

CPEPESC Lorraine

COMMISSION DE PROTECTION DES EAUX,
DU PATRIMOINE, DE L'ENVIRONNEMENT,
DU SOUS-SOL ET DES CHIROPTERES DE LORRAINE



Inventaire des chauves-souris et étude de l'influence de la
gestion forestière sur les chiroptères du site Natura
2000 FR4100219 « complexe de l'étang de Lindre,
forêt de Romersberg et zones voisines »

Décembre 2018



**Inventaire des chauves-souris et étude de l'influence de la
gestion forestière sur les chiroptères du site Natura 2000
FR4100219 « Complexe de l'étang de Lindre,
forêt de Romersberg et zones voisines »**

Document établi par Giacomo JIMENEZ et Dorothée JOUAN

Équipe de terrain :

Giacomo JIMENEZ

Christophe BOREL

Léopold MARTIN

Crédits photographiques : David AUPERMANN, Giacomo JIMENEZ, Christophe BOREL

Sommaire

I	INTRODUCTION	3
II	SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	4
II.1	METHODOLOGIE	4
II.2	PRESSION D'OBSERVATION	5
II.2.1	<i>Recherche et suivi de gîtes</i>	10
II.2.2	<i>Données de chiroptères en vol</i>	10
II.3	RICHESSE SPECIFIQUE ET NIVEAU DE PRESENCE DES ESPECES DANS CHAQUE ZONE	11
II.3.1	<i>Site Natura 2000</i>	11
II.3.2	<i>Zone de 10 km autour du site Natura 2000</i>	13
II.4	BILAN	16
III	INVENTAIRE DES ESPECES DE CHIROPTERES SUR UN CYCLE BIOLOGIQUE COMPLET	17
III.1	METHODOLOGIE	17
III.1.1	<i>En périodes de transit automnal et printanier</i>	17
III.1.1.1	Recherche acoustique active	17
III.1.1.2	Recherche acoustique passive	17
III.1.2	<i>En période d'estivage</i>	19
III.1.2.1	Recherche acoustique active	19
III.1.2.2	Recherche acoustique passive	19
III.1.3	<i>Traitement des données acoustiques</i>	20
III.1.4	<i>Analyse statistique : bootstrapping</i>	20
III.2	RESULTATS	21
III.2.1	<i>Effort de recherche</i>	21
III.2.2	<i>Richesse spécifique</i>	22
III.2.3	<i>Occurrences et abondance relative des espèces</i>	24
III.3	BILAN	27
IV	EVALUATION DE L'INFLUENCE DE LA GESTION FORESTIERE SUR L'ACTIVITE DES CHIROPTERES	29
IV.1	METHODOLOGIE	29
IV.1.1	<i>Récupération et validation des données relatives à la gestion forestière</i>	29
IV.1.2	<i>Matériel utilisé</i>	29
IV.1.3	<i>Choix de l'unité temporelle d'échantillonnage</i>	30
IV.1.4	<i>Plan d'échantillonnage</i>	30
IV.1.4.1	Echantillonnage relatif aux typologies de peuplements forestiers	30
IV.1.4.2	Echantillonnage relatif à la mesure de l'activité des chiroptères par rapport à la distance aux milieux aquatiques	31
IV.1.5	<i>Représentation cartographique</i>	32
IV.1.6	<i>Traitement des données acoustiques</i>	34
IV.1.6.1	Traitement qualitatif	34
IV.1.6.2	Traitement quantitatif	34
IV.1.7	<i>Analyses statistiques</i>	34
IV.1.7.1	Analyse de la richesse spécifique en fonction de la structure des peuplements	34
IV.1.7.2	Analyse de l'activité des chiroptères en fonction de la structure des peuplements	35
IV.1.7.3	Analyse de l'activité en fonction de l'éloignement aux milieux aquatiques	35
IV.2	RESULTATS	37
IV.2.1	<i>Analyse de la richesse spécifique</i>	37
IV.2.2	<i>Analyse de l'activité en fonction des typologies de peuplements</i>	42
IV.2.3	<i>Analyse de l'activité en fonction de l'éloignement aux milieux aquatiques</i>	43
IV.3	BILAN	45
V	RECHERCHE DE GITES ARBORICOLES	47
V.1	MATERIEL ET METHODE	47
V.1.1	<i>Capture</i>	47

V.1.2	<i>Radiopistage</i>	47
V.2	RESULTATS	48
V.3	BILAN	49
VI	DISCUSSION	50
VI.1	PRESERVATION DES GITES	50
VI.1.1	<i>Gîtes avérés</i>	50
VI.1.2	<i>Prise en compte des gîtes potentiels</i>	50
VI.2	PRESERVATION DES HABITATS DE CHASSE ET DE DEPLACEMENT	50
VI.2.1	<i>Contexte intra-forestier</i>	50
VI.2.2	<i>Contexte extra-forestier</i>	53
VI.3	PRESERVATION DES OUVRAGES BATIS ET DES SOUTERRAINS	53
VI.4	SYNTHESE DES MESURES	54
VI.4.1	<i>Chronologie pour la mise en place de mesures en faveurs des chiroptères</i>	54
VI.4.2	<i>Exemple théorique :</i>	55
VI.5	INTERDICTION DE TRAITEMENTS	56
	CONCLUSION	57
VII	BIBLIOGRAPHIE	58
VIII	ANNEXES	61

I INTRODUCTION

Le Parc Naturel Régional de Lorraine (PNRL) a mandaté la CPEPESC Lorraine afin de réaliser une étude chiroptérologique des massifs forestiers situés à l'intérieur et à proximité des sites Natura 2000 FR4100222 « Lac de Madine et étang de Pannes » et FR4100219 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt de Romersberg et zones voisines ». Pour des raisons pratiques, ces sites Natura 2000 ont été nommés respectivement lors de l'appel d'offre lot n°1 et lot n°2.

Cette étude a deux objectifs : le premier est de réaliser un inventaire des chiroptères présents au niveau de la zone d'étude sur un cycle biologique complet. Le deuxième est d'évaluer l'influence de la gestion forestière sur les populations de chauves-souris.

Pour atteindre ces objectifs, une synthèse bibliographique est réalisée afin d'actualiser les connaissances sur les périmètres Natura 2000 ainsi que dans un rayon de 10 km autour de ceux-ci. Deux méthodologies de recherche acoustique sont mises en place, la première combine recherche active et passive afin de réaliser un inventaire chiroptérologique en période de transit printanier et automnal ainsi qu'en période d'estivage. La deuxième est réalisée en période d'estivage uniquement : des enregistreurs passifs sont positionnés selon un échantillonnage établi en fonction des données relatives à la gestion forestière des deux sites Natura 2000. En complément, une capture par site Natura 2000 est réalisée afin d'effectuer un suivi par radiopistage d'une espèce arboricole inscrite à l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore, dans l'objectif de découvrir une partie du réseau de gîtes qu'elle utilise.

Ce rapport présente les résultats de cette étude pour le site Natura 2000 FR4100219 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt de Romersberg et zones voisines » (lot n°2) qui a commencé en automne 2017.

II SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Dans le cadre du présent travail, la recherche s'est appuyée sur la base de données informatique gérée et alimentée par la CPEPESC Lorraine. Actuellement, la base de données de l'association comprend plus de 90 000 observations pour plus de 20 000 sites expertisés et géoréférencés au niveau lorrain.

II.1 Méthodologie

Afin de prendre en compte le contexte local et les capacités de déplacement des chiroptères, l'aire de recherche des données disponibles est étendue à un rayon de 10 km autour du périmètre strict du site Natura 2000 FR4100219 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt du Romersberg et zones voisines » (Figure 1).

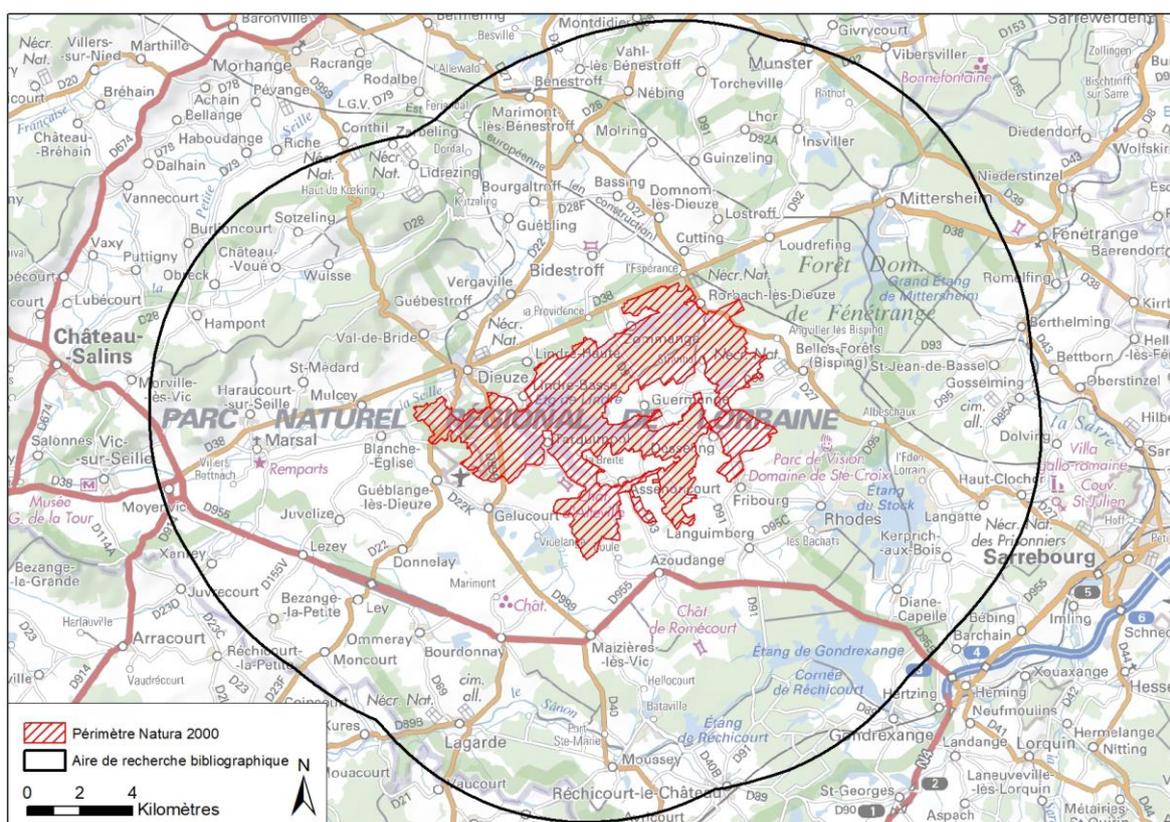


Figure 1 : Zone de recherche des données bibliographiques

Précisions concernant les données de chiroptères :

- Une observation correspond à la présence d'une espèce, dans un état reproducteur donné, en un site donné et à une date donnée. Ainsi, par exemple, la présence de cinq espèces différentes dans un même gîte lors d'un comptage hivernal se traduira par cinq observations distinctes. En revanche, la présence de 50 individus d'une même espèce présentant le même état reproducteur, comme par exemple des femelles gestantes, ne génère qu'une seule donnée.

- L'absence d'observation de chauve-souris lors d'une visite de site correspond également à une observation, dite "observation nulle".
- Un indice de présence est constitué par l'observation soit de cadavres, soit de traces de passage (guano, restes de repas, coulées d'urines, etc.).
- Le cycle biologique des chiroptères est constitué de quatre phases biorythmiques plus ou moins distinctes en fonction notamment des saisons :
 - L'hibernation : individus en léthargie hivernale.
 - L'estivage : individus présents en période estivale sans reproduction constatée.
 - La nurserie : individus en colonie de parturition (observation de femelles gestantes et/ou de jeunes non volants).
 - Le transit : autres cas, essentiellement en intersaison (automne et printemps), c'est-à-dire lorsque les individus sont en déplacement entre les gîtes d'été et ceux d'hiver.

II.2 Pression d'observation

La Figure 2 représente la répartition temporelle des données disponibles au sein et dans un rayon de 10 km autour du site Natura 2000 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt du Romersberg et zones voisines ».

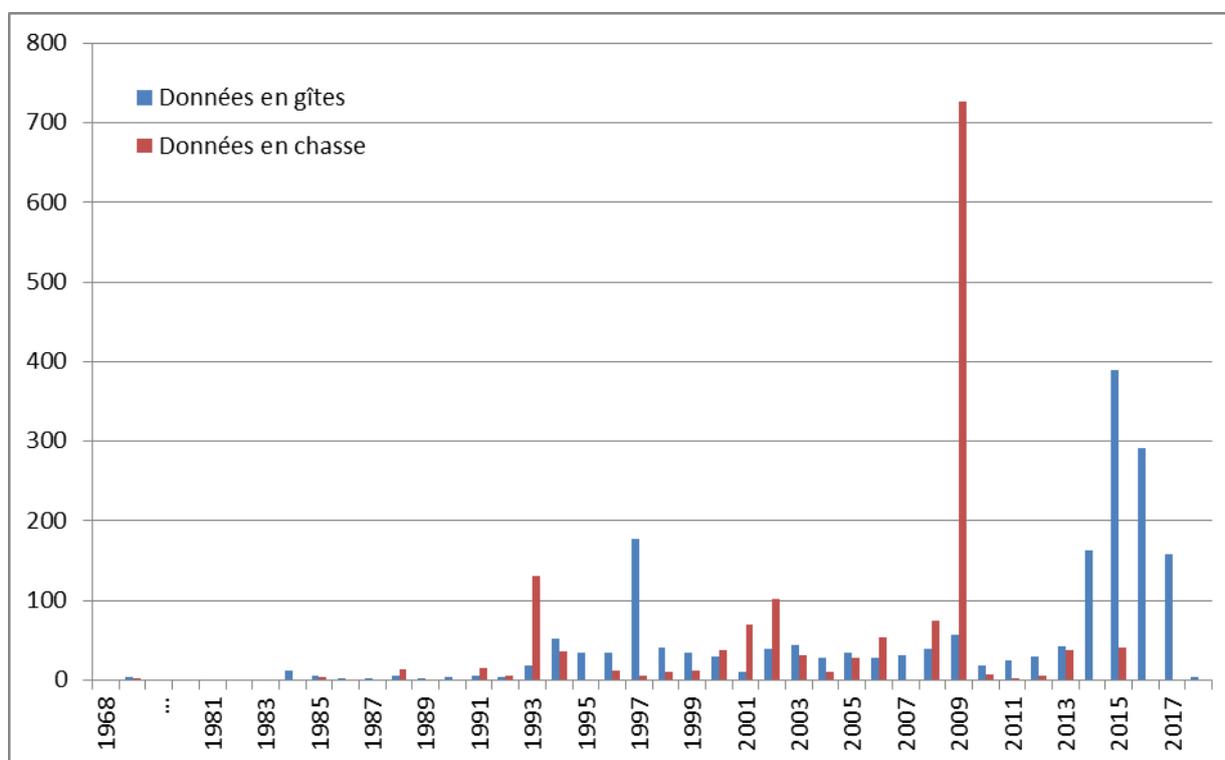


Figure 2 : Répartition temporelle des données dans l'aire de recherche

Les premières données datent de 1968-1969. La collecte de données dans le secteur concerné n'est pas régulière et reste très faible jusqu'en 1992. Le nombre maximum de

données collectées est atteint en 2009 (n=783) ; elles concernent majoritairement des données en vol (n=726). En revanche, c'est en 2015 que le nombre maximum de données en gîtes apparaît (n=389).

59% du jeu de données a moins de 10 ans et 81% moins de 20 ans. Le jeu de données est donc relativement récent.

La Figure 3 représente le nombre de visites par site expertisé dans la zone d'étude. Cela permet d'estimer la part de sites suivis. On note que la majorité des sites n'ont été visités qu'une seule fois (n=405, soit 71%). Le niveau de suivi des sites est donc faible. Ceci est habituel en Lorraine et reflète un fort effort de prospection. Les sites suivis correspondent presque exclusivement à des gîtes, car les terrains de chasse sont rarement expertisés plusieurs fois. Cependant, un site dispose à lui seul de données pour 890 dates. Il s'agit d'un souterrain artificiel construit en faveur des chauves-souris dans le cadre de la mise en place de la LGV. Un enregistreur automatique y est présent pour surveiller sa colonisation. Les sept sites pour lesquels le nombre de visites est compris entre 50 et 99 sont situés au sein du site Natura 2000. Il s'agit de gîtes artificiels.

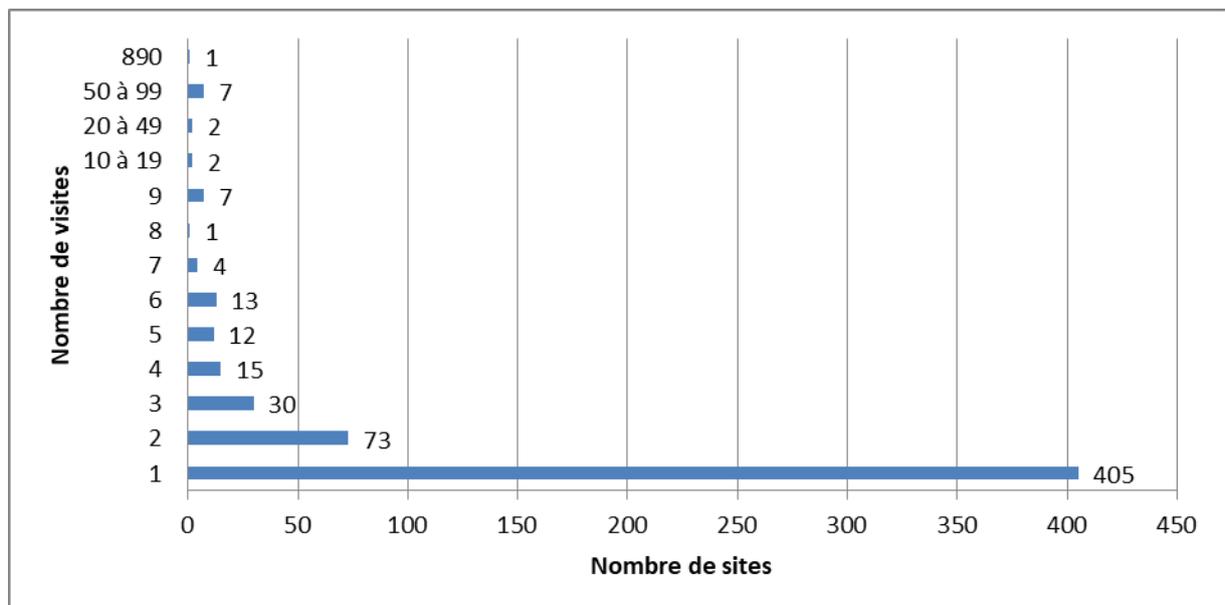


Figure 3 : Importance du suivi par site dans l'aire de recherche

Au sein de la zone d'étude, 3 391 données sont disponibles sur 572 sites (Tableau I). Cette pression d'observation peut être considérée comme très forte au regard de la pression d'observation globale en Lorraine. La pression n'est pas équivalente entre les deux zones : au regard de la surface, elle est bien plus forte au sein du site Natura 2000 que dans la zone autour.

Géographiquement, la répartition des données en vol est inégale (Figure 4). Il existe des zones de forte densité au nord et à l'est du site Natura 2000, en particulier le long de la LGV. Une partie de ces données correspond en effet à des études menées dans le cadre de sa mise en place. Les données en gîtes sont en revanche assez bien réparties.

La Figure 5 montre que la plupart des données concerne l'estivage et/ou le transit alors que les sites d'hibernation sont rares.

Tableau I : Pression d'observation par type de données et par biorythme dans l'aire de recherche

	Site Natura 2000		Zone de 10 km autour		Total	
	Nombre de sites	Nombre de données	Nombre de sites	Nombre de données	Nombre de sites	Nombre de données
Terrain de chasse	32	394	272	1120	304	1484
Estivage	21	274	202	793	223	1067
Transit	21	89	132	323	153	412
Observations nulles	1	1	4	4	5	5
Gîtes	17	540	241	1344	258	1884
Estivage	12	83	37	76	49	159
Nurserie			26	97	26	97
Transit	12	256	19	42	31	298
Hibernation	2	4	3	34	5	38
Observations nulles	13	95	102	983	115	1078
Guano	12	102	95	112	107	214
Cadavres			18	23	18	23
Total	49	904	523	2487	572	3391
Surface (km²)	53 6,9%		715 93,1%		768	
Taux / km²	0,92	17,1	0,73	3,48	0,74	4,42

Un site peut regrouper des chiroptères lors de différentes périodes de l'année.

Un gîte peut également regrouper différents types d'informations (gîtes et indices de présence).

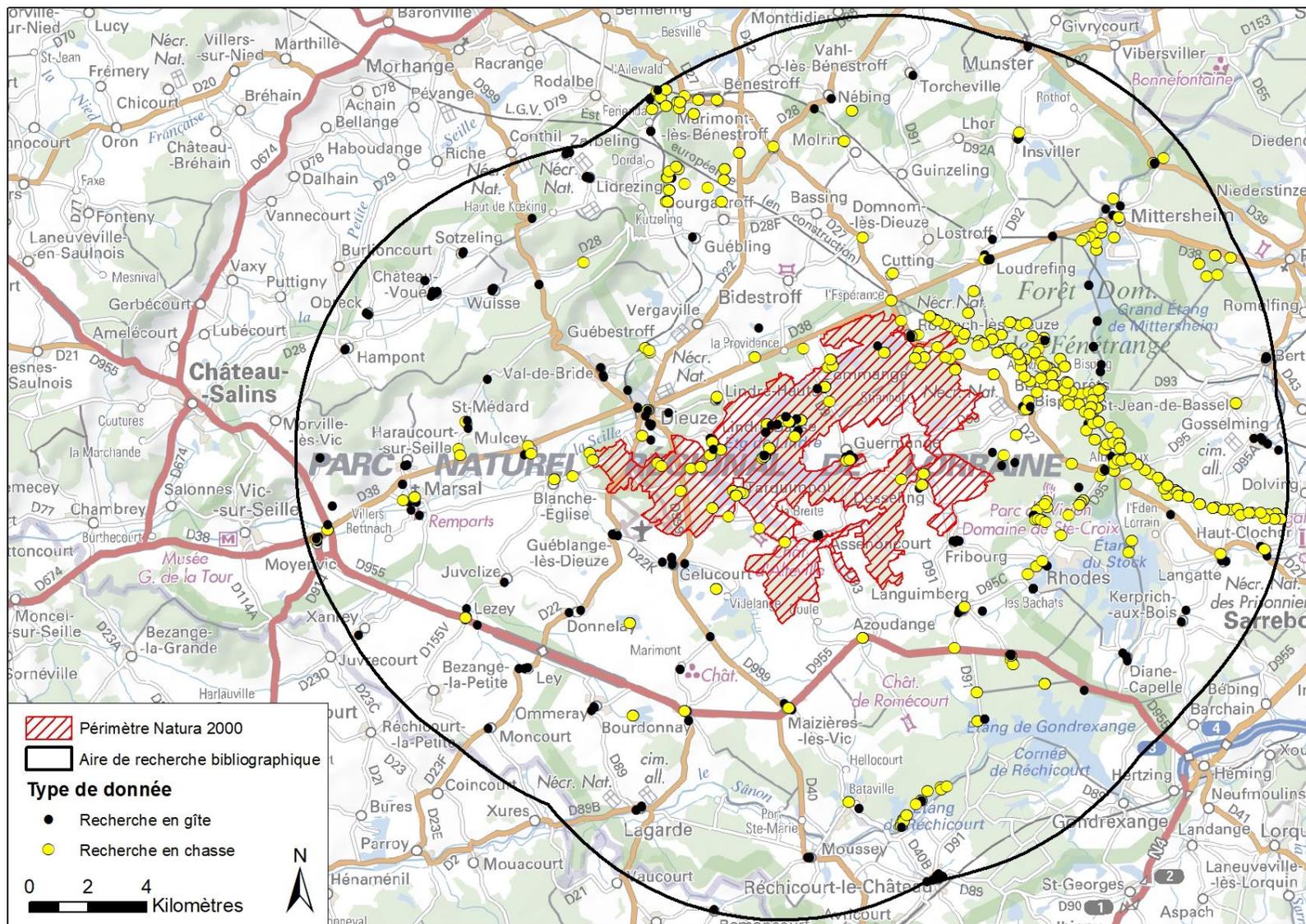


Figure 4 : Pression d'observation par type de recherche

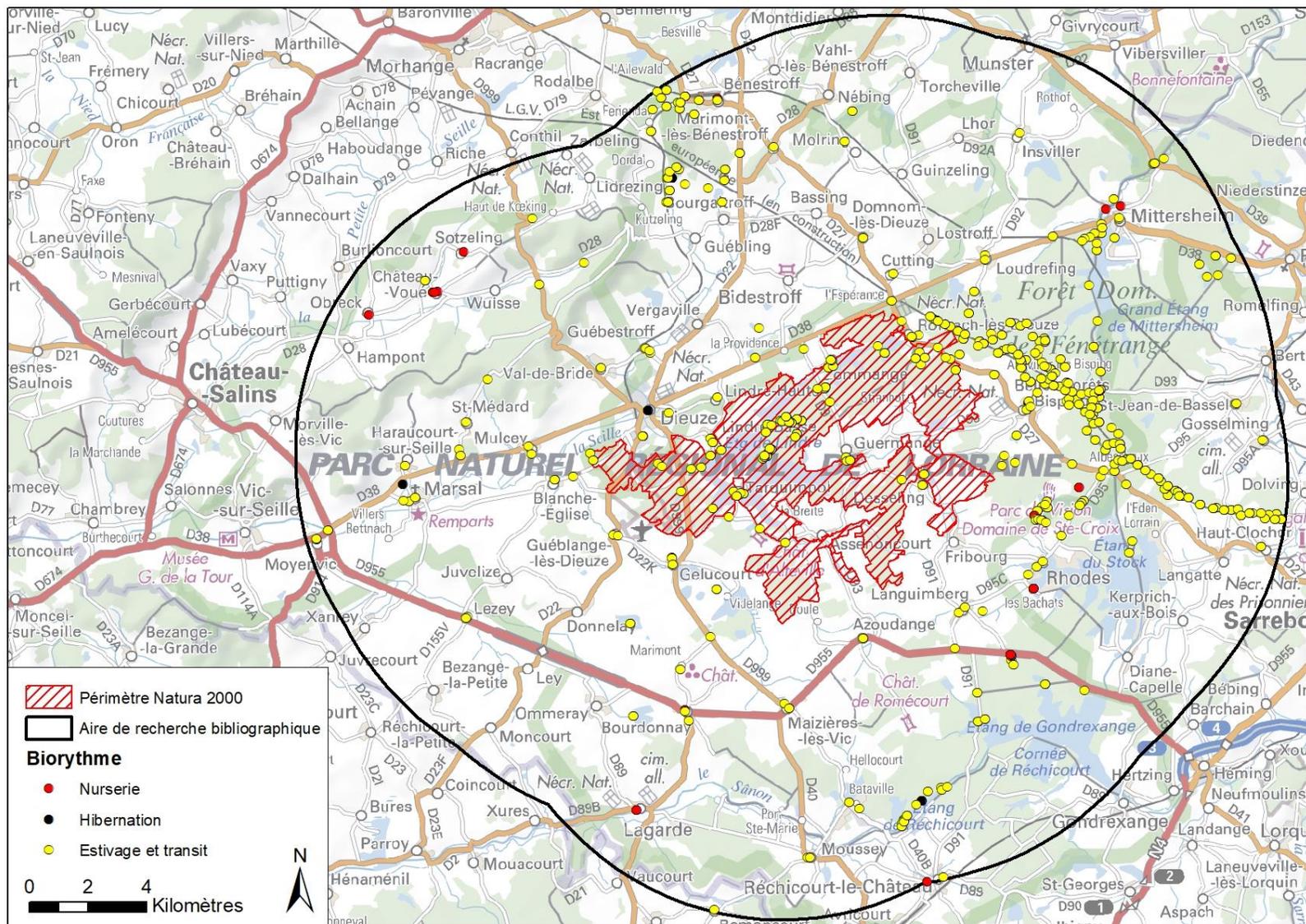


Figure 5 : Pression d'observation par biorythme

II.2.1 Recherche et suivi de gîtes

D'une manière générale en Lorraine, les recherches de gîtes sont nettement orientées vers les ponts et les bâtiments publics (mairie, école, église, lavoir, etc.) ainsi que vers les anciens ouvrages militaires (fortifications Vauban, fortifications Séré de Rivières, sapes de la Première Guerre Mondiale, ouvrages de la Ligne Maginot).

Dans la zone d'étude, ce sont en très grande majorité des bâtiments (83,83%) qui ont été prospectés (Figure 6). Les recherches en bâtiments concernent essentiellement les bâtiments publics mais aussi quelques bâtiments privés tels que des habitations, des fermes, des châteaux.

Les données en gîtes représentent 56% du jeu de données et ce sont les recherches infructueuses qui dominent avec 57% des données en gîtes. Le biorythme le mieux renseigné est le transit avec 16% des données en gîtes (Tableau I).

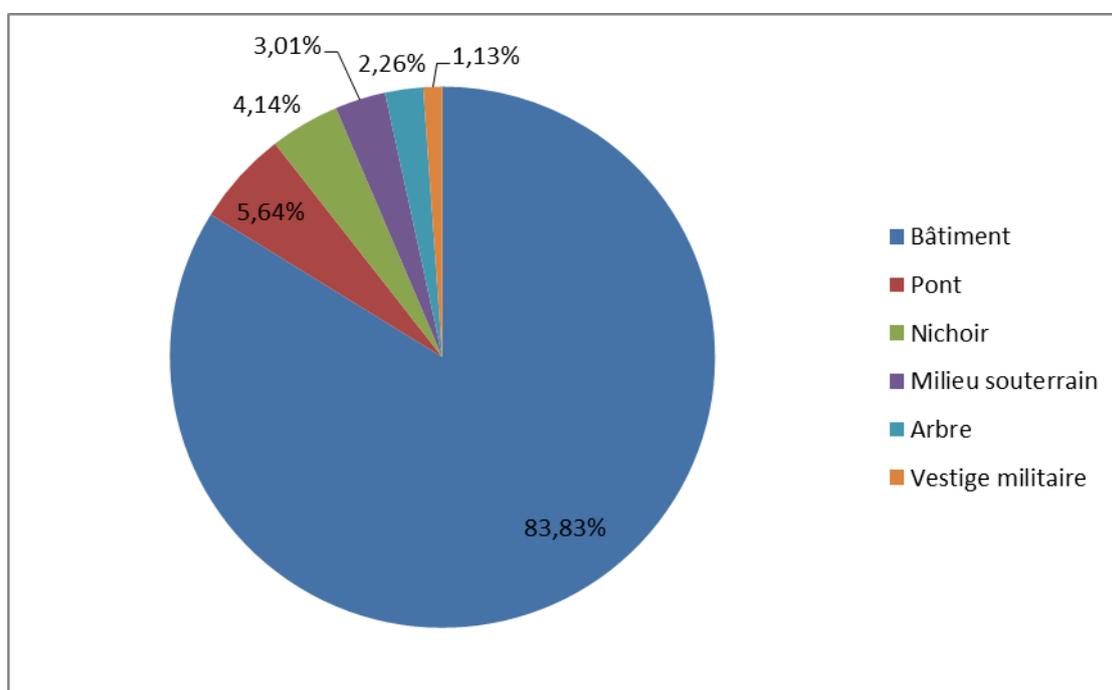


Figure 6 : Types de sites expertisés en recherche de gîtes

II.2.2 Données de chiroptères en vol

Les données concernant les chiroptères en vol de chasse sont généralement obtenues en Lorraine par l'utilisation du détecteur d'ultrasons, soit en mode expansion de temps pour les écoutes actives, soit en mode division de fréquence ou enregistrement direct pour les enregistrements automatiques.

Dans la zone d'étude, c'est en forêt (31,91%) puis le long des lisières (23,36%) que les données ont été récoltées en majorité (Figure 7).

Les observations en vol représentent 44% du jeu de données et celles réalisées en période estivale sont majoritaires (72% des données en vol) (Tableau I).

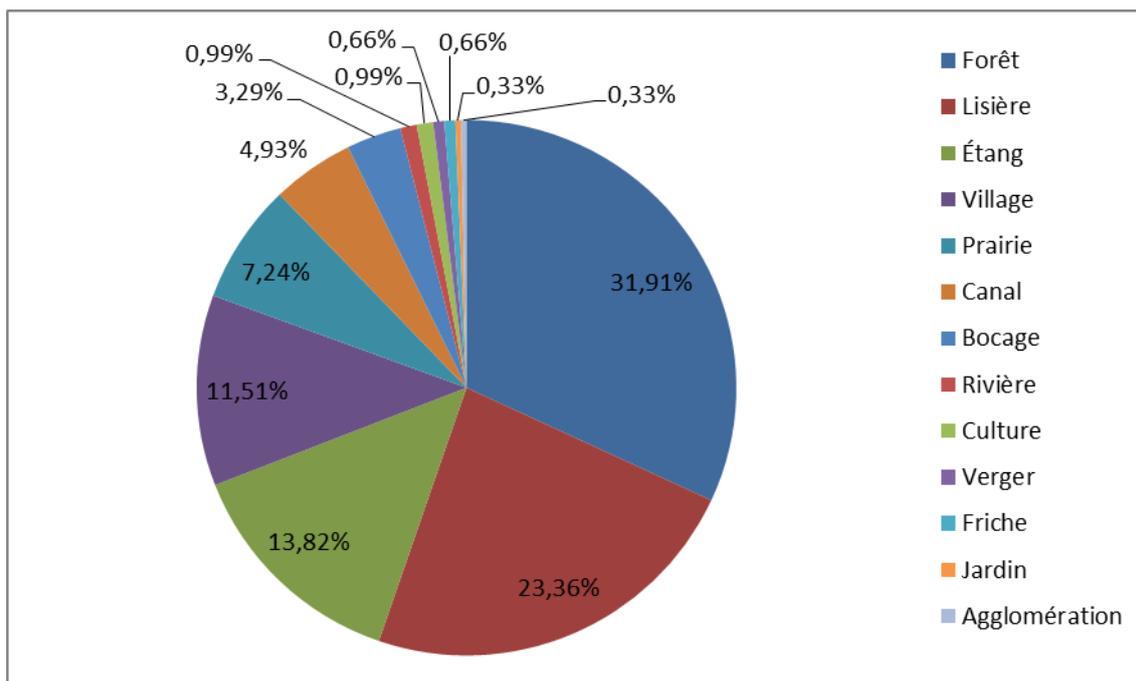


Figure 7 : Types de sites expertisés en recherche en chasse

II.3 Richesse spécifique et niveau de présence des espèces dans chaque zone

II.3.1 Site Natura 2000

Au sein du site Natura 2000, treize espèces de chiroptères, dont deux inscrites à l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore (HFF), sont recensées (Tableau II et Tableau III).

Tableau II : Richesse et diversité spécifiques par statut biologique en gîtes au sein du site Natura 2000

Espèce (nom vernaculaire)	Estivage		Hibernation		Nurserie		Transit	
	Nombre de sites	Effectifs max. cumulés						
Vespertilion de Daubenton	2	3					4	14
Vespertilion de Natterer	5	6					4	5
Vespertilion de Bechstein	5	5					6	6
Vespertilion indéterminé	1	10						
Noctule commune	1	13	1	22				
Pipistrelle commune	6	10					7	55
Pipistrelle pygmée	1	1					3	11
Pipistrelle de Nathusius	7	42	1	5			12	112
Pipistrelle indéterminée							4	1
Oreillard roux	2	2					3	19

En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces. * cadavre

Huit de ces espèces ont été observées en gîtes (Tableau II). Au sein du site Natura 2000, la plupart des gîtes connus sont des gîtes artificiels ("nichoirs") mis en place dans des arbres en forêt domaniale du Romersberg. Les premiers ont été mis en place en 1994 (Schwaab, 1994, 1995, 2002) et ils sont suivis chaque année afin d'étudier le cortège d'espèces de la forêt (Jouan, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017).

L'espèce qui totalise les plus forts effectifs est la Pipistrelle de Nathusius (*Pipistrellus nathusii*), ce qui est très inhabituel en Lorraine. En effet, cette espèce migratrice, bien que régulièrement contactée en vol, notamment en période de transit, est rarement observée en gîtes. Mais ici elle occupe largement les gîtes artificiels, principalement en période de transit automnal, ce qui correspond sans doute à une halte migratoire. Quelques individus ont aussi été observés dans des affûts de chasse et en hibernation dans un arbre abattu. Cependant, la découverte de femelles gestantes en 2013 permet de penser qu'une partie de la population se reproduit dans le secteur.

La Noctule commune (*Nyctalus noctula*) a été observée dans des arbres : en hibernation, il s'agissait d'un arbre abattu ; en estivage, elles ont été observées en sortie de gîte. La dizaine de Vespertillons indéterminés (*Myotis sp.*) a été trouvée sous le toit d'une maison à Zommange. Mis à part un Vespertillon de Natterer (*Myotis nattereri*) présent dans une cabane de pêche à Zommange, toutes les autres observations concernent les gîtes artificiels.

On peut souligner la présence de la Pipistrelle pygmée (*Pipistrellus pygmaeus*), espèce plutôt rare en Lorraine et principalement contactée en vol.

Tableau III : Richesse et diversité spécifiques par statut biologique en chasse au sein du site Natura 2000

Espèce (nom vernaculaire)	Nombre de sites en estivage	Nombre de sites en transit
Vespertillon de Daubenton	15	13
Vespertillon à moustaches	9	3
V. à moustaches/de Brandt	1	
Vespertillon de Natterer	7	1
Vespertillon de Bechstein	1	
Vespertillon indéterminé	5	1
Grand Murin	2	
Noctule commune	14	11
Noctule de Leisler	11	2
Pipistrelle commune	18	20
Pipistrelle de Nathusius	9	5
Sérotine commune	6	7
Oreillard roux	1	
Oreillard gris	1	
Oreillard indéterminé	3	

En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces.

Douze espèces ont été contactées en vol (Tableau III). L'espèce contactée sur le plus grand nombre de sites est la Pipistrelle commune (*Pipistrellus pipistrellus*), suivie par le Vespertillon de Daubenton (*Myotis daubentonii*) et la Noctule commune. Les écoutes ont été réalisées principalement en forêt et au bord de l'étang de Lindre.

Des indices de reproduction (femelles gestantes ou allaitantes) ont été trouvés pour le Vespertilion de Daubenton, le Vespertilion de Natterer, le Grand Murin (*Myotis myotis*), la Pipistrelle de Nathusius, l'Oreillard roux (*Plecotus auritus*) et l'Oreillard gris (*Plecotus austriacus*). Il est donc probable que des colonies de mise bas soient présentes à proximité pour ces espèces.

II.3.2 Zone de 10 km autour du site Natura 2000

Vingt espèces de chiroptères, dont six sont inscrites à l'annexe II de la directive HFF, sont recensées dans un rayon de 10 km autour du site Natura 2000 (Tableau IV et Tableau V).

Seize d'entre elles ont été observées en gîtes (Tableau IV).

Tableau IV : Richesse et diversité spécifiques par statut biologique en gîtes de 0 à 10 km du site Natura 2000

Espèce (nom vernaculaire)	Estivage		Hibernation		Nurserie		Transit	
	Nombre de sites	Effectifs max. cumulés						
Petit Rhinolophe							1	1
Grand Rhinolophe	1	1						
Vespertilion de Daubenton	2	2	1	4	1	27	2	6
Vespertilion de Brandt							1	3
Vespertilion à moustaches			1	4	1	30	3	11
V. à moustaches/de Brandt							1	1
Vespertilion de Natterer			1	1	1	19	1	1
Vespertilion à oreilles échanquées	1	1						
Vespertilion de Bechstein			1	1				
Vespertilion indéterminé	4	5			1	10	1	1
Grand Murin	7	69	1	3	5	3041	4	438
Noctule commune	1	1	1	20*				
Pipistrelle commune	14	259	1	2	16	1432	10	249
Pipistrelle de Nathusius							1	3
Pipistrelle indéterminée			1	1				
Sérotine commune	4	42	1	1*	2	130	2	2
Barbastelle d'Europe							2	5
Oreillard roux	2	2	1	2	1	41	2	5
Oreillard gris	1	1	1	1				
Oreillard indéterminé	4	9	1	3			2	3

En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces. * cadavre

L'espèce qui présente le plus fort effectif est le Grand Murin, avec plus de 3 000 individus répartis dans cinq nurseries. Celles-ci, situées dans des bâtiments et un pont à voussoir, sont réparties au nord et à l'est du site Natura 2000. Les deux au nord sont situées à Bénestroff mais l'une d'elle, malgré son classement en Arrêté de Protection de Biotope, n'est plus active depuis 1990. Il est probable que la centaine d'individus observée dans ce site se soit

reportée dans le second, découvert en 2008 et totalisant jusqu'à 2 425 individus. Cette colonie est classée d'intérêt national d'après la méthode de hiérarchisation des gîtes mise en place dans le cadre du Plan National d'Actions en faveur des Chiroptères (Tapiero *et al.*, 2013) et le site héberge aussi une nurserie d'Oreillard roux. Les trois nurseries de Grand Murin situées à l'est sont moins populeuses avec au maximum 200 individus ; deux d'entre elles bénéficient du label « Refuge pour les chauves-souris ».

Vient ensuite la Pipistrelle commune avec seize nurseries totalisant 1 432 individus. Elles sont toutes situées dans des bâtiments et sont réparties sur la zone d'étude.

Deux colonies de parturition de Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) sont connues au sud du site Natura 2000. Toutes les autres nurseries connues sont situées à l'est du site Natura 2000. Celles de Vespertilion de Daubenton et de Vespertilion de Natterer occupent des arbres creux tandis que celle de Vespertilion à moustaches (*Myotis mystacinus*) occupe un bâtiment.

Très peu de données d'hibernation sont disponibles dans cette zone. Elles concernent presque toutes une carrière souterraine à Guébling, à part l'Oreillard gris vu dans un fort à l'ouest du site Natura 2000, la Pipistrelle indéterminée (*Pipistrellus sp.*) vue dans une ancienne maison éclusière au sud, la Sérotine commune trouvée dans une maison à Dieuze et les Noctules communes découvertes dans un arbre abattu à Belles-Forêts.

Tableau V : Richesse et diversité spécifiques par statut biologique en chasse de 0 à 10 km du site Natura 2000

Espèce (nom vernaculaire)	Nombre de sites en estivage	Nombre de sites en transit
Grand Rhinolophe		1
Vespertilion de Daubenton	55	27
Vespertilion de Brandt	11	12
Vespertilion à moustaches	25	9
Vespertilion d'Alcathoe	13	3
V. à moustaches/Alcathoe	1	
Vespertilion de Natterer	33	7
Vespertilion à oreilles échancrées	3	1
Vespertilion de Bechstein	14	5
Vespertilion indéterminé	14	3
Grand Murin	44	15
Noctule commune	71	30
Noctule de Leisler	35	6
Noctule indéterminée	1	1
Pipistrelle commune	171	112
Pipistrelle pygmée	3	1
Pipistrelle de Nathusius	21	20
Pipistrelle de Nathusius/Kuhl	10	9
Sérotine commune	62	17
Sérotine boréale		1
Barbastelle d'Europe	21	11
Oreillard roux		1
Oreillard gris	1	
Oreillard indéterminé	15	4

En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces.

En vol, 19 espèces ont été contactées (Tableau V).

C'est sans conteste la Pipistrelle commune qui a été contactée sur le plus grand nombre de sites, aussi bien en estivage qu'en transit. C'est ensuite la Noctule commune et la Sérotine commune qui ont été les plus contactées. Ces résultats sont habituels en Lorraine, ces espèces ayant une large répartition et une meilleure détectabilité que les Vespertillons (*Myotis sp.*), les Rhinolophes (*Rhinolophus sp.*) et les Oreillards (*Plecotus sp.*).

En complément, des indices de reproduction (femelles gestantes ou allaitantes) ont été trouvés pour le Vespertilion d'Alcathoe (*Myotis alcathoe*) et l'Oreillard gris, suggérant la présence dans le secteur de colonies de mise bas pour ces espèces.

II.4 Bilan

La pression d'observation dans la zone d'étude est très forte, notamment au sein du site Natura 2000, ce qui permet une bonne connaissance du cortège d'espèces présentes. Cette pression d'observation est assez équilibrée entre les données en gîtes et les données en vol.

D'après les données disponibles, treize espèces sont recensées au sein du site Natura 2000 FR4100219 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt du Romersberg et zones voisines » et vingt ont été observées dans un rayon de 10 km. Au vu des capacités de déplacement des chiroptères, ces vingt espèces sont susceptibles de fréquenter le site Natura 2000. Cette richesse spécifique est considérée en Lorraine comme très forte.

Les données concernant la Pipistrelle de Nathusius et la Pipistrelle pygmée au sein du site Natura 2000 sont remarquables pour la Lorraine car il s'agit des seuls gîtes connus et régulièrement occupés pour ces deux espèces. De plus, la présence avérée de femelles gestantes de Pipistrelle de Nathusius suggère la possibilité de colonies de mise bas dans le secteur. A ce jour, des nurseries ne sont connues pour cette espèce qu'en Champagne-Ardenne et en Bretagne (Parise, Galand and Hervé, 2012; Le Campion and Dubos, 2017).

Autour du site Natura 2000, on trouve une forte population reproductrice de Grand Murin, espèce qui chasse régulièrement en forêt.

Concernant les espèces arboricoles, la plupart sont connues en vol, quelques arbres-gîtes sont recensés pour quatre d'entre elles.

Très peu de gîtes d'hivernation sont connus dans le secteur.

III INVENTAIRE DES ESPECES DE CHIROPTERES SUR UN CYCLE BIOLOGIQUE COMPLET

III.1 Méthodologie

Des méthodes acoustiques actives et passives complémentaires sont utilisées pour cette étude. Elles permettent après écoute et analyse des sons émis par les chauves-souris de les identifier à l'espèce ou au groupe d'espèces. C'est cette technique qui a été choisie pour réaliser un inventaire au sein des forêts situées à l'intérieur du site Natura 2000 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt de Romersberg et zones voisines » ainsi que des massifs forestiers adjacents (lot n°2).

III.1.1 En périodes de transit automnal et printanier

III.1.1.1. Recherche acoustique active

Des recherches acoustiques actives ont lieu en périodes de transit automnal et printanier. A chacune de ces périodes, deux transects pédestres sont réalisés. Un au niveau de la forêt domaniale du Romersberg et un autre au niveau de la forêt domaniale Saint-Jean. Les parcours nocturnes sont choisis sur avis d'expert afin de prospecter des milieux forestiers diversifiés et à proximité de milieux aquatiques, maximisant ainsi les chances de contacter une grande richesse spécifique (Figure 9).

Des détecteurs manuels de modèles D980 et D240X de la marque Pettersson Elektronik sont utilisés. Les opérateurs sont également munis de détecteurs Magenta Bat5 réglés sur 110 Khz afin de capter d'éventuels cris d'écholocation de Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*).

En cas de besoin, des enregistreurs de la marque Roland model R-05 sont utilisés pour enregistrer des séquences acoustiques en expansion de temps X10. Ces séquences seront analysées ultérieurement afin de confirmer/préciser l'identification (III.1.3).

III.1.1.2. Recherche acoustique passive

Des enregistreurs acoustiques passifs sont positionnés afin d'avoir ponctuellement un effort de recherche plus important et ainsi augmenter la probabilité d'inventorier des espèces rares ou difficilement détectables. Ces enregistreurs sont du modèle Song Meter 4 Bat Full Spectrum (SM4) de la marque Wildlife Acoustics.

Durant les périodes de transit automnal et printanier, quatre soirées d'enregistrement sont réalisées pour chacune des périodes au sein du site Natura 2000 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt de Romersberg et zones voisines » (lot n°2) (Figure 9).



Figure 8 : Ecotone forêt - milieu aquatique

Le positionnement des appareils est choisi sur avis d'expert dans des secteurs susceptibles d'accueillir une grande richesse spécifique de chiroptères aussi bien durant leurs déplacements que durant la chasse. Les écotones entre le milieu forestier et les milieux aquatiques sont privilégiés (Figure 8 Figure 9).

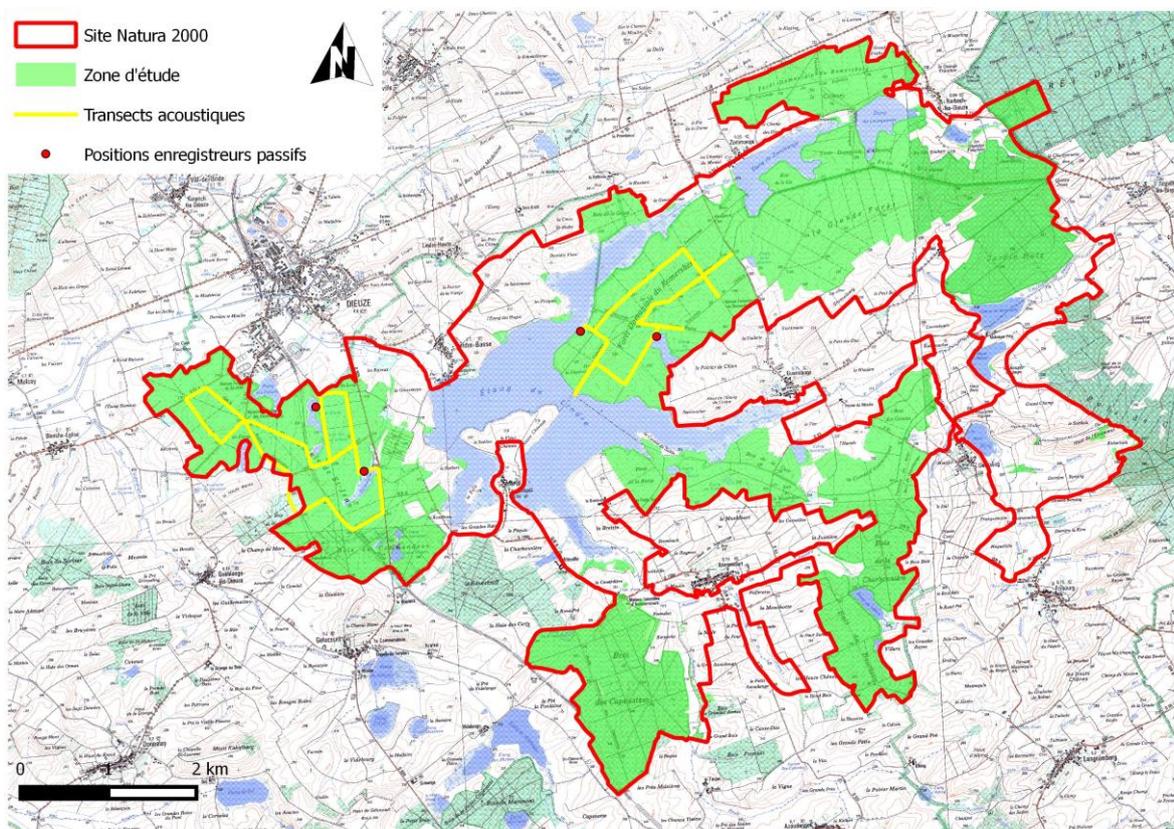


Figure 9 : Effort de recherche en périodes de transit dans la zone d'étude (lot n°2)

III.1.2 En période d'estivage

III.1.2.1. Recherche acoustique active

En période d'estivage, 11 transects acoustiques sont réalisés dans le site Natura 2000 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt de Romersberg et zones voisines » (lot n°2) sur un total de 15 transects réalisés sur l'ensemble des deux sites Natura 2000 (lots n°1 et 2). La répartition du nombre de transects est proportionnelle à la surface forestière sur chacun des deux sites Natura 2000.

Les recherches acoustiques sont réalisées selon la même méthodologie et avec le même matériel qu'en périodes de transit automnal et printanier. Le nombre de transects prévus permet de prospecter l'ensemble des principaux massifs forestiers concernés par l'étude (Figure 10).

III.1.2.2. Recherche acoustique passive

Des enregistreurs acoustiques passifs sont également utilisés en période d'estivage pour compléter l'inventaire des chiroptères. Leur positionnement est déterminé selon un échantillonnage décrit dans la partie IV.1.4 afin de mesurer l'influence de la proximité avec les milieux aquatiques et de la gestion forestière sur l'activité des chiroptères. Au total, 44 nuits d'enregistrements ont été réalisées en période d'estivage au sein du site Natura 2000 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt de Romersberg et zones voisines » (lot n°2).

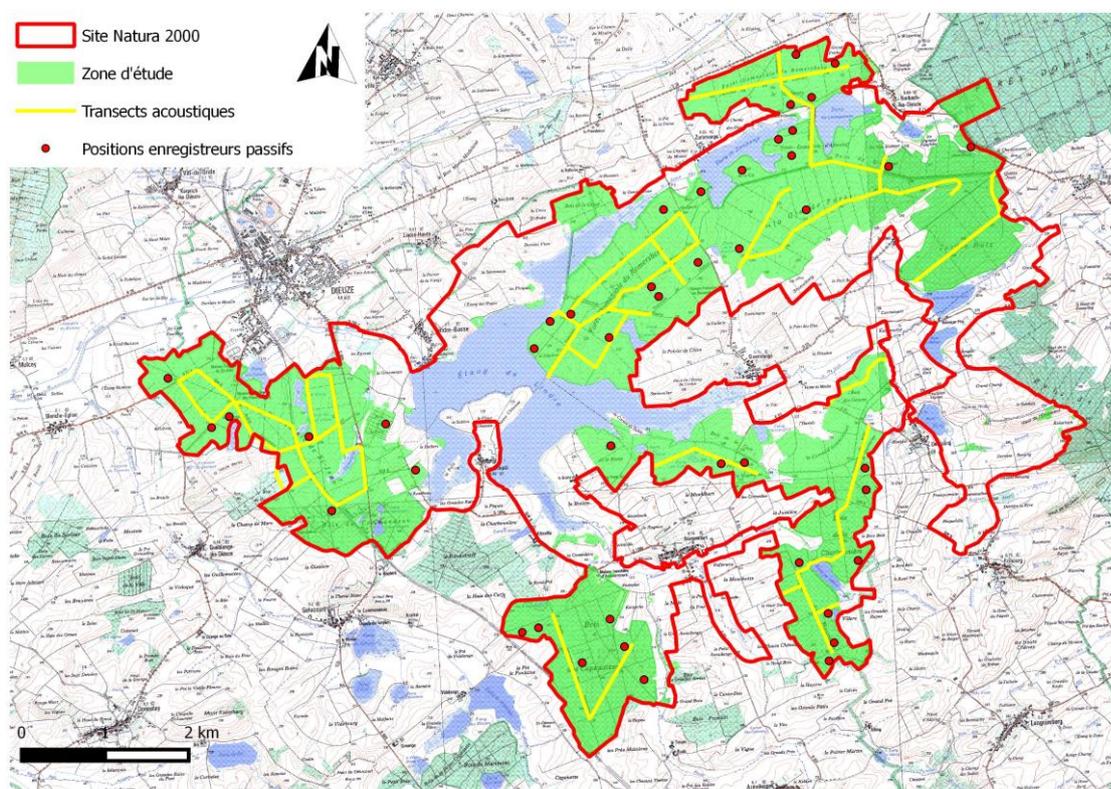


Figure 10 : Effort de recherche en période d'estivage dans la zone d'étude (lot n°2)

III.1.3 Traitement des données acoustiques

Les enregistrements réalisés sont analysés sur le logiciel Batsound de la marque Pettersson Elektronik selon la clef d'identification acoustique des chiroptères élaborée par Michel Barataud (Barataud, 2012). Concernant les enregistreurs passifs qui génèrent une quantité importante de données, les fichiers acoustiques sont tout d'abord convertis en fichiers .zc grâce au logiciel Kaleidoscope de Wildlife Acoustics puis pré-triés sur le logiciel Anlook de Titley Scientific. Les fichiers présentant les meilleures chances d'aboutir à une détermination à l'espèce sont ensuite analysés sur le logiciel Batsound (nombre de cris important, récurrence forte, présence de cris sociaux, etc.).

III.1.4 Analyse statistique : bootstrapping

Afin de savoir si l'inventaire réalisé en période d'estivage est exhaustif et si l'effort de recherche a été suffisant, une analyse est réalisée sur les données issues des enregistreurs passifs. La méthode de ré-échantillonnage appelée bootstrapping permet de réaliser une courbe d'accumulation représentant le nombre moyen d'espèces contactées pour un effort de recherche donné (Reese, 2012). Les données d'occurrence des espèces pour chacune des nuits d'étude sont utilisées. Le ré-échantillonnage du bootstrap est réalisé avec remise. Cette analyse est réalisée avec le logiciel EstimateS.

III.2 Résultats

III.2.1 Effort de recherche

La courbe d'accumulation du nombre moyen d'espèces identifiées par nuit d'enregistrement peut être comparée à une courbe logarithmique tendant vers une asymptote horizontale de valeur 15. Cette caractéristique est le signe que l'effort de recherche permettant un inventaire optimal en fonction de la méthodologie employée a été atteint (Rodrigues *et al.*, 2015). Selon cette courbe théorique, 95% de la richesse spécifique maximum observée sur la zone d'étude a été identifiée au bout de 14 nuits d'enregistrement (Figure 11).

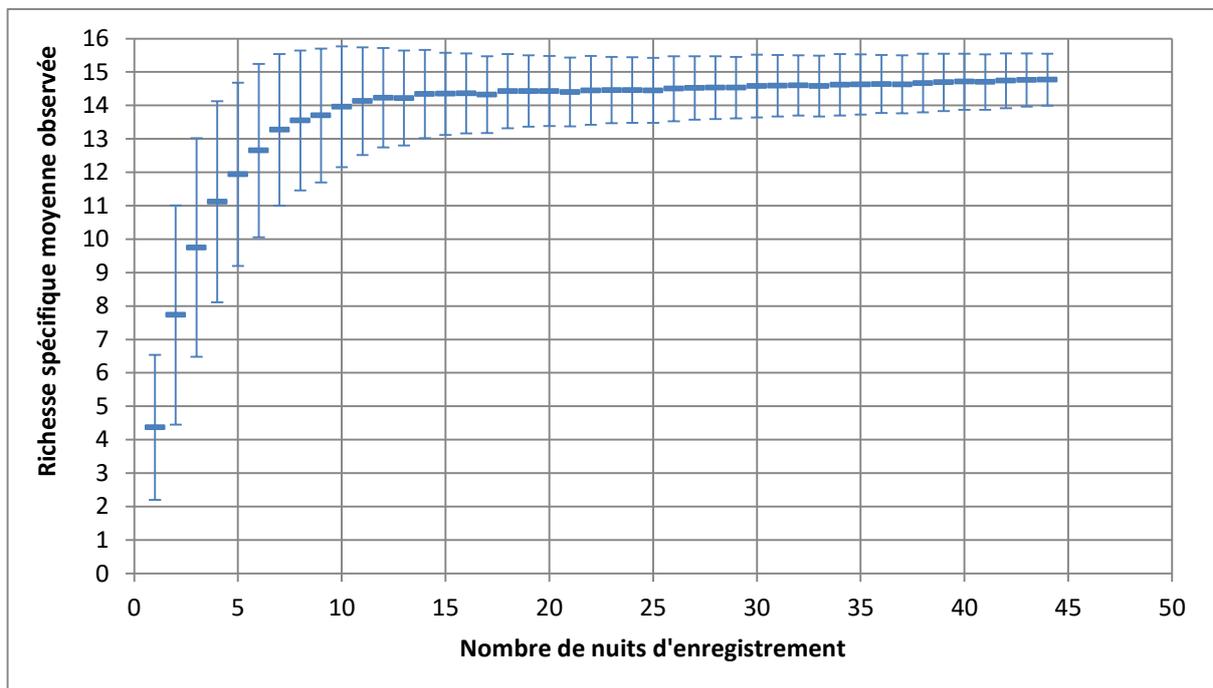


Figure 11 : Occurrences des espèces de chiroptères observées grâce aux enregistreurs passifs en période d'estivage (lot n°2)

Au total 709 observations ont été réalisées durant cette étude sur le lot n°2 : 387 données acoustiques actives ont été récoltées ainsi que 322 données acoustiques passives (Figure 12).

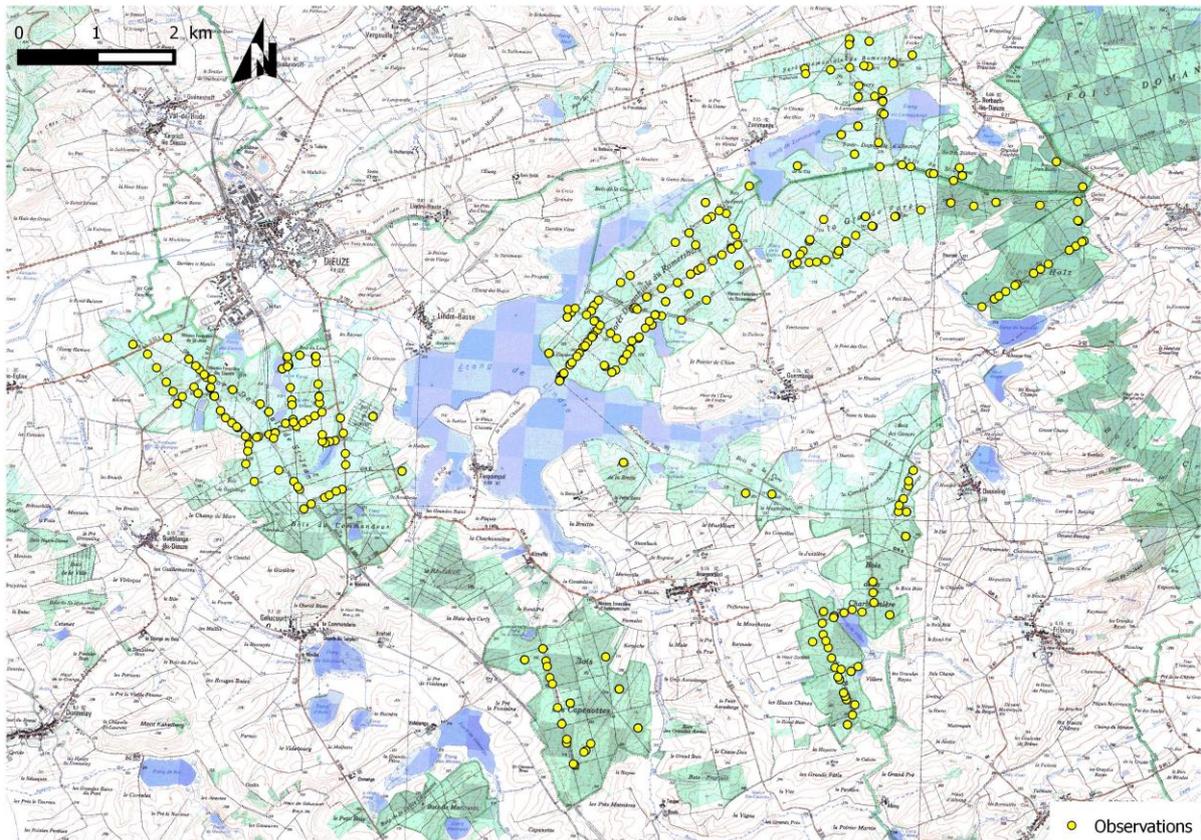


Figure 12 : Localisation des données recueillies lors de l'étude (lot n°2)

III.2.2 Richesse spécifique

Au total, 16 espèces de chauves-souris et 6 groupes d'espèces ont été identifiés sur la zone d'étude grâce aux recherches acoustiques actives et passives. Le groupe le mieux représenté est celui des Vespertilions avec 7 espèces identifiées dont le Grand Murin ainsi que le Vespertilion de Bechstein. Deux espèces de Noctules (*Nyctalus sp.*) ainsi que la Sérotine commune sont bien présentes sur le site d'étude. Parmi ces 3 espèces, c'est la Noctule commune qui est la mieux représentée avec 37 occurrences sur les 44 points d'écoute réalisés avec les enregistreurs passifs. Trois espèces de Pipistrelles sont également présentes sur les 4 connues dans le Grand Est. L'Oreillard roux et l'Oreillard gris sont tous deux présents ainsi que la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*). Malgré un effort de recherche considérable, cette étude n'a pas permis de constater la présence du Petit Rhinolophe, ni du Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*), deux espèces chassant en milieu forestier mais en limite d'aire de répartition dans ce secteur (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

La richesse spécifique entre la période de transit printanier et la période d'estivage est quasi similaire avec seulement deux espèces identifiées en plus durant la période d'estivage, le Vespertilion de Natterer et le Vespertilion de Bechstein (*Myotis bechsteinii*). Seulement 10 espèces ont été identifiées en période automnale. Le groupe Pipistrelles de Nathusius / Kuhl (*Pipistrellus kuhlii*) ainsi que le groupe des Oreillards ont été détectés mais aucune espèce appartenant à ces deux groupes n'a été précisée. Trois espèces de Vespertilions n'ont pas

été identifiés à cette période : les Vespertillons d'Alcathoe, à moustaches et de Bechstein. La Pipistrelle pygmée a été observée en automne avec un phénomène de parade très important au niveau de la forêt du Romersberg et l'émission de nombreux cris sociaux.

Tableau 6 : Espèces inventoriées en fonction de la saison (lot n°2)

Espèce (nom vernaculaire)	Transit printanier	Estivage	Transit automnal
Vespertilion de Daubenton	X	X	X
Vespertilion de Brandt	X	X	X
Vespertilion à moustaches	X	X	
Vespertilion d'Alcathoe	X	X	
Vespertilion de Natterer		X	X
Vespertilion de Bechstein		X	
Vespertilion indéterminé	X	X	X
Grand Murin	X	X	X
Noctule commune	X	X	X
Noctule de Leisler	X	X	X
Noctule indéterminée	X	X	
Pipistrelle commune	X	X	X
Pipistrelle pygmée	X	X	X
Pipistrelle de Nathusius	X	X	
Pipistrelle de Nathusius/Kuhl	X	X	X
Pipistrelle indéterminée	X	X	X
Sérotine commune	X	X	X
Groupe Noctule/Sérotine indéterminées	X	X	X
Barbastelle d'Europe	X	X	X
Oreillard roux	X	X	
Oreillard gris	X	X	
Oreillard indéterminé	X		X
Nombre d'espèces et groupes d'espèces	20	21	15
Nombre d'espèces	14	16	10

En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces.

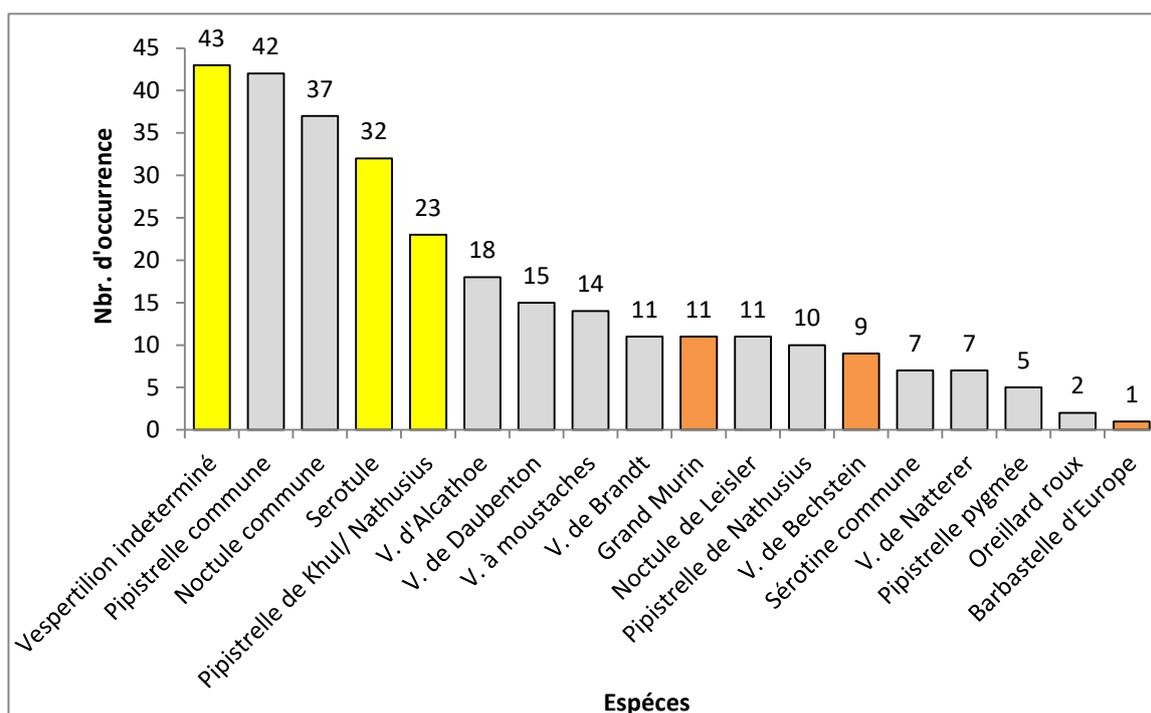
Durant les prospections, une colonie de Pipistrelle commune a été découverte sous la toiture de la cabane de chasse du massif forestier du Romersberg. 30 individus ont été observés en sortie de gîte le 19/06/2018.



Figure 13 : Cabane de chasse de la forêt domaniale du Romersberg

III.2.3 Occurrences et abondance relative des espèces

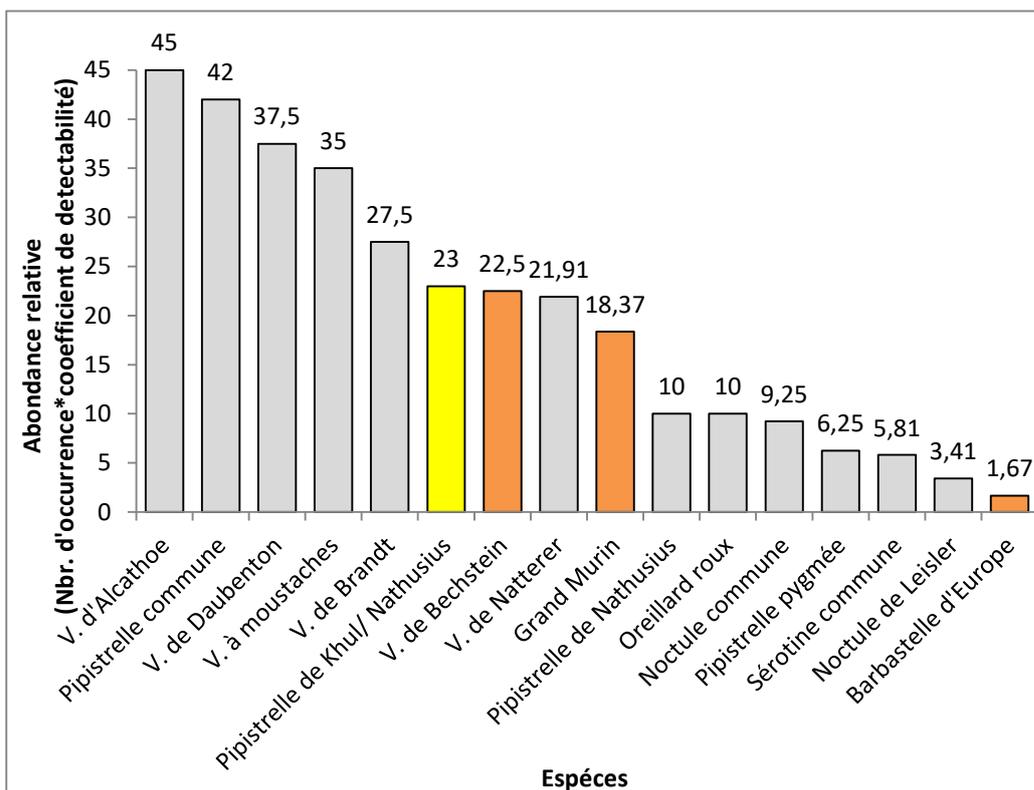
Les données issues des enregistreurs passifs durant la période d'estivage nous renseignent sur l'occurrence des espèces dans la zone d'étude du lot n°2. La Pipistrelle commune ainsi que la Noctule commune sont respectivement la première et la deuxième espèce pour laquelle le nombre d'occurrences est le plus élevé (Figure 14). Elles ont été identifiées sur la quasi-totalité des sites d'enregistrements. On retrouve le groupe des Vespertilions indéterminés sur 43 nuits d'enregistrement sur les 44 réalisées. Cependant aucune espèce de Vespertilions n'a été précisée sur plus de la moitié des points d'écoute. Le Vespertilion le mieux représenté est le Vespertilion d'Alcathoe et le moins bien représenté le Vespertilion de Natterer. La Barbastelle d'Europe arrive en dernière position avec une seule occurrence sur l'ensemble des points d'écoute.



En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces.

Figure 14 : Occurrences des espèces de chiroptères observées grâce aux enregistreurs passifs en période d'estivage (lot n°2)

En intégrant un coefficient de détectabilité défini par Barataud (Barataud, 2012), on observe que l'abondance relative de certaines espèces est nettement sous-estimée. C'est le cas du Vespertilion d'Alcathoe qui devient l'espèce la plus abondante sur la zone d'étude du lot n°2 (Figure 15), alors qu'il a été contacté sur 18 des 44 points d'écoute réalisés (Figure 14). En excluant les groupes d'espèces, la Noctule commune passe de la 2^{ème} position en termes d'occurrences (Figure 14) à la 11^{ème} position quand on applique le coefficient de détectabilité (Figure 15). On observe que le Vespertilion de Bechstein et le Grand Murin, espèces de l'annexe II de la directive 92/43/CEE, arrivent en 6^{ème} et 8^{ème} position des espèces les plus abondantes sur les 15 recensées grâce aux enregistreurs passifs en période d'estivage (Figure 15). La Barbastelle d'Europe reste cependant en dernière position, ce qui confirme la faible abondance de cette espèce sur la zone d'étude.



En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces

Figure 15 : Abondance relative des espèces observées grâce aux enregistreurs passifs en période d'estivage (lot n°2)

III.3 Bilan

Au total, 16 espèces ont été identifiées sur la zone d'étude. 80% des espèces données comme potentiellement présentes par la recherche bibliographique ont été identifiées sur le site Natura 2000 FR4100219 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt du Romersberg et zones voisines ».

Concernant le site Natura 2000, 3 espèces supplémentaires ont été inventoriées suite à cette étude. Il s'agit de la Barbastelle d'Europe, espèce inscrite à l'annexe II de la directive 92/43/CEE, du Vespertilion d'Alcathoe et du Vespertilion de Brandt (*Myotis brandti*). Une importante activité de parade de Pipistrelle pygmée a pu être observée en période automnale au niveau de la forêt domaniale du Romersberg. La Pipistrelle de Nathusius est bien présente sur la zone d'étude toutes périodes confondues.

Certaines espèces forestières présentes dans un rayon de 10 km autour du site Natura 2000 n'ont pas été observées lors de cette étude comme le Petit et le Grand Rhinolophes ainsi que le Vespertilion à oreilles échancrées, ce qui peut s'expliquer par l'éloignement du site d'étude aux principaux foyers de population connus pour ces espèces dans le Grand Est. La Sérotine boréale (*Eptesicus nilssonii*) n'a pas non plus été contactée. Cette espèce étant inféodée aux massifs montagneux, il n'est pas surprenant de ne pas l'avoir recensée au niveau de la zone d'étude.

Tableau 7 : Espèces de chiroptères inventoriées en fonction de l'origine des données et du périmètre Natura 2000 (lot n°2)

Espèce (nom vernaculaire)	Données biblio hors site Natura 2000	Site Natura 2000	
		Données bibliographiques	Données zone d'étude
Petit Rhinolophe	X		
Grand Rhinolophe	X		
Vespertilion de Daubenton	X	X	X
Vespertilion de Brandt	X		X
Vespertilion à moustaches	X	X	X
Vespertilion d'Alcathoe	X		X
V. à moustaches/Alcathoe	X		
Vespertilion de Natterer	X	X	X
Vespertilion à oreilles échancrées	X		
Vespertilion de Bechstein	X	X	X
Vespertilion indéterminé	X	X	X
Grand Murin	X	X	X
Noctule commune	X	X	X
Noctule de Leisler	X	X	X
Noctule indéterminée	X		X
Pipistrelle commune	X	X	X
Pipistrelle pygmée	X	X	X
Pipistrelle de Nathusius	X	X	X
Pipistrelle de Nathusius/Kuhl	X		X
Pipistrelle indéterminée		X	X
Sérotine commune	X	X	X
Sérotine boréale	X		
Groupe Noctule/Sérotine indéterminées			X
Barbastelle d'Europe	X		X
Oreillard roux	X	X	X
Oreillard gris	X	X	X
Oreillard indéterminé	X	X	X
Nbr. d'espèces et groupes d'espèces	25	16	22
Nbr. d'espèces	20	13	16

En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces

IV EVALUATION DE L'INFLUENCE DE LA GESTION FORESTIERE SUR L'ACTIVITE DES CHIROPTERES

Cette partie de l'étude est menée au niveau des forêts à l'intérieur et à proximité des deux sites Natura 2000 FR4100222 « Lac de Madine et étang de Pannes » (lot n°1) et FR4100219 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt de Romersberg et zones voisines » (lot n°2) avec la création d'un plan d'échantillonnage commun.

IV.1 Méthodologie

IV.1.1 Récupération et validation des données relatives à la gestion forestière

C'est le Parc Naturel Régional de Lorraine qui est chargé de la récupération des données concernant la gestion forestière. Concernant les plans de gestion les plus anciens, une validation par les gestionnaires forestiers est réalisée. Les données sont transmises à la CPEPESC Lorraine sous forme d'un fichier vecteur .shp. Les parcelles ayant fait l'objet d'exploitations après la date de publication du plan d'aménagement forestier sont écartées du jeu de donnée.

IV.1.2 Matériel utilisé

Afin de réaliser cette étude, des enregistreurs acoustiques passifs de modèle Song Meter 4 Bat Full Spectrum de la marque Wildlife Acoustics sont utilisés (Figure 16). Pour que les séquences d'enregistrement comparables, des micros de modèle SMM_U2 sont achetés et alloués strictement à cette étude afin de ne pas avoir de biais de détection liés à une usure différente des micros ou à l'utilisation de modèles différents. Le paramétrage des appareils reste identique tout au long de l'étude. Pour la même raison, le positionnement des micros est standardisé. Ils sont fixés vers le haut à un mètre au-dessus du sol à l'aide d'un mât, d'un porte-canne et de sandows. De la rubalise est également fixée sur le mât afin d'assurer la visibilité du dispositif et de faciliter sa récupération (Figure 16).



Figure 16 : Positionnement des Song Meter 4 et du microphone SMM_U2

IV.1.3 Choix de l'unité temporelle d'échantillonnage

L'unité temporelle d'échantillonnage choisie est la nuit entière. Les enregistrements débutent 30 minutes avant le coucher du soleil et se terminent 30 minutes après le coucher du soleil. Cela permet d'avoir un effort de recherche suffisant pour détecter les espèces rares ou difficilement détectables, de maximiser les chances d'identification des espèces et de ne pas avoir de biais liés aux différences d'activité des chiroptères au cours de la nuit. L'étude se déroule durant les nuits du 10/06/2018 au 02/08/2018.

IV.1.4 Plan d'échantillonnage

IV.1.4.1. Echantillonnage relatif aux typologies de peuplements forestiers

Afin d'évaluer l'influence de la gestion forestière sur l'activité des chiroptères, un échantillonnage stratifié a été réalisé en fonction de la typologie des peuplements forestiers. Le jeu de données a été scindé en quatre strates de structures, elles-mêmes regroupant 15 sous-strates (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**):

- Les **stades pionniers** regroupant les sous-strates fourrés, semi, semi-gaulis, gaulis et perchis ;
- Les parcelles dominées par le **petit bois (PB)** regroupant les sous-strates PB, PBBM et PBGB ;
- Les parcelles dominées par le **bois moyen (BM)** regroupant les sous-strates BM, BMGB et BMPB ;
- Les parcelles dominées par les **gros bois (GB)** regroupant les sous-strates GB, GBPB, GBBM et GBTGB.

Les enregistreurs ne sont positionnés que dans des parcelles avec le Chêne (*Quercus sp.*) comme essence dominante car c'est pour cette essence que l'activité des chiroptères ainsi que la richesse spécifique sont considérées comme étant les plus élevées dans la bibliographie (Barataud *et al.*, 2016). De plus, les autres essences sont très peu représentées sur la zone d'étude. Le nombre de points d'écoute est défini afin de constituer un inventaire satisfaisant de ces quatre strates primaires. 15 nuits d'enregistrement sont réalisées par strate pour un total de 60 nuits d'enregistrement sur les deux lots. Il est prouvé que ce nombre de nuits d'enregistrement pour un milieu donné permet de réaliser un inventaire satisfaisant (Gorresen, Willig and Strauss, 2005; Rodrigues *et al.*, 2015). Parmi ces strates, les 60 points d'écoute sont répartis proportionnellement à la surface occupée par chacune des sous-strates sur les deux sites Natura 2000 concernés par l'étude (lots n°1 et 2) (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Pareillement, les points d'écoute sont distribués sur les deux sites d'étude proportionnellement à la surface forestière. 44 nuits d'enregistrement sont réalisées sur le lot n°1 et 16 sur le lot n°2. Les enregistreurs sont positionnés dans des milieux homogènes à l'intérieur des parcelles afin d'éviter tout biais pouvant modifier l'activité des chiroptères.

Tableau 8 : Echantillonnage des points d'écoute en fonction des structures de peuplements forestiers (lots n° 1 et 2)

Sous-strates	Strates				Surface (en hectares)
	Stades pionniers	PB	BM	GB	
Fourré (F)	2				55
Semi (S)	0				11
Semi-gaulis (SG)	2				58
Gaulis (G)	8				269
Perchis (P)	3				87
PB		7			87
PBBM		8			87
PBGB		0			0.4
BM			6		381
BMGB			7		503
BMPB			2		126
GB				5	191
GBPB				0	16
GBBM				8	264
GBTGB				2	59
Somme du nbr. de points d'écoute	15	15	15	15	2195

IV.1.4.2. Echantillonnage relatif à la mesure de l'activité des chiroptères par rapport à la distance aux milieux aquatiques

Dans un deuxième temps, les enregistreurs passifs sont positionnés en fonction de la distance aux milieux aquatiques, une variable pouvant avoir un impact sur l'activité des chiroptères. Sur les deux lots, les SM₄ sont positionnés proportionnellement au logarithme de la distance à l'eau. Il n'est pas possible de positionner les enregistreurs selon une relation linéaire si l'on veut respecter l'échantillonnage lié à la structure des peuplements forestier car plus on s'éloigne des milieux humides plus la surface forestière diminue et plus la diversité des structures de peuplements diminue elle aussi. L'échantillonnage des différentes strates de peuplements sont réparties homogènement en fonction du logarithme de la distance à l'eau (Figure 17). Etant donné que les étangs jouxtant la zone sont susceptibles d'être mis en assec au cours de l'année, la présence d'eau est vérifiée lors de la pose des enregistreurs. En cas d'absence d'eau, le jeu de données est modifié pour correspondre à la réalité.

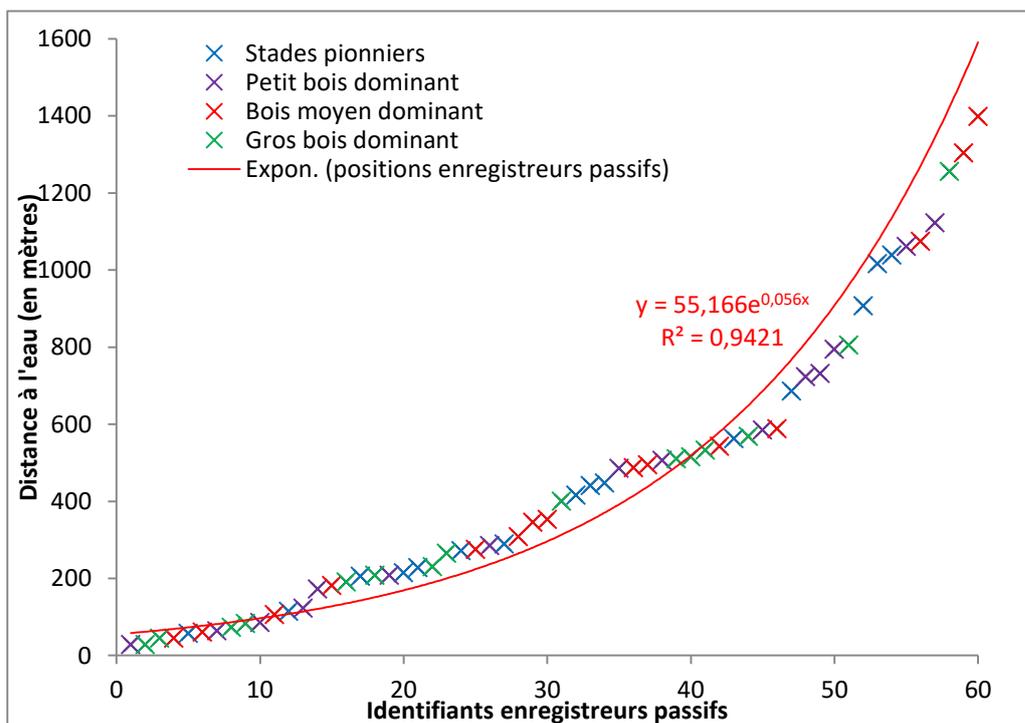


Figure 17 : Echantillonnage des points d'écoute en fonction de la distance aux milieux aquatiques (lots n°1 et 2)

IV.1.5 Représentation cartographique

Le positionnement des SM₄ est ensuite cartographié pour l'ensemble des deux zones d'étude (Figure 18 Figure 19). Les enregistreurs sont positionnés à ces emplacements durant la période d'estivage des chiroptères à partir de juin jusqu'à mi-août. Dans la mesure du possible, chaque nuit les enregistreurs sont positionnés au niveau de strates d'échantillonnage différentes (Annexe 6). Si certaines positions sont trop proches les unes des autres, elles ne sont pas échantillonnées simultanément. Un GPS permet le bon positionnement des appareils sur le terrain.

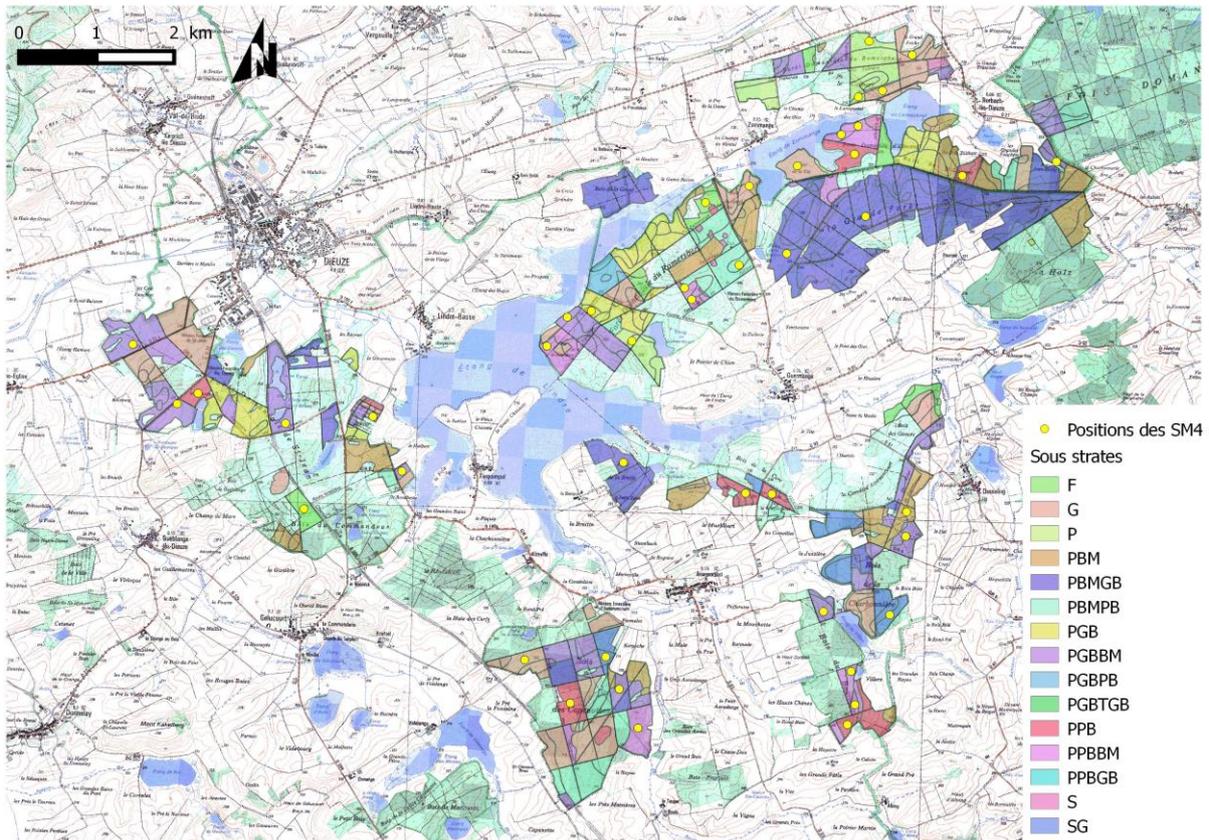


Figure 18 : Echantillonnage sur le lot n°2 suivant le plan décrit dans le IV.1.4

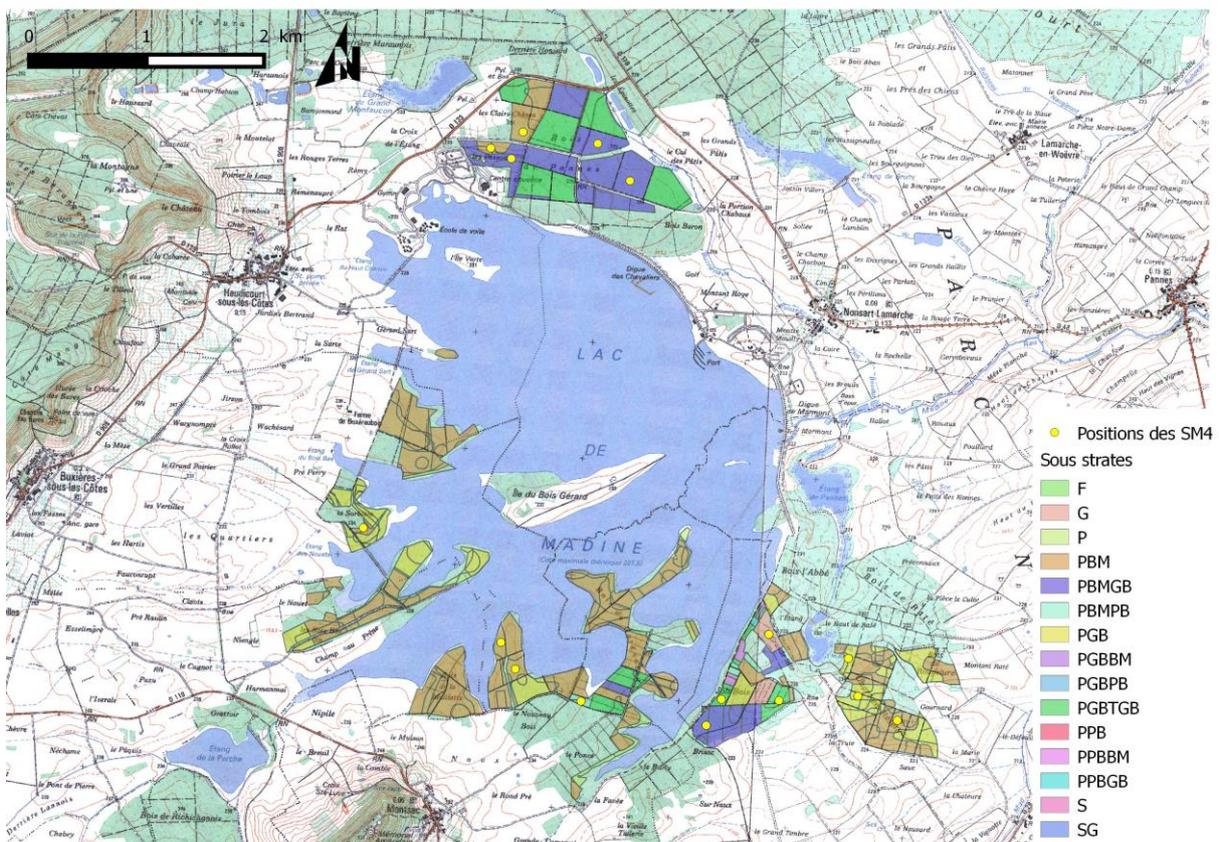


Figure 19 : Echantillonnage sur le lot n°1 suivant le plan décrit dans le IV.1.4.

IV.1.6 Traitement des données acoustiques

IV.1.6.1. Traitement qualitatif

Les SM₄ génèrent une quantité importante de données ; les fichiers acoustiques sont tout d'abord convertis en fichiers .zc grâce au logiciel Kaleidoscope de Wildlife Acoustics puis pré-triés sur le logiciel Analoook de Titley Scientific. Les fichiers présentant les meilleures chances d'aboutir à une détermination à l'espèce sont ensuite analysés sur le logiciel Batsound (nombre de cris important, récurrence forte, présence de cris sociaux, etc.) selon la clef d'identification acoustique des chiroptères élaborée par Michel Barataud (Barataud, 2012).

IV.1.6.2. Traitement quantitatif

Les enregistrements issus des SM₄ sont convertis en fichiers .zc grâce au logiciel Analoook de Titley Scientific. Lors de leur visualisation, un groupe d'espèces est attribué à chacun des fichiers sons. Une fois ce travail terminé, la fonction "count label" du logiciel Analoook permet de calculer le nombre de contacts observés pour chacun des groupes d'espèces pour un pas de temps donné. Un contact correspond à la détection d'une séquence de cris de chiroptère sur un pas de temps de 5 secondes consécutives. Pour les analyses suivantes, les contacts sont sommés par nuit d'étude et par groupe d'espèces.

Les groupes d'espèces considérés sont :

- Le groupe des **Sérotules** regroupant les espèces de Noctules et de Sérotines ;
- Le groupe des **Vespertilions** regroupant toutes les espèces de Vespertilions ;
- Le groupe des **Pipistrelles** regroupant toutes les espèces de Pipistrelles ;
- Les **chiroptères** regroupant toutes les espèces de chauves-souris.

IV.1.7 Analyses statistiques

IV.1.7.1. Analyse de la richesse spécifique en fonction de la structure des peuplements

Afin de savoir si l'inventaire réalisé en période d'estivage est satisfaisant par strate de structure de peuplements, une analyse est réalisée sur les données issues des enregistreurs passifs en période d'estivage. La méthode de ré-échantillonnage appelée bootstrapping permet de calculer le nombre moyen d'espèces contactées pour un effort de recherche donné (Reese, 2012). Les données d'occurrence des espèces sont utilisées pour chacune des nuits d'étude. Le ré-échantillonnage du bootstrap est réalisé avec remise. Cette analyse est réalisée avec le logiciel EstimateS.

Des boîtes à moustaches représentant la richesse spécifique des chiroptères sont réalisées pour les différentes strates ainsi que pour les sous-strates utilisées pour l'échantillonnage.

Les résultats sont représentés de trois manières différentes :

- Un tableau des occurrences des espèces par typologie de peuplement afin de visualiser l'abondance relative des espèces par strate d'échantillonnage ;
- Un histogramme des occurrences des espèces recensées sur les deux lots en période d'estivage grâce aux enregistreurs passifs ;
- Un deuxième histogramme de l'abondance des espèces en appliquant aux valeurs d'occurrence un facteur correctif lié à la détectabilité des espèces afin d'avoir la représentation la plus juste possible du cortège de chiroptères des deux lots étudiés.

IV.1.7.2. Analyse de l'activité des chiroptères en fonction de la structure des peuplements

Des boîtes à moustaches représentant l'activité des différents groupes de chiroptères sont réalisées pour les différentes strates utilisées pour l'échantillonnage.

IV.1.7.3. Analyse de l'activité en fonction de l'éloignement aux milieux aquatiques

Après vérification de la correspondance du pointage GPS des SM₄ avec les positionnements théoriques, les données sont linéarisées grâce à une fonction logarithmique (Figure 20).

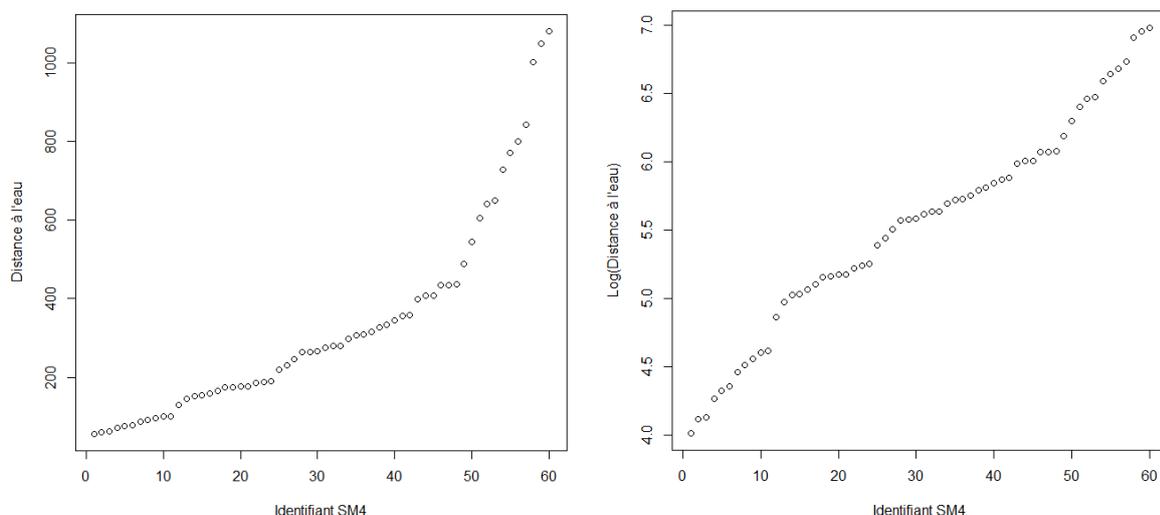


Figure 20 : Linéarisation des données en fonction de la distance aux milieux aquatiques (lots n°1 et 2)

Une régression linéaire simple est réalisée afin de tester la corrélation entre le logarithme de la distance aux milieux aquatiques et plusieurs variables :

- **L'activité acoustique des chiroptères** en nombre de contacts de 5 secondes par nuit ;
- **L'activité acoustique des Vespertillons** en nombre de contacts de 5 secondes par nuit ;
- **L'activité acoustique des Pipistrelles** en nombre de contacts de 5 secondes par nuit ;

- **L'activité acoustique des Sérotules** en nombre de contacts de 5 secondes par nuit.

Pour chacune des régressions, un test de Fischer de significativité du modèle est réalisé. Le coefficient de corrélation R^2 est également calculé.

IV.2 Résultats

IV.2.1 Analyse de la richesse spécifique

Pour les deux lots, les courbes d'accumulation réalisées par typologie de peuplements tendent vers une asymptote horizontale. Cette caractéristique montre que les inventaires sont satisfaisants pour chacune des strates (Figure 21).

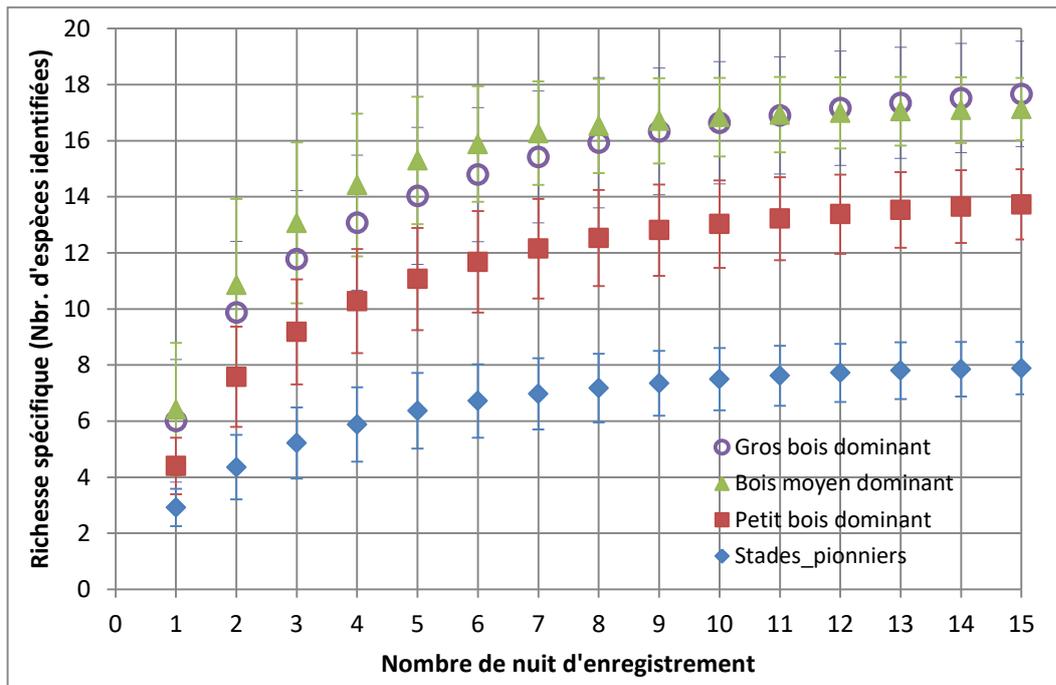


Figure 21 : Courbes d'accumulation des espèces inventoriées en fonction des nuits et de la typologie de peuplements forestiers (lots n°1 et 2)

Grâce aux 60 points d'écoute répartis sur les deux lots, 19 espèces de chauves-souris ont été inventoriées en période d'estivage dont 15 sur le lot n°2. La médiane de la richesse spécifique par nuit d'enregistrement est de 5 espèces sur les deux lots. Au maximum, un point d'écoute a cumulé jusqu'à 12 espèces de chiroptères sur le lot n°2 (Figure 22).

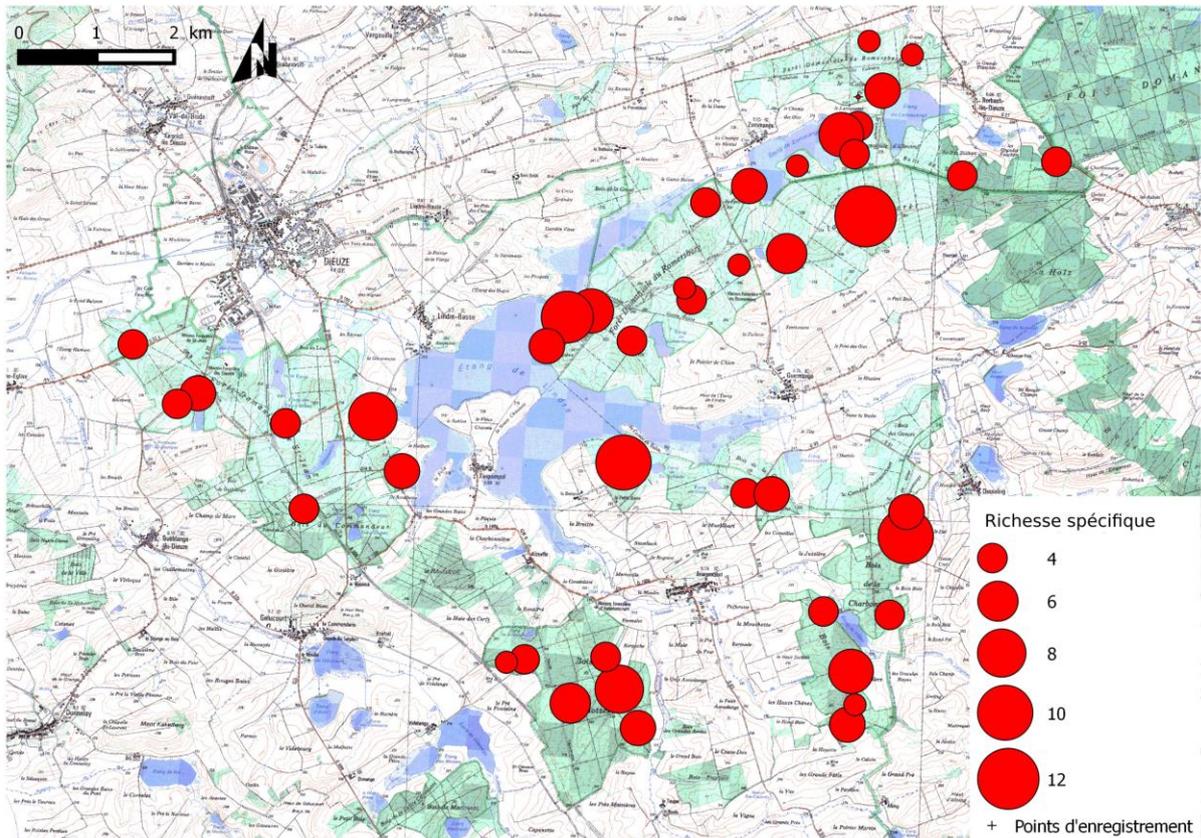
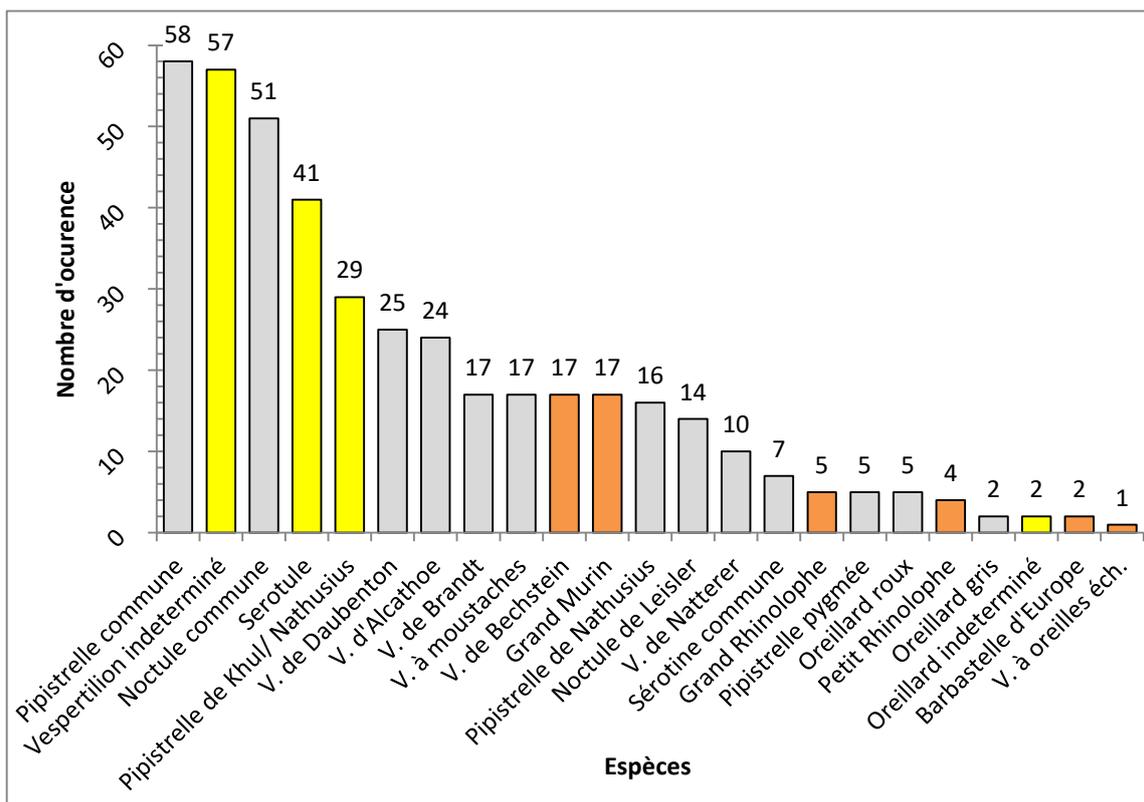


Figure 22 : Richesse spécifique observée au niveau des points d'écoute (lot n°2)

Sur l'ensemble des points d'écoute toutes nuits confondues, c'est la Pipistrelle commune qui est la mieux représentée avec 58 occurrences suivie de près par la Noctule commune qui en comptabilise 51. Le Vespertilion de Daubenton est inventorié 25 nuits sur les 60 réalisées, c'est le Vespertilion le mieux représenté sur les deux lots étudiés. Plusieurs autres Vespertilions ont été inventoriés sur 17 nuits tels que les Vespertilions d'Alcathoe, de Brandt, à moustaches ou encore le Grand Murin et le Vespertilion de Bechstein. La Pipistrelle de Nathusius a été inventoriée 16 nuits durant la période d'estivage et la Pipistrelle pygmée 5. Le Petit et le Grand Rhinolophes ne comptabilisent respectivement que 4 et 5 nuits d'occurrence mais ce résultat est à relativiser car ces deux espèces sont en limite d'aire de répartition au niveau lot n° 2 pour lequel il n'a pas été inventorié (En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces.

Figure 23).

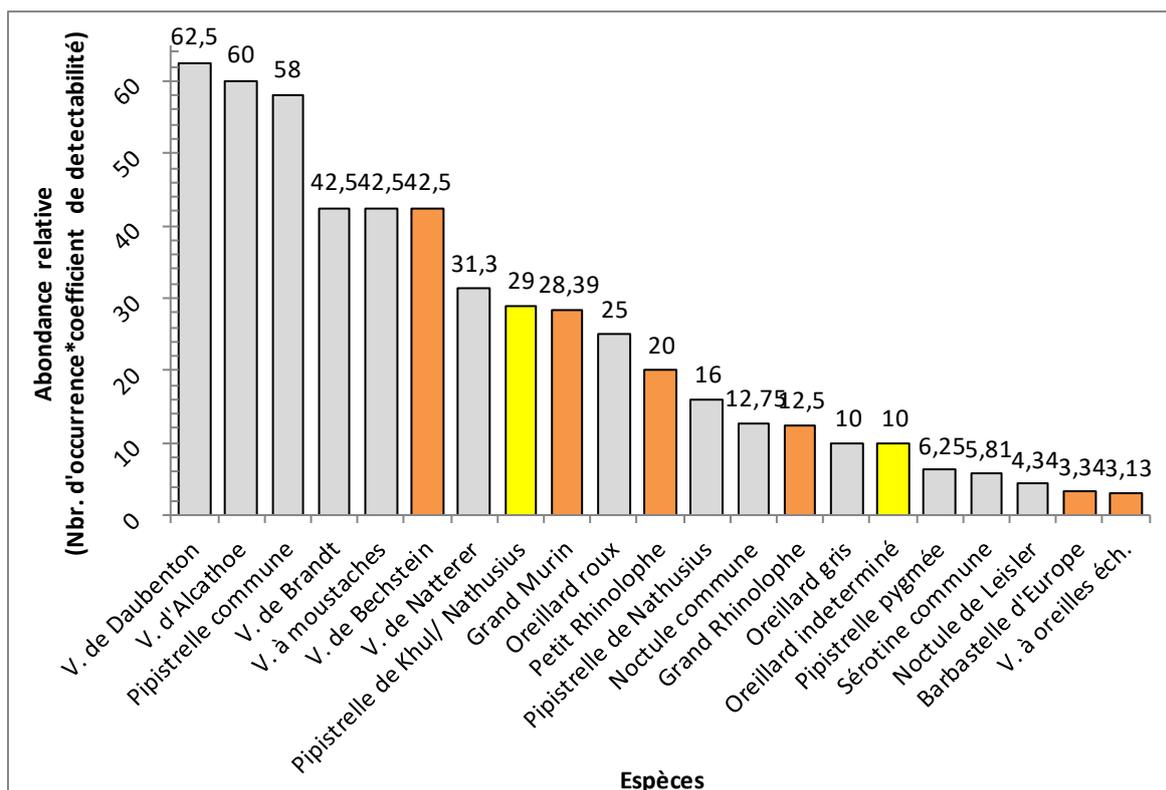


En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces.

Figure 23 : Occurrences des espèces observées grâce aux enregistreurs passifs en période d'estivage (lots n° 1 et 2)

Les données d'occurrence corrigées grâce aux coefficients de détectabilité déterminés dans l'ouvrage « écologie acoustique des chiroptères d'Europe » (Barataud, 2012) donnent une abondance relative de certaines espèces beaucoup plus nuancée (En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces.

Figure 24). Le Vespertilion de Daubenton ainsi que le Vespertilion d'Alcathoe passent respectivement en 1^{ère} et 2^{ème} positions des espèces les plus abondantes alors que la Pipistrelle commune et la Noctule commune passent respectivement en 3^{ème} et 12^{ème} positions. On observe également que certaines espèces rares et/ou difficilement détectables comme l'Oreillard roux et le Petit Rhinolophe passent respectivement en 9^{ème} et 10^{ème} positions sur 19 espèces recensées au total sur les deux lots.



En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces.

Figure 24 : Abondance relative des espèces observées grâce aux enregistreurs passifs en période d'estivage (lots n° 1 et 2)

Les boîtes à moustaches décrivant la richesse spécifique moyenne inventoriée pour une nuit d'enregistrement permettent de différencier très nettement les strates d'échantillonnage (Figure 25). Seules les strates "gros bois" et "bois moyen" possèdent la même médiane ; cependant le premier quartile est plus élevé pour la classe des gros bois. **En classant les parcelles en fonction des plus gros diamètres d'arbres présents sur la parcelle, on observe une augmentation de la richesse spécifique liée à la taille des bois (Figure 25).**

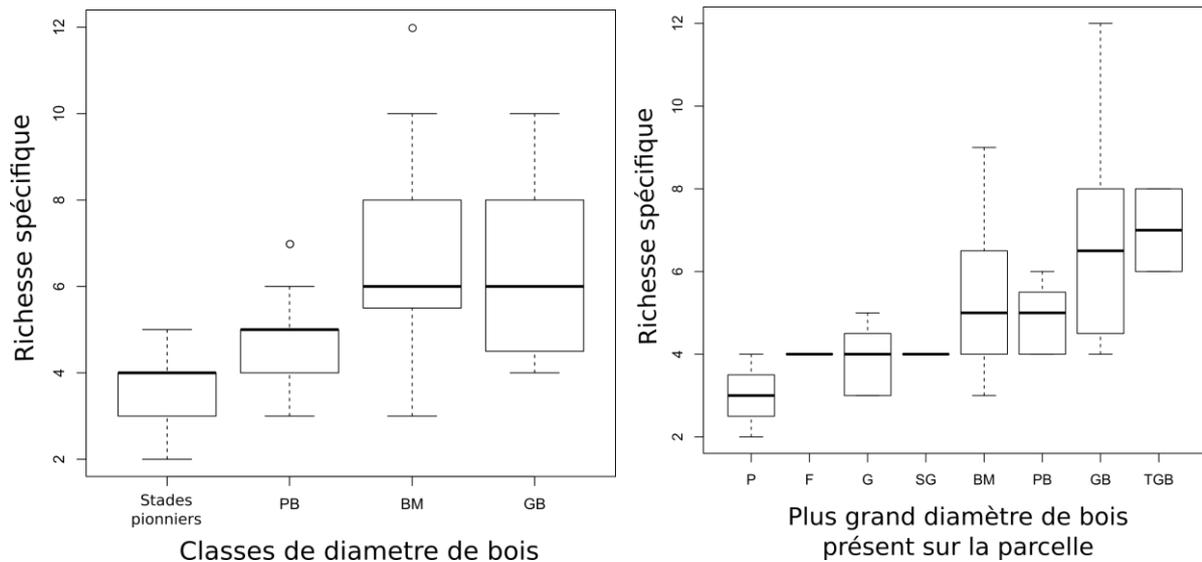


Figure 25 : Boîtes à moustaches de la richesse spécifique en fonction des classes de diamètre de bois dominant et du plus grand diamètre de bois présent sur la parcelle (lots n° 1 et 2)

Concernant les stades pionniers, la richesse spécifique médiane contactée au cours d'une nuit est de 4 espèces de chauves-souris (Figure 25). La richesse spécifique totale inventoriée pour cette strate est de 8 espèces. Parmi les espèces inventoriées, 4 sont du groupe des Vespertilions dont le Grand Murin avec une abondance un peu plus faible que dans les autres strates (En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces).

Dans la strate "petit bois" (PB), la richesse spécifique médiane contactée en une nuit est de 5 espèces de chauves-souris pour une richesse spécifique maximum détectée de 14 espèces en 15 nuits (Figure 25). Sept espèces de Vespertilions sont recensées dont le Vespertilion de Bechstein et le Grand Murin. Les 3 espèces de Pipistrelles sont présentes au niveau de cette strate. A noter également une donnée de Barbastelle d'Europe (En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces).

Pour la strate "bois moyen" (BM), la richesse spécifique moyenne inventoriée par nuit est de 6 espèces de chauves-souris pour un total de 17 espèces dénombrées en 15 nuits (Figure 25). Le Petit et le Grand Rhinolophes y ont été inventoriés ainsi que l'Oreillard roux. La seule donnée de Vespertilion à oreilles échancrées a été obtenue au niveau de cette strate (En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces).

La strate "gros bois" (GB) possède la même richesse spécifique moyenne par nuit que la strate "bois moyen". En revanche, son premier quartile égal à 4 espèces est plus élevé. Le nombre d'espèces inventoriées pour cette strate est de 18 espèces pour 15 nuits d'enregistrement (Figure 25). C'est pour cette strate que le plus grand nombre d'occurrences pour le Vespertilion de Daubenton, ainsi que pour la Pipistrelle de Nathusius a été comptabilisé. La seule donnée d'Oreillard gris a été obtenue pour cette strate. La

Barbastelle d'Europe est également présente (En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces).

Tableau 9 : Occurrence des espèces de chiroptères en fonction des typologies de peuplements (lots n° 1 et 2)

Espèce (nom vernaculaire)	Strates			
	Stades pionniers	PB	BM	GB
Petit Rhinolophe	1	0	2	1
Grand Rhinolophe	0	0	4	1
Vespertilion de Daubenton	0	8	7	10
Vespertilion de Brandt	4	3	5	5
Vespertilion à moustaches	1	5	7	4
Vespertilion d'Alcathoe	3	7	6	8
Vespertilion de Natterer	0	2	6	2
Vespertilion à oreilles échancrées	0	0	1	0
Vespertilion de Bechstein	0	1	9	7
Vespertilion indéterminé	15	14	14	14
Grand Murin	3	4	5	5
Noctule commune	14	11	13	13
Noctule de Leisler	4	4	3	3
Pipistrelle commune	14	14	15	15
Pipistrelle pygmée	0	1	2	2
Pipistrelle de Nathusius	0	2	6	8
Pipistrelle de Nathusius/ Kuhl	7	7	7	8
Sérotine commune	0	3	2	2
Groupe Noctule/Sérotine indéterminées	9	11	10	11
Barbastelle d'Europe	0	1	0	1
Oreillard roux	0	0	4	1
Oreillard gris	0	0	0	2
Oreillard indéterminé	0	0	0	2
Nombre d'espèces et groupes d'espèces	11	17	20	22
Nombre d'espèces	8	14	17	18

En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces

IV.2.2 Analyse de l'activité en fonction des typologies de peuplements

Au total, 22 360 contacts de chiroptères ont été enregistrés et analysés durant cette étude sur les deux lots. Sur les 16 519 contacts enregistrés pour le lot n°2, 59% correspondent au

groupe des Pipistrelles, 31% à celui des Vespertillons et 10% à celui des Sérotules (Annexe 2Annexe 3Annexe 4Annexe 5).

Sur les deux lots, l'activité acoustique des chiroptères, du groupe des Vespertillons ainsi que du groupe des Pipistrelles augmente en passant par les strates de diamètres d'arbres suivants : stades pionniers, petit bois, gros bois, bois moyen (Figure 26). Seul le groupe des Sérotules possède une activité différente qui est légèrement décroissante en fonction de la taille des peuplements.

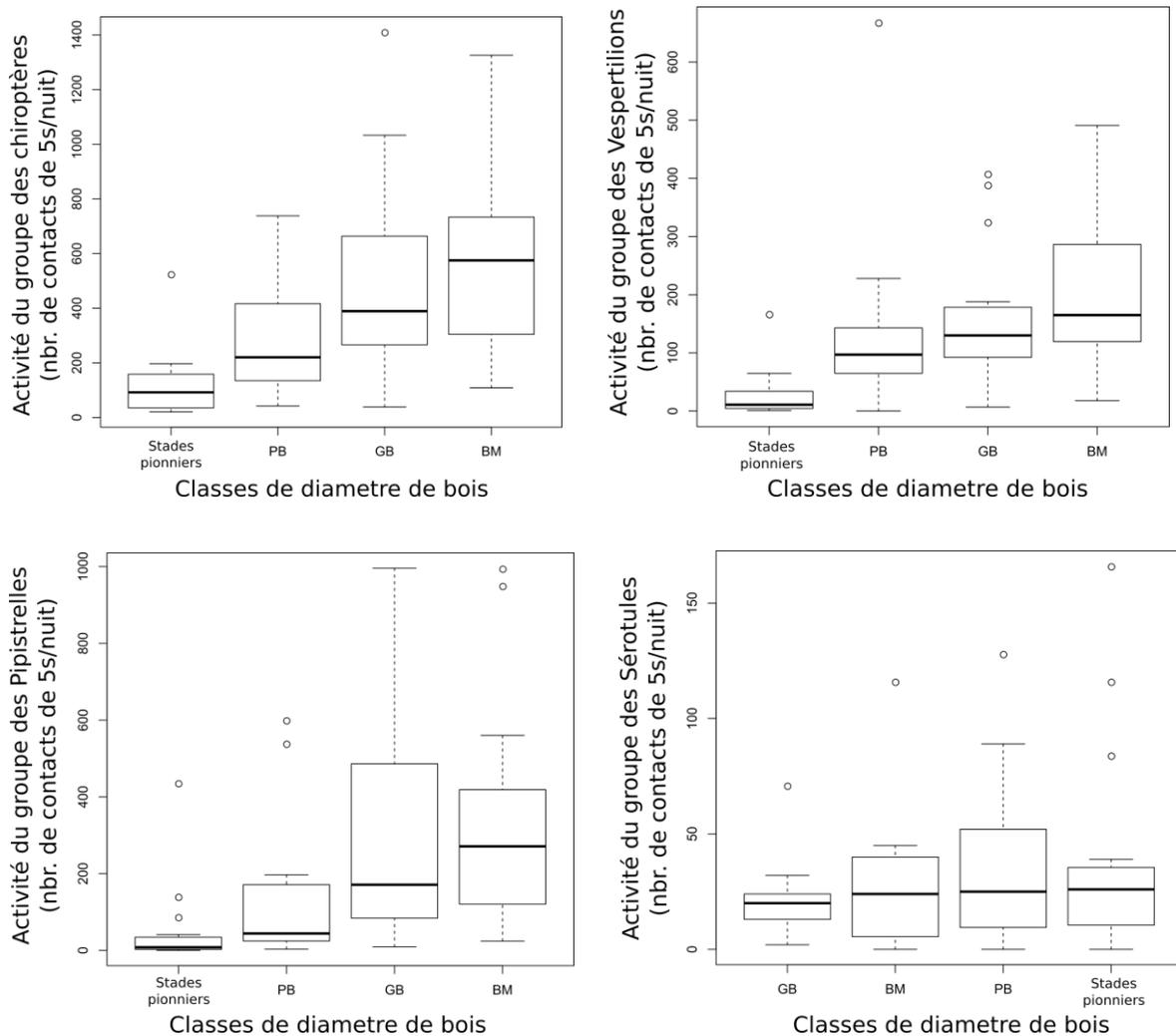


Figure 26 : Boîtes à moustaches de l'activité des différents groupes de chiroptères en fonction des classes de diamètres de bois (lots n° 1 et 2)

IV.2.3 Analyse de l'activité en fonction de l'éloignement aux milieux aquatiques

D'après les résultats des régressions linéaires, l'activité des chiroptères des groupes des Pipistrelles ainsi que des Sérotules n'est pas influencée significativement par la distance aux milieux aquatiques. En revanche, l'activité des Vespertillons est influencée significativement

par la distance aux milieux aquatiques avec une P-value du test de Fischer de significativité du modèle inférieure à 0,05. Cependant, le coefficient de corrélation (R^2) de la régression linéaire de l'activité des Vespertillons en fonction de la distance aux milieux aquatiques est quasi nul, le modèle est donc très peu prédictif pour ce groupe d'espèces (Tableau 10).

Tableau 10 : Coefficient de corrélation et test de Fischer de significativité du modèle des droites de régression de l'activité des différents groupes en fonction du logarithme de la distance aux milieux aquatiques (lots n°1 et 2)

Une étoile (*) correspond à une P-Value inférieure à 0,05

Variables testées	R^2	Test de Fischer de significativité du modèle
Activité des chiroptères	0,03	0,194
Activité des Vespertillons	0,07	0,04 *
Activité des Pipistrelles	0,004	0,6
Activité des Sérotules	0,006	0,6

D'après le modèle suivant, l'activité des Vespertillons passe d'environ 206 contacts/nuit en moyenne à 63,5 contacts/nuit quand on s'éloigne d'environ 1 km des milieux aquatiques (Figure 27).

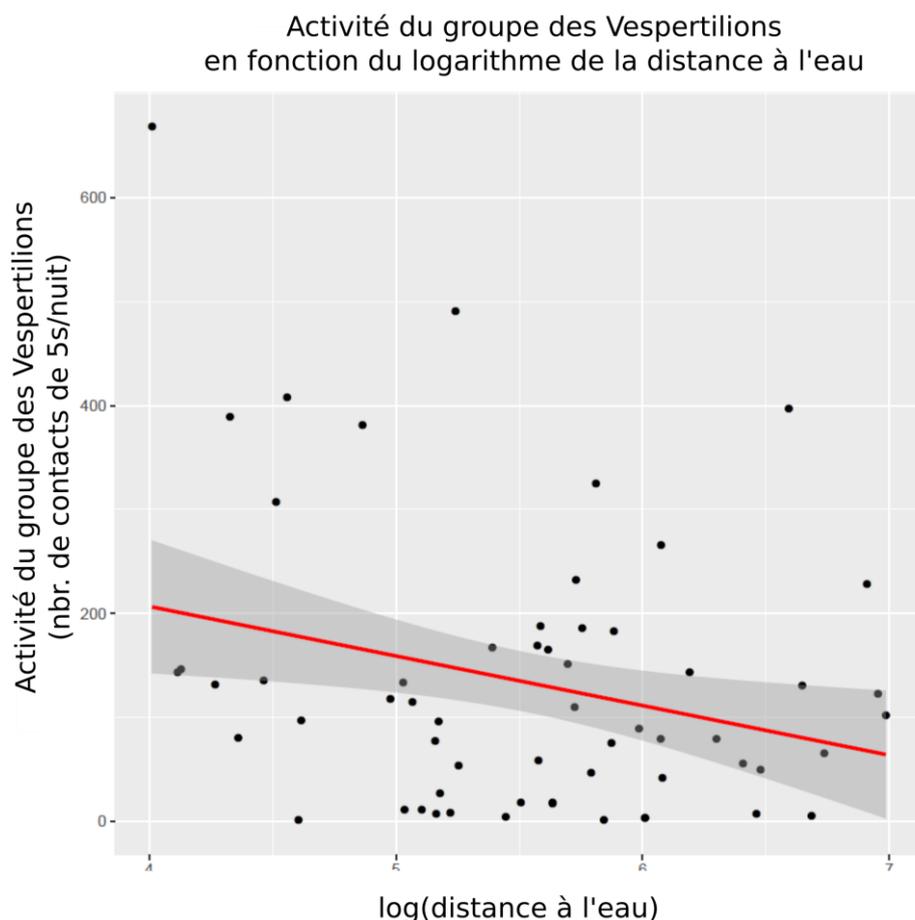


Figure 27 : Représentation de l'activité des Vespertillons en fonction du logarithme de la distance aux milieux aquatiques. Représentation en rouge de la régression linéaire associée (lots n°1 et 2).

IV.3 Bilan

Cette étude a prouvé que la richesse spécifique chiroptérologique est fortement liée à la typologie des peuplements forestiers avec une augmentation du nombre d'espèces recensées quand la taille des bois dominants augmente. Il y a également une corrélation positive entre l'augmentation de la richesse spécifique et l'augmentation de la taille des plus gros bois présents sur la parcelle considérée. **L'analyse de l'activité des chiroptères met en évidence une augmentation de cette activité sur le gradient de taille de bois dominant : stade pionniers, petit bois, gros bois, bois moyen. Seule l'activité des Sérotules diffère, avec une diminution de l'activité quand la taille des bois augmente. La distance à l'eau est également une variable influant sur l'activité des Vespertilions. Cette influence n'a pu être prouvée pour les autres groupes d'espèces.**

Dans l'objectif de créer un outil d'aide à la décision en terme de gestion, une cartographie est créée afin de présenter l'intérêt chiroptérologique des différentes parcelles forestières. Pour cela, un indice médian d'intérêt chiroptérologique est calculé par typologie de peuplements forestiers. Cet indice reprend les variables pour lesquelles il a été démontré lors de cette étude qu'elles avaient une influence sur la richesse spécifique et/ou l'activité des chiroptères.

Le calcul de cet indice est le suivant :

$$\begin{aligned} & \text{Richesse spécifique en fonction de la typologie des peuplements forestiers} \\ & \quad \times \\ & \text{Richesse spécifique en fonction du plus gros diamètre de bois présent sur la parcelle} \\ & \quad \times \\ & \text{Activité des chiroptères en fonction de la typologie des peuplements forestiers} \\ & \quad \times \\ & \text{Activité des Vespertilions en fonction de la distance aux milieux aquatiques} \end{aligned}$$

Un produit en croix permet de ramener cette notation de l'intérêt chiroptérologique à une échelle de 10 unités. L'indice médian d'activité ainsi créé est purement théorique et représente l'extrapolation des résultats obtenus durant cette étude.

La représentation cartographique de l'indice d'intérêt chiroptérologique a été réalisée sur l'ensemble des deux lots sur une notation de 1 à 10, 1 représentant un intérêt faible et 10 un intérêt fort. Les zones grisées représentent les parcelles pour lesquelles les données sur la typologie forestière ne sont pas actualisées. L'indice d'intérêt chiroptérologique n'a donc pas été calculé pour ces dernières.

La forêt domaniale du Romersberg, de même que le bois de la Groupe et le bois de la Breite, regroupe de nombreuses parcelles contiguës ayant un indice élevé (Figure 28). Dans le prolongement de la forêt domaniale du Romersberg, la Grande forêt offre une grande superficie forestière intéressante pour les chiroptères (Annexe 1). Le bois de Saint-Laurent

possède également un indice élevé contrairement aux forêts du nord du massif forestier (forêt domaniale du Romersberg – le Colmery, bois de la Clé ainsi que la forêt domaniale d’Albestroff) dont les parcelles possèdent majoritairement un indice faible. Le bois de Guermange ainsi qu’une partie du bois de la Charbonnière possèdent un indice élevé, cependant durant l’étude, des travaux forestiers étaient en préparation au niveau de certaines parcelles du bois de Guermange. Au niveau du bois des Capenottes, certaines parcelles ont un indice très élevé mais elles sont disséminées au sein du massif et séparées par des parcelles ayant un indice faible. La forêt domaniale de Saint-Jean possède également un intérêt chiroptérologique bien que la majorité des parcelles de ce massif soient non renseignées.

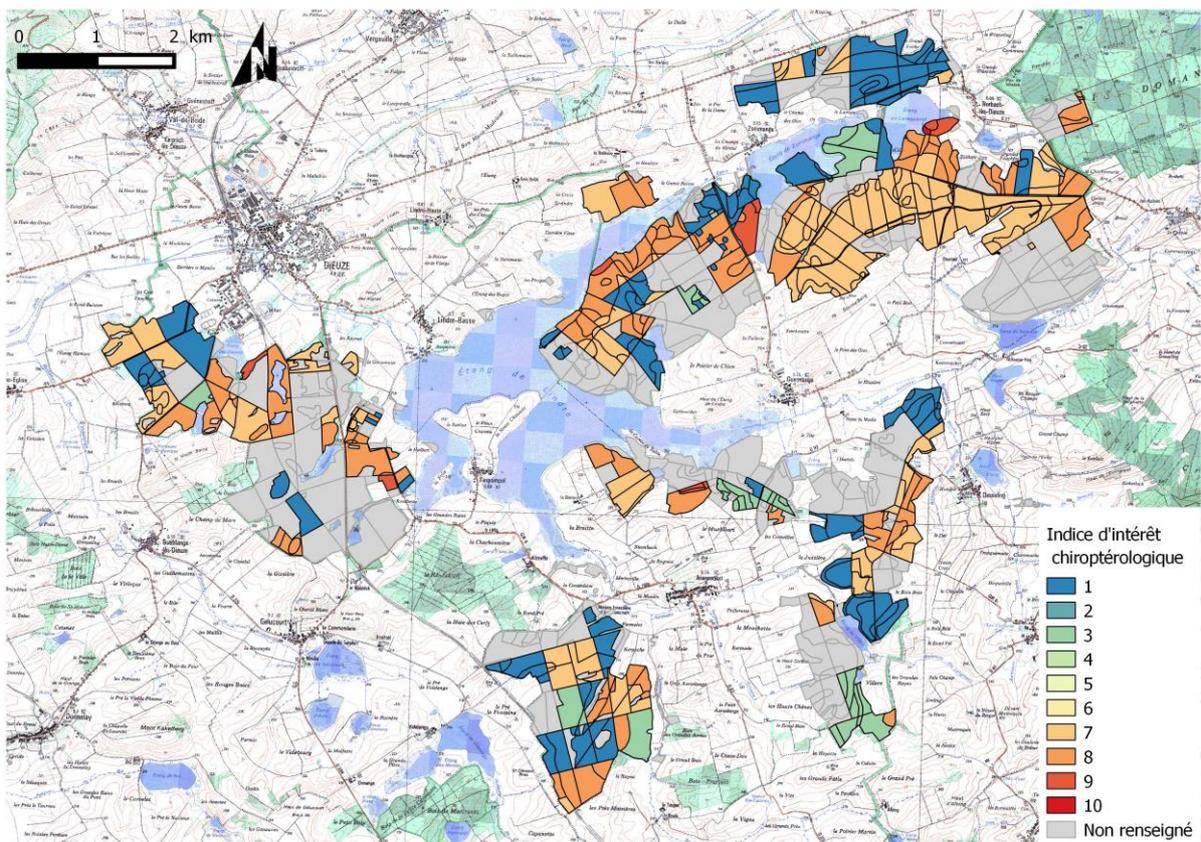


Figure 28 : Représentation cartographique de l'indice d'intérêt chiroptérologique (lot n°2)

V RECHERCHE DE GITES ARBORICOLES

V.1 Matériel et méthode

Une nuit de capture est organisée sur la zone d'étude. Dans le cas d'une capture d'une espèce de chiroptère figurant à l'annexe II de la directive 92/43/CEE et à tendance arboricole, s'il s'agit d'une femelle gestante, allaitante ou d'un juvénile de l'année, un suivi par radiopistage est engagé afin de découvrir le gîte utilisé.

V.1.1 Capture

Les premières sessions de recherche acoustique menées en automne 2017 ainsi qu'au printemps 2018 permettent de choisir l'emplacement du site de capture. La capture est réalisée au mois de juin 2018 car à cette période l'activité des chiroptères est maximale et le statut reproducteur des espèces arboricoles est décelable. La capture est organisée par une personne habilitée à la capture et à la manipulation des chiroptères et titulaire d'une dérogation à la capture d'espèces protégées à des fins scientifiques. Une ou plusieurs personnes l'assistent durant la capture.



Figure 29 : Filet japonais en beme

Des filets japonais de différentes longueurs maintenus par des cannes à pêche sont utilisés pour capturer les chiroptères (Figure 29). Ils peuvent être doublés en hauteur en fonction de la configuration du site de capture. La capture permet d'obtenir des informations sur le sexe ainsi que sur le statut reproducteur des espèces fréquentant la zone d'étude.

V.1.2 Radiopistage

Lorsqu'une des espèces cibles est capturée, dans le cas d'une femelle présentant une preuve de reproduction ou d'un juvénile de l'année, un suivi par radiopistage est engagé dans le but de découvrir une colonie de reproduction et l'arbre-gîte qui l'abrite.

V.2 Résultats

La capture a lieu le 05/06/2018 au niveau de la forêt domaniale du Romersberg (Figure 30). Aucune espèce cible n'est capturée et donc aucun suivi par radiopistage n'est réalisé.

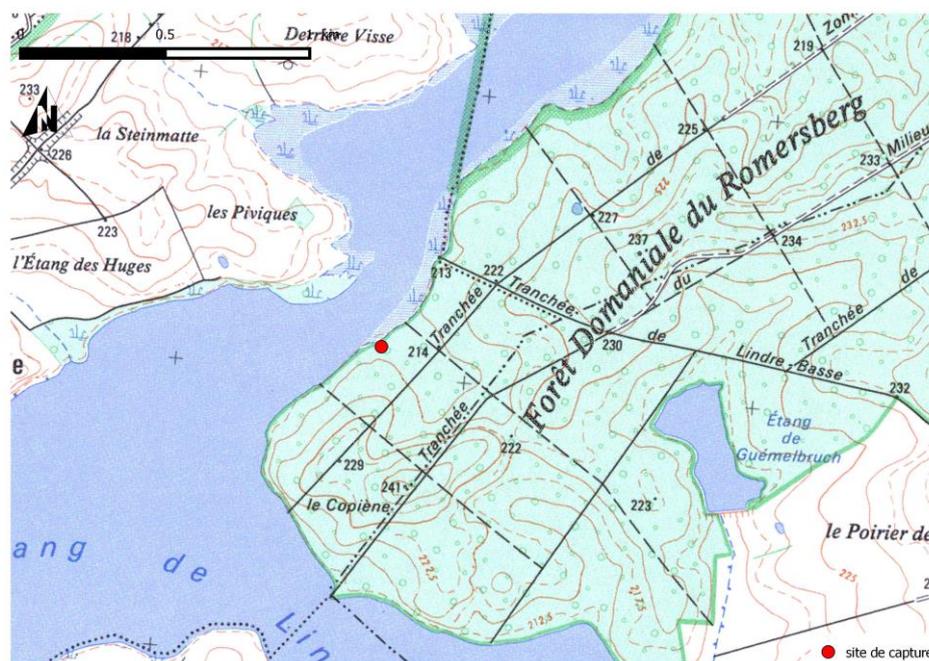


Figure 30 : Localisation du site de capture (lot n°2)

Les résultats de la capture organisée le 05/06/2018 sont synthétisés dans le En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces

Tableau 11 : Résultats des captures (lot n°2)

Nom vernaculaire	Nom scientifique	Statut reproducteur	Effectif
Vespertilion de Daubenton	<i>Myotis daubentonii</i>	Femelle indéterminée	3
		Femelle gestante	1
		Femelle allaitante	1
		Mâle sexuellement inactif	5
Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Femelle indéterminée	1
		Femelle allaitante	1
Pipistrelle de Nathusius	<i>Pipistrellus nathusii</i>	Mâle indéterminé	2
Vespertilion à moustaches	<i>Myotis mystacinus</i>	Mâle sexuellement inactif	1
Vespertilion à moustaches / d'Alcathoe	<i>Myotis mystacinus / alcathoe</i>	Mâle sexuellement inactif	1
Grand Murin	<i>Myotis myotis</i>	Femelle allaitante	2
		Femelle gestante	1

En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces

V.3 Bilan

Aucune espèce cible n'a pu être capturée lors de la session du 05/06/2018. Au total, 19 individus de chauves-souris ont été capturés pour cinq espèces et un groupe d'espèces. Des preuves de reproduction ont pu être observées chez trois espèces : le Vespertilion de Daubenton, la Pipistrelle commune ainsi que le Grand Murin (En orange, les espèces inscrites à l'annexe II de la directive HFF. En jaune, les complexes d'espèces). Etant donné qu'aucune espèce cible n'a été capturée, aucun suivi par radiopistage n'a eu lieu.

VI DISCUSSION

Grace aux résultats de cette étude ainsi qu'à la bibliographie existante, certaines préconisations peuvent être faites afin d'améliorer le potentiel d'accueil pour les chiroptères. La préservation des chiroptères dans les forêts vouées à l'exploitation forestière passe par deux principaux axes :

- La préservation des gîtes,
- La préservation des habitats de chasse et de déplacement.

VI.1 Préservation des gîtes

VI.1.1 Gîtes avérés

Quand les arbres-gîtes abritant des chauves-souris sont connus, ils doivent être marqués de manière pérenne et protégés. La structure forestière autour de ces gîtes doit être maintenue dans un rayon de 30 m minimum (Vuinée, 2011). La préservation de cette zone tampon permet de maintenir les facteurs biotiques et abiotiques rendant l'arbre-gîte attractif pour les chiroptères. Il faut éviter les coupes rases et l'isolement des arbres-gîtes.

VI.1.2 Prise en compte des gîtes potentiels

Il est nécessaire de préserver les arbres présentant des cavités (fentes, fissures, écorces décollées, loges de pics, etc.) afin de maintenir un potentiel d'accueil pour les chiroptères. Pour cela, il est préférable de réaliser les martelages en période hivernale quand le houppier de l'arbre n'est pas masqué par les feuilles, afin de repérer efficacement ces arbres et de les préserver.

Si des arbres à cavités doivent être coupés, il faut éviter leur ébranchage afin d'amortir leur chute, tronçonner largement au-dessous et au-dessus de la cavité puis laisser le billon dans le peuplement (Vuinée, 2011). Les interventions ne doivent pas avoir lieu durant la période de mise bas et d'élevage des jeunes entre mai et août ainsi qu'en période d'hibernation entre novembre et mars (Vuinée, 2011). Il est nécessaire de programmer les interventions sylvicoles en période de transit automnal entre septembre et octobre quand les principaux enjeux liés à la parturition sont passés et avant la période d'hibernation.

VI.2 Préservation des habitats de chasse et de déplacement

VI.2.1 Contexte intra-forestier

L'étude de l'influence de la gestion forestière (IV) menée sur le site Natura 2000 FR4100219 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt de Romersberg et zones voisines » ainsi que sur le Site Natura 2000 FR4100222 « Lac de Madine et étang de Pannes » montre que les peuplements d'arbres de diamètres moyens à gros présentent une richesse spécifique et une activité des chiroptères supérieures par rapport aux peuplements de plus petits

diamètres. Des études récentes montrent que la préservation de bois mort sur pied, ainsi qu'au sol favorise la richesse spécifique en chiroptères à partir de 20 à 25 m³/ha en fonction des publications (Tillon, 2015; Barataud *et al.*, 2016), de même que la préservation d'un réseau diffus d'arbres sénescents de gros diamètre (Vuinée, 2011).

Un travail doit être réalisé afin de maintenir un réseau d'arbres de grands diamètres ainsi que des arbres dépérissants et morts. Dans les parcelles vouées à la production de bois, la mise en place d'îlot de sénescence de minimum 5 hectares et jusqu'à plusieurs dizaines d'hectares est une des mesures les plus efficaces pour préserver des zones refuges pour les chauves-souris et la faune saproxylique (Barataud *et al.*, 2016). Aucune information n'est disponible dans la bibliographie sur la taille minimale de ce réseau d'îlots par unité de gestion pour permettre une préservation efficace des chiroptères forestiers. Les îlots doivent cependant être distants au maximum de 1 à 2 Km (Tillon, 2008), ce qui équivaut à même en place entre 8 et 30 îlots de sénescence au niveau de la forêt considérée dans le lot n°2. Cela représente une surface forestière comprise entre 40 et 150 hectares soit 1,4 à 5,2% de la surface totale. La création ou le maintien de structures paysagères (étang, lisières, etc...) entre ces îlots permet de préserver des connexions entre ces derniers (Tillon, 2008).

A ce jour, sept îlots de sénescence sont situés sur le périmètre Natura 2000 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt de Romersberg et zones voisines » (lot n°2). Seulement deux d'entre eux possèdent une surface supérieure à 5 hectares. Les cinq autres ont une surface inférieure à 3 hectares, ce qui est jugé comme insuffisant pour la préservation des espèces de chiroptères spécialistes du milieu forestier (Tillon, 2015; Barataud *et al.*, 2016). La surface totale en îlots de sénescence est de 22,14 hectares sur l'ensemble du lot n°2 ce qui est nettement inférieur à la surface préconisée par la bibliographie (Tillon, 2008). La création de nouveaux îlots de bois matures contribuera à la préservation des chiroptères. Afin de guider de futures implantations d'îlot d'arbres matures, une cartographie permettant de prioriser leurs emplacements a été créée (Figure 31). Cette cartographie combine l'indice d'intérêt chiroptérologique par rapport à la distance à des îlots de sénescence déjà existants. Ces derniers ont été mis en place dans le cadre de mesures compensatoires ainsi que dans la gestion des forêts menée par l'Office National des Forêts (ONF). Un indice de priorité est donc attribué à chacune des parcelles en fonction de l'intérêt de l'implantation de nouveaux îlots. Une valeur de 1 désigne un intérêt faible et 10 un intérêt fort.

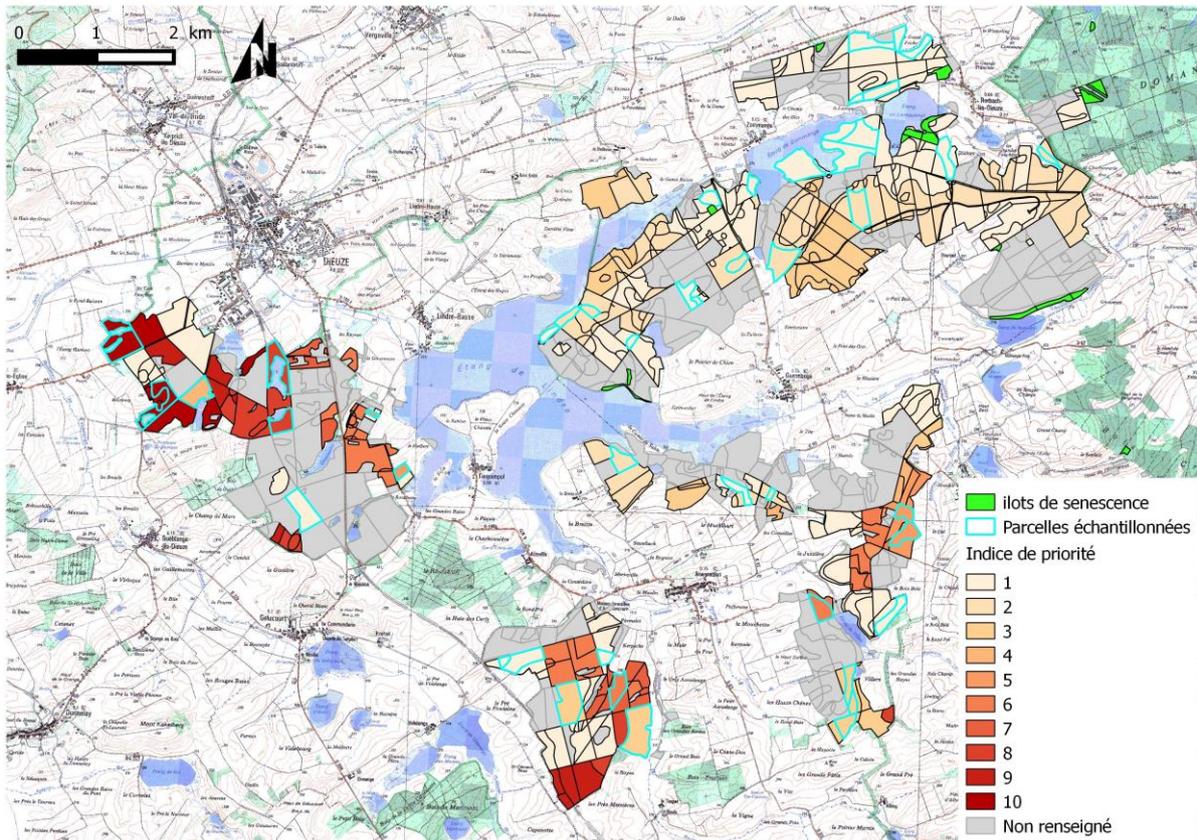


Figure 31 : Priorisation des parcelles pour la mise en place d'îlots d'arbres matures (lot n°2)

D'après la cartographie, les zones prioritaires pour l'implantation d'îlots de bois matures se situent au sud et au sud-ouest de la zone d'étude. La mise en place d'îlots de sénescence est d'autant plus importante quand la gestion associée à un massif forestier est régulière (Barataud *et al.*, 2016). Les coupes rases sont toujours des événements brutaux pour la faune forestière, la présence de zones refuges constituées par des îlots de sénescence permet de tamponner l'impact de ces coupes. Dans le cadre de la gestion menée par l'ONF, des îlots de sénescence peuvent être créés grâce à des Réserves Biologiques Intégrales (RBI) ou des Réserves Biologiques Dirigées (RBD). Dans le cadre de RBD, la préservation de vieux peuplements de chênes serait pertinente car c'est pour cette essence que l'activité des chiroptères ainsi que la richesse spécifique sont considérées comme étant les plus élevées dans la bibliographie (Barataud *et al.*, 2016). La mise en place d'îlots de sénescence serait également une mesure efficace à privilégier par rapport aux îlots de vieillissement, ces derniers permettent seulement de retarder la récolte du bois, ces milieux une fois devenus plus attractifs pour la biodiversité pourraient alors devenir des pièges et entraîner la destruction d'individus lors de la coupe, c'est le concept de zones puits (Henry, 2001).

La richesse structurale des peuplements forestiers doit être préservée. Elle conditionne le maintien d'une offre alimentaire élevée, de la qualité de l'ensemble des milieux naturels et des corridors de déplacement pour les chauves-souris. La gestion forestière doit tendre vers le maintien de peuplements diversifiés en classes d'âges. Une structuration horizontale et verticale (présence de sous étages) permet d'éviter les ruptures de couvert forestier et favorise le déplacement et la protection des chiroptères (Russo *et al.*, 2016). Pour cela, une

gestion par petites unités est nécessaire avec des parcelles de 3 à 4 hectares maximum. Dans le cadre d'une gestion régulière, l'allongement des cycles sylvicoles à 150 ans minimum afin de favoriser les gros bois, est favorable aux espèces forestières (Barataud *et al.*, 2016). La gestion irrégulière permet de ne pas avoir de rupture dans la production sylvicole et les cycles d'exploitation sont beaucoup moins marqués. Il est également nécessaire d'éviter les coupes rases sur des surfaces de plus d'un hectare (Barataud *et al.*, 2016). Les tiges d'essences pionnières ou post-pionnières qui ne gênent pas les essences de production devraient être préservées lors des coupes d'éclaircies, notamment les feuillus (bouleaux, saules, trembles, merisiers, châtaigniers,...) dans le but de préserver la stratification verticale. Il ne faut jamais éliminer l'étage arbustif d'un peuplement. La préservation des micro-habitats tels que les chablis, les zones humides, etc. est très importante, l'activité des chiroptères y est souvent plus grande (Bas and Bas, 2011; Barataud *et al.*, 2016).*

La fragmentation des massifs forestiers par les infrastructures linéaires de transport terrestres doit être limitée (Figure 32). Elles représentent des ruptures exposant les espèces de chiroptères au risque de collision voir même à l'isolement de certains massifs quand les infrastructures sont trop imposantes.



Figure 32 : Oreillard roux victime de la circulation routière

VI.2.2 Contexte extra-forestier

Les chiroptères peuvent réaliser de longues distances entre leurs gîtes et leurs terrains de chasse. La qualité de la matrice paysagère intégrant les massifs forestiers est donc très importante pour la préservation de ces espèces très mobiles. La préservation des haies ou des zones de pâturage extensif permet le maintien de corridors de déplacement entre les massifs forestiers. Mettre en lien ces connexions avec la gestion interne de la forêt est indispensable pour éviter les ruptures de continuum.

VI.3 Préservation des ouvrages bâtis et des souterrains

Le patrimoine bâti présent au sein des milieux forestiers, tel que les maisons forestières, les ponts ou encore les ouvrages militaires, peuvent accueillir des populations de chiroptères. La présence de réseaux souterrains comme les mines, les sapes ou encore les carrières

représente également des zones refuge pour les chauves-souris. Des recherches systématiques aux différentes saisons permettent de mieux connaître les populations de chauves-souris au niveau de ces sites et de les prendre en compte. Une fois ces recherches effectuées, dans certains cas, l'aménagement ou la mise en protection de certains ouvrages permet l'amélioration des conditions d'accueil pour les chauves-souris ou la préservation de certaines populations (Figure 33). En fonction de la typologie des sites, ils peuvent être aménagés pour favoriser l'hibernation ou l'estivage. Les mises en protection visent à empêcher les intrusions humaines et ainsi à préserver la quiétude du site pour que les chauves-souris accomplissent leur cycle biologique. Dans le cadre de cette étude, une colonie de Pipistrelle commune a été découverte au niveau de la toiture de la cabane de chasse du Romersberg. Si des travaux doivent être réalisés sur ce bâtiment, des mesures doivent être prises afin d'éviter la destruction/ le dérangement des individus et de préserver la capacité d'accueil pour les chauves-souris.



Figure 33 : Maison aménagée et galerie mise en protection pour les chauves-souris

VI.4 Synthèse des mesures

VI.4.1 Chronologie pour la mise en place de mesures en faveur des chiroptères

Le schéma suivant illustre et contextualise la mise en place de mesures en faveur des chiroptères en prenant en compte le milieu intra et extra-forestier. Avant la mise en place de mesures de conservations un bilan doit être réalisé sur l'état des connaissances chiroptérologiques au niveau du massif forestier ainsi qu'aux alentours (Figure 34).

1 - Dans un premier temps, la préservation des habitats utilisés par les chiroptères comme gîte, corridors de déplacement ou terrain de chasse est une priorité lorsqu'ils sont connus. Ils doivent être inventoriés et cartographiés. Leur position induira l'emplacement des premières mesures de protection.

2 - Dans un second temps, les habitats potentiellement favorables aux chiroptères devront être répertoriée, leur proximité ou leur connectivité avec les habitats réellement utilisés les rendront d'autant plus important et permettra de hiérarchiser les enjeux et de prioriser les mesures de protections. En cas de manque d'information, des études complémentaires peuvent à ce stade préciser les enjeux sur certains secteurs.

3 - Les mesures de préservation peuvent à présent être planifiées en mettant en corrélation les enjeux extra et intra-forestiers.

VI.4.2 Exemple théorique :

Dans cet exemple l'objectif est de définir des mesures en faveur des chiroptères au niveau d'un massif forestier (Figure 34).

1 - Deux bâtiments sont connus pour abriter des colonies de chiroptères, l'une en milieu forestier et l'autre en milieu agricole. Trois arbres gîtes sont également connus au niveau du massif forestier et d'un îlot forestier satellite. Ces éléments constituent l'état de nos connaissances.

2 - L'analyse de la bibliographie et le repérage cartographique permettent de mettre en évidence un réseau de haies connectant le bâtiment utilisé par les chauves-souris au massif forestier ainsi qu'à l'îlot satellite abritant l'arbre gîte. Ce réseau constitue un corridor potentiellement intéressant pour les chiroptères. L'importance des pâtures dans le déplacement et l'alimentation des chiroptères est également connue (Lentini *et al.*, 2012). Deux étangs sont présents dans cet exemple, l'un en milieu forestier et l'autre à la lisière du massif. Ces milieux peuvent servir de zone de déplacement, d'abreuvement et de chasse pour les chauves-souris (Arthur and Lemaire, 2015; Dietz and Kiefer, 2015). Comme dans notre cas, une étude peut permettre de prioriser les parcelles forestières en fonction de leur intérêt pour les chauves-souris.

3 - La mise en place de quatre îlots de senescence permet de préserver les parcelles abritant des colonies de chiroptères mais également d'assurer une connectivité entre le réseau de haie et le massif forestier. La proximité des îlots de senescences avec les milieux aquatiques permet de préserver un accès aux étangs et des milieux susceptibles d'accueillir des colonies de mise bas car ces dernières se situent plus souvent à proximité de milieux aquatiques (Dubos *et al.*, 2012). Les îlots ne sont pas mis en place à proximité de la route afin d'éviter de créer des zones attractives pour les chiroptères à proximité de zones accidentogènes. En plus de ces îlots, des linéaires boisés sont préservés afin de maintenir des corridors entre les îlots et le réseau de haies. Les îlots de senescences font au minimum 5 hectares et ne sont pas éloignés de plus de 2 km.

Le réseau de haies est préservé afin de maintenir des corridors de déplacements entre les populations de chiroptères connus et le massif forestier. Des mesures sont également prises pour maintenir l'activité de pâturage pour préserver des zones de chasse potentiels et un corridor de déplacement. Pour finir la préservation d'un réseau d'arbres de grands diamètres ainsi que des arbres dépérissant et morts sur l'ensemble du massif permet de

maintenir un potentiel élevé en gîtes pour les chiroptères et une offre en terrains de chasse intéressants.

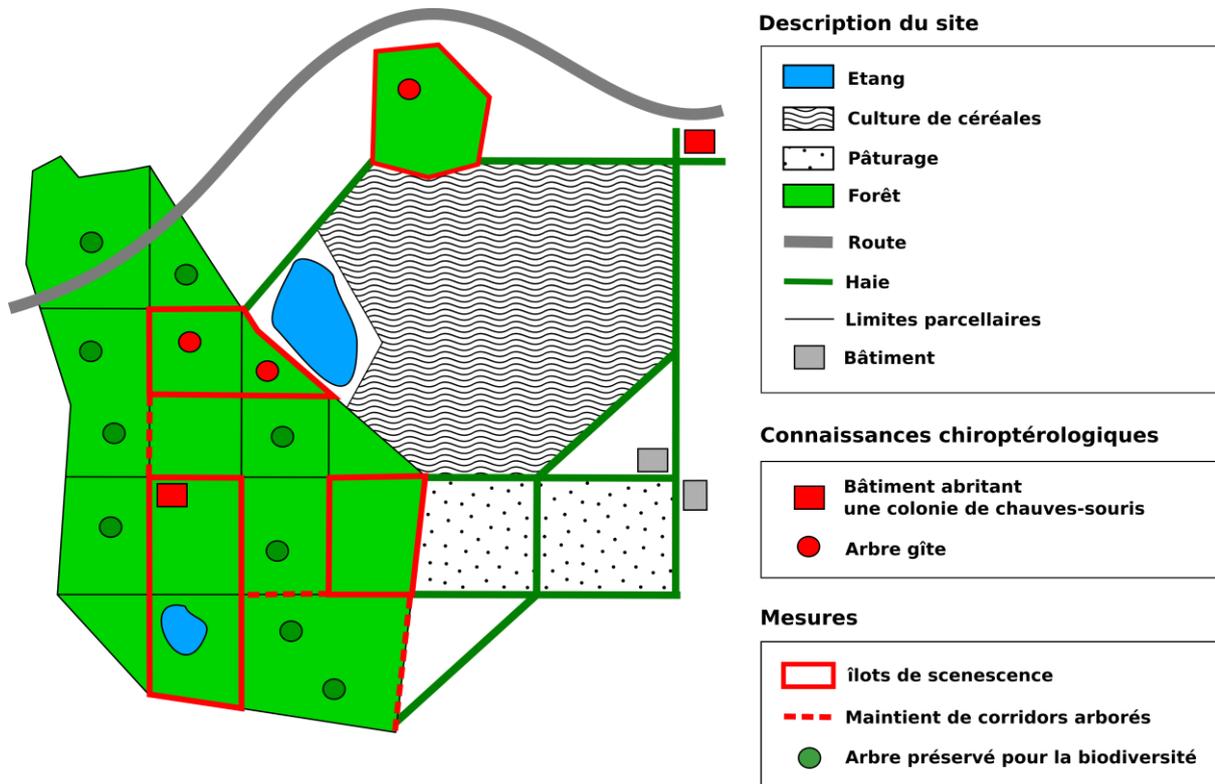


Figure 34 : Schéma de principe de la mise en place de mesures en faveur des chiroptères

VI.5 Interdiction de traitements

En période d'estivage, les massifs forestiers jouxtant l'étang de Lindre sont sujets à des invasions de chenilles Processionnaire du Chêne (*Thaumetoponea processionea*). Il a été prouvé dans les forêts landaises que les chauves-souris sont des alliées biologiques naturelles et autochtones de lutte contre les ravageurs tels que la chenille processionnaire du pin (*Thaumetopoea pityocampa*). Leur activité de chasse est très nettement corrélée au pic d'émergence des papillons de cette espèce (Charbonnier *et al.*, 2014; Charbonnier, 2015; Charbonnier, Barbaro and Jactel, 2015). Deux espèces sont particulièrement concernées ; il s'agit de la Pipistrelle de Kuhl) et de la Sérotine commune.

La conservation des populations de chauves-souris doit être une priorité dans un contexte de lutte contre les espèces d'insectes envahissantes. Cet objectif rejoint la nécessité de préserver une hétérogénéité des peuplements par une gestion forestière irrégulière. Cela permet d'augmenter la résistance et la résilience des peuplements forestiers aux événements extrêmes tels que les tempêtes ou la prolifération de ravageurs (Russo *et al.*, 2016). L'utilisation d'insecticides, de pesticides ou d'herbicides est à proscrire. Les chiroptères sont des espèces bio-accumulatrices. Leur position en fin de chaîne alimentaire les rend particulièrement sensibles à ces traitements dont elles sont victimes directement et indirectement via leur alimentation.

CONCLUSION

Lors de cette étude, la connaissance chiroptérologique au sein de site Natura 2000 FR4100219 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt de Romersberg et zones voisines » (lot n°2) a nettement progressé. Toutes méthodologies et toutes saisons confondues, 16 espèces de chauves-souris ont été identifiées sur la zone d'étude. Ce nombre d'espèces est élevé, il représente 70% de la richesse spécifique sur le territoire lorrain qui comptabilise au total 23 espèces actuellement connues. Pour le site Natura 2000 « Complexe de l'étang de Lindre, forêt de Romersberg et zones voisines » (lot n°2), trois espèces supplémentaires ont été identifiées par rapport aux connaissances antérieures : les Vespertilions de Brandt et d'Alcathoe ainsi que la Barbastelle d'Europe. Cette dernière est inscrite à l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore.

L'activité du groupe des Pipistrelles a été remarquable tout le long de l'année et surtout en période automnale avec un phénomène de parade nuptiale ? pour la Pipistrelle pygmée. La constitution de harems par la Pipistrelle de Nathusius est également remarquable à cette période. Ce phénomène a été révélé par un suivi de gîtes artificiels ("nichoirs") initié en 1994 par la CPEPESC Lorraine (CPEPESC Lorraine, 2009).

Cette étude a permis de mettre en évidence une corrélation étroite entre la richesse spécifique en chiroptères et la taille des bois présents sur les parcelles. Plus les bois sont de grand diamètre et plus la richesse spécifique est grande. Cette observation est en accord avec la bibliographie : la richesse spécifique en chiroptères augmente avec la taille des bois (Barataud *et al.*, 2016). Elle a également permis de démontrer que l'activité acoustique des Vespertilions diminuait avec l'éloignement aux milieux aquatiques. La méthodologie mise en place n'a pas permis de découvrir d'arbre-gîte utilisé par une espèce de l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore.

La préservation des chiroptères passe en premier lieu par le maintien des populations connus au sein du massif forestier et à proximité de ce dernier. Le maintien de leurs gîtes, de leurs corridors de déplacement ainsi que leurs terrains de chasse quand ils sont connus.

Les observations réalisées lors de cette étude ont été compilées avec la création d'un indice d'intérêt chiroptérologique. La cartographie de cet indice permet de mettre en évidence les milieux forestiers où l'activité et la diversité des chiroptères est la plus grande. Grâce à cet outil, les mesures de gestion en faveur des chauves-souris pourront être orientées vers la création d'un réseau d'îlots de senescence. Le maintien d'un réseau d'arbres de grands diamètres ainsi que des arbres à cavités, dépérissant et/ou morts au sein de chaque parcelle permettra également de maintenir une offre en gîte et des terrains de chasse pour les chauves-souris. La mise en place d'une gestion cohérente entre le milieu intra et extra-forestier permettra d'assurer le lien entre les gîtes utilisés par les chiroptères et leurs terrains de chasse.

VII BIBLIOGRAPHIE

Arthur, L. and Lemaire, M. (2015) *Les Chauves-souris de France, Belgique, Luxembourg et Suisse*. 2e édition. Mèze (France): Biotope (Parthénope).

Barataud, M. (2012) *Ecologie acoustique des chiroptères d'Europe. Identification des espèces, études de leurs habitats et comportements de chasse*. Mèze (France): Biotope (Inventaires et biodiversité). Available at: http://ecologieacoustique.fr/?page_id=13.

Barataud, M. et al. (2016) 'Diversité des chiroptères dans les peuplements forestiers du Limousin. Saison 2014', *Le Vespère*, 6, pp. 397–429.

Bas, Eric and Bas, Eddy (2011) *Chiroptères et naturalité des peuplements forestiers. Première approche. Les chauves souris pour inspirer un plan de restauration des forêts*, p. 50.

Charbonnier, Y. et al. (2014) 'Numerical and Functional Responses of Forest Bats to a Major Insect Pest in Pine Plantations', *PLoS ONE*, 9(10), p. e109488. doi: 10.1371/journal.pone.0109488.

Charbonnier, Y. (2015) 'Luxure et gourmandise nocturnes : Chiroptères vs Processionnaire'. *6èmes rencontres Chiroptères Grand-Ouest*, Angers, 21 March.

Charbonnier, Y., Barbaro, L. and Jactel, H. (2015) *Les chauves-souris efficaces contre la processionnaire du pin*, INRA. Available at: <http://www.inra.fr/Chercheurs-etudiants/Agroecologie/Toutes-les-actualites/Chauves-souris-et-processionnaires-du-pin>.

CPEPESC Lorraine (2009) *Connaître et Protéger les Chauves-souris de Lorraine*. Ciconia.

Dietz, C. and Kiefer, A. (2015) *Chauves-souris d'Europe. Connaître, identifier, protéger*. Delachaux et Niestlé (Guide Delachaux).

Dubos, T. et al. (2012) 'L'offre en gîtes sylvestres des forêts bretonnes: analyse de l'occupation de gîtes par des colonies arboricoles de chauves-souris dans deux massifs domaniaux aux faciès contrastés', in *Actes des XIVèmes Rencontres Nationales Chauves-Souris de la SFPEM. 14èmes rencontres nationales 'Chauves-souris'*, Bourges (Cher): REMUCE, pp. 7–18.

Gorresen, P. M., Willig, M. R. and Strauss, R. E. (2005) 'Multivariate analysis of scale-dependent associations between bats and landscape structure', *Ecological Applications*, 15(6), pp. 2126–2136.

Henry, C. (2001) *Biologie des populations animales et végétales*. Paris: Dunod.

Jouan, D. (2011) *Suivi des gîtes à chiroptères de l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore du site Natura 2000 FR4100189 été 2010 - hiver 2010/2011 - Action n°9 du PRCL*. Rapport de suivi. CPEPESC Lorraine, p. 5.

Jouan, D. (2012) *Suivi des gîtes à chiroptères de l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore du site Natura 2000 FR4100189 été 2011 - hiver 2011/2012 - Action n°9 du PRCL*. Rapport de suivi. CPEPESC Lorraine, p. 5.

Jouan, D. (2013) *Suivi des gîtes à chiroptères de l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore du site Natura 2000 FR4100189 été 2012 - hiver 2012/2013 - été 2013 - Action n°9 du PRCL*. Rapport de suivi. Neuves-Maisons: CPEPESC Lorraine, p. 5.

Jouan, D. (2014) *Suivi des gîtes à chiroptères de l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore du site Natura 2000 FR4100189 année 2014 - Action n°7 du PACL*. Rapport de suivi. Neuves-Maisons: CPEPESC Lorraine, p. 4.

Jouan, D. (2015) *Suivi des gîtes à chiroptères de l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore du site Natura 2000 FR4100189 année 2015 - Action n°7 du PACL*. Rapport de suivi. Neuves-Maisons: CPEPESC Lorraine, p. 4.

Jouan, D. (2016) *Suivi des gîtes à chiroptères de l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore du site Natura 2000 FR4100189 année 2016 - Action n°7 du PACL*. Rapport de suivi. Neuves-Maisons: CPEPESC Lorraine, p. 4.

Jouan, D. (2017) *Suivi des gîtes à chiroptères de l'annexe II de la directive Habitats-Faune-Flore du site Natura 2000 FR4100189 année 2017 - Action n°1.5 du PACL*. Rapport de suivi. Neuves-Maisons: CPEPESC Lorraine, p. 4.

Le Campion, T. and Dubos, T. (2017) *Etude de la migration des chauves-souris en Bretagne 2013 -2016. Rapport final*. Groupe Mammalogique Breton, p. 52. Available at: http://gmb.bzh/wp-content/uploads/2017/05/Etude-de-la-migration-des-chauves-souris-en-Bretagne_RapportFinal_2017VF.pdf.

Lentini, P. E. *et al.* (2012) 'Bats in a Farming Landscape Benefit from Linear Remnants and Unimproved Pastures', *PLoS ONE*, 7(11), p. e48201. doi: 10.1371/journal.pone.0048201.

Parise, C., Galand, N. and Hervé, C. (2012) 'Reproduction de la Pipistrelle de Nathusius, *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839) au lac du Der-Chantecoq (Champagne-Ardenne)', *Symbioses*, 28, pp. 7-13.

Reese, G. C. (2012) *Simulating species assemblages and evaluating species richness estimators*. PhD thesis. Colorado State University. Available at: <https://dspace.library.colostate.edu:443/handle/10217/68193>.

Rodrigues, L. *et al.* (2015) *Lignes directrices pour la prise en compte des chauves-souris dans les projets éoliens. Actualisation 2015*. Bonn, Germany: PNUE/EUROBATS Secretariat (EUROBATS Publication Series, 6). Available at: http://www.sfepm.org/pdf/2015_FR_GuidelinesWTs_191215.pdf.

Russo, D. *et al.* (2016) 'Identifying Key Research Objectives to Make European Forests Greener for Bats', *Conservation*, p. 87. doi: 10.3389/fevo.2016.00087.

Schwaab, F. (1994) *Étude des populations de Chiroptères de la Forêt du Romersberg - Rapport préliminaire*. GEML, p. 45.

Schwaab, F. (1995) *Étude des populations de Chiroptères de la Forêt du Romersberg - Rapport final*. CPEPESC Lorraine, p. 91.

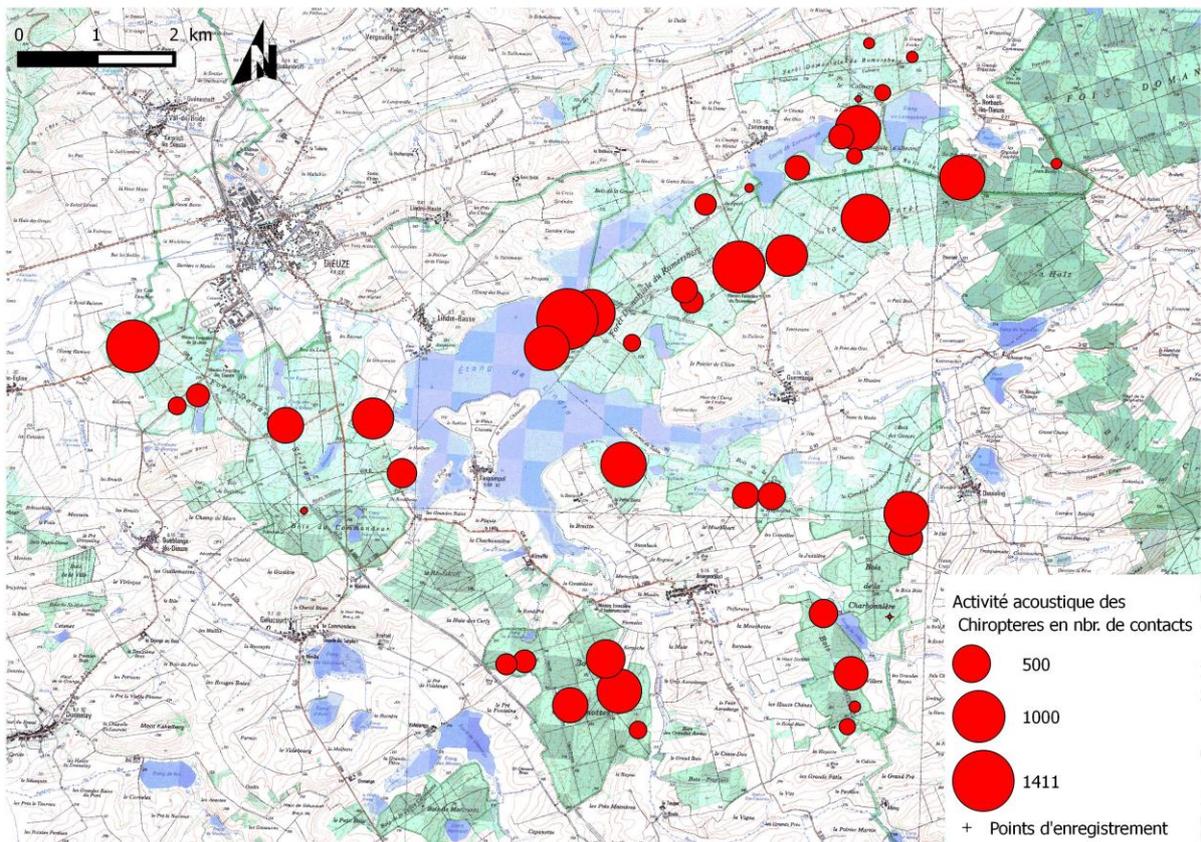
Schwaab, F. (2002) 'Utilisation des nichoirs dans l'étude chiroptérologique menée depuis 1994 en forêt du Romersberg (Moselle)', in *Symbioses. 8èmes rencontres nationales 'Chauves-souris', 1999*, Bourges (Cher): REMUCE (Nouvelle série), pp. 45-48.

Tapiero, A. et al. (2013) *Guide méthodologique de hiérarchisation des sites protégés et à protéger à Chiroptères*. Plan National d'Actions Chiroptères 2009-2013, p. 6.

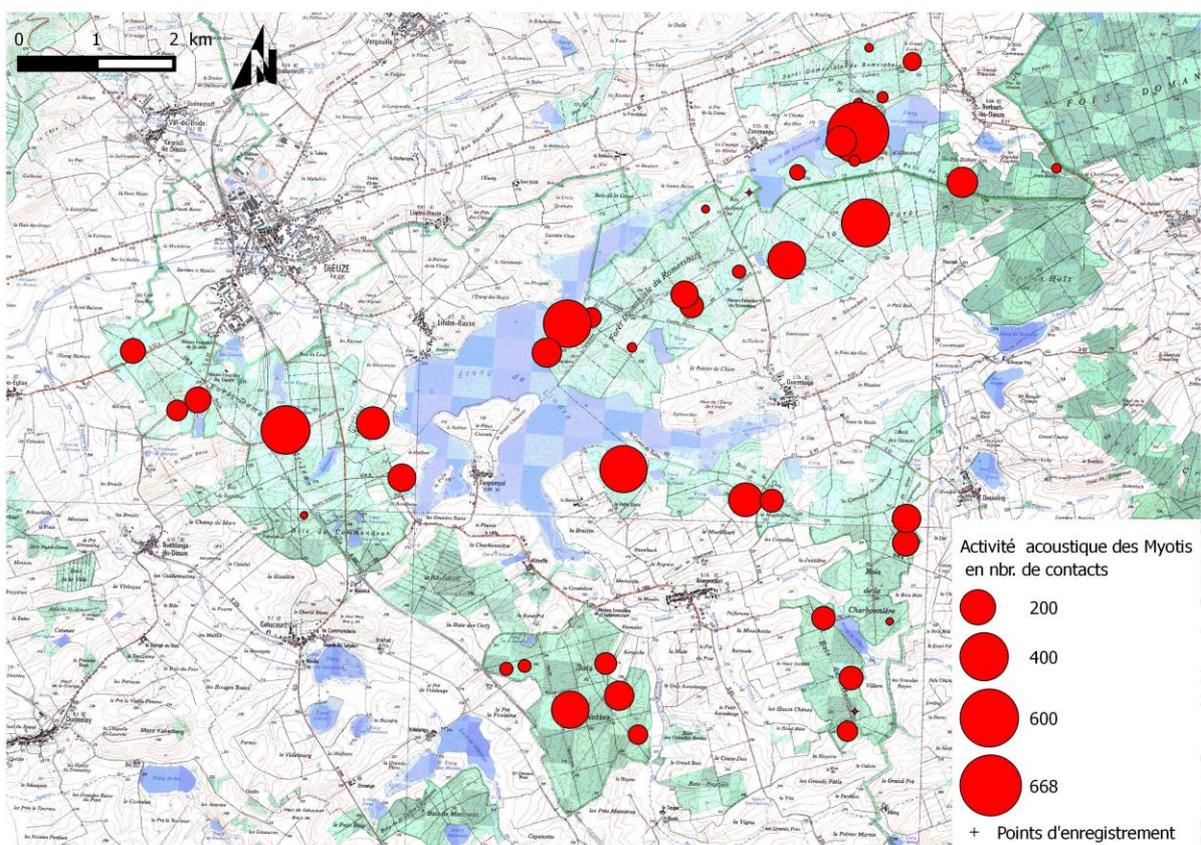
Tillon, L. (2008) *Inventorier, étudier ou suivre les chauves-souris en forêt, Conseils de gestion forestière pour leur prise en compte. Synthèse des connaissances*. Office National des Forêts, p. 88p+annexes. Available at: http://www.plan-actions-chiropteres.fr/IMG/pdf_Tillon-les-chiropteres-en-foret-2008.pdf.

Tillon, L. (2015) *Utilisation des gîtes et des terrains de chasse par les Chiroptères forestiers, propositions de gestion conservatoire*. Thèse de doctorat. Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées.

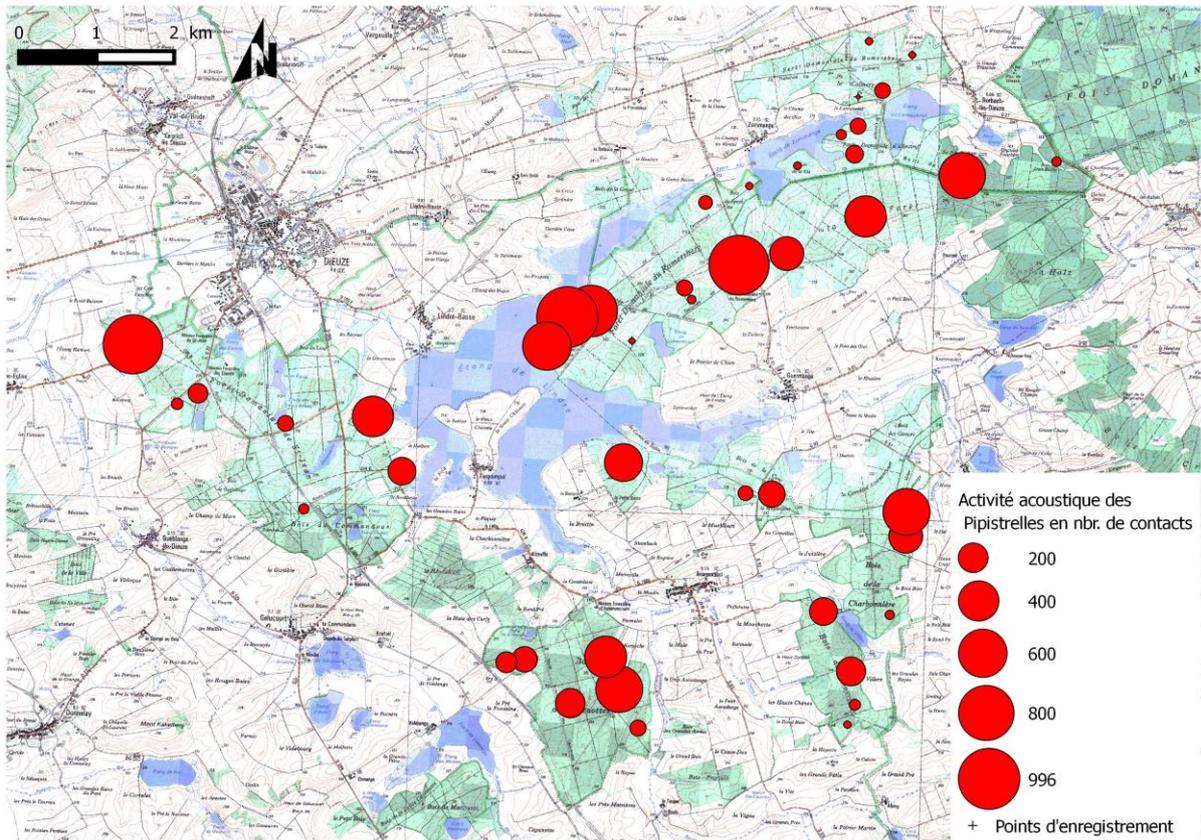
Vuinée, L. (2011) *Gestion forestière et préservation des chauves-souris*. CORA Faune Sauvage / Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces Naturels (Les Cahiers Techniques). Available at: http://cren-rhonealpes.fr/images/stories/documents/CTpdf/cahiertechnique/CTChiro_forestiers.pdf.



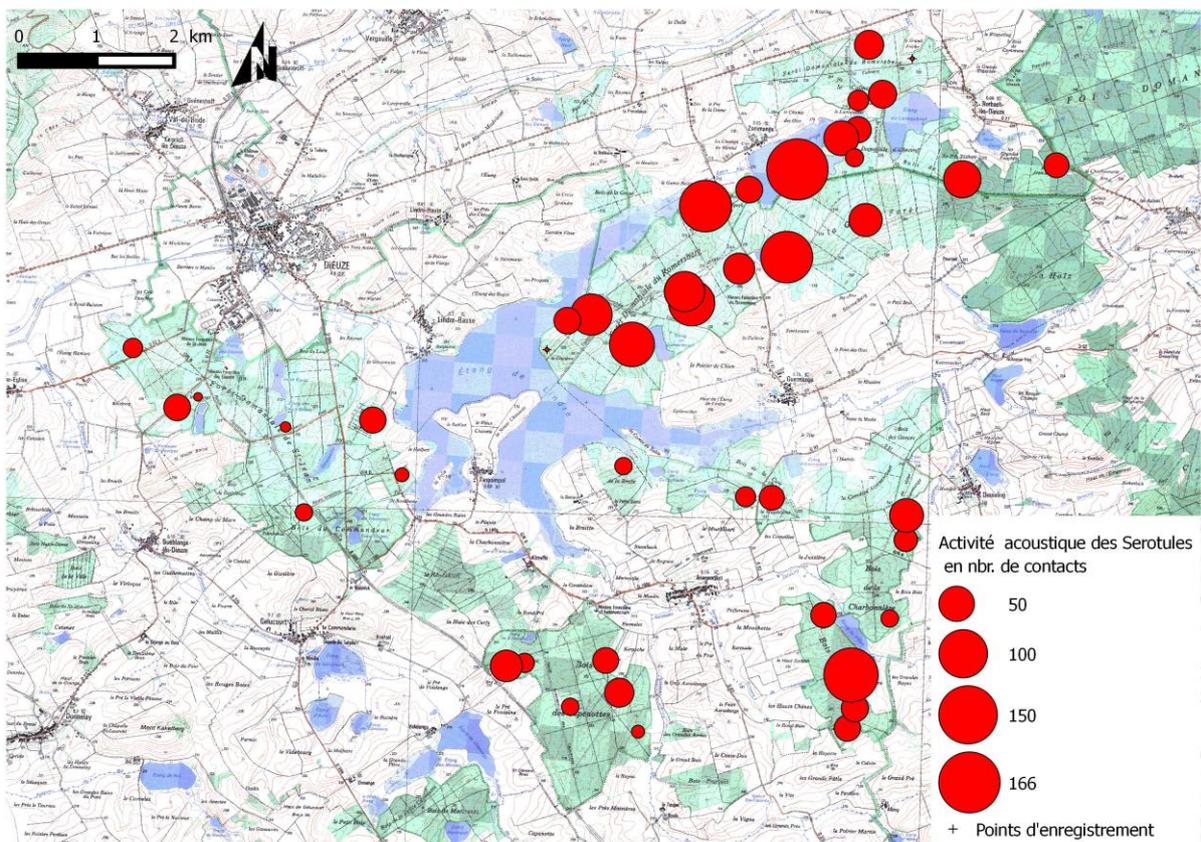
Annexe 2 : Activité des chiroptères relevée au niveau des points d'écoute (lot n°2)



Annexe 3 : Activité des Vespertillons relevée au niveau des points d'écoute (lot n°2)



Annexe 4 : Activité des Pipistrelles relevée au niveau des points d'écoute (lot n°2)



Annexe 5 : Activité des Sérotules relevée au niveau des points d'écoute (lot n°2)

Lots	Date	Nombre d'équipe	Température à 21H00 (en °C)	Vent	Pluie
Période de transit automnal					
Lot n°2	13/10/2017	1	17	Nul	Pas de pluie
Lot n°2	17/10/2017	1	15	Nul	Pas de pluie
Lot n°1	18/10/2017	1	11	Nul	Pas de pluie
Lot n°1	22/10/2017	1	10	Nul	Pas de pluie
Période de transit printanier					
Lot n°2	18/05/2018	2	13	Nul	Pas de pluie
Lot n°1	22/05/2018	2	18	Nul	Pas de pluie
Période d'estivage					
Lot n°2	10/06/2018	1	21	Nul	Pas de pluie
Lot n°2	12/06/2018	1	15	Nul	Pas de pluie
Lot n°2	18/06/2018	1	20	Nul	Pas de pluie
Lot n°2	19/06/2018	1	21	Nul	Pas de pluie
Lot n°2	20/06/2018	1	24	Nul	Pas de pluie
Lot n°1	21/06/2018	1	17	Nul	Pas de pluie
Lot n°2	25/06/2018	1	19	Nul	Pas de pluie
Lot n°1	02/07/2018	1	27	Nul	Pas de pluie
Lot n°2	03/07/2018	1	24	Nul	Pas de pluie
Lot n°2	09/07/2018	1	22	Nul	Pas de pluie
Lot n°1	11/07/2018	1	21	Nul	Pas de pluie
Lot n°2	30/07/2018	1	26	Nul	Pas de pluie
Lot n°2	31/07/2018	1	29	Nul	Pas de pluie
Lot n°1	01/08/2018	1	26	Nul	Pas de pluie
Lot n°2	02/08/2018	1	26	Nul	Pas de pluie

Annexe 6 : Dates des nuits d'étude acoustiques et conditions météorologiques