cependant, afin de garder une homogénéité, le suivi a été interrompu pendant les journées où les conditions météorologiques n'étaient pas assez favorables et trop différentes de celles du reste de la session. En prenant en compte la durée du suivi et la taille de la population, les biais potentiels sont minimisés. L'utilisation du modèle Robust design permet d'estimer le taux de recapture à chaque session et limite ainsi les biais liés à l'effort de capture.

3.1.2 De l'étude sociologique

Ces entretiens n'ayant pas de caractère obligatoire, il est probable que les personnes les plus sensibilisées à l'environnement soient venues. Il n'y a pas eu de refus clairs mais plusieurs personnes sollicitées n'ont tout simplement pas répondu aux mails ou aux appels. Sur 41 personnes contactées, 30 ont répondu. Les entretiens ont été retranscrits fidèlement et tout ce qui a été marqué dans les résultats provient de la retranscription, ce qui limite la subjectivité.

3.1.3 De l'analyse des aménagements

Tous les aménagements recensés n'ont pas été lus mais ces derniers représentent seulement un quart sur le total. Nous pouvons supposer que les tendances dégagées sont représentatives de l'ensemble.

3.2 Pistes d'études

3.2.1 Etude statistique

Seuls les adultes ont été sélectionnées pour les analyses, mais il serait intéressant d'étudier le comportement de dispersion chez les immatures (juvéniles et subadultes). En effet, les juvéniles étant considérés comme le stade de dispersion majoritaire chez plusieurs amphibiens dont le Sonneur à ventre jaune (Beshkov et Jameson, 1980), ils pourraient réagir différemment aux conditions environnementales étudiées. Les modèles présentés donneraient des résultats peut-être plus significatifs avec quelques années supplémentaires. Ajouter les données de 2016 pourrait déjà donner un aperçu.

L'impact des variables environnementales suivantes est étudié dans ce rapport : surface du site, densité de population et tendance à l'assèchement. Il existe d'autres causes de dispersion, tels que la végétalisation, le vieillissement et le comblement naturel des sites, et la compétition interspécifique. Le Sonneur à ventre jaune étant une espèce pionnière, un site non rafraîchi devient de moins en moins attractif au fil des années. L'hypothèse émise serait donc que la probabilité de départ d'un site dépendrait de l'âge de celui-ci et de son degré de vieillissement. Lors de nos sessions de captures, nous avons en effet observé que les sites végétalisés comportaient des effectifs plus faibles que les sites « rafraîchis » ou créés moins de deux à trois

ans plus tôt. S'ajoutent à cela des causes dues aux caractéristiques des individus eux-mêmes. Par exemple, leurs capacités de dispersion peuvent varier suivant leur taille, qui traduit leur condition physique ou encore leur âge, dont dépend leur expérience et leur connaissance du milieu environnant (Altwegg *et al.*, 2000 ; Kenward *et al.*, 2001 ; Parejo *et al.*, 2007). D'autres recherches devraient être entreprises afin de mieux comprendre comment les traits morphologiques et comportementals peuvent interagir pour former des polymorphismes de dispersion et de syndromes dans les populations d'amphibiens. Enfin, il serait nécessaire d'étudier l'effet des interactions entre tous ces facteurs dans les décisions de dispersion, car elles pourraient expliquer les résultats contradictoires obtenus par les différentes études sur ce sujet (Matthysen, 2012).

3.2.2Etude sociologique et analyse des aménagements

Cette partie de notre étude porte uniquement sur la région Lorraine. Il serait intéressant de comparer ce qui se passe dans cette région avec une autre région voisine, avec la même problématique ainsi qu'avec une autre dans un contexte moins forestier. L'étude sociologique est de plus limitée au niveau « agence ». Il serait intéressant de compléter l'étude par des entretiens avec des personnes occupant différentes fonctions à la direction territoriale et à la direction générale pour avoir une vision verticale des enjeux.

3.3 Discussion sur les modèles statistiques

3.3.1 Fréquences et distances de dispersion

Sur les quatre années de la période d'étude, nous avons observé une probabilité de départ des sites d'environ 5% en intra-annuel et d'environ 20% en interannuel. Ceci est cohérent avec ce qu'avaient constaté Cayuela *et al.*, (2016a) en système instable de forêt exploitée. Les déplacements observés ont été effectués généralement plus entre deux années qu'au cours d'une même année. Il est plus favorable pour les individus de rester sur le même site au cours d'une période de reproduction quand les conditions le permettent plutôt que de dépenser de l'énergie pour se déplacer. La présence de la clause « Amphibien » introduite dans le cahier des clauses régissant les ventes de bois en forêt domaniale de Verdun et du Morthomme, a sans aucun doute permis de limiter la perturbation des sites pendant la période d'activité du Sonneur à ventre jaune. les individus peuvent alors rester au même endroit ce qui peut expliquer les faibles taux de déplacements à l'échelle intra-annuelle. Il serait intéressant de comparer ces résultats avec ceux provenant d'une forêt sans clause de protection pour déterminer l'influence d'une telle clause sur la conservation du Sonneur à ventre jaune.

Le choix du site d'arrivée dépend de sa distance euclidienne au site de départ, et la majorité des déplacements observés (60%) se sont faits sur de faibles distances (100 à 500 m). Ceci avait déjà été observé dans d'autres études (Barandun et Reyer, 1998 ; Hartel, 2008 ; Pichenot, 2008 : 95% de déplacements inférieurs à 900 m). En effet, même si les individus dispersants collectent des informations sur leur environnement avant ou pendant la dispersion (Selonen et Hanski, 2006 ; Marbry et Stamps, 2008), ils ont une meilleure information sur les alentours proches de leur site de départ que des zones distantes (Bowler et Benton, 2005). Quelques individus ont cependant réalisé des déplacements sur des distances bien plus élevées, jusqu'à 3052 mètres pour un mâle entre la dernière session de 2014 et la première de 2015. Un trajet du même ordre de grandeur (3810 mètres) avait été observé par Pichenot (2008) également en forêt exploitée.

Nos analyses n'ont pas mis en évidence d'effet du sexe sur les taux de dispersion ni sur les distances des déplacements ce qui concorde avec les précédentes études sur cette espèce (Pichenot 2008, Cayuela et al. 2016a). Cependant nous avons observé une tendance plus importante des individus ayant déjà dispersé à la session précédente à disperser à nouveau que les individus résidents. Pour tenter de confirmer ce résultat, une

analyse sur un pas de temps plus long serait souhaitable. Ceci suggère l'existence possible dans les populations d'un « caractère » dispersant chez certains individus. Ils pourraient présenter des caractéristiques phénotypiques les rendant plus aptes à disperser que les autres, comme une plus grande taille ce qui améliore leurs performances locomotrices (Gomes *et al.*, 2009), et chez le Sonneur à ventre jaune, cette grande taille est également associée à une meilleure survie (Cayuela 2016a). Ces différences morphologiques, physiologiques et comportementales pouvant expliquer les différences de probabilité de dispersion entre les individus ont en effet été observées par plusieurs auteurs (Clobert *et al.*, 2009 ; Ronce et Clobert, 2012 ; Matthysen, 2012, Cayuela *et al.* (2016b)). Le lien entre la dispersion et la survie a déjà été montré dans plusieurs études, et peut être positif ou négatif suivant les situations, les espèces, voire même les individus (Stevens *et al.*, 2013, 2014). Cayuela *et al.* (2016a) ont observé une survie plus faible des individus vivant dans des environnements très instables de forêts exploitées que de ceux vivant dans des milieux plus prédictibles. Cependant, la baisse de survie qu'ils avaient montrée pourrait avoir été engendrée par les exploitations en elles-mêmes plutôt que par les déplacements car les individus étaient forcés de se déplacer. La dispersion pourrait permettre aux individus un évitement de la compétition pour les ressources compensant l'énergie dépensée pour le déplacement (Matthysen, 2012).

3.3.2 Variations de la survie avec la dispersion et les conditions environnementales

Nos analyses ont aussi mis en évidence une influence de certaines conditions environnementales sur la survie. Il y a un impact négatif de l'assèchement des sites sur la survie des individus. Ce résultat concorde avec des études antérieures montrant que les sécheresses peuvent avoir un impact négatif sur la survie de l'espèce, conduisant probablement à des baisses importantes du taux de croissance de la population (Cayuela et al. 2014). Il pourrait y avoir débat sur l'existence de biais méthodologique car la survie apparente comprend à la fois la mort et l'émigration permanente dans le cadre de capture-recapture (Lebreton et al., 1992). C'est-à-dire que l'assèchement d'un site peut conduire à une augmentation de l'émigration de la population étudiée vers d'autres archipels arpentés voisins. Ce n'est pas le cas pour cette étude, les résultats de 8 ans de capture-recapture pour cette population (2008-2015, voir Cayuela et al. 2014) permettent de supposer que le site d'étude contient la totalité de la population, en dépit de sa grande surface, et que l'émigration définitive en dehors du site d'étude ne peut être qu'anecdotique. De plus la forêt dans laquelle l'étude est réalisée, est entourée par de grands openfields qui sont reconnus pour être des habitats limitant fortement la dispersion des amphibiens (Cushman 2006). La disparition de sites par assèchement contraint les individus qui s'y trouvent à se déplacer. C'est un processus coûteux en énergie, qui oblige les individus à aller dans des environnements moins favorables, et les expose à un risque fort de prédation, de manque de ressources et de dessèchement (Matthysen, 2012). D'autre part, l'assèchement des pièces d'eau a un effet négatif direct sur les amphibiens, en augmentant les pertes d'eau par évaporation à travers la peau (Tracy, 1976 ; Pichenot, 2008), menaçant ainsi leur système physiologique, leurs organes et leurs tissus (Hillman, 2009). Nous avons également observé une légère influence de la surface des sites sur la survie des individus avec des effets inverses suivant le sexe mais les résultats ne sont pas assez significatifs pour en tirer de vraies conclusions.

3.3.3 Effet de la dynamique d'assèchement des sites sur la dispersion

Les événements d'assèchement influencent le processus de colonisation des sites. Les individus dispersants ont plus tendance à coloniser des sites qui se sont asséchés à la session précédente que des sites restés en eau. Ce choix de sites instables peut paraître étonnant étant donné que l'assèchement des pièces d'eau est le facteur principal de mortalité des têtards avant leur métamorphose (Barandun *et al.*, 1997), et

que, comme montré précédemment, il affecte également négativement la survie des adultes. Cependant, les sites présentant une forte instabilité et des assèchements fréquents sont aussi ceux qui sont les moins colonisés par des prédateurs et des compétiteurs (Barandun et Reyer, 1997 ; Barandun *et al.*, 1997). Ces résultats impliquent également que les Sonneurs à ventre jaune peuvent percevoir des indices environnementaux les informant sur le caractère pionnier des pièces d'eau. Les individus sont capables de détecter des signaux liés à l'âge du site ainsi qu'à la présence de compétiteurs et prédateurs qu'il serait intéressant d'étudier de façon plus poussée. En plus de cette capacité de détection, le Sonneur à ventre jaune peut aussi obtenir des informations « publiques » (i.e. information sociale indirecte, Valone et al. 2007) lors de la sélection du site de reproduction. Cette espèce pourrait utiliser les performances de ses congénères comme une source fiable d'informations sur l'état passé des sites en percevant par exemple leur succès de reproduction à travers la densité locale de juvéniles. La « dispersion informée » n'a certes pas été signalée à ce jour chez les amphibiens mais elle a été reconnue chez d'autres groupes (oiseaux : Doligez et al, 2002 ; lézards : Cote & CLOBERT 2007; ciliés : Jacob et al 2015).

3.3.4 Effet de la qualité des sites - réponses différentielles des mâles et femelles

L'étude a montré que la taille des sites et l'abondance de conspécifiques au niveau local avaient un effet sur le comportement de dispersion du Sonneur à ventre jaune. L'abondance de conspécifiques sur un site augmente la probabilité de départ chez les femelles et la probabilité de départ d'un site était également plus élevée quand ils sont de petite taille pour les deux sexes. Les effets ne sont pas liés entre eux car il n'y avait pas de corrélation entre ces deux variables. L'effet de l'abondance conspécifique est cohérent avec ce qu'avaient déjà observé plusieurs auteurs (Léna *et al.*, 1998 ; Lambin *et al.*, 2001 ; Matthysen, 2005). Cet évitement des sites surpeuplés ou de petites tailles peut avoir plusieurs explications. Tout d'abord, le départ de sites peut être dû à l'insuffisance des ressources disponibles. En effet, les sites de petite taille pourraient présenter moins de ressources (invertébrés pour les adultes, végétation pour les têtards, eau, etc.) que ceux de grande taille. La même réflexion peut se faire pour le cas d'un site trop densément peuplé. L'évitement d'un site surpeuplé ou de petite taille pourrait alors permettre aux femelles d'éviter la compétition intra-spécifique pour la ressource et l'espace. Afin d'avoir assez d'énergie pour assurer la reproduction (production des oeufs, choix du mâle, ponte, etc.), les femelles pourraient avoir besoin de plus de ressources que les mâles. La compétition peut nuire au succès reproducteur et aussi à la survie de la descendance car il existe un risque de compétition au stade larvaire. Cet éloignement des sites à la densité trop élevée pourrait également être un moyen d'éviter des individus apparentés et ainsi de limiter le risque de consanguinité (Léna *et al.*, 1998 ; Lambin *et al*,.2001). Le départ d'un site pourrait permettre aux les femelles s'étant déjà accouplées d'échapper à d'autres mâles cherchant à former des amplexus et aux blessures qu'ils pourraient engendrer (Byrne et Roberts, 2012).

Aucun effet de l'abondance conspécifique n'a été observé chez les mâles. Ceci peut être dû à un manque de puissance statistique mais cela reste peu probable, car l'échantillon est d'une taille importante et relativement équilibré entre les deux sexes. Les mâles peuvent avoir une stratégie d'accouplement différente ce qui engendre une hétérogénéité dans leur comportement de dispersion. Il a été montré par Cayuela *et al* (2016b) que les mâles de grande taille avaient un meilleur succès d'accouplement à de faibles densités de conspécifiques (Cayuela *et al.*, 2016b). Cependant dans la même étude, l'effet inverse avait lieu a été observé pour les mâles de petite taille.

3.4 Bilan des actions abordées dans le PRA Lorraine concernant la gestion forestière

Le PRA Lorraine stipule que la gestion forestière est un élément majeur pour le maintien du Sonneur à ventre jaune. Les dangers en forêt en plus de l'exploitation (passage engins lourds et autres véhicules, remise en états systématique, le dépôt de rémanent, l'empierrement etc.) sont l'agrainage massif, et dans une moindre mesure les substances toxiques et le dépôt sauvage. Des actions sont déjà menées en Lorraine dans le milieu forestier par la création de la clause Amphibien et les études effectués dans la forêt domaniale de Verdun. Le PRA met en place 11 actions pour la conservation du Sonneur à ventre jaune. Un récapitulatif de ces actions est présent en annexe 15, il est décliné en plusieurs thèmes : connaissance, conservation, gestion/sensibilisation, communication.

Pour ce qui est de la « connaissance », l'action 1.2 est en cours avec la mise en place d'un partenariat CENL-ONF devant aboutir à un change de données. Tous les dossiers de demande de dérogation à l'interdiction de capture et de destruction pour la réalisation de travaux en forêt, d'empierrement le plus souvent concernant le Sonneur à ventre jaune sont portées à la connaissance de l'animateur du PRA.

Pour le thème « conservation », l'action 2.1 prévoit la protection des stations importantes. Cependant les stations forestières les plus importantes de Sonneur à ventre jaune sont déjà en zone de protection Natura 2000. Ce ne sera pas la priorité. L'action 2.2 concerne la prise en compte de l'espèce dans les études d'impact et d'incidence et une meilleure orientation des choix de mesures « Evitement, Réduire, Compenser ». Ces dernières années, l'ONF veille à se conformer à la réglementation surtout dans les zones protégées (Natura 2000). Cependant certains départements n'ont jamais ou très peu envoyé de demandes de dérogations alors que le Sonneur à ventre jaune est bien représenté un peu partout en Lorraine.

Enfin le thème « communication » prévoit l'utilisation d'outils de communication à destination des usagers et du grand public, tels que des plaquettes de vulgarisation sur l'espèce.

Enfin le thème « Gestion/sensibilisation » mentionne le problème du Sonneur à ventre de feu dans l'action 3.1. C'est une espèce introduite dont il faudra mesurer l'impact sur les populations de Sonneur à ventre jaune et qu'il faudra suivre et contrôler pour éviter son expansion. L'ONF pourrait s'associer au CENL pour cette opération. L'action 3.2 porte sur le milieu forestier. Dans le descriptif de l'action 4 points sont abordés :

1. Le maintien ou la mise en place des bonnes pratiques telles que décaler les travaux hors période de reproduction de Sonneur à ventre jaune, conserver les ornières et les protéger. La sensibilisation est en cours mais le processus a besoin d'être accentué et les agents ont besoin d'être sensibilisés et formés à ces techniques.

2. L'extension de la « clause amphibiens » aux massifs forestiers d'importance régionale pour l'espèce, voire à l'ensemble des massifs abritant l'espèce ». Ce point est à l'heure actuelle inenvisageable si l'application de la clause amphibien n'est pas interprétée différemment. En ce qui concerne les forêts privées, le manque de moyens et de dynamisme fait que les personnes n'iront pas là où l'ONF ne va pas.

3. La valorisation et la sensibilisation des professionnels et usagers. Ce sont les bons outils pour que la prise en compte des amphibiens se fasse petit à petit.

4. L'information systématique de l'ONF sur la présence du Sonneur à ventre jaune. Ceci ne se fait pas actuellement soit parce que les agents ne reconnaissent pas le Sonneur à ventre jaune soit parce qu'ils ne veulent pas avoir plus de contrainte pour la gestion forestière. Concernant le personnel des forêts privées, ils sont encore moins sensibilisé à la problématique ce qui fait que les informations ne viendront pas d'eux.

L'étude peut servir aux actions du PRA car la nécessité de certaines de ces actions est ressortie lors des entretiens. Cependant au cours du stage, aucune personne n'a parlé de sensibilisation ou de plaquettes distribuées. Il y a un manque d'échanges au sein de l'ONF et entre les différentes structures.

3.5 Préconisations basées sur les trois études

3.5.1 Statuer sur les enjeux dans chaque forêt

Un des problèmes identifiés est le fait que l'environnement est perçu comme ne rapportant pas d'argent, et que sa prise en compte peut même être cause de pertes financières. La prise en compte des enjeux environnementaux est considérée facteur de surcoût, alors que d'autres enjeux sont comptés dans les coûts normaux d'exploitation ou de gestion. Dans ce cas, l'ONF ne pratique pas une gestion intégrée, multifonctionnelle, puisqu'un des aspects n'est pas considéré. En forêt publique, le dédommagement du propriétaire ou du gestionnaire en cas de perte économiques pour des causes environnementales est rarement prévu. Depuis quelques années, une augmentation de la récolte de bois est mise en œuvre, qui semble incompatible avec une attente environnementale forte. Par conséquent, l'intérêt économique passe souvent avant tout autre, ce qui apparait dans l'étude sociologique mais aussi dans l'analyse des aménagements. La grande majorité des aménagements (2/3) utilise un argument économique pour convaincre les gestionnaires d'appliquer les préconisations de la gestion courante. Les phrases types qui ressortent au début de la partie « action pour la biodiversité » sont par exemple « Les opérations suivantes préconisées ont également un intérêt financier pour le propriétaire » ou encore « La prise en compte de la diversité biologique par le gestionnaire est en général peu onéreuse et permet d'éviter beaucoup d'erreurs ou d'investissements inutiles, c'est une manière de réconcilier l'économie et l'écologie. » Ce genre de mention a été utilisé de 2003 à 2012 soit presque 10 ans mais ne semple plus usité maintenant. Mais les préconisations en faveur de la biodiversité dans les aménagements sont rarement suivies car il n'y a pas de réel suivi des mesures à mettre en place. Pour convaincre les gestionnaires peu réceptifs à l'environnement, l'atout économique peut être un outil. Pour ne pas avoir à l'utiliser, il faudrait que les mesures de protection du Sonneur à ventre jaune soient considérées faisant partie de la gestion et de leur mission au même titre qu'une autre. C'est la somme des contraintes sur une forêt et l'absence de définition claire des priorités qui aboutit à une situation ingérable et oblige à faire des choix, souvent au détriment des aspects environnementaux. L'ONF pourrait par exemple décider que là où il y a un objectif fort de conservation du Sonneur à ventre jaune, l'exploitation sera moins forte. Pourtant, en tant qu'animateur du PNA Sonneur à ventre jaune il devrait se montrer exemplaire. Le fait qu'il y ait du ressentiment et une mésentente du personnel a un impact sur sa protection et sur l'étude. Une réconciliation entre les personnes concernées et plus de tolérance permettrait une diminution des pressions et une meilleure acceptation de l'état actuel. Cependant on peut craindre que la production et par conséquent l'économie continue à primer sur le reste. Avec la nouvelle forme d'aménagement, il y a une hiérarchisation d'enjeux des trois piliers de la gestion forestière au début de l'aménagement. Même si a priori le but de cette hiérarchisation n'était pas de comparer les piliers entre eux, inconsciemment les personnes auront tendance à le faire. Ce n'est peut-être pas le meilleur système pour une optimisation de la prise en compte de l'environnement.

La réglementation a besoin d'être changée et la direction de l'ONF devrait sans doute statuer sur les forêts en prenant mieux en considération leurs enjeux. Le fait d'avoir sélectionné une forêt « vitrine » des bonnes pratiques tout en maintenant un fort niveau de production n'apparaît pas tenable pour les gestionnaires, pour lesquels il n'est pas normal que les pratiques de gestion ne soient pas uniformes. La loi est de portée nationale et les règles de gestion devraient également l'être. Pourtant il y a de grandes disparités au niveau local.

3.5.2 Légitimer et améliorer les mesures de protections mis en place

L'analyse du comportement de dispersion est un moyen d'optimiser les mesures de protection pour le Sonneur à ventre jaune. Il a été montré que cette espèce préfère les sites pionniers, moins susceptibles d'être colonisés par des prédateurs et des compétiteurs. Rafraîchir régulièrement les sites hors période de reproduction permettrait de les garder attractifs. Les ornières favorables au Sonneur créées lors des exploitations, devraient être conservées plusieurs années jusqu'à ce qu'elles soient végétalisées et donc moins favorables, pour minimiser l'impact sur la population. Le système de remise en état un an après l'exploitation ne paraît pas être la meilleure option car il oblige les individus à se déplacer fréquemment et affecte leur survie.

Lors de la mise en œuvre de mesures compensatoires, il faut de préférence créer des archipels de petites ornières ou pièces d'eau proches les unes des autres. Les ornières ne doivent pas être trop éloignées de celles qui sont détruites car le Sonneur à ventre jaune se déplace en majorité à moins de 500 m.

La clause Amphibien, qui est une mesure de protection forte, est controversée. Les modélisations sur la dispersion ont montré que l'intérêt de mettre en place la clause car elle limite le déplacement des individus lors d'une même année. Cependant la clause est vue négativement par le personnel de l'ONF. En l'état actuel, un compromis devrait être fait sur la façon d'interpréter la clause afin d'assurer son maintien et sa mise en place dans d'autres forêts. Il serait peut-être envisageable de sauvegarder un nombre définis de sites dans des endroits qui ne gênent pas la gestion forestière tout en faisant en sorte que ces sites soient bien configuré, utile à la reproduction et régulièrement rafraichis.

Pour connaitre l'état des populations du Sonneur à ventre jaune dans les forêts, il est possible de mettre en place une méthode de suivi temporel standardisé dite de « site occupancy » qui a été testée en 2013 (LAMBREY J., 2013). Cette méthode moins lourde que la méthode CMR permet d'observer la dynamique de population (maintien, régression, progression) d'une forêt sur la base d'inventaires en présence-absence réalisés sur un échantillon de la zone d'étude (Aumaitre, 2013). Faire ces suivis permettrait de connaitre à différentes échelles l'état de la population du Sonneur à ventre jaune et mettre en adéquation les mesures de protection.

Il est par ailleurs possible de mieux estimer le risque de colonisation d'un chantier par le Sonneur à ventre jaune en fonction de la distance avec les sites déjà occupés, leurs caractéristiques physiques et biologiques, et la densité d'individus. Cet aspect pourrait être approfondi lors de recherches ultérieurs pour préciser les facteurs influençant sur le déplacement des individus.

3.5.3 Valoriser et communiquer sur la sauvegarde du Sonneur à ventre jaune

Tout le monde est sensibilisé a minima à l'environnement. Le personnel qui agit dans les forêts où la clause « amphibiens » est appliquée est déjà au fait de la problématique et est déjà sensibilisé. Pour la plupart, ils ne voient pas l'intérêt de participer à une formation. A l'opposé, les agents d'autres UT ne le sont pas alors que des amphibiens sont tout aussi présents sur leur triage. En conclusion, à part l'agence qui a la clause amphibien, il n'y a pas vraiment de prise en compte des amphibiens dans les autres agences et même dans la dite agence, il n'y a pas de prise en compte « officielle » des amphibiens dans les forêts où une clause spécifique pour la protection du Sonneur n'est pas appliquée. Cela ne veut pas dire que rien n'est fait, si par exemple un statut de protection (Natura 2000 en particulier) existe, une demande de dérogation sera instruite en cas de travaux risquant d'affecter le Sonneur. Les agents prendront donc l'espèce en compte mais bien souvent seulement dans la mesure où la partie production de leur mission ne sera pas compromise.

Il y a de plus de très fortes disparités entre les UT et de même entre les agences concernant la prise en compte du Sonneur à ventre jaune. D'un côté la prise en compte est réelle, le personnel réfléchit au moyen de

limiter l'impact et de l'autre, les personnes jugent qu'il n'y a pas besoin de prise en compte ou du moins que celle-ci ne doit pas empêcher l'exploitation car celle-ci est indispensable à la survie de l'espèce. Le fait qu'il soit toujours présent est une forme de justification du bien-fondé de leur gestion. Cependant aucun suivi n'est fait dans les forêts et on ne peut donc pas conclure sur l'état de conservation des populations. Cette dichotomie amène des tensions et du ressentiment ainsi que de la peur. Des tensions car les agents qui doivent appliquer la clause se sentent seuls et ont un sentiment d'injustice, du ressentiment car « tout leur tombe dessus au moindre impair » et de la peur pour les autres UT et agences de voir arriver les mêmes mesures de protections chez eux. Il y a beaucoup d'émotions négatives d'un côté et de l'indifférence de l'autre. Seule la moitié des aménagements mentionne la présence du Sonneur à ventre jaune et un tiers donne des prescriptions. Même lors de la sélection des aménagements où l'observation avait été faite avant la rédaction de l'aménagement, les mêmes proportions sont retrouvées. Dans le cas des 9 aménagements rédigés après 2014, le Sonneur est mentionné dans les mêmes proportions mais des préconisations sont systématiquement ajoutées. Parmi les aménagements qui mentionnent des préconisations, seuls un tiers définissent des prescriptions adaptées à l'aménagement avec des actions précises à faire. De même un tiers des aménagements qui mentionnent l'espèce localisent les données avec une certaine précision (numéros de parcelles ou lieux dits). La prise en compte dans les aménagements est à améliorer mais pour cela, il faut passer par la sensibilisation.

Une meilleure valorisation des actions accomplies par les agents serait souhaitable. En effet, même si des mesures de protection sont mises en œuvre pour la préservation du Sonneur, elles sont rarement mises en avant. Il est important de préserver la motivation des personnes qui sont sur le terrain car ce sont eux qui peuvent réellement protéger le Sonneur à ventre jaune. Une explication et une justification de l'importance de chaque mesure de protection doit être faite ainsi qu'une meilleure communication sur l'étude qui devrait être diffusée à tous et non seulement centrée sur le personnel de la forêt d'étude permettrait une première sensibilisation et de désamorcer la peur du personnel.

La sensibilisation est une action à faire en permanence car lors d'un changement de poste, il n'y a pas de suivi ou d'explication laissé au nouveau qui doit alors tout redécouvrir par lui-même. C'est un perpétuel recommencement et un retour en arrière pour la prise en compte des espèces. L'utilisation et la mise à disposition de données *via* la BDN permettrait en partie de pallier ce problème. De plus, une base de données bien renseignée constitue une réelle aide pour les aménagistes. En effet, n'étant pas tenu et ayant de fait rarement le temps de faire des inventaires, ils s'appuient sur la littérature disponible pour émettre leurs préconisations environnementales. En prenant en compte les données de BDN, 4/5 des aménagements ont mentionné la présence de Sonneurs à ventre jaune et 2/3 ont émis des préconisations, ce qui représente des pourcentages forts. Ceci montre l'utilité de renseigner cette base. Cependant BDN fournit encore peu de données sur les amphibiens contrairement à la base de données du CRA (8% de nouvelles données contre 75% pour la base de CRA) alors qu'il y a un potentiel avec les agents qui sont sur le terrain et qui couvrent par conséquent toute la surface des forêts gérées par l'ONF soit 60% des forêts de Lorraine (ONF - Intraforêt, 2015). Pour augmenter les données sur la base BDN, les agents pourraient avoir plus de formations environnementales pour identifier des groupes de faune et flore ou rétablir un inventaire sur les forêts gérées. Il y a des échanges entre les bases de données en cours sous la forme de partenariat afin de compléter les bases de données. Il apparait tout de même nécessaire d'améliorer la communication sur l'outil BDN en mettant en place des formations ainsi que de simplifier la saisie sur la base.

Même si en théorie il n'y a pas de différence entre les FC et les FD, dans la réalité, c'est complétement l'inverse. Le manque de budget, la décision qui revient au maire pour les forêts communales, une volonté de l'état de ne pas surcharger les communes ou le privé, fait que ce sont généralement dans les forêts

domaniales où le Sonneur à ventre jaune est mis en lumière. Cet état de fait est aussi montré par la comparaison dans les aménagements. Parmi les aménagements de forêt domaniale les Sonneurs à ventre jaune sont deux fois plus en compte que parmi les forêts communales. Une attention particulière est à porter sur les forêts communales. De même, il est possible de mettre en place des mesures de protection peu coûteuse et gênante pour la gestion forestière.

Les autres amphibiens ne sont pas pris en compte ou très peu. Ce qui s'explique pour certains car ce ne sont pas des espèces présentes en forêt, d'autres ne sont pas concernées par la gestion forestière car vivent dans des grandes mares (triton crêté) et d'autres sont considérées en même temps que le Sonneur à ventre jaune qui est une espèce parapluie. Ce qui aboutit à une connaissance faible du personnel sur la question, une stigmatisation du Sonneur à ventre jaune alors que les protections servent à d'autres espèces, une prise en compte faible dans les aménagements (moins d'un tiers des aménagements). Parler des amphibiens en général plutôt que du Sonneur à ventre jaune donnerait moins l'impression que tous les efforts sont faits seulement pour une espèce. De même pendant la formation, sensibiliser le personnel sur les autres amphibiens et expliquer le rôle du Sonneur à ventre jaune faciliterait l'acceptation. Il est à noter que globalement, les aménagements mentionnent de plus en plus les amphibiens. C'est une évolution qui montre que les mentalités évoluent ainsi que les pratiques.

La prise en compte des zones humides est globalement bien faite et s'améliore petit à petit. Cette prise en compte joue indirectement sur la prise en compte des amphibiens puisqu'elles constituent l'habitat de reproduction d'un certain nombre d'espèces. Il est souhaitable de persévérer dans cette voie. Un tiers des aménagements qui n'ont aucune prescription pour la protection des amphibiens ont tout de même des préconisations pour la protection des zones humides. Il faudrait que la proportion soit plus forte car les zones humides concentrent différents enjeux écologiques et pallient de plus dans une certaine mesure au manque de protections des amphibiens.

4 Conclusion

Les analyses ont montré que la dispersion était influencée par la disponibilité des ressources pour la reproduction du Sonneur à ventre jaune. Pour le cas des femelles, la probabilité de quitter un site est liée à la taille du site et à l'abondance. Quant à la probabilité d'arriver, elle dépend de la distance euclidienne entre le site de départ et d'arriver ainsi que l'état d'asséchement du site à la session précédente. De plus la survie est affectée par le statut passé de dispersion de l'individu ainsi que l'état d'assèchement du site. Même si des études sont mises en place pour comprendre l'espèce et améliorer les mesures de protections, ces dernières ne peuvent pas être effectuées si les acteurs concernés ne sont pas motivés à les mettre en place. L'étude sociologique a permis de révéler les ressentis des personnes sur la façon dont la préservation de l'espèce est faite. Cela apporte alors une vision humaine sur les moyens actuels mis en œuvre pour préserver l'espèce. Il est important de faire accepter les mesures de protection en expliquant leur légitimité. De même valoriser les actions déjà faites et mettre en place des compromis pour que la préservation se fasse graduellement sans chercher une protection maximale immédiate permettrait aux personnes de mieux accepter ces enjeux.

Le Sonneur à ventre jaune est une espèce difficile à protéger car sa dynamique de population dépend directement de la gestion forestière. Sa préservation est possible seulement grâce aux efforts de chaque partie.

Bibliographie

ABBÜHL R. et DURRER H., 1993. Zum Bestand des Gelbbauchunke *Bombina variegata variegata* (L.) in der Region Basel. *Verhandlungen der Naturforschenden Geselschaft Basel*, vol. 103, p. 73-80.

Alim'agri. Verdun, forêt d'exception [En ligne] Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt, 2015 [Consultée le 10/05/2016] <http://agriculture.gouv.fr/verdun-foret-dexception>

ALTWEGG R., RINGSBY T.H. et SÆTHER B.-E., 2000. Phenotypic correlates and consequences of dispersal in a metapopulation of house sparrows *Passer domesticus*. *Journal of Animal Ecology*, vol. 69, p. 762-770.

AMAT J.-P., 1987. Guerre et milieux naturels : les forêts meurtries de l'Est de la France, 70 ans après Verdun. *Espace géographique*, vol. 16, n° 3, p. 217-233.

ASTRUC G., FARNY G., CORAIL M., COMBRISSONS D., DUDOUET C., BREBION G., LISAMBERT H. et BESNARD A., 2014. Dynamique des populations et phénologie des Sonneurs à ventre jaune *Bombina variegata* (Linnaeus, 1758) dans le parc national des Ecrins. *Bulletin Société Herpétologique de France*, vol. 149, p. 9-23.

AUMAITRE D., 2013. Plan National d'Actions Sonneur à ventre jaune Bombina variegata (Linné, 1758) – Déclinaison régionale Lorraine 2013-2018. DREAL Loraine. 48 p.

AUMAITRE D., HINGRAY T., BONNAIRE E., PATIER N., GOSSELIN F., ASSMANN C., DUPUY F., 2014. Circulaire de la commission Reptile et Amphibien de Lorraine. Commission Reptile et Amphibien de Lorraine – Conservatoire d'espaces naturels Lorraine. n°36, 45 p.

BARANDUN J., 1990. Reproduction of yellow-bellied toads *Bombina variegata* in a man-made habitat. *Amphibia-Reptilia*, vol. 11, p. 277-284.

BARANDUN J. et REYER H.-U., 1997. Reproductive ecology of *Bombina variegata*: characterization of spawning ponds. *Amphibia-Reptilia*, vol. 18, p. 143-154.

BARANDUN J., REYER H.-U. et ANHOLT B., 1997. Reproductive ecology of *Bombina variegata*: aspects of life history. *Amphibia-Reptilia*, vol. 18, p. 347-355.

BARANDUN J. et REYER H.-U., 1998. Reproductive ecology of *Bombina variegata*: Habitat use. *Copeia*, 1998, p. 497-500.

BARNOSKY A. D., MATZKE N., TOMIYA S., WOGAN G. O. U., SWARTZ B., QUENTAL T. B., MARSHALL C., McGUIRE J. L., LINDSEY E. L., MAGUIRE K. C., MERSEY B. et FERRER E. A., 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, vol. 471, p. 51-57.

BEIRINCKX K., VAN GOSSUM H., LAJEUNESSE M.J. et FORBES M.R., 2006. Sex biases in dispersal and philopatry: insights from a meta-analysis based on capture-mark-recapture studies of damselflies. *Oikos*, vol. 113, p. 539–547.

BELLON et FILACORDA, 2008. Piano d'azione per la *Bombina variegata*. 44p.

BESHKOV V.A. et JAMESON D.L., 1980. Movement and abundance of the Yellow-bellied toad *Bombina variegata*. *Herpetologica*, vol.36, n°4, p. 365-370.

BLAUSTEIN A.R., WAKE D.B et SOUSA W.P., 1994. Amphibian declines : judging stability, persistence and susceptibility of populations to local and global extinctions. *Conservation Biology*, vol. 8, n°1, p. 60-71.

BONNAIRE E., GREBENICKOVA J., HENRY A. et LLANQUE C., 2009. Protection du Sonneur à ventre jaune et gestion forestière. *Bulletin Société d'Etude des Sciences naturelles de Reims*, vol. 23, p. 39-44.

BOWLER D.E. et BENTON T.G., 2009. Variation in dispersal mortality and dispersal propensity among individuals: the effects of age, sex and resource availability. *Journal of Animal Ecology*, vol. 78, p. 1234-1241.

BOWNE D.R et BOWERS M.A., 2004. Interpatch movements in spatially structured populations: a literature review. *Landscpae Ecology*, vol. 19, n°1, p.1-20.

BYRNE P.G. et ROBERTS J.D., 2012. Evolutionary causes and consequences of sequential polyandry in anuran amphibians. *Biological Reviews*, vol. 87, n°1, p. 209-228.

CAYUELA H., CHEYLAN M. et JOLY P., 2011. The best of a harsh lot in a specialized species: breeding habitat use by the yellow-bellied toad (*Bombina variegata*) on rocky riverbanks. *Amphibia-Reptilia*, vol. 32, p. 533-539.

CAYUELA H., BESNARD A., BONNAIRE E., HAIZE P., RIVOALEN J., MIAUD C., JOLY P., 2014. To breed or not to breed: past reproductive status and environmental cues drive current breeding decisions in a long-lived amphibian. *Oecologia*, vol. 176, n°1, p. 107-116.

CAYUELA H., QUAY L., DUMET A., LENA J.-L., MIAUD C. et RIVIERE V., 2015a. Intensive vehicle traffic impacts morphology and endocrine stress response in a threatened amphibian. *Oryx*, en revision, 7p.

CAYUELA H., LAMBREY J., VACHER J. Et MIAUD C., 2015b. Highlighting the effects of land-use change on a threatened amphibian in a human dominated landscape. *Population Ecology*, vol.57, n°2, p. 433-443.

CAYUELA H., BOUALIT L., ARSOVSKI D., BONNAIRE E., PICHENOT J., BELLEC A., MIAUD C., LENA J.-P., JOLY P. et BESNARD A., 2016a. Does habitat unpredictability promote the evolution of a colonizer syndrome in amphibian metapopulations? *Ecology*, 22p.

CAYUELA H., LENGAGNE T., KAUFMANN B., JOLY P. et LENA J.P., 2016b. Larval competition risk shapes male–male competition and mating behavior in an anuran. *Behavioral Ecology*, arw100

CEVIK I., BASKALE E. et KAYA U., 2008. A mark-recapture study of the fire-bellied toad (*Bombina bombina*) using photographic recognition and dye marking techniques in North-western Turkey. *Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis*, vol. 8, p. 75-79.

CHEMIN S., 2011. Plan National d'Actions en faveur du Sonneur à ventre jaune (*Bombina variegata*) – Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement durable et de la Mer, coordination Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de Lorraine – Nyons, Réalisation ECOTER. 195p.

CHOQUET R., ROUAN L., PRADEL R., 2009. Program E-SURGE: A Software Application for Fitting Multievent Models. *Modeling demographic processes in marked populations.* Springer US. p. 845-865.

CLOBERT J., GALLIARD L., COTE J., MEYLAN S., et MASSOT M., 2009. Informed dispersal, heterogeneity in animal dispersal syndromes and the dynamics of spatially structured populations. *Ecology letters*, vol. 12, n°3, p. 197-209.

Code forestier. Article L133-1 [En ligne] Legifrance.gouv.fr, 2012 [Consultée le 27/04/2016] <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=BD9FE3C642151FCCCDBE04E1B901B034.tpdila13v_1?idArticle=LEGIARTI000006610312&cidTexte=LEGITEXT000006071514&dateTexte=20120630>

Code forestier. Section 2 : Document d'aménagement - Article R133-2 [En ligne] Legifrance.gouv.fr, 2012 [Consultée le 27/04/2016] <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006071514&idArticle=LEGIARTI000006611416>

Conseil Union européenne. Garantir un commerce protecteur de la faune et de la flore sauvages [En ligne] EUR – Lex, 2015 [Consultée le 18/05/2016] <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=URISERV%3Al11023>

Conservation nature – informations sur la biodiversité. Base de données des espèces protégées en France [En ligne] [Consultée le 10/06/2016] <http://www.conservation-nature.fr/base-protection.php>

CORN P. S., 2005. Climate change and amphibians. *Animal Biodiversity and Conservation*, vol. 28, p.59-67.

COTE J., & CLOBERT J. 2007. Social information and emigration: lessons from immigrants. *Ecology letters*, vol.10, n°5, p.411-417.

CUSHMAN, S. A., 2006. Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: a review and prospectus. *Biological conservation*, VOL.128? n°2, p.231-240.

DEJEAN T., MIAUD C. et OUELLET M., 2010. La chytridiomycose : une maladie émergente des amphibiens. *Bulletin de la Société Herpétologique Française*, vol.134, p. 27-46.

DENOËL M., 2004. Distribution and characteristics of aquatic habitats of newts and Yellow-bellied Toads in the district of Ioannina (Epirus, Greece). *Herpetozoa*, vol.17, p.49-64.

DI CERBO A. R et FERRI V., 1996. Situation and conservation problems of *Bombina v. variegata* in Lombardy, North Italy. *Naturschutzreport*, vol. 11, p. 204-214.

DINO M., MILESI S. et DI CERBO A.R., 2009. A long term study on *Bombina variegata* (Anura: Bombinatoridae) in the "Parco dei Colli di Bergamo" (North-western Lombardy). *Atti. VIII Congresso Nazionale Societas Herpetologica Italica*, Chieti, 22-26/09/2010, p.225-231.

DIRZO R., YOUNG H. S., GALETTI M., CEBALLOS G., ISAAC N. J. B. et COLLEN B., 2014. Defaunation in the Antropocene. Science, vol.345, n°6195, p.401-406.

DOLIGEZ B., DANCHIN E. et CLOBERT J., 2002. Public information and breeding habitat selection in a wild bird population. *Science*, vol.297, n°5584, p.1168-1170.

DUGUET R., MELKI F., ACEMAV ASSOCIATION., 2003. *Les Amphibiens de France, Belgique et Luxembourg*. Parthénope Collection. 480 p. ISBN 2 – 9510379 – 9 – 6

DURET C. La forêt de Verdun labellisée Forêt d'Exception® [En ligne] Intraforêt, 2014 [Consultée le 13/05/2016] <http://intraforet.onf.fr/dtlor/breves/archives/IF0000031911>

France Certification. FSC - PEFC bois ; Certification ISO 9001 ; Certification ISO 14001 [En ligne] [Consultée le 13/05/2016] <http://www.france-certification.com/les-certifications/ >

FROST D., GRANT T. FAIVOVICH J., BAIN R.H, HAAS A., HADDA C.F.B, DE SA R.O., CHANNING A., WILKINSON M. DONNELLA S.C., RAXWORTHY C.J, CAMPBELL J.A. BLOTTO B.L., MOLER P., DREWES R.C., NUSSBAUM R.A., LYNCH J.D, GREEN D.M. et WHEELER W.C., 2006. The Amphibian Tree of Life. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, vol.297, 291p.

GASC, J.P., CABELA, A., CRNOBRJA-ISAILOVIC, J., DOLMEN, D., GROSSENBACHER, K., HAFFNER, P., LESCURE, J., MARTENS, H., MARTINEZ RICA, J.P., MAURIN, H., OLIVEIRA, M.E., SOFIANIDOU, T.S., VEITH, M., SUIDERWIJK, A., (Eds.), 1997. Atlas of Amphibians and Reptiles in Europe. Societas Europea Herpetologica & M.N.H.N. (IEGB/SPN), Paris.

GAUDIN S. et BONNAIRE E., 2009. Le Sonneur à ventre jaune (*Bombina* variegata, Linné 1758), un amphibien discret de nos régions. Bulletin *Société d'Etude des Sciences naturelles de Reims*, vol.23, p.17-24.

GOMES F.R., REZENDE E.L., GRIZANTE M.B., et NAVAS C.A., 2009. The evolution of jumping performance in anurans: morphological correlates and ecological implications. *Journal of Evolutionary Biology*, vol.22, n°5, p.1088-1097.

HARTEL T., 2008. Movement activity in a *Bombina variegata* population from a deciduous forested landscape. *North-Western Journal of Zoology*, vol.4, n°1, p.79-90.

HIBY L. et LOWELL P., 1990. Computer Aided Matching of Natural Markings: A Prototype System for Grey Seals. *Reports of the International Whaling Commission*, vol.12, p.57–61.

HILLMAN S.S., 2009. Ecological and environmental physiology of amphibians. *Oxford University Press*.

HOULAHAN J. E. et FINDLAY C. S., 2003. The effects of adjacent land use on wetland amphibian species richness and community composition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol. 60, p.1078-1094.

Inventaire National du Patrimoine Naturel. FR4100171 - Corridor de la Meuse [En ligne] [Consultée le 10/05/2016] <https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR4100171>

JACOB S., CHAINE A. S., SCHITCKZELLE N., HUET M., & CLOBERT J. 2015. Social information from immigrants: multiple immigrant-based sources of information for dispersal decisions in a ciliate. *Journal of Animal Ecology*, vol.84, n°5, p.1373-1383.

KENDALL, W. L., NICHOLS, J. D., & HINES, J. E., 1997. Estimating temporary emigration using capture-recapture data with Pollock's robust design. *Ecology*, vol. 78, n°2, p. 563-578.

KENWARD R.E., CLARE R.T., HODDER K.H et WALLS S.S, 2001. Density and linkage estimators of home range: nearest-neighbor clustering defines multinuclear cores. *Ecology*, vol. 82, n°7, p. 1905-1920.

LAGRANGE P., PRADEL R. BELISLE M. et GIMENEZ O., 2014. Estimating dispersal among numerous sites using capture-recapture data. *Ecology*, vol.95, n°8, p. 2316-2323.

LAMBIN X., AARS J. et PIERTNET S.B, 2001. Dispersal, intraspecific competition, kin competition and kin facilitation: a review of the empirical evidence, in J. Clobert, E. Danchin, A.A. Dhondt *et al* ., eds, *Dispersal* . Oxford University Press, New York, p.261–72.

LAMBREY J. Caractérisation et suivi d'une population d'espèce introduite dans le PNRL : Le Sonneur à ventre de feu (Bombina bombina)- Dans le cadre du Plan national d'action en faveur du Sonneur à ventre jaune (Bombina variegata). Mémoire Master 2 Environnement et Aménagement Spécialité BEE, Université de Lorraine, 2012. 75 p.

LEBRETON, J. D., BURNHAM, K. P., CLOBERT, J., & ANDERSON, D. R., 1992. Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. Ecological monographs, vol.62, n°1, p.67-118.

LÉNA J.-P., CLOBERT J., DE FRAIPONT M., LECOMTE J. et GUYOT G., 1998. The relative influence of density and kinship on dispersal in the common lizard. *Behavioral Ecology*, vol.9, p. 500–507.

LESCURE J., PICHENOT J. et COCHARD P.-O., 2011. Régression de *Bombina variegata* (Linné, 1758) en France par l'analyse de sa répartition passée et présente. *Bulletin Société Herpétologique de France*, vol.137, p. 5-41.

MARBRY K.E. et STAMPS J.A., 2008. Searching for a new home: decision making by dispersingbrush mice. *American naturalist*, vol.172, p. 625-634.

MATTHYSEN E., 2012. Multicausality of dispersal: a review. *Dispersal ecology and evolution*: p.3-12.

MCPEEK M. A., et HOLT R. D., 1992. The evolution of dispersal in spatially and temporally varying environments. *American Naturalist*: p.1010-1027.

MEDDE – ONF, 2016. Synthèse de la méthode de suivi de population par Capture-Marquage-Recapture appliquée au Sonneur à ventre jaune.

Ministre d'Etat, ministre de l'écologie, du développement et de l'aménagement durables. Arrêté du 19 novembre 2007 fixant les listes des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire et les

modalités de leur protection - Version consolidée au 27 avril 2016 [En ligne] Legifrance.gouv.fr, 2007 [Consultée le 27/04/2016] <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000017876248>

MORAND A., 1997. Stabilité relative des habitats de développement larvaire et de reproduction de Bombina variegata et Bufo calamita : l'insuffisance des modèles rK et rKA. Geobios, vol.30, p. 23-36.

NEMES S., PETRASS I., 2003. The food of yellow belied toads (Bombina variegata) from two different habitats in Romania. *Zeitshrift für Feldherpetologie*, vol. 10, p. 1-8.

ONF. 2011. Clauses techniques particulières (CTPV) applicables dans l'Agence de VERDUN. 3p.

ONF – Direction de la communication. 2014. La gestion durable des forêts publiques – un enjeu économique, environnemental et social. Plaquette ONF, 14p.

ONF - Direction forêts et risques naturels. 2015. Label Forêt d'exception. Plaquette ONF, 6p.

ONF, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, porte-parole du Gouvernement, Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, Ministère des finances et des comptes publics, Fédération nationale des communes forestières. 2016. Contrat d'objectifs et de performance 2016-2020. ONF , 20p.

ONF. Organigrammes DT Lorraine 2015 [En ligne] Intraforêt, 2015, [Consultée le 11/05/2016] <http://intraforet.onf.fr/dtlor/activ/rh/sommaire/1._organigramme_gene/1.1_organigrammes_de/IF00000333d0>

ONF. Forêt d'Exception - Verdun - Protocole d'accord. Plaquette ONF, 2011, 15p.

PARADIS E., 1998. Interactions between spatial and temporal scales in the evolution of dispersal rate. *Evolutionary Ecology*, vol.12, p.235-244.

PAREJO D., WHITE J., CLOBERT J., DREISS A. et DANCHIN E., 2007. Blue tits use fledgling quantity and quality as public information in breeding site choice: an experiment. *Ecology*, vol. 88, p. 2373-2382.

PERRY G. et PIANKA E.R., 1997. Animal foraging: past, present and future. *Trends in Ecology and Evolution*, vol.12, p. 360-364.

PICHENOT J., 2008. Contribution à la biologie de la conservation du Sonneur à ventre jaune (Bombina variegata L.) - Écologie spatiale et approche multi-échelles de la sélection de l'habitat en limite septentrionale de son aire de répartition. Thèse de doctorat, Biologie de la conservation, Université de Reims Champagne-Ardenne, 191 p.

Portail Office national des forêts.

- L'aménagement, instrument clef de la gestion durable des forêts [En ligne] ONF [consultée le 27/04/2016] http://www.onf.fr/gestion_durable/sommaire/action_onf/gerer/instrument/@@index.html>
- Performance environnementale, pilier de la gestion durable de l'ONF - Des outils au service de la biodiversité [En ligne] ONF [consultée le 02/05/2016] <http://www.onf.fr/onf/sommaire/developpement_durable/actions/20080707-152944-955/@@index.html>
- La performance environnementale, pilier de la gestion durable de l'ONF - Renforcer la préservation de la biodiversité dans les actes de gestion courante [En ligne] ONF [consultée le 18/05/2016] <http://www.onf.fr/onf/sommaire/developpement_durable/actions/20080707-151717-610961/@@index.html>
- Une forêt jeune chargée d'histoire [En ligne] ONF [consultée le 10/05/2016] < http://www.onf.fr/enforet/verdun/@@index.html>

- Les missions et l'organisation de l'ONF [En ligne] ONF [consultée le 11/05/2016] <http://www.onf.fr/onf/sommaire/onf_en_bref/ONF_essentiel/@@index.html>
- ONF Lorraine [En ligne] ONF [consultée le 11/05/2016] <http://www.onf.fr/lorraine/@@index.html>
- Gestion durable [En ligne] ONF [consultée le 12/05/2016] <http://www.onf.fr/gestion_durable/@@index.html>

REIGADA C., SCHREIBER S. J., ALTERMATT F. et HOLYOAK M., 2015. Metapopulation dynamics on ephemeral patches. The American Naturalist, vol.185, n°2, p. 183-195.

RENNER M., VITZTHUM S. 2007. Amphibiens et reptiles de Lorraine. Serpenoise, 269 p. ISBN 2-87-692736-5

RONCE O., 2007. How does it feel to be like a rolling stone? Ten questions about dispersal evolution. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, p. 231-253.

RONCE O. et CLOBERT J., 2012. Dispersal syndromes. *Dispersal ecology and evolution*, p.119-138.

SAS I., COVACIU-MARCOV S.-D., CUPSA D., CICORT-LUCACIU A.-S. et POPA L., 2005. Food analysis in adults (males/females) and juveniles of *Bombina variegata*. *Analele Stiintifice ale Universitatii "Al.I. Cuza" Iasi, s. Biologie animala*, vol.51, p.169-177.

SELONEN V. et HANSI I.K., 2006. Habitat exploration and use in dispersing juvenile flying squirrels. *Journal of Animal Ecology*, vol.75, p.1440-1449.

SINSCH U., 2006. Migration and orientation in anuran amphibians. *Ethology Ecology and Evolution*, vol.2, n°1, p.65-79.

SMITH A.M. et GREEN D.M., 2005. Dispersal and the metapopulation paradigm in amphibian ecology and conservation: are all amphibian populations metapopulations? *Ecography*, vol.28, p.110-128.

SOULE M.E., 1985. What is Conservation Biology? *Bioscience*, vol. 35, p. 727-734

STAMPS J.A., KRISHNAN V.V. et REID M.L., 2005. Search costs and habitat selection by dispersers. *Ecology*, vol.86, n°2, p.510-518.

STEVENS V. M., TROCHET A., BLANCHET S., MOULHERAT S., CLOBERT J., et BAGUETTE M., 2013. Dispersal syndromes and the use of life-histories to predict dispersal. *Evolutionary applications*, vol.6, n°4, p.630-642.

STEVENS V. M., WHITMEE S., GALLIARD L., CLOBERT J., BÖHNING-GAESE K., BONTE D., et BAGUETTE M., 2014. A comparative analysis of dispersal syndromes in terrestrial and semi-terrestrial animals. *Ecology letters*, vol.17, n°8, p.1039-1052.

TRACY C.R., 1976. A model of the dynamic exchanges of water and energy between a terrestrial amphibian and its environment. *Ecological Monographs*, vol.46, n°3, p.293-326.

TRAVIS J. M. et DYTHAM C., 1999. Habitat persistence, habitat availability and the evolution of dispersal. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, vol.266, n°1420, p.723-728.

UICN, 2015.

- The IUCN Red List of Threatened Species - Version 2015-4. [en ligne] [Consulté le 11/04/2016] <www.iucnredlist.org.>
- Liste rouge des espèces menacées en France – Amphibiens de France métropolitaine. [En ligne] 2015 [Consultée le 10/05/2016] <http://www.uicn.fr/Liste-rouge-France.html>

VALONE T. J., 2007. From eavesdropping on performance to copying the behavior of others: a review of public information use. *Behavioral ecology and sociobiology*, vol.62, n°1, p.1-14.

Glossaire

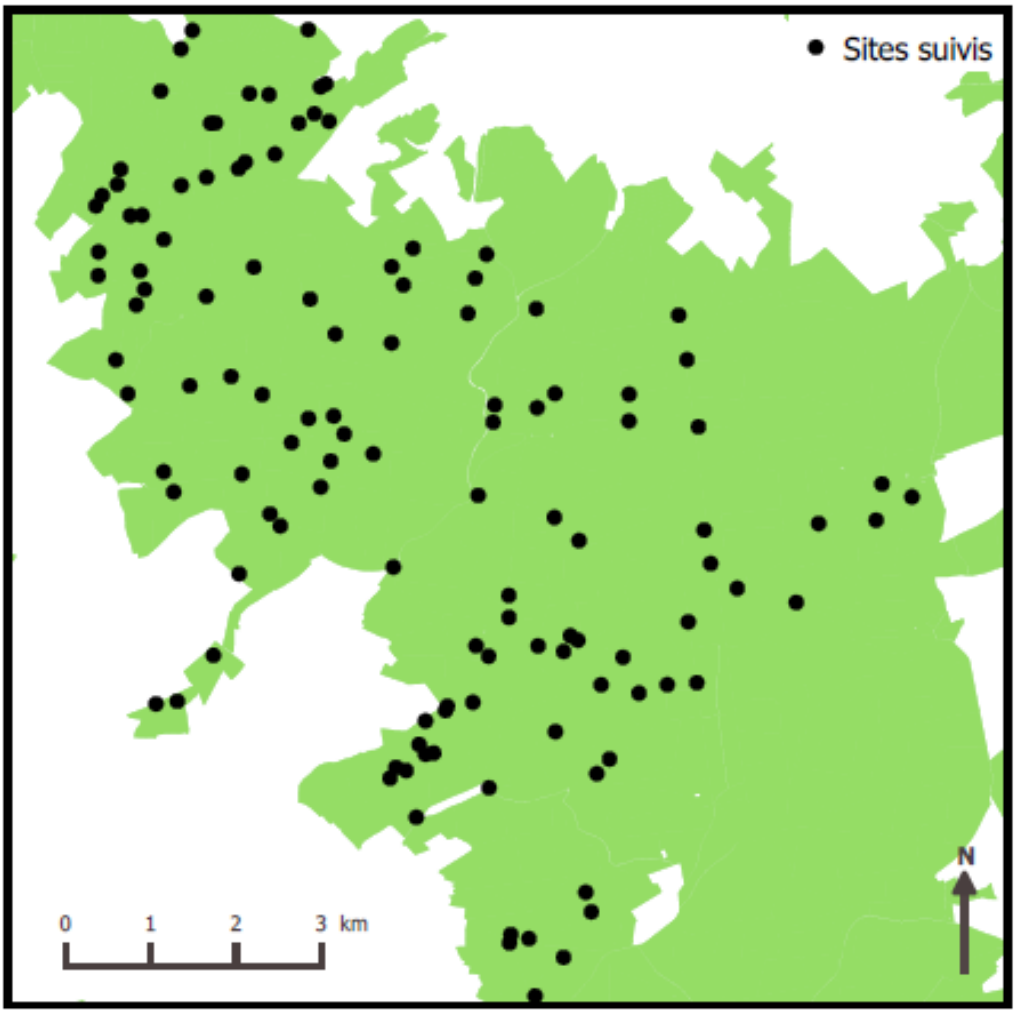
Abréviation	Signification
CENL	Conservatoire d'Espaces Naturels de Lorraine
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction
CTPV	Clauses Techniques et Particulières applicables dans l'agence de Verdun
DAPTF	Declining Amphibian Population Task Force
DNAG	Directive Nationale d'Aménagement et de Gestion des forêts domaniales de métropole
DT	Direction Territoriale
FC	Forêt Communale
FD	Forêt Domaniale
ONF	Office National des Forêts
PEFC	Programme de Reconnaissance des Certifications Forestières
PNA	Plan National d'Action
PNRL	Parc Naturel Régional de Lorraine
PRA	Plan national d'action déclinaison régionale
RNEF	Règlement National d'Exploitation Forestière
RNTSF	Règlements Nationaux de Travaux et Services Forestiers
RUT	Responsable Unité Territoriale
SNB	Stratégie Nationale pour la Biodiversité
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
UT	Unité Territorial
ZSC	Zone Spécial de Conservation

Annexes

Annexe 1 : Liste des amphibiens de Lorraine avec leur statut de protection

Nom courant	Nom scientifique	Liste rouge	Tendance en France	Annexe	
				Convention de Berne	Directive habitat
Salamandre tachetéé	*Salamandra salamandra* (Linné, 1758)	LC	Baisse	III	/
Triton palmé	*Lissotriton helveticus* (Razoumovsky, 1789)	LC	Baisse	III	/
Triton ponctué	*Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758)	NT	Baisse	III	/
Triton alpestre	*Ichtyosaurus alpestris* (Laurenti, 1768)	LC	Baisse	III	/
Triton crêté	*Triturus cristatus* (Laurenti, 1768)	NT	Baisse	II	II et IV
Sonneur à ventre jaune	*Bombina variegata* (Linné, 1758)	VU	Baisse	II	II et IV
Sonneur à ventre de feu	*Bombina bombina* (Linné, 1761)	Naa	?	/	/
Alyte accoucheur	*Alytes obstetricans* (Laurenti, 1768)	LC	Baisse	II	IV
Pélobate brun	*Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768)	EN	Un site	II	IV
Pélodyte ponctué	*Pelodytes punctatus* (Daudin, 1803)	LC	Baisse	III	/
Crapaud commun	*Bufo bufo* (Linné, 1758)	LC	Constant	III	/
Crapaud calamite	*Bufo calamita* (Laurenti, 1768)	LC	Baisse	II	IV
Crapaud vert	*Bufo viridis* (Laurenti, 1768)	NT	Baisse	II	IV
Rainette verte	*Hyla arborea* (Linné, 1758)	NT	Baisse	II	IV
Grenouille agile	*Rana dalmatina* (Bonaparte, 1840)	LC	constant	II	IV
Grenouille rousse	*Rana temporaria* (Linné, 1758)	LC	?	III	V
Grenouille commune	*Pelophylax kl. esculentus* (Linné, 1758)	LC	Baisse	III	V
Grenouille de Lessona	*Pelophylax lessonae*(Camerano, 1882)	NT	Baisse	III	IV
Grenouille rieuse	*Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771)	LC	?	III	V

Annexe 2 : Sites suivis en forêt domaniale de Verdun



Annexe 3 : Exemple de fiche de prospection

Site	2	2
Sous-site	2A	2B
Parcelles	284/279	284/279
Type d'axe	Ligne/piste/sommière en terrain naturel	Ligne/piste/sommière en terrain naturel
Situation	Chemin	Chemin
Type de site	Ornières en forêt	Ornières en forêt
Recouvrement végétation aquatique	0	0
Espèces végétion aquatique	NA	NA
Recouvrement végétation autre	1	0
Espèces végétales autres	Jonc	NA
Description	Grosse ornière profonde.	2 ornières
Autres espèces observées	NA	NA
Commentaires	Ruban jaune	Ruban jaune
Date	18/03/2016	18/03/2016
Coord_X	822491	822532
Coord_Y	2474067	2474082
Toujours existant	Oui	Oui
Type	Ligne	Ligne

SUIVI SONNEUR FORET DOMANIALE DE VERDUN
FICHE CMR

OBSERVATEURS : ..... DATE : ..... N° FICHE : .....

SESSION N° : HEURE DEBUT : ..... HEURE FIN : ..... METEO : .....

SITE : ..... LIEU DIT : ..... PARCELLE, LIGNE : ..... TYPE DE SITE : .....

N° PHOTOS DU SITE : ..... Végétation aquatique : 0 ; 0-25% ; 25-50 % ; 50-75% ; 75-100%

PERTURBATIONS/DEGRADATIONS CONSTATEES : .....

SONNEUR : PONTES : ..... TETARDS SANS PATTES : ..... 2 PATTES : ..... 4 PATTES : ..... IMAGOS : .....

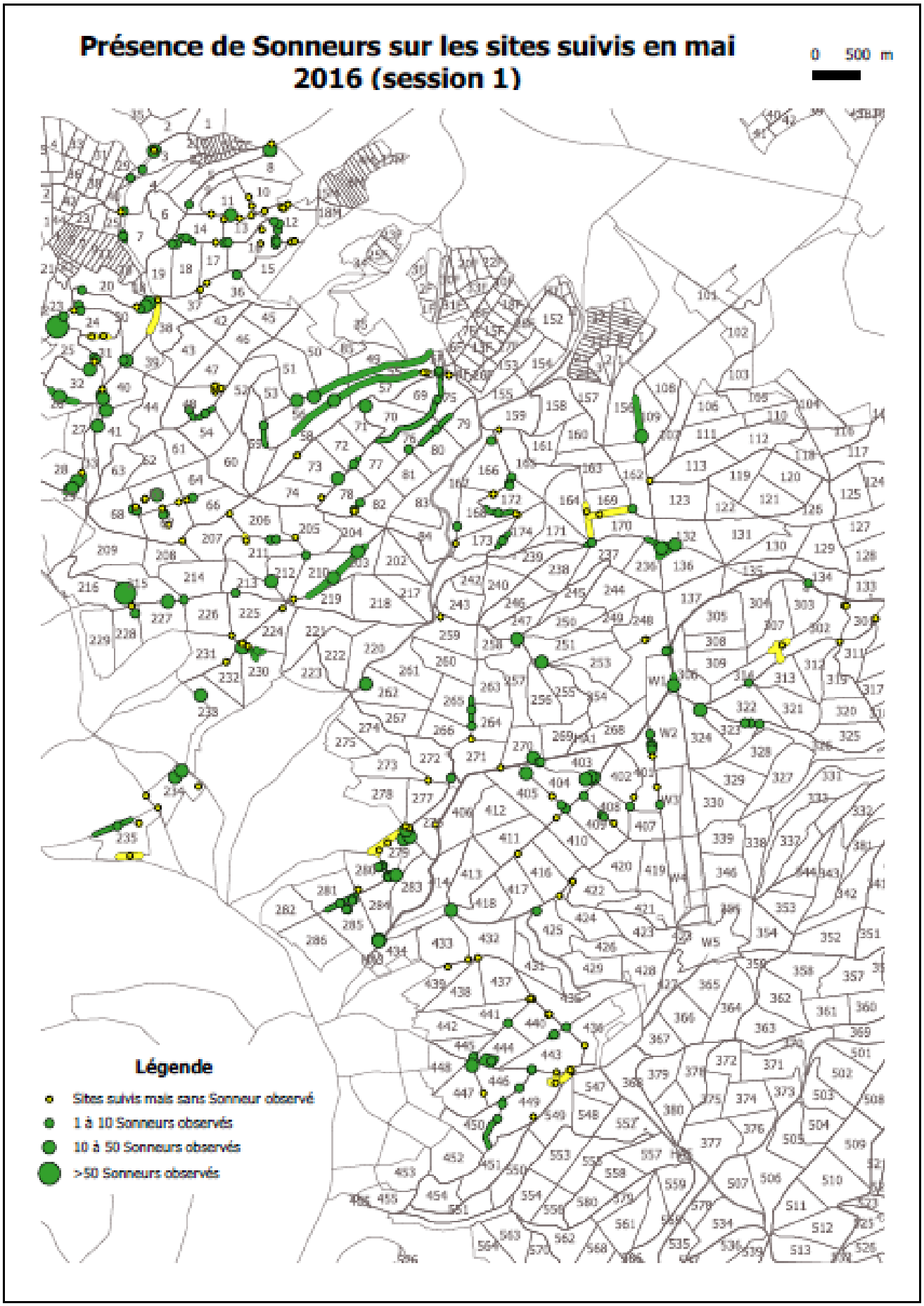
AUTRES ESPECES AMPHIBIENS : .....

PREDATEURS : .....

(Sous-)Site (n° photo)	M	F	Juv.	Sub.	Cal.	Taille	Numéro photo	Remarques, signes particuliers Malformations individus, turbidité eau...

Juv. : Juvénile (1 hiver, patron encore ±"flou", taille < 2,8 cm)
Sub. : Subadulte (2 hivers, 2,8 < taille < mâles : 3,5, femelles 3,6 cm)
Numéro photo : numéro attribué par l'appareil (IMG_nnnn ; P102nnnn ; DSCNnnnn etc.)
Important : un subadulte avec des callosités doit être répertorié dans la colonne subadulte (et non mâle adulte)
M : individu > 3,5 avec callosités ; **F** : individu > 3,6 sans callosités. En cas de taille limite ou de doute, inscrire l'individu dans la classe inférieure, éventuellement avec un « ? »
Cal. : Callosités nuptiales. noter "++" si bien marquées, "+" si très pâles, peu marquées, "?" en cas de doute

Annexe 5 : Exemple de carte de présence de Sonneurs faite à la fin d'une session



Annexe 6 : Extraction d'un patron ventral sur Extract Compare

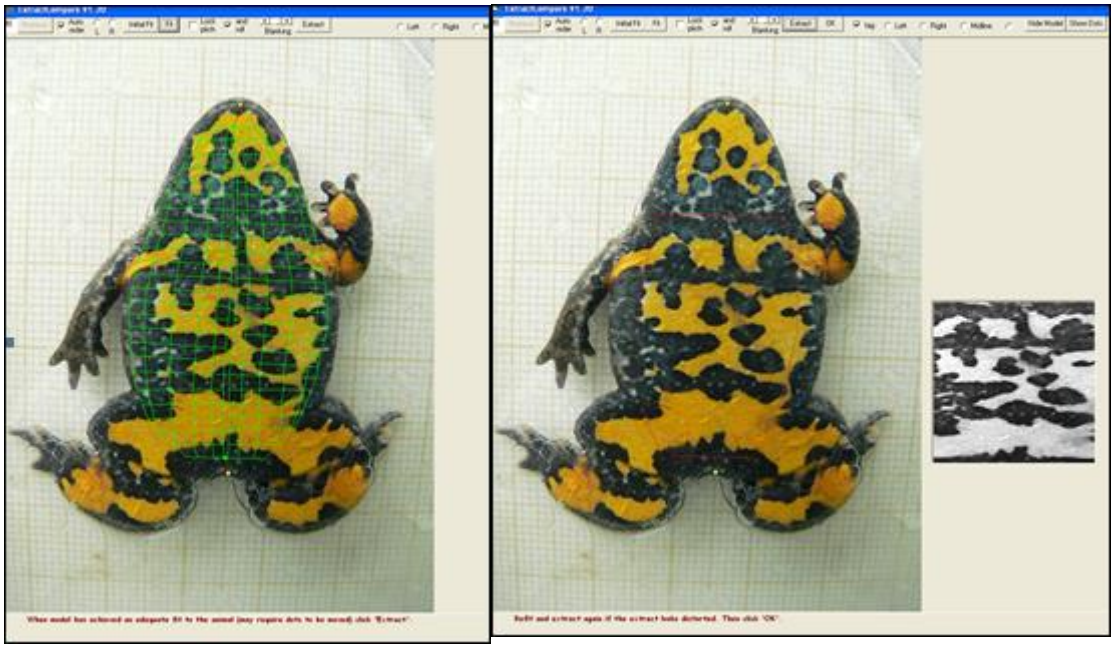


Figure 21 : Création d'un maillage (A) pour l'extraction du motif (B)

L'extraction d'un patron sur Extract Compare s'opère en trois étapes différentes. Tout d'abord, il faut marquer les contours de l'individus et tracer sa ligne médiane du museau jusqu'au cloaque. Une fois les contours délimités, un maillage apparait. Il faut alors cliquer plusieurs fois sur le bouton « fit » jusqu'à ce que le maillage coresponde à la face ventral de l'individu (Figure 21 A). Ensuite en appuyant sur le bouton extract, un motif est extrait. L'avantage du maillage est que la position ou la taille de l'individu n'interfére pas dans la façon d'extraire le motif. Les individus sont alors comparable entre eux.

Annexe 7: Guide d'entretien des agents de terrain

- **Présentation de nous-même** :

Stagiaire ONF travaillant sur le suivi du Sonneur à ventre jaune en forêt domaniale de Verdun et les amphibiens plus généralement.

- **Présentation du cadre de l'étude** :

En tenant compte de l'environnement, l'ONF réaffirme son ambition de gestion durable. De ce fait, les gestionnaires doivent prendre en considération les amphibiens, qui constituent un groupe vulnérable (liste rouge de l'UICN), pour toutes les actions prévues pouvant nuire à ce groupe. Le but des entretiens est de faire un bilan sur les possibles difficultés rencontrées lorsqu'il y a la présence d'amphibien en forêt d'exploitation mais aussi de savoir comment la sensibilisation à ce groupe est faite et comment les mesures mises en place pour sa protection sont vues par les agents. Ces entretiens vont permettre de faire ressortir des généralités applicables à la Lorraine.

- Entretien anonyme (aucun nom ni structure ne sera mentionné dans le rapport) et sans enregistrement. Aucune divulgation de ce qui a été dit lors des entretiens ne sera effectuée. Les informations seront consignées seulement dans un rapport de stage de fin d'étude (pas sous d'autres formes de publication).

- Demander à ce que la personne parle plutôt en son nom qu'au nom de sa fonction. On cherche à avoir le ressenti des agents.

Thème 1 : Introduction & généralités

1. **Pouvez-vous vous présenter ?**

→ *Âge*
→ *Profession*
→ *Description des principales tâches et missions ?*
→ *Avez-vous une spécialité ou un domaine de prédilection ?*

2. **Depuis combien de temps faites-vous partie de l'ONF ?**

3. **Avez-vous eu différents postes au sein de l'ONF ?** (si oui, voir questions des autres fiches)

Thème 2 : Connaissance des amphibiens

1. **Avez-vous des connaissances naturalistes ?**

→ *Dans quel domaine ? Comment ces connaissances ont-elles été acquises ? (Travail ou en dehors (association ou autre))*
→ *Ces connaissances sont-elles utiles dans l'exercice de vos missions ? Sont-elles mises en valeur ? (Avez-vous déjà été sollicité ? sur votre aire d'étude ou d'autres triages ?)*
→ *Faites-vous partie d'un réseau de naturaliste ?*

2. **Avez-vous déjà rencontré des amphibiens et que savez-vous sur eux ?**

→ *Quelles espèces connaissez-vous ? / Quel est votre niveau (débutant, confirmé, expert) ?*
→ *Connaissez-vous les espèces présentes sur votre triage / secteur de votre travail ?*
→ *Connaissez-vous la législation en vigueur ou avez-vous été suffisamment informé sur celle-ci ?*
→ *Quel est votre ressenti sur ce groupe ? (Par rapport aux espèces, à son travail (contraintes possibles), à son statut de conservation etc.) (Voir ce qu'il dit en premier)*

3. **Avez-vous déjà bénéficié ou été invité à suivre des formations sur les amphibiens ?**

→ *Si oui, ces formations vous ont-elles été utiles ? Aidé dans vos missions ?*
→ *Si non, avez-vous envie de suivre une formation ? Pourquoi ?*

4. **A votre avis, au sein de l'ONF, les agents sont-ils suffisamment sensibilisés à la protection des amphibiens ?**

→ *Dans son unité, agence et les autres agences qu'il a côtoyées.*

→ A votre avis, la sensibilisation est-elle nécessaire ?
→ Peut-on améliorer la démarche de sensibilisation ? Comment ?

5. Connaissez-vous l'application BDN ? L'avez-vous déjà utilisée (consultation ou/et saisie de donnée)?

Si Oui : → Que pensez-vous de cette application ? (Est-elle utile, pratique, facile à utiliser, etc.)
→ A votre avis, cette base est-elle fréquemment mise à jour par les agents ?
→ Consultez-vous d'autres bases de données ? Pourquoi ? (Cherche des informations ou souhait de saisir des données)

Si Non : → Expliquer ce que c'est
→ Pensez-vous que ceci peut vous aider dans vos missions ?
→ Connaissez-vous l'intérêt de mettre en place ce système de base de données ? (améliorer les connaissances sur la répartition des espèces, faire un bilan global de l'état d'une espèce/groupe etc.)

Thème 3 : Mesures de protections mises en place

1. Qu'est-ce que signifie pour vous le terme « gestion forestière » ?

→ Qu'est-ce que pour vous une gestion intégrée/durable ? (est-ce important pour la gestion forestière ?)
→ Le terme « gestion forestière » a-t-il évolué au cours du temps ? Et dans quel sens ?

2. Recevez-vous des notes de services, prescriptions, guides sur la prise en compte des amphibiens ?

→ Sont-elles compréhensibles ? Faciles à interpréter ? À mettre en œuvre ?
→ Sont-elles applicables sur le terrain ?
→ Sont-elles suffisantes ?

3. Connaissez-vous et/ou avez-vous déjà mis en œuvre des mesures de protection pour sauvegarder les amphibiens ?

→ Que pensez-vous de ces mesures ? (Ont elles un bon rapport temps/coût/efficacité ?)
→ Fonctionnent-elles bien ? (sont-elles adaptées ?)
→ Sont-elles contraignantes ? Etes-vous aidé pour leur mise en œuvre ?
→ Sont-elles cohérentes d'un point de vue local ?
→ Avez-vous observé une évolution de ces mesures ? (plus de mesures qu'auparavant, contraintes plus présentes etc.)

Thème 4 : Intégration de ces mesures dans l'exploitation forestière

1. Existe-t-il des impacts des mesures de protection sur la gestion ? (Le prix du bois, le coût des travaux etc.) Avez-vous des anecdotes personnelles à raconter comme exemple ?

→ Comment vous en êtes-vous sortis ?
→ Savez-vous à qui vous adresser en cas de problème ? (est-il de bon conseil ?)
→ Existe-t-il un moyen de limiter l'impact ? (anticipation, suggestion etc.)

2. Comment l'impact potentiel (retard, annulation des travaux, mesures compensatoires à mettre en place etc.) des amphibiens sur la gestion est-il abordé dans les projets de travaux ?

→ Comment le risque environnemental est-il pris en compte en cas d'incident ? (pertes ou prévisions en amont, clauses environnementale mis dans le cahier des charges)

3. Y a-t-il d'autres contraintes dans les forêts où vous intervenez ? Arrive-t-il qu'elles entrent en contradiction les unes avec les autres ?

→Les trouvez-vous facilement/difficilement compatibles ?
→Parmi celles-ci, y en a-t-elle une plus difficile à gérer ? (Lesquelles et pourquoi ?)
→ La difficulté réside-t-elle dans l'accumulation des contraintes ?
→ Hiérarchisation des problèmes avec la place de la protection des amphibiens

Annexe 8 : Nombre de personnes interrogées selon les acteurs et les agences

	Verdun	Bar le duc	Autres
Directeur agence	1	1	/
Chef du Service Forêt	1		/
Responsable Environnement	1	1	/
Responsable pôle aménagement	1	/	/
Chef du Service Bois Meuse	1		/
Responsable commerciale Bois	1	/	/
Chef du service Travaux et Développement	1	/	/
Responsable Unité de Production	/	1	/
Conducteur de travaux	2	/	/
Conducteur d'engins	1	/	/
RUT	3	/	/
Agents patrimoniaux	8	2	/
Chef de formation Amphibien Campus ONF	/	/	1
CPIE Meuse	/	/	1
CEN Lorraine	/	/	1
ONEMA	/	/	1

Annexe 9 : Nombre de Sonneur à ventre jaune mâles et femelles capturés à chaque session entre 2012 et 2015

Session de capture	Mâles	Femelles	Total
2012(1)	323	255	578
2012(2)	288	303	591
2012(3)	273	285	558
2013(1)	195	146	341
2013(2)	217	259	476
2013(3)	222	226	448
2014(1)	284	246	530
2014(2)	281	261	542
2014(3)	304	319	623
2015(1)	355	311	666
2015(2)	311	275	586
2015(3)	54	64	118
Total	3107	2950	6057

Annexe 10 : Tableau des corrélations des facteurs environnementaux

Facteurs environnementaux	Corrélation
Fréquence d'asséchement - Nombre de plans d'eau	-0,24
Fréquence d'asséchement – Moyenne d'abondance conspécifiques	-0,32
Nombre de plans d'eau - Moyenne d'abondance conspécifiques	0,44

Annexe 11 : Dispersion et distance entre les sites : procédure de sélection de modèle

CST = constant, DIS = statut de dispersion (dispersant ou résident) à t-1, D123 = distance entre les sites (classe 1 : [100-500 m[, classe 2 : [500-900 m[, niveau 3 : > 900 m), SEX = sexe, Y = effet de l'année (Year), T = effet du temps. Dev. = Déviance résiduelle, k = nombre de paramètres du modèle, AICc = critère d'information d'Akaike, w = poids d'AIC

rang	Modèle	k	Dev.	w	AICc
1	S(DIS +Y), DEP(DIS), AR(D123), P(SEX + Y)	16	15507.96	0.46	15540.05
2	S(DIS +Y), DEP(DIS), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	18	15505.77	0.16	15542.12
3	S(DIS +Y), DEP(CST), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	17	15508.44	0.13	15542.54
4	S(DIS +Y), DEP(DIS x SEX), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	20	15502.70	0.11	15542.85
5	S(SEX), DEP(DIS), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	18	15507.32	0.09	15543.43
6	S(DIS +Y), DEP(DIS +T), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	27	15492.99	0.01	15547.25
7	S(DIS +Y), DEP(SEX +T), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	27	15493.38	0.01	15547.64
8	S(DIS +Y), DEP(DIS x SEX +T), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	29	15489.90	0.00	15548.19
9	S(Y), DEP(DIS x SEX +T), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	28	15493.55	0.00	15549.82
10	S(SEX +Y), DEP(DIS x SEX +T), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	29	15493.28	0.00	15551.57
11	S(DIS x SEX +Y), DEP(DIS x SEX +T), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	31	15489.60	0.00	15551.93
12	S(DIS x SEX +Y), DEP(DIS x SEX +T), AR(D123 x SEX), P(Y)	30	15498.66	0.00	15558.96
13	S(DIS +Y), DEP(DIS), AR(CST), P(SEX + Y)	15	15537.70	0.00	15567.78
14	S(DIS +Y), DEP(DIS), AR(SEX), P(SEX + Y)	16	15537.69	0.00	15569.78
15	S(DIS x SEX +Y), DEP(DIS x SEX +T), AR(D123 x SEX), P(SEX)	28	15715.99	0.00	15772.26
16	S(DIS), DEP(DIS x SEX +T), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	27	15518.09	0.00	15572.34
17	S(DIS x SEX), DEP(DIS x SEX +T), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	29	15517.90	0.00	15576.19
18	S(CST), DEP(DIS x SEX +T), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	29	15525.13	0.00	15577.36
19	S(DIS x SEX +Y), DEP(DIS x SEX +T), AR(D123 x SEX), P(CST)	27	15724.09	0.00	15778.35
20	S(SEX), DEP(DIS x SEX +T), AR(D123 x SEX), P(SEX + Y)	27	15524.97	0.00	15579.22

Annexe 12 : Dispersion et assèchement des sites: procédure de sélection de modèles

CST = constant, D = assèchement (Drying out), SEX = sexe, Y = effet de l'année (Year). Dev. = Déviance résiduelle, k = nombre de paramètres du modèle, AICc = critère d'information d'Akaike, w = poids d'AIC

rang	Modèle	k	Dev.	w	AICc
1	S(D + T), DEP(Y), AR(CST), P(D x SEX + Y)	34	18330.29	0.50	18398.69
2	S(D + T), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(D x SEX + Y)	35	18330.79	0.14	18401.21
3	S(D), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(D x SEX + Y)	33	18334.88	0.13	18401.26
4	S(D + T), DEP(CST), AR(CST), P(D x SEX + Y)	29	18344.58	0.06	18402.87
5	S(D x SEX + T), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(D x SEX + Y)	37	18329.07	0.04	18403.54
6	S(D x SEX + T), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(D x SEX)	34	18336.34	0.02	18404.73
7	S(D x SEX), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(D x SEX + Y)	35	18334.65	0.02	18405.07
8	S(D + T), DEP(SEX), AR(CST), P(D x SEX + Y)	29	18345.11	0.01	18405.41
9	S(D x SEX + T), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(D)	32	18343.93	0.00	18408.28
10	S(D x SEX + T), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(D + Y)	35	18338.02	0.00	18408.44
11	S(T), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(D x SEX + Y)	32	18373.59	0.00	18437.94
12	S(CST), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(D x SEX + Y)	30	18378.94	0.00	18439.24
13	S(SEX + T), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(D x SEX + Y)	33	18373.48	0.00	18439.85
14	S(D x SEX + T), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(SEX x Y)	35	18370.48	0.00	18440.90
15	S(SEX), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(D x SEX + Y)	31	18378.86	0.00	18441.18
16	S(D x SEX + T), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(Y)	34	18381.20	0.00	18449.59
17	S(D x SEX + T), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(SEX)	32	18595.59	0.00	18659.94
18	S(D x SEX + T), DEP(Y x SEX), AR(CST), P(SEX)	31	18603.74	0.00	18666.07

Annexe 13 : Dispersion et surface du site: procédure de sélection de modèle

CST = constant, SURF = surface du site (nombre de flaques), SEX = sexe, Y = effet de l'année (Year), T = effet du temps. Dev. = Déviance résiduelle, k = nombre de paramètres du modèle, AICc = critère d'information d'Akaike, w = poids d'AIC.

rang	Modèle	k	Dev.	w	AICc
1	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF + T), P(SURF x SEX + Y)	31	19696.33	0.33	19754.62
2	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF), P(SURF x SEX + Y)	20	19714.94	0.26	19755.08
3	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF x SEX + T), P(SURF x SEX + Y)	31	19694.63	0.12	19756.69
4	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF x SEX), P(SURF x SEX + Y)	22	19712.81	0.10	19756.98
5	S(Y), DEP(SURF x SEX + T), P(SURF x SEX + Y)	28	19701.17	0.08	19757.44
6	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF x SEX + T), P(SEX + Y)	29	19700.79	0.03	19759.08
7	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF x SEX + T), P(SURF x SEX + Y)	29	19700.94	0.03	19759.23
8	S(SURF + Y), DEP(SURF x SEX + T), P(SURF x SEX + Y)	29	19701.17	0.03	19759.45
9	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF x SEX + T), P(SURF + Y)	29	19702.40	0.01	19760.69
10	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF x SEX + T), P(Y)	28	19709.43	0.00	19765.72
11	S(SURF x SEX + Y), DEP(T), P(SURF x SEX + Y)	28	19718.44	0.00	19774.71
12	S(SURF x SEX + Y), DEP(SEX + T), P(SURF x SEX + Y)	29	19716.59	0.00	19774.88
13	S(SURF x SEX + Y), DEP(SEX), P(SURF x SEX + Y)	20	19736.03	0.00	19776.17
14	S(SURF x SEX), DEP(SURF x SEX + T), P(SURF x SEX + Y)	29	19724.82	0.00	19783.11
15	S(CST), DEP(SURF x SEX + T), P(SURF x SEX + Y)	26	19731.83	0.00	19784.07
16	S(SURF), DEP(SURF x SEX + T), P(SURF x SEX + Y)	27	19731.49	0.00	19785.74
17	S(SEX), DEP(SURF x SEX + T), P(SURF x SEX + Y)	27	19731.73	0.00	19785.98
18	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF x SEX + T), P(SEX)	26	19932.52	0.00	19984.75
19	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF x SEX + T), P(SURF x SEX)	28	19928.56	0.00	19985.13
20	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF x SEX + T), P(SURF)	26	19936.49	0.00	19988.72
21	S(SURF x SEX + Y), DEP(SURF x SEX + T), P(CST)	25	19940.26	0.00	19990.47

Annexe 14 : Dispersion et abondance de conspécifiques: procédure de sélection de modèle

CST = constant, DENS = nombre de conspécifiques (adultes) dans la pièce d'eau, SEX = sexe, Y = effet de l'année (Year), T = effet du temps. Dev. = Déviance résiduelle, k = nombre de paramètres du modèle, AICc = critère d'information d'Akaike, w = poids d'AIC

rang	Modèle	k	Dev.	w	AICc
1	S(Y), DEP(SEX), P(DENS x SEX + Y)	25	21842.88	0.31	21893.09
2	S(Y), DEP(DENS), P(DENS x SEX + Y)	25	21843.32	0.25	21893.51
3	S(Y), DEP(CST), P(DENS x SEX + Y)	25	21843.57	0.22	21893.80
4	S(Y), DEP(DENS x SEX), P(DENS x SEX + Y)	27	21841.59	0.08	21895.83
5	S(Y), DEP(T), P(DENS x SEX + Y)	33	21830.25	0.05	21896.61
6	S(Y), DEP(SEX + T), P(DENS x SEX + Y)	34	21829.19	0.03	21897.58
7	S(Y), DEP(DENS + T), P(DENS x SEX + Y)	34	21828.76	0.02	21898.15
8	S(Y), DEP(DENS x SEX + T), P(DENS x SEX + Y)	36	21828.00	0.01	21900.44
9	S(DENS + Y), DEP(DENS x SEX + T), P(DENS x SEX + Y)	37	21827.44	0.00	21901.90
10	S(SEX + Y), DEP(DENS x SEX + T), P(DENS x SEX + Y)	37	21827.57	0.00	21902.04
11	S(DENS x SEX + Y), DEP(DENS x SEX + T), P(DENS x SEX + Y)	39	21825.56	0.00	21904.08
12	S(DENS x SEX + Y), DEP(DENS x SEX + T), P(DENS + Y)	37	21834.62	0.00	21909.09
13	S(CST), DEP(DENS x SEX + T), P(DENS + Y)	34	21863.27	0.00	21931.67
14	S(DENS), DEP(DENS x SEX + T), P(DENS x SEX + Y)	35	21962.85	0.00	21933.27
15	S(SEX), DEP(DENS x SEX + T), P(DENS x SEX + Y)	35	21863.01	0.00	21933.43
16	S(DENS x SEX), DEP(DENS x SEX + T), P(DENS x SEX + Y)	37	21861.30	0.00	21935.77
17	S(DENS x SEX + Y), DEP(DENS x SEX + T), P(DENS x SEX)	36	22038.88	0.00	22111.32
18	S(DENS x SEX + Y), DEP(DENS x SEX + T), P(SEX + Y)	37	22037.06	0.00	22111.52
19	S(DENS x SEX + Y), DEP(DENS x SEX + T), P(DENS)	34	22046.82	0.00	22115.22
20	S(DENS x SEX + Y), DEP(DENS x SEX + T), P(Y)	36	22045.84	0.00	22118.28
21	S(DENS x SEX + T), DEP(DENS x SEX + T), P(SEX)	34	22270.09	0.00	22338.48

Annexe 15 : Récapitulatif des fiches actions extrait du PRA Lorraine

Thème	N° fiche	Intitulé de l'action	Priorité
Connaissance	1.2	Amélioration de la connaissance de la répartition et suivi des stations	Forte
	1.3	Etat des lieux des stations dans les sites Natura 2000	Moyenne
	1.4	Mise en œuvre de travaux de recherche sur l'espèce	Faible
Conservation	2.1	Mettre en œuvre des actions de protections sur les stations importantes ou isolées	Forte
	2.2	Renforcer la prise en compte de l'espèce dans les schémas d'aménagement du territoire et la trame verte et bleue	Moyenne
Gestion Sensibilisation	3.1	Contrôle du front de colonisation du Sonneur à ventre de feu, affaiblissement des populations	Forte
	3.2	Développement et valorisation des pratiques sylvicoles favorables à l'espèce	Forte
	3.3	Développement et valorisation des pratiques agricoles favorables à l'espèce	Forte
	3.4	Mise en place de mesures de conservation dans les carrières	Forte
Communication	4.1	Actions de communication sur l'espèce à destination du grand public et des usagers	Faible