

Etude de la dynamique des populations de Grand Murin (*Myotis myotis*)

Bretagne et Pays de la Loire

Pôle connaissance et conservation



Bretagne Vivante

Une voix pour la nature

sepnb



Synthèse des Connaissances 2010 / 2017

Corentin Le Floch,
Frédéric Touzalin,
Olivier Farcy,
Arnaud Le Houédec &
Guillaume Gélinaud,
Septembre 2018



Synthèse des Connaissances

2010 / 2017

**Corentin Le Floch, Frédéric Touzalin, Olivier Farcy, Arnaud
Le Houédec & Guillaume Gélinaud**

Septembre 2018

Bretagne Vivante-SEPNB

19 route de Gouesnou

BP 62132

29221 Brest Cedex 2

PARTENAIRES SCIENTIFIQUES :



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien scientifique et la participation scientifique de l'University College of Dublin.

Référent : Professeur Emma Telling.



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien scientifique et la participation scientifique de l'Agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail.

Référent : Dr Evelyne Picard-Meyer



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien scientifique de l'Université de Rennes 1.

Référent : Professeur Eric Petit.



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien scientifique de l'Université Paul Sabatier de Toulouse III.

Référent : Professeur Emmanuelle Cam



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien scientifique de l'Institut National de la Recherche Agronomique de Rennes.

Référent : Guillaume Evanno

PARTENAIRES TECHNIQUES:



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien de la commune de Béganne, Morbihan.



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien de la commune de Noyal-Muzillac, Morbihan.



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien de la commune de La Roche Bernard, Morbihan.



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien de la commune de Limerzel, Morbihan.



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien de la commune de Férel, Morbihan.



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien de l'école Notre Dame Férel, Morbihan.



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire a reçu le soutien Direction Départemental des Territoires et de la Mer. Morbihan.

PARTENAIRES FINANCIERS:



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire est cofinancée par l'Union européenne, au titre d'un Fond Européen de Développement Régional.



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire est cofinancée par le Conseil Régional de Bretagne, au travers d'un Contrat Nature.



L'étude la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne et Pays de la Loire est cofinancée par la DREAL Bretagne.

SOMMAIRE

1. Contexte général	9
2. Objectif du programme	9
3. Généralités sur la biologie du Grand Murin	10
II. La population de Grand Murin en Bretagne.....	14
1. Les colonies de mise-bas	14
2. La période d'hibernation	16
3. Conclusion	17
III. Une étude basée sur le marquage individuel des Grands murins.....	19
1. Le marquage et le suivi des individus par transpondeur	19
2. Les différents dispositifs de lecture des transpondeurs	19
3. Schéma des installations mises en place dans les sites d'études	22
4. Capture, marquage et prélèvements.....	23
5. Bilan du marquage	25
6. Conclusion.....	26
IV. Un territoire à enjeu pour le grand murin.....	28
1. Un réseau de colonies localisé	28
2. Présentation des colonies de reproduction	29
3. Méthodes de suivi	32
4. Evolution des effectifs d'adultes présents dans les colonies d'études	32
5. Recrutement et dispersion des femelles au sein des colonies.....	33
6. Évolution de la production de juvéniles.....	33
6. Sex-ratio des juvéniles dans les colonies.....	34
7. Analyse de la survie saisonnière des juvéniles.....	36
8. Synthèse de la dynamique des colonies de reproduction	37
V. L'étude des grands Murins sur leurs zones de chasse	40
1. Capture et télémétrie pour la recherche des zones de chasse	40
2. Dispersion autour des colonies	40
3. Domaine vital des colonies	44
4. Disponibilité des habitats dans le domaine vital des colonies	44
5. Évolution des habitats agricoles autour des colonies	49
Conclusion.....	50
VI. Les grands Murins pendant la période d'accouplement.....	51
1. L'automne, une période clé pour la survie des juvéniles	51
2. Suivi des ardoisières de Pluherlin	52
3. Conclusion et perspectives	54

VII. La période hivernale chez les grands Murins	55
1. L'activité des grands murins en hiver	55
2. Installation d'un portique dans une galerie d'ardoisière	55
3. La dispersion sur le territoire	56
4. Le contrôle et la détectabilité des individus transpondés	58
5. Conclusion	59
1. Animations	62
2. Restitutions aux collectivités	62
3. Exposition.....	62
4. Site internet.....	62
5. Valorisation scientifique	62
X. Une vision sur le long terme	64
1. Affiner les connaissances, définir et protéger les territoires de chasse	64
2. Une veille active de l'épidémiologie des chauves-souris.....	65
3. Participer à la compréhension du vieillissement des chauves-souris	65
4. Conclusion	66

I. CONTEXTE ET OBJECTIFS DU PROGRAMME

1. Contexte général

Dans le contexte d'un déclin constaté des populations de chiroptères en France et en Europe (Dietz *et al.*, 2009), le cadre réglementaire contraint les états à la protection de ces populations menacées dans le cadre de la directive Habitats-faune-flore notamment. Il apparaît donc primordial de comprendre et de décrire finement les processus démographiques à l'œuvre dans les changements temporels d'effectifs de ces espèces.

La prise en compte des chiroptères dans les politiques de conservation s'est fortement développée à partir des années 1980, le plus souvent à l'initiative d'associations de protection de l'environnement en partenariat avec des collectivités territoriales locales, départementales et régionales. Des plans d'action nationaux relaient et organisent aujourd'hui ces actions toujours actives. Les actions associatives sont déclinées selon 3 grands axes : la recherche et la protection des gîtes de reproduction et d'hibernation, les dénombrements estivaux et hivernaux, et enfin des études sur la biologie des espèces.

2. Objectif du programme

Les travaux sur la dynamique des populations s'intègrent à un processus de chiroptérologie et d'action de conservation engagé par les naturalistes depuis 1985. A cette date, réunis sous le nom de Reunig, les naturalistes entreprirent l'inventaire spécifique et géographique des chauves-souris en Bretagne (Nicolas, 1988).

Depuis, les connaissances n'ont cessé de progresser sous la forme de bilans et d'atlas (Nicolas, 1988 ; Nicolas & Penicaud, 1993 ; Choquené (coord.), 2006). L'Atlas des mammifères de Bretagne (Simonnet (coord.), 2015) est aujourd'hui le document référence en termes de répartition des espèces. Parallèlement, ces mêmes naturalistes, le plus fréquemment membres des associations Bretagne Vivante - SEPNEB et du Groupe Mammalogique Breton (GMB), constituent un réseau de sites pour le suivi des populations, qu'ils s'agissent de sites d'hibernation, de gîtes de mise-bas ou encore de sites de regroupement automnal. Parmi ces sites régionaux (près de 770 en 2017), nombre d'entre eux font l'objet de conventions de partenariat (37 sites en convention avec Bretagne Vivante) et/ou de procédure de classement comme les Arrêtés de Protection de Biotope (30 sites à la demande de Bretagne Vivante) ou encore comme site Natura 2000.

Soutenues par la Région Bretagne, la DREAL et les conseils départementaux, les associations s'appuient sur le dispositif des Contrats de Restauration puis des Contrats Nature pour améliorer les connaissances sur l'ensemble des chauves-souris ou sur des taxons plus spécifiques (Petit Rhinolophe par Bretagne Vivante, Grand Rhinolophe par le GMB).

Pour les plus récents (Observatoire des chauves-souris de Bretagne 2013-2016), ces dispositifs permettent, entre autre, une analyse avancée et relative des connaissances permettant la production d'indicateurs des populations (selon des protocoles de comptage cadrés mis en place sur les sites d'hibernation et sur les colonies de mise-bas).

Les associations naturalistes ont ainsi pu dresser des indicateurs exploités à l'échelle nationale (SFEPM, MNHN), ainsi qu'à l'échelle régionale sous la forme des Listes Rouges et responsabilités de la Bretagne, (Simonnet *et al.*, 2017).

Cependant aucune étude précise sur la dynamique des populations de chiroptères n'a été menée auparavant en France malgré la mise en place de suivis à long terme. Les variations temporelles restent donc encore à comprendre et à analyser.

Cette étude menée sur une espèce de chiroptère particulière, le Grand Murin (*Myotis myotis*), débutée en 2010, vise en premier lieu à connaître l'état de santé des colonies de

mise-bas sélectionnées et à mettre en place des outils rigoureux et robustes d'estimation des paramètres écologiques et démographiques de cette espèce. Les objectifs au début de l'étude étaient donc prioritairement :

- d'estimer les paramètres démographiques (survie, fécondité) de la population afin de connaître sa dynamique ;
- d'étudier la dispersion des individus au cours des diverses phases de leur cycle annuel (automnale, hivernale, estivale et sur les zones de chasse) et si possible de quantifier les échanges entre colonies ;
- de mieux connaître le rythme d'activité de ces animaux notamment en fonction des conditions climatiques, en période de reproduction, mais également en hiver ;
- de contribuer à la conservation, notamment par la localisation des sites clés à différentes phases du cycle annuel ;
- de diffuser des connaissances vers différents publics ;
- de contribuer à une meilleure prise en compte des chiroptères dans les politiques de conservation.

3. Généralités sur la biologie du Grand Murin

Présent sur la majeure partie de l'Europe continentale, dont la France, et en Turquie (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), le Grand Murin occupe sur une grande partie de la Bretagne (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Toutefois, il est presque absent de la majeure partie nord-ouest de la région. Cette présence sporadique sur la pointe bretonne, communément appelé l'effet de péninsule, s'observe chez d'autres espèces faunistiques et floristiques.



Figure 1 Répartition mondiale du Grand Murin (source IUCN 2008)

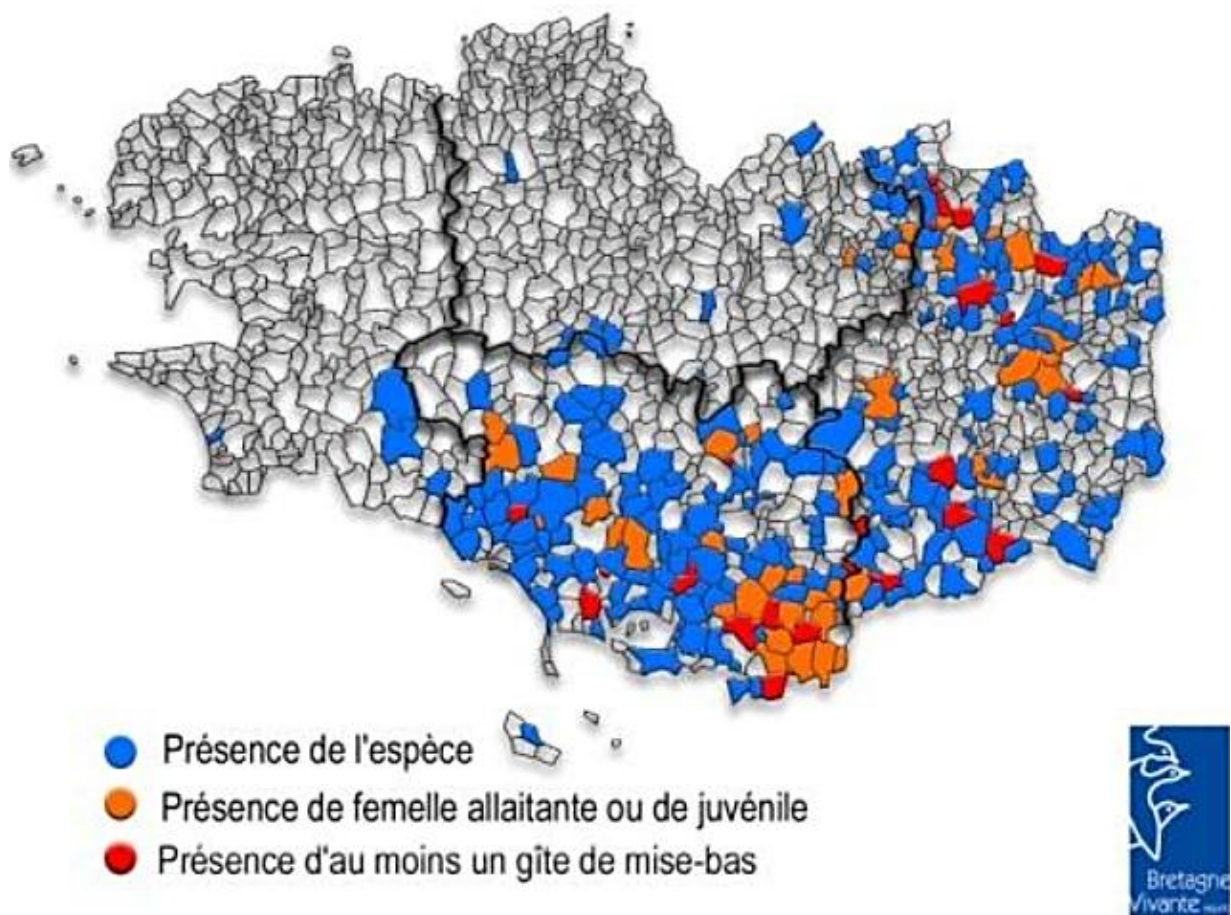


Figure 2 Répartition du Grand Murin en Bretagne

Cycle de vie

Comme toutes les chauves-souris métropolitaines, le cycle biologique du Grand Murin se décompose en trois phases principales. L'hiver est caractérisé par une période de léthargie, dite d'hibernation dans des sites hypogés principalement. C'est en mars en général que le Grand Murin sort de l'hibernation et se regroupe petit à petit dans les gîtes de mise bas pour les femelles, alors que les mâles vivent à l'écart, dispersés, seuls ou en petits groupes. Ces gîtes sont généralement des combles de grands bâtiments couverts d'ardoise où les conditions thermiques chaudes avec des zones plus tempérées sont recherchées. Les mises bas varient selon les années mais ont surtout lieu en mai. Le sevrage a lieu en juillet et les adultes quittent les uns après les autres ces gîtes pour rejoindre des gîtes temporaires. Les juvéniles ne quitteront les colonies qu'à partir de la fin août jusqu'à fin septembre. À cette période commence le regroupement automnal pour les accouplements dans des gîtes hypogés qui serviront de gîte d'hibernation pour la plupart à partir de fin octobre.

Longévité, âge de première reproduction,

D'un point de vue démographique, on peut classer les espèces le long d'un continuum lent/rapide d'histoires de vie allant d'espèces à vie longue, à maturation tardive et à reproduction lente à des espèces à vie courte, à maturité précoce et très prolifiques (Gaillard *et al.*, 2016). Le Grand Murin appartient à cette première catégorie, les femelles produisant au maximum un petit par an, ils sont crédités d'une espérance de vie maximale de 37 ans (Gaisler *et al.*, 2003). Il peut se reproduire dès la première année de vie et montre une grande philopatrie, i.e. les femelles reviennent dans leur très grande majorité se reproduire dans la colonie où elles sont nées.

Habitats :

En France, les colonies de reproduction sont localisées dans deux types de sites. Au Sud de la Bretagne, les colonies se trouvent majoritairement dans des sites souterrains (hypogés) tandis que dans la partie nord, elles occupent principalement des combles de bâtiments (epigés). En Bretagne, toutes les colonies sont dans des bâtiments, et notamment des combles d'églises, qui présentent l'avantage d'être chauds et d'avoir un vaste espace permettant ainsi aux jeunes l'apprentissage du vol à l'abri et en sécurité à l'intérieur de la colonie.

Gîtes de swarming et d'hibernation

Le Grand Murin est un migrateur « moyen », c'est-à-dire qu'il ne dépasse pas beaucoup les 50 km entre son gîte de reproduction et ses sites de swarming ou d'hibernation. Des distances de 100 km peuvent néanmoins être observées avec un record de 390 km en Espagne (Schober et Grimmberger 1998). Durant la période de regroupement automnal et de copulation (swarming), comme en hiver, le Grand Murin fréquente des sites hypogés, généralement à forte hydrométrie. Il s'agit de grandes galeries ou de simples caves où on le trouve suspendu, seul ou en groupe, mais aussi des ponts ou encore des bâtiments industriels fournissant des anfractuosités. Il semble donc que la température en région Bretagne ne soit pas un paramètre essentiel car ces derniers sites ne garantissent pas des températures stables contrairement aux premiers.

Régime alimentaire et zones de chasse

Le Grand Murin est la seule espèce du nord-ouest de la France à pratiquer une chasse au sol (Choquene, 2006). Il chasse à faible distance du sol, généralement de 30 à 70 cm, et presque toujours à moins de 3 m, à vitesse moyenne, moins de 15 km/h, afin de repérer à l'écoute, sans émettre d'ultrasons, le déplacement de ses proies sur la litière forestière (Russo *et al.*, 2007; Simon & Boye, 2004). Il opère parfois des vols stationnaires lorsqu'il repère une proie. Il est néanmoins capable de se déplacer à grande vitesse entre ses sites de chasse (50 km) et il en exploite généralement plusieurs durant la même nuit. Les analyses de guano dans de nombreux pays européens montrent que le Grand Murin a un régime tout à fait particulier et spécialisé, dominé par de grands coléoptères (plus de 1 cm), notamment des Carabidae (Roué & Barataud, 1999), qui constituent l'essentiel du régime alimentaire de l'espèce. Les besoins quotidiens du Grand Murin sont estimés, en moyenne par individu, à 10-15 g (Meschede & Heller, 2002). Il capture l'essentiel de ses proies sur la litière forestière, mais peut également profiter de la fauche de prairies ou de cultures, lui donnant accès au sol, pour capturer d'autres espèces moins inféodées au milieu forestier. Cependant le Grand Murin peut varier son régime alimentaire au profit d'émergences en abondance d'autres proies telles que les tipules (Tipulidae) ou les hannetons (notamment *Melolontha melolontha*). Les études télémétriques confirment une chasse en milieu essentiellement forestier (Audet, 1990; Roué & Barataud, 1999; Rudolph, 1989). Le Grand Murin chasse dans les forêts mixtes, mais montre une préférence pour les forêts de feuillus (Meschede & Heller, 2002; Rudolph *et al.*, 2009), même si on peut également le rencontrer dans certaines plantations denses de conifères (obs. pers.). Des études de radio-tracking en Suisse ont également révélé l'usage ponctuel de cultures et de prairies, notamment dans les jours qui suivent la fauche (Arlettaz, 1995; Güttinger, 1997; Güttinger *et al.*, 2006).

Statut de conservation en Bretagne

L'aire de répartition du Grand Murin se cantonne dans le Paléarctique occidental à l'Europe et la Turquie essentiellement, où il est largement réparti (Fig. 1). Néanmoins cette espèce a connu une très forte diminution de ces effectifs dans les années 1950 et les populations se sont stabilisées à de faibles niveaux dans les années 1970 (Schwaab *et al.*, 2009). Son déclin a été particulièrement prononcé dans le nord-ouest de son aire de répartition où la Bretagne en est un témoin. Récemment encore plus de la moitié des colonies suivies étaient en déclin dans cette région (Choquene 2006). Il est considéré quasi menacé en Bretagne et responsabilité biologique régionale est modérée. Il est étroitement dépendant des pratiques

forestières et agricoles. Le Grand Murin reste en fait une espèce fragile sur toute son aire de répartition avec notamment des signes de contraction de sa répartition (Lemaire & Arthur, 2000). Mais la dynamique des populations est variable localement avec des populations qui seraient en augmentation en France au rythme de 2,8 %/an (Kerbiriou *et al.*, 2016), en république Tchèque et en Hongrie (Lemaire & Arthur, 2000), alors qu'elles remontent difficilement en Allemagne (Meschede & Heller, 2002). Néanmoins il y a assez peu de données que ce soit à l'échelle locale ou nationale pour réellement apprécier la situation en dehors des comptages hivernaux à l'échelle Européenne.

II. LA POPULATION DE GRAND MURIN EN BRETAGNE

1. Les colonies de mise-bas

En Bretagne et ce depuis 1993, les gîtes de mise-bas et nurseries de Grand Murin sont recherchées afin d'estimer l'abondance des populations et d'évaluer leur état de conservation. Les premières colonies ont été contactées suite à la prospection aléatoire de bâtiments favorables aux chauves-souris avec notamment une prospection quasi systématique des églises. Ensuite, le développement de la pratique de la capture au filet japonais et l'évolution de la technologie ont permis de mener des opérations de télémétrie sur des grands murins. L'équipement d'individus avec des radio-émetteurs a permis de découvrir d'autres colonies en suivant les chauves-souris de leurs zones de chasse jusqu'à leurs gîtes. Enfin un travail important de communication mené par les associations a permis d'entrer en contact avec des propriétaires de bâtiments et ainsi de découvrir d'autres colonies. Toutes ces opérations ont permis de découvrir 26 sites de mise-bas (**Erreur ! Source u renvoi introuvable.**), avec une dernière colonie découverte au cours de l'été 2017 en Ille-et-Vilaine suite à un appel de la commune concernée. Ces sites sont qualifiés de sites de reproduction lorsque que des grands murins sont observés en période de mise-bas avec la présence de juvéniles.

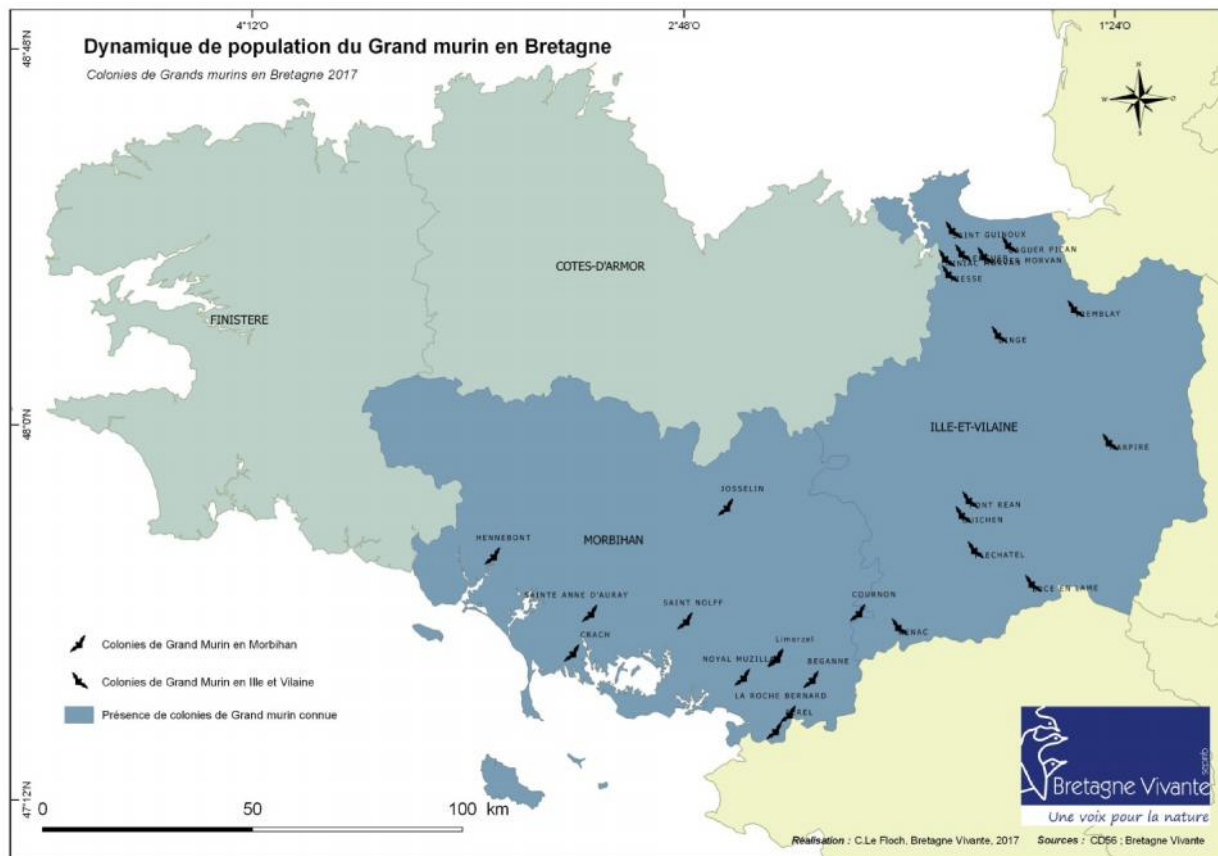


Figure 3 Carte de répartition des colonies de Grand Murin en Bretagne

Lors de la période de reproduction, afin de préciser l'évolution des populations de Grand Murin, l'ensemble des colonies de Bretagne fait l'objet d'au moins un comptage annuel. Le comptage des colonies s'effectue en deux phases, dans un premier temps, un comptage à vue des adultes en sortie de gîte et dans un second temps un comptage des juvéniles dans la colonie, après la sortie des adultes. Dans certains cas, le comptage des adultes est effectué directement dans la colonie. Dans d'autres cas, le comptage des juvéniles est

parfois difficile, voire impossible, et ne permet donc pas d'obtenir partout des résultats exhaustifs.

Tableau.1 : Proportion de mâles adultes lors des cessions de captures dans les gîtes de mise-bas.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Moyenne
BEGANNE	0.08	0.03	0.03	0.02	0.01	0	0.05	0	0.04
FEREL		0.12	0.23	0.11	0.07	0.15	0.14	0.09	0.13
LA ROCHE BERNARD		0.31	0.27	0.24	0.3	0.24	0.24	0.25	0.26
NOYAL MUZILLAC				0.16	0.13	0.22	0.31	0.22	0.21

La proportion d'individus mâles dans les colonies est très variable d'une colonie à l'autre variant en moyenne de 4 % à 26 % (Tab.1). Les observations montrent que les mâles sont à l'écart de l'essaim des femelles et leur présence dans la colonie est pour l'instant non expliquée. Ainsi les variations du nombre de mâles comme leur participation en temps que reproducteur ne sont pas connues à ce jour. La présence des mâles dépend probablement de la configuration du site (taille du gîte de mise bas), de la tolérance des femelles (phénomène de densité dépendance?) et de l'état de santé de la colonie.

Les comptages effectués dans les colonies de reproduction de Bretagne révèlent une variabilité parfois importante d'une année sur l'autre. Il n'est également pas toujours simple de compter toutes les colonies, c'est pour cela que ces résultats sont basés sur les 13 colonies principalement suivies depuis au moins 2008.

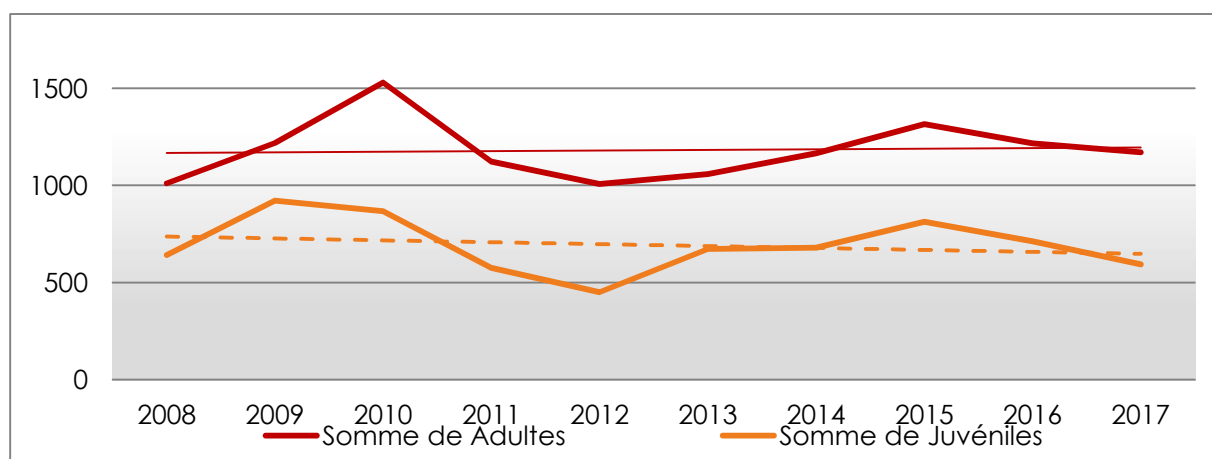


Figure 4 Variation des effectifs de Grand Murin dans 13 colonies de Bretagne

Si l'on regarde la tendance générale des colonies de 2008 à 2017 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), on constate une stabilité relative de la population. Si une légère baisse de la production de juvéniles est observée, elle n'est toutefois pas significative. En fonction de l'accès dans les colonies, le comptage des juvéniles n'est pas toujours précis. De plus, certaines colonies ne peuvent être comptabilisées (ex : Crac'h avec un comble difficile d'accès) et altèrent ainsi ces données.

Le nombre d'adultes fréquentant les colonies de mise-bas pendant la période de reproduction est stable sur la période de 10 ans, mais on constate une grande variabilité des effectifs, de 1 000 à 1 500 individus selon les années.

Le nombre d'adultes, essentiellement des femelles, excède systématiquement le nombre de juvéniles d'environ un tiers. On peut donc en conclure que les femelles ne se reproduisent pas toutes chaque année, ou que certaines échouent dans la reproduction, pour différentes raisons. Cette corrélation entre le nombre de femelles et de juvéniles étant très marquée, il

est possible d'estimer le nombre de juvéniles dans les colonies à partir du nombre de femelles comptées en sortie gîte, ce qui permettrait notamment d'estimer l'abondance des populations grâce à des modèles statistiques prenant en compte les estimations de survie des juvéniles et ce même pour les colonies ou les jeunes ne sont pas comptés.



Figure 5 Colonie de Grand Murin, église de Saint Nolff

2. La période d'hibernation

A la fin de l'automne, ils migrent vers des sites d'hibernation dans lesquels ils passeront la plus grande partie de l'hiver. La durée du séjour varie selon les années, possiblement en relation avec les températures extérieures et les individus n'entrent pas tous durablement en léthargie.

Pour estimer la dispersion des chauves-souris et particulièrement celles du Grand Murin, un protocole de suivi est répété chaque année. Il consiste à visiter chaque site d'hibernation trois fois durant l'hiver. Ces comptages sont effectués durant les premières quinzaines des mois de décembre, janvier et février. Ils peuvent se poursuivre au mois de mars lors des hivers particulièrement longs et froids, et débuter plus tôt lors des hivers plus précoces. Le nombre de sites suivis varie entre 83 et 144, cet écart important correspond aux sites accueillant très peu d'individus de Grand Murin, parfois même avec aucun. Ces sites sont la plupart du temps contrôlés de manières occasionnelles et aléatoires.

On constate une légère augmentation durant ces 7 dernières périodes d'hibernation (Figure 6). Cette augmentation n'est pas imputable aux variations du nombre de sites recensés selon les années. Il n'y a en effet pas de corrélation entre le nombre de sites et les effectifs recensés ($R^2=0.1359$). D'une manière générale, 90 sites sont suivis 3 fois par hiver tous les ans et ce principalement sur le Morbihan, l'Ille-et-Vilaine et l'est des Côtes d'Armor.

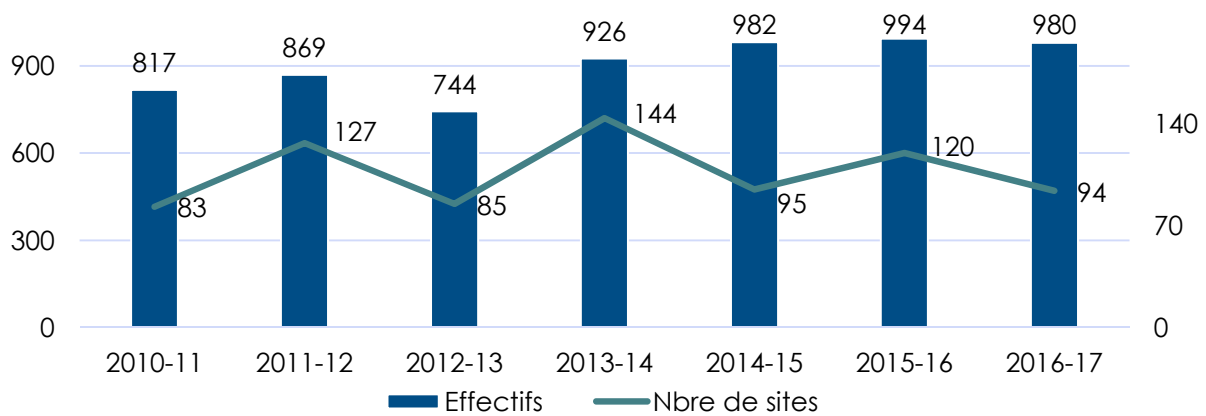


Figure 6 Effectifs de Grand Murin dans les sites d'hibernation

3. Conclusion

Les suivis à long terme mis en œuvre portent sur deux phases du cycle annuel, les gîtes de mise-bas et des sites d'hibernation du Grand Murin. Dans le premier cas, les résultats montrent une tendance à la stabilité à l'échelle régionale, tandis que le second suivi présente une légère tendance à l'accroissement des effectifs en hiver.

Les conditions de la réussite des suivis à long terme reposent sur la possibilité de mettre en œuvre un protocole suffisamment léger pour être reconduit dans le temps à un coût acceptable, tout en étant assez robuste pour dégager des tendances fiables. Le protocole de suivi des colonies de mise-bas présente ces conditions, dans la mesure où il repose sur un comptage en sortie de gîte et le même jour un recensement des juvéniles, dans un faible nombre de sites (au total, 26 colonies connues dans la région). Le suivi hivernal apparaît plus lourd, en raison du nombre de sites (au moins 90) et de la nécessité de réaliser trois comptages par site chaque hiver compte tenu de la mobilité des individus à cette saison.

Les comptages, tant en hiver qu'en période de reproduction, mettent en évidence des variations d'abondance à l'échelle locale, qui ne peuvent pas être expliquées par cette seule méthode. En effet, les variations d'effectifs peuvent être dues à des changements de la natalité, de la mortalité ou de la dispersion (émigration ou immigration) au cours du temps. Cette méthode classique de suivi ne permet pas d'éclairer les processus démographiques impliqués dans les changements d'abondance, ni le fonctionnement spatial des populations, c'est-à-dire les connexions entre les différents sites et gîtes. C'est donc l'une des raisons qui a poussé à marquer des individus de manière unique afin d'effectuer un suivi de leurs déplacements au cours du cycle annuel, duquel résultera la connaissance de l'aire vitale des populations et les histoires de vies des individus.

De manière systématique, les effectifs dénombrés dans les gîtes de reproduction, composés essentiellement de femelles, sont nettement supérieurs à ceux dénombrés en hiver, qui incluent pourtant femelles, mâles et jeunes nés le printemps précédent. Cela signifie qu'une part très importante de la population n'est pas localisée en hiver et échappe aux suivis. Les grands murins sont probablement largement répartis sur le territoire à cette saison, en petits groupes, dans une grande diversité gîtes : bâtiments, cavités, arbres... Cette grande dispersion en hiver a plusieurs implications. D'une part, cela pose la question de la pertinence du suivi des populations en hiver, en d'autres termes, la part de la population recensée dans le réseau de sites est-elle constante et reflète-t-elle la tendance globale ? En matière de conservation, une faible proportion de la population passe l'hiver dans des gîtes bénéficiant de mesures de protection. Dans certains cas, comme le nord de l'Ille-et-Vilaine, aucun gîte d'hibernation n'est connu alors qu'il existe des colonies de reproduction. Ce constat doit alimenter la réflexion sur la stratégie de conservation de l'espèce. Il conviendrait notamment d'évaluer les besoins d'amélioration de la connaissance et de la conservation en hiver.



Figure 7 Grand Murin dans un bunker du massif dunaire à Erdeven.

III. UNE ÉTUDE BASÉE SUR LE MARQUAGE INDIVIDUEL DES GRANDS MURINS

L'étude de la dynamique des populations de Grand Murin en Bretagne est un projet qui vise à mieux comprendre les histoires de vies des individus et la démographie de ces populations de chauves-souris. Afin d'étudier au mieux cette espèce, il était alors primordial de pouvoir individualiser les grands murins pour les suivre au cours de leur vie. La reconnaissance visuelle n'étant pas possible, il est alors indispensable de les marquer. Le choix du marquage par transpondeur a semblé la solution la plus adaptée pour répondre aux questions de cette étude en prenant en compte plusieurs critères tels que les risques pour les animaux, la longévité du marquage et son coût.

1. Le marquage et le suivi des individus par transpondeur

Le transpondeur est un dispositif d'identification par radio fréquence (RFID) qui est utilisé sur de nombreuses espèces et a depuis plusieurs décennies montré son innocuité et son efficacité. Les transpondeurs utilisés sont des ID100 (Trovan®) à combinaison unique (Figure 8). Ce modèle était en 2010 le meilleur compromis entre la taille et la distance de lecture. Cette petite puce électronique de la taille d'un gros grain de riz est implantée sous la peau des grands murins. Bien que relativement plus intrusive que d'autres méthodes telles que le baguage, cette méthode est sans danger pour la survie des individus et ne les gêne pas dans leur quotidien. En outre, elle permet de recueillir des données sur les chauves-souris tout au long de leur vie par des contrôles passifs ne nécessitant pas la capture des individus. C'est donc finalement une méthode moins



Figure 8 Transpondeur Trovan

intrusive. En effet, le transpondeur offre la possibilité d'un contrôle passif et sans interférence avec le comportement des individus en de nombreuses circonstances, ce grâce à des antennes à enregistrement automatique, ainsi qu'à des lecteurs manuels. Toutefois, à l'inverse des bagues de couleurs utilisées notamment sur les oiseaux, la lecture du code de l'individu n'est pas réalisable sans lecteur approprié. Le nombre de lecteurs est donc un facteur limitant pour les contrôles et ne permet de définir l'aire de répartition des individus marqués que dans la limite de leur disposition et de leur utilisation au contraire d'autres méthodes (GPS) qui permettent des enregistrements géo-référencés.

2. Les différents dispositifs de lecture des transpondeurs

Afin de contrôler les grands murins marqués pendant les différentes périodes de leur cycle biologique deux types de lecteurs sont utilisés : les lecteurs à main (nécessitant la présence d'un opérateur) et les lecteurs stationnaires (lecture et enregistrement automatique des données).

Les lecteurs à main

Nous utilisons 5 types de lecteurs à main (Figure 9). Chacun d'entre eux présente des caractéristiques permettant de contrôler les grands murins dans toutes les conditions et à toutes les périodes. Il est notamment possible avec ces outils de faire des contrôles dans les sites d'hibernation sans pour autant perturber la léthargie des chauves-souris, ce qui nuirait à

leur survie. Ces lecteurs permettent également de contrôler les grands murins lors de la capture d'un individu, sur les zones de chasse par exemple.

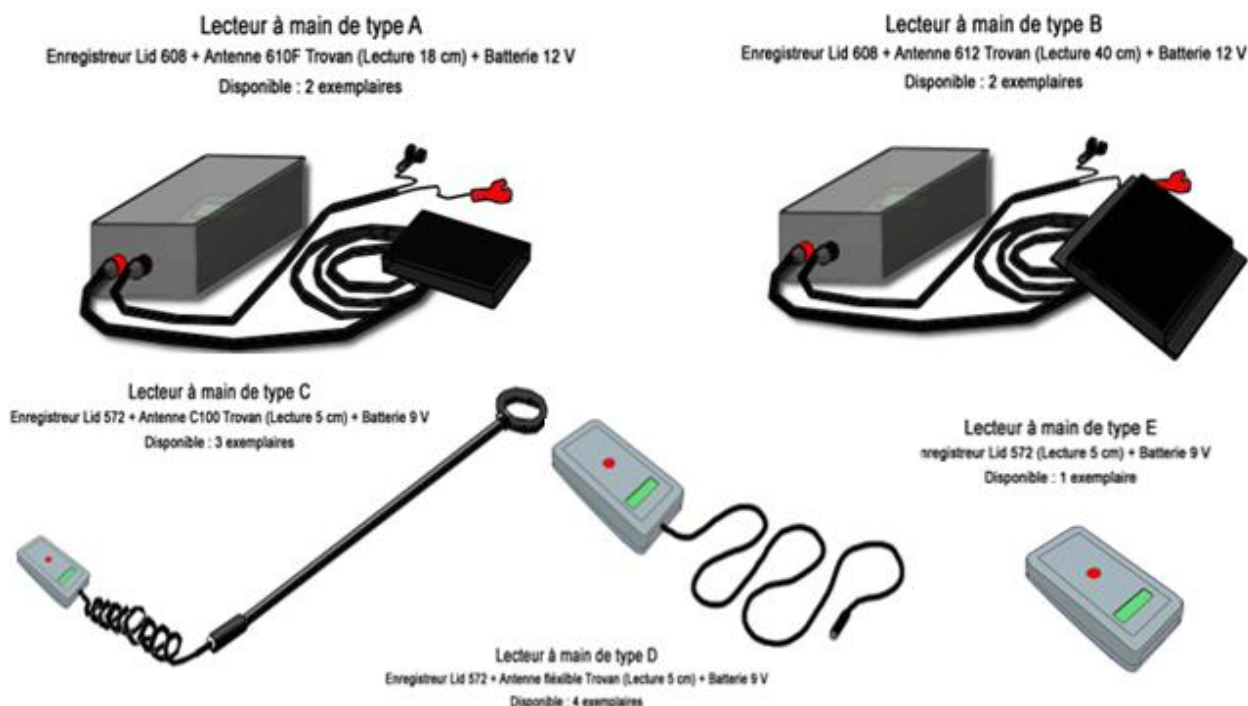


Figure 9 Lecteurs de transpondeurs manuels

Les lecteurs stationnaires

Ces lecteurs stationnaires sont composés d'un « datalogger » (Figure 10) alimenté soit par une batterie externe soit par un branchement au secteur, ainsi que d'un ensemble d'antennes (Figure 11). Placés à des points stratégiques de passage des grands murins, ces outils permettent d'enregistrer des données sur la circulation des chauves-souris tout au long de l'année sans perturber les individus. A noter qu'un de ces systèmes, équipé d'une batterie, peut être déplacé ponctuellement et installé dans des galeries souterraines pour y étudier la fréquentation tout au long d'un cycle annuel.

Avec ces dispositifs, quatre colonies de mise-bas (Figure 13) ont été équipées où des données sont enregistrées en continu. Ces données fournissent une vision précise des échanges entre les colonies, ainsi que des différents sites utilisés par les chauves-souris.



Figure 10 Datalogger



Figure 11 Antenne en sortie de gîte

3. Schéma des installations mises en place dans les sites d'études

Installation en site souterrain

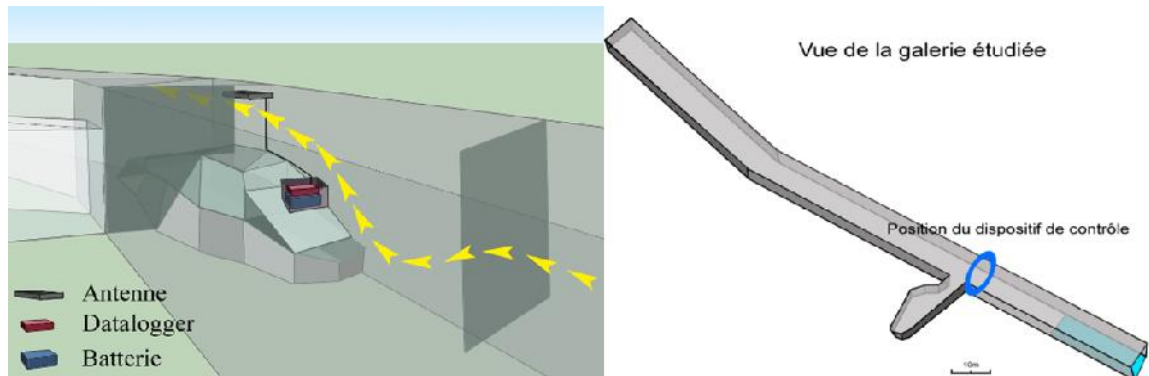


Figure 12 Galerie équipée d'un système d'enregistrement

La Figure 12 représente l'installation d'un enregistreur placé dans une galerie d'ardoisière. Cette cavité étant un site regroupant plusieurs dizaines d'individus de Grand Murin pendant l'hiver, l'accès y est interdit et une grille en bloque l'entrée afin de limiter le dérangement des chauves-souris. L'enregistreur a été placé pendant plusieurs mois consécutifs de septembre à novembre 2017 dans le but de couvrir tout le cycle biologique des grands murins. Pour fonctionner, il nécessite un changement de batterie régulier (tous les 15 jours environ).

Installation en colonie de mise bas

Les schémas de la Figure 13 représentent les enregistreurs placés dans les colonies de reproduction. Les antennes sont placées sur les sorties principales des chauves-souris et permettent ainsi de connaître les rythmes de sortie et d'entrée des individus et ainsi d'étudier la phénologie de ces colonies et les rythmes d'activité des individus.



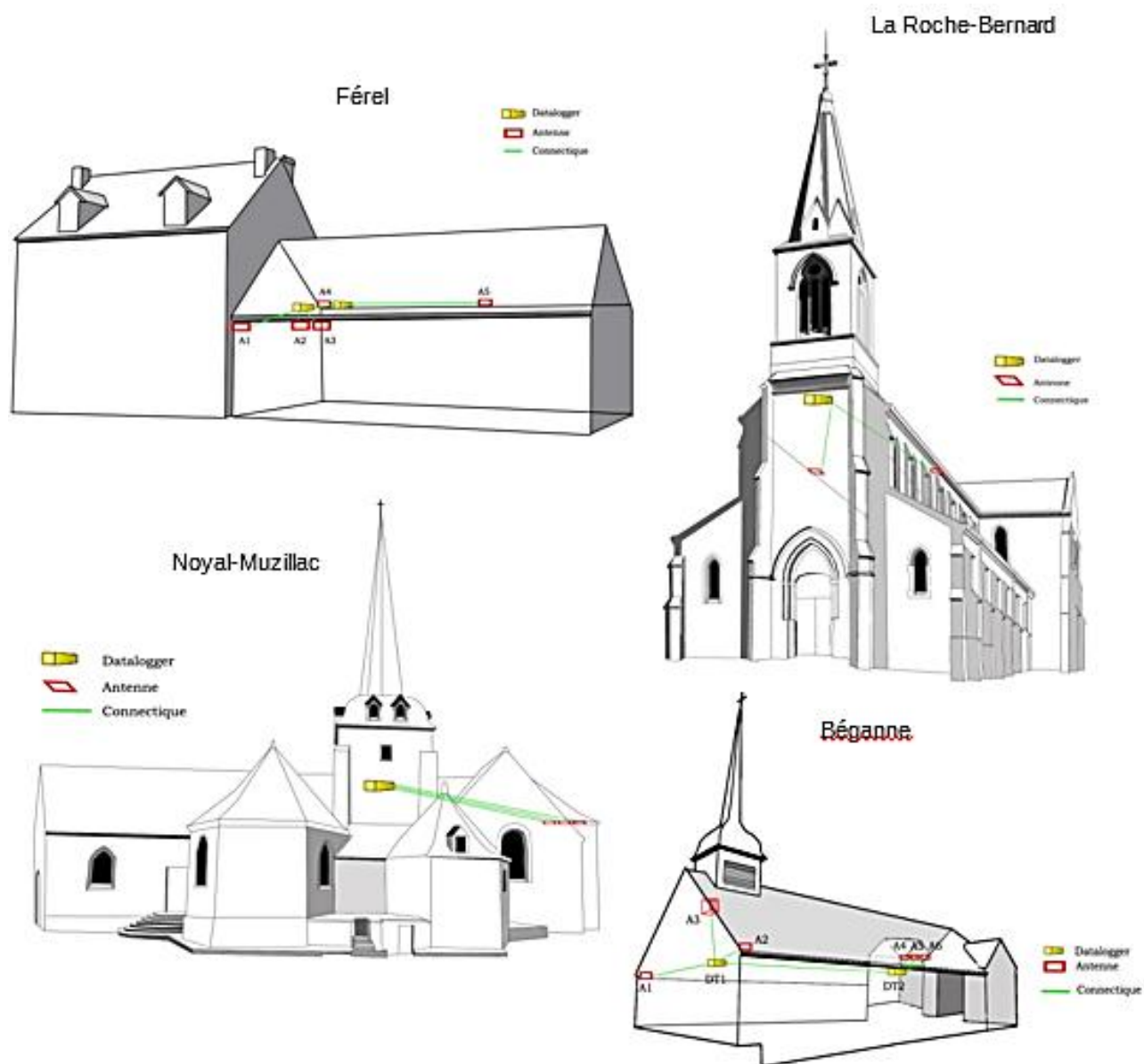


Figure 13 Bâtiments équipés d'un système enregistrement automatique

4. Capture, marquage et prélèvements

Tous les ans, depuis 2010, après l'envol des jeunes, généralement entre la fin juin et la mi-juillet, les grands murins sont capturés au sortir des colonies étudiées. La capture de la totalité des grands murins de ces colonies est nécessaire pour le marquage, la mesure, ainsi que les prélèvements biologiques effectués sur chaque individu. Elle s'effectue à l'aide de « Harp-Trap » fabriqués sur mesure et disposés aux sorties de gîte des différentes colonies.



Figure 14 Mise en place d'un Harp trap à l'église de La Roche-Bernard.

Depuis le début de cette étude, les 5 colonies étudiées ont fait l'objet de 28 nuits d'opérations de captures. Lors de ces nuits, 2 392 individus ont été marqués avec des transpondeurs, ont été mesurés et ont fait l'objet de prélèvements biologiques.

Pour être capturées, les chauves-souris sont à leur envol captées par les fils de nylon du piège et descendent dans un tunnel vertical appelé « chaussette » jusqu'à une boîte en tissu aérée. Les animaux ainsi capturés sont regroupés dans ces boîtes et maintenus à température de 20°C afin d'éviter les léthargies et de faciliter les prélèvements. Ils sont alors triés, les individus déjà marqués d'un côté, les adultes puis les juvéniles.

Chaque étape du protocole de suivi est effectuée en chaîne. Le premier poste est le marquage des individus qui ne sont pas encore transpondés. Ensuite, les individus marqués sont mesurés, sexés, âgés et les statuts de reproduction et de lactation sont déterminés. Viennent ensuite les prélèvements biologiques qui consistent en 2 biopsies de 3 mm dans le plagiopatagium (1 sur chaque aile) et un prélèvement de sang d'un maximum de 200 µl selon le poids de l'individu, effectué au niveau de l'uropatagium. Ces prélèvements sont sans conséquence pour la survie des animaux (Ellison et al. 2006).



Figure 15 Étapes du processus de manipulation des chiroptères.

Pour finir, les grands murins sont réhydratés et nourris avant d'être relâchés à l'extérieur, afin qu'ils puissent chasser le cas échéant durant le reste de la nuit. Cette phase est essentielle puisqu'en plus de nourrir et d'hydrater les individus après ces nombreuses manipulations, elle permet de contrôler l'état des individus et ainsi de s'assurer qu'ils sont en capacité de reprendre leur envol dans de bonnes conditions.

5. Bilan du marquage

Le nombre total d'individus marqués annuellement varie de 195 à 456 selon les années (tab. 2). Plusieurs facteurs peuvent expliquer ces variations. Les premières années de l'étude, les adultes représentent la moitié des marquages, cette proportion chutant rapidement (fig. 16). À partir de 2013 et surtout 2014, les adultes capturés sont essentiellement des animaux marqués les années passées au stade juvénile. Il est aussi à noter une réelle diminution des effectifs de la colonie de Béganne, ainsi que l'absence de marquage à Limerzel en 2013 et 2014, la colonie n'ayant pas été localisée. Au total, les deux principales colonies d'étude sont Béganne (737 individus marqués) et Férel (802 individus).

Tableau 2 : Nombre d'adultes et de juvéniles marqués annuellement en fonction des colonies.

Commune	Age	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
BEGANNE	Adulte	75	90	44	7	2	4	7	1
BEGANNE	Juvénile	52	112	72	76	72	52	41	30
FEREL	Adulte	0	52	69	39	8	16	28	4
FEREL	Juvénile	0	55	83	72	82	106	104	84
LA ROCHE BERNARD	Adulte	0	13	38	20	8	4	3	1
LA ROCHE BERNARD	Juvénile	0	9	28	21	26	31	22	21
LIMERZEL	Adulte	30	76	12	0	0	38	16	2
LIMERZEL	Juvénile	41	49	3	0	0	57	30	18
NOYAL MUZILLAC	Adulte	0	0	0	48	14	9	16	4
NOYAL MUZILLAC	Juvénile	0	0	0	24	27	29	28	30
	Total	198	456	349	307	239	346	295	195

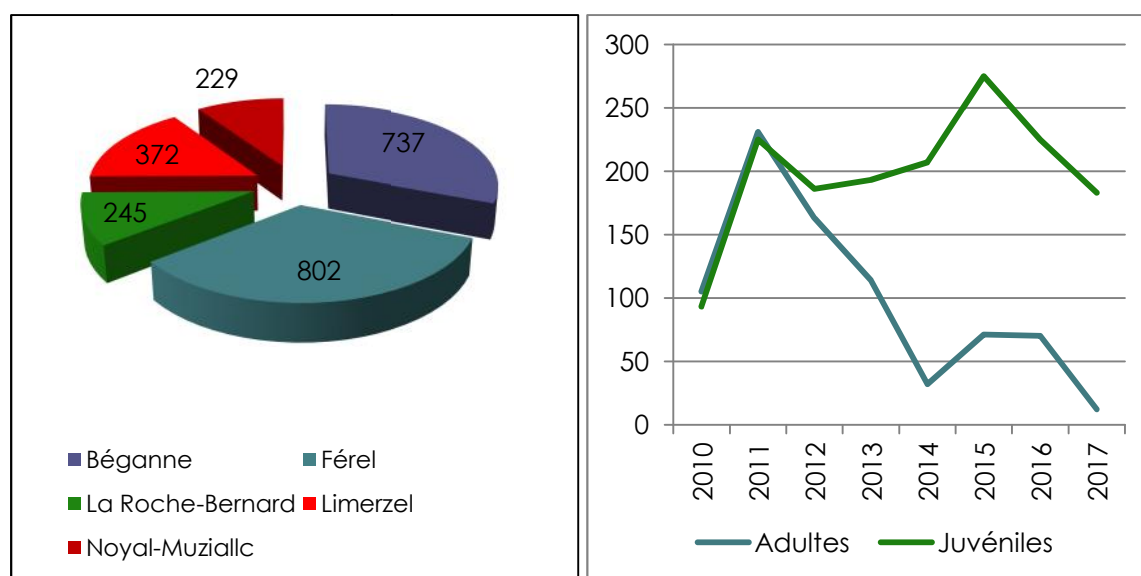


Figure 16 : Nombre total d'individus marqués par colonie, de 2010 à 2017 (à gauche) et variations du nombre d'adultes et de juvéniles marqués annuellement.

Au total, les 2 385 individus marqués ont donné lieu à près 767 700 contrôles, réalisés à 99 % par les antennes fixes placées dans les colonies de mise-bas (tab. 3). Les contrôles lors de captures sont essentiellement réalisés lors des opérations de marquage dans les colonies, secondairement dans les rassemblements post-nuptiaux (swarming).

Tableau 3 : Somme des contrôles en fonction de la période et du type de récolte (actif= capture, passif = antennes fixes ou mobiles).

Période	Type	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Total
Mise bas (colonies)	Passif	0	0	46747	54262	99269	122650	174121	265634	762683
Mise bas (colonies)	Actif	198	524	562	498	464	597	521	352	3716
Swarming	Actif	27	131	47	124	32	105	137	51	654
Hibernation	Passif	10	30	72	77	103	139	96	107	634

6. Conclusion

Le marquage par transpondeur est une technique qui s'avère fiable et adaptée aux chiroptères. La France est en retard sur cette technique utilisée dans de nombreux pays européens et un peu partout dans le monde. Cette étude est la deuxième en France précédée d'un an par une étude de moindre ampleur sur une colonie de Sérotine commune (*Eptesicus serotinus*) dans le cadre de l'épidémio-surveillance active de la Rage par l'ANSES. Depuis quelques années une autre étude a également commencé en France sur le Grand Rhinolophe (*Rhinolophus ferrumequinum*). Cette technique de marquage offre l'avantage d'être la moins traumatisante par rapport au baguage qui entraîne bon nombre de lésions sur les avant-bras et le plagiopatagium.

Les analyses démographiques effectuées avec les données générées montrent l'apport essentiel de cette technique sans laquelle il n'est pas possible d'estimer la survie des individus et la dynamique réelle des populations. De plus la lecture passive a permis de générer près de 800 000 d'observations sans dérangement des individus. Cet avantage par rapport aux autres techniques de marquage (comme la pose de bague sur l'avant-bras) est notamment appréciable en hiver, permettant un suivi sans altération de la léthargie des individus. De plus

la pose de lecteur dans différents sites (gîtes de transit ou d'hibernation) permet de contrôler des individus, les mâles en particulier, qui ne fréquentent plus les colonies de reproduction et pour lesquels on n'a aucune information, ce qui rend l'estimation de leur taux vitaux alors possible.

Néanmoins il faut noter qu'un certain nombre d'individus, par des phénomènes de rejet perdent leur transpondeur jusqu'à deux ans après la pose. Ce phénomène bien connu chez de nombreuses espèces est plus fréquent chez les petits mammifères (e.g. les souris) et notamment chez les chiroptères. Il faut donc en tenir compte dans les analyses de survie afin de limiter ce biais qui conduirait à une sous-estimation de la survie : les individus ayant perdu leur transpondeur étant considérés comme morts bien que toujours en vie, et la pose d'un nouveau transpondeur sur ces mêmes individus étant considérée comme de nouveaux individus. Pour pleinement profiter des données générées par cette technique il est important de poser des lecteurs dans un maximum de sites afin de mieux comprendre l'utilisation de ces sites et donc leur importance pour l'espèce. Par ailleurs la technologie utilisée ici atteint ses limites quant à la distance de lecture et la vitesse de déplacement des animaux. Ces limites contraignent à ne faire des mesures que dans des passages étroits (<40 cm) pour optimiser la récolte de donnée.

IV. UN TERRITOIRE À ENJEU POUR LE GRAND MURIN

1. Un réseau de colonies localisé

Le choix de la zone d'étude s'est porté sur le territoire de cinq colonies du sud-est du Morbihan (Figure 16), secteur qui a fait l'objet d'une intense recherche de gîtes occupés par le Grand Murin. La proximité géographique favorise la possibilité de mettre en évidence les échanges entre les colonies distantes d'un maximum de 20 km. La connaissance du territoire et des différents gîtes fréquentés au cours de l'année est un atout majeur pour optimiser les chances de retrouver les individus transpondés. En effet, la connaissance de zones de chasse, de sites d'hibernation et de sites de regroupements automnaux où l'espèce est présente en grand nombre laissait pressentir des probabilités de contrôles (observations ultérieures d'individus marqués) suffisantes pour pouvoir estimer les paramètres de dynamique des populations. Le choix de ce territoire découle de ces conditions idéales pour une telle étude.

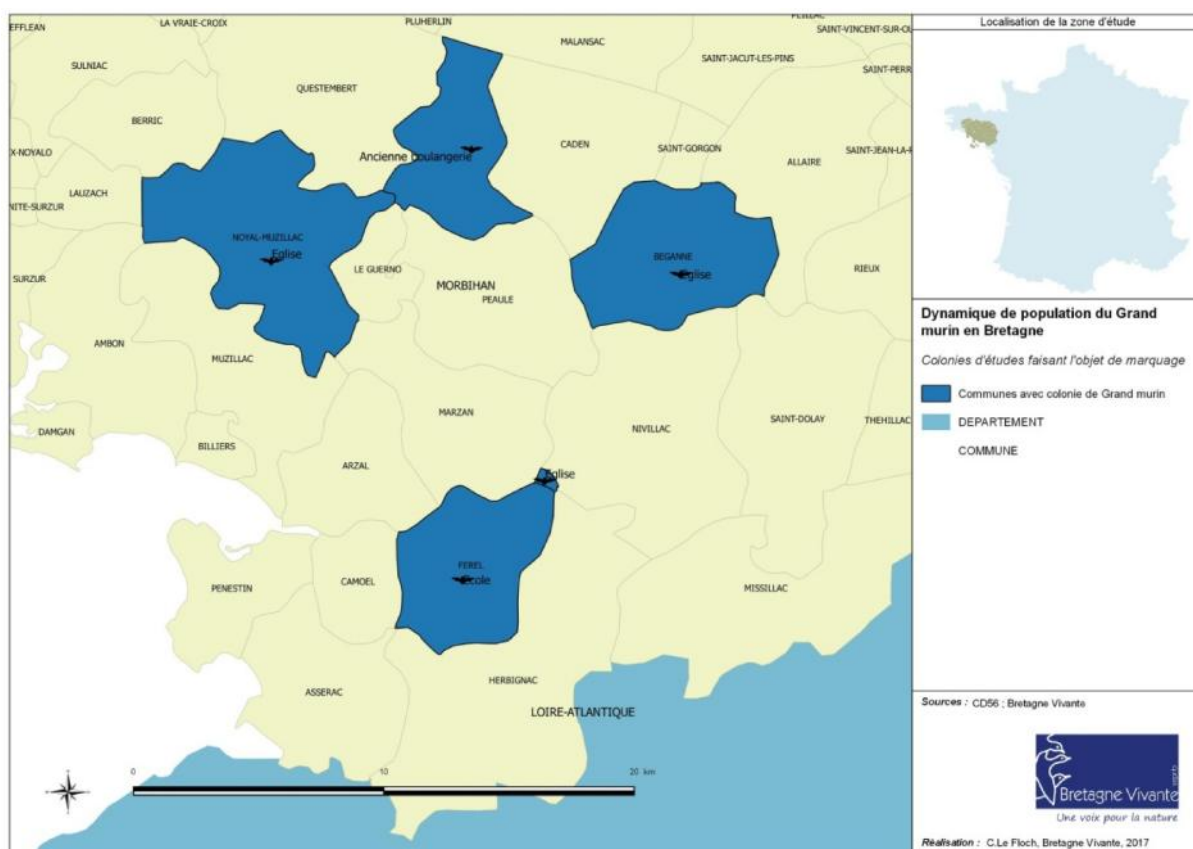


Figure 16 Colonies de reproduction concernées par l'étude

2. Présentation des colonies de reproduction

Colonie de Béganne

La colonie de Béganne fait partie des plus importantes colonies de Grand Murin suivie en Bretagne, elle a été découverte en 1993. Ces grands murins, principalement des femelles occupent les combles et la partie basse du clocher de l'église Saint Hermeland pour la mise bas et l'élevage des juvéniles. Depuis 1998 une convention a été signée avec la commune, propriétaire de l'édifice, pour assurer la protection de la colonie. En 2000, à la demande de Bretagne Vivante et en accord avec la commune, un Arrêté de Protection de Biotope est signé, permettant ainsi une protection réglementaire du gîte. Elle fait également partie du site Natura 2000 « Chiroptères du Morbihan » depuis sa désignation en 2014. La colonie de Béganne a été la première en 2010 à faire l'objet de marquage dans le cadre de ce programme d'étude spécifique.

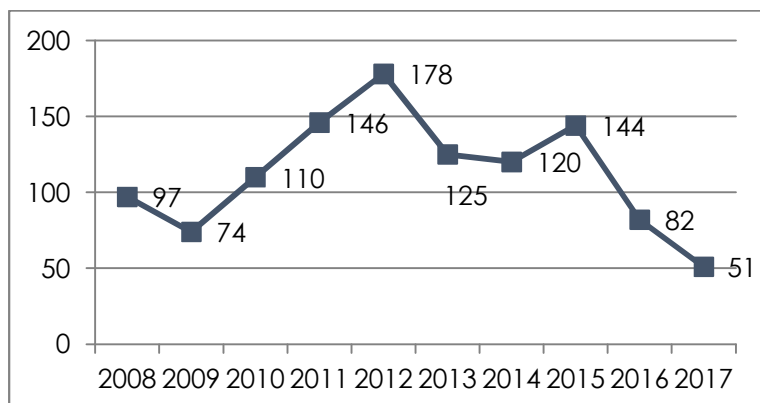


Figure 17 Variations des effectifs à Béganne.

En 2012, 2 ans après le début des opérations, la colonie de Béganne faisait partie des plus importantes de Bretagne. On remarque que les variations interannuelles des effectifs de cette colonie sont très importantes et une forte baisse est observée au cours de ces dernières années. Pour définir les paramètres qui influent autant sur cette colonie il faudra encore plusieurs années d'étude, particulièrement sur les habitats de chasse disponibles pour cette colonie.

Limerzel

La colonie de Limerzel a été découverte en 2004, occupant le comble d'une maison, avec plus d'une centaine d'individus. Elle change de gîte quelques années plus tard suite à des travaux de rénovation sur le bâtiment. Une partie de la colonie est retrouvée dans le bourg à

quelques centaines de mètres de la colonie d'origine. Cette colonie devient difficile à suivre et semble communiquer avec un ou plusieurs autres gîtes qui ne sont pas encore connus. Depuis 2014, la colonie quitte petit à petit ce gîte et n'est toujours pas retrouvée ailleurs. Plusieurs opérations de capture et de radio-tracking ont été tentées afin de retrouver le ou les autres gîtes que pourraient fréquenter la colonie. Le gîte n'est protégé par aucune convention ou arrêté et est vendu en 2016. En 2017, quelques individus viennent encore se reproduire dans ce gîte. La couverture et la charpente de la maison étant en très mauvais état, les propriétaires ont effectué la rénovation de ces parties au cours de l'hiver 2017/2018. Il faudra donc vérifier si la colonie est de retour suite à ces travaux et si ce n'est pas le cas, la rechercher durant l'été 2018.

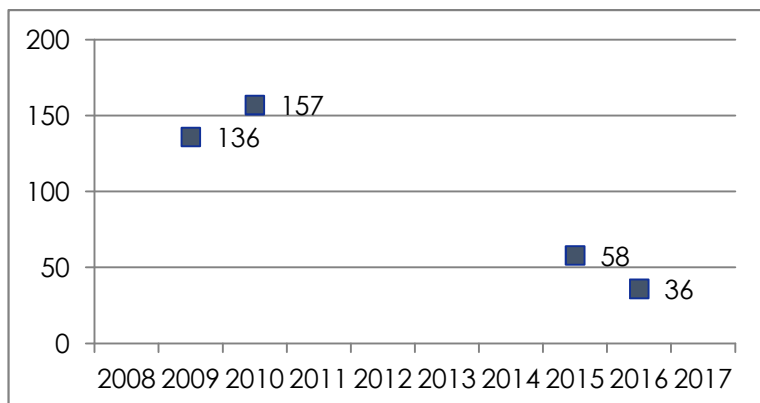


Figure 18 Variations des effectifs à Limerzel. Noter que de 2011 à 2014 la colonie n'a pas été localisée.

Férel

La colonie de Férel a été découverte en 2004, elle occupe le comble de l'école Notre Dame de Férel. Le marquage des individus de cette colonie a débuté en 2011. Elle se distingue des autres colonies. D'une part, les mises-bas y sont très précoces, elles ont lieu en général début mai, soit un mois avant les autres colonies. C'est aussi actuellement la colonie où la dynamique est la plus croissante. D'autre part, si ces individus fréquentent les mêmes sites que ceux d'autres colonies, en hiver et/ou en automne, ils semblent utiliser des territoires de chasses très différents et bénéficier d'une surface d'habitats secondaires plus importante (voir chapitre sur les zones de chasse). Depuis 2008, le gîte est protégé par une convention établie entre Bretagne Vivante et l'école. Dans ce gîte, les grands murins cohabitent avec une colonie d'une vingtaine de sérotines communes.

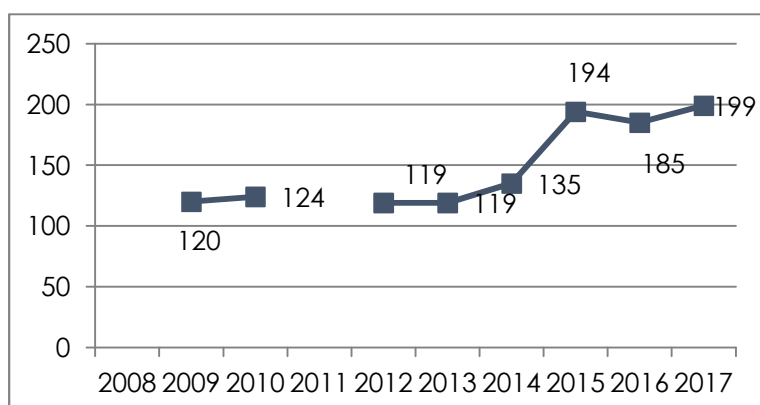


Figure 19 Variations des effectifs à Férel.

C'est actuellement la colonie la plus importante de Bretagne avec plus de 200 femelles contactées au même moment dans la colonie et plus de cent juvéniles. Les derniers comptages montrent toujours une augmentation de la colonie.

La Roche-Bernard

La colonie de La Roche Bernard a été découverte au milieu des années 90, elle est installée dans les combles de l'église Saint Michèle en plein centre-bourg. Depuis les années 2000, la colonie est protégée par un Arrêté de Protection de Biotope. Le gîte est également intégré au site N2000 « Chiroptères du Morbihan ».

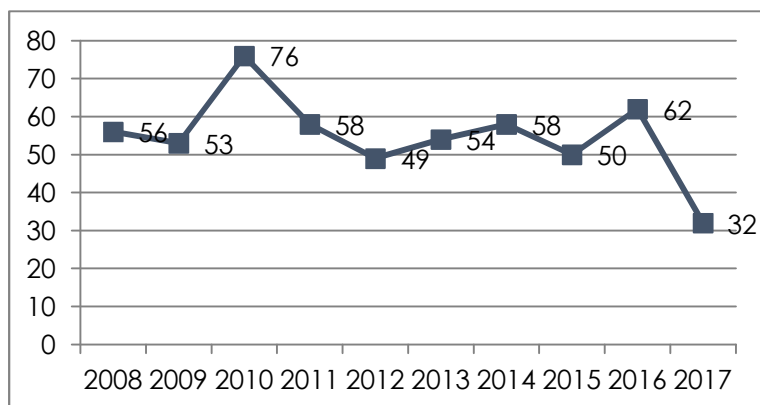


Figure 20 Variations des effectifs à la Roche-Bernard.

Lors de sa découverte, la colonie de La Roche Bernard comptait environ 80 adultes. Au début des années 2000, une chute importante de l'effectif est enregistrée, il plafonnera à une quarantaine d'individus jusqu'en 2006. En 2010, la nurserie compte 76 adultes ce qui constitue le maximum enregistré depuis 10 ans. Relativement stable depuis 2011, elle subit de nouveau une chute importante en 2017.

Noyal-Muzillac

La colonie de Noyal-Muzillac a été découverte en 2012, les chauves-souris sont installées dans les combles de l'église Saint Martin. Elle a été intégrée au programme de marquage en 2013. Une convention a été signée entre Bretagne Vivante et avec la commune dès 2013, et le gîte est protégé par un Arrêté de Protection de Biotope depuis début 2018. Lors de sa découverte en 2012, on compte une soixantaine d'individus adultes. Depuis sa découverte la colonie est stable.

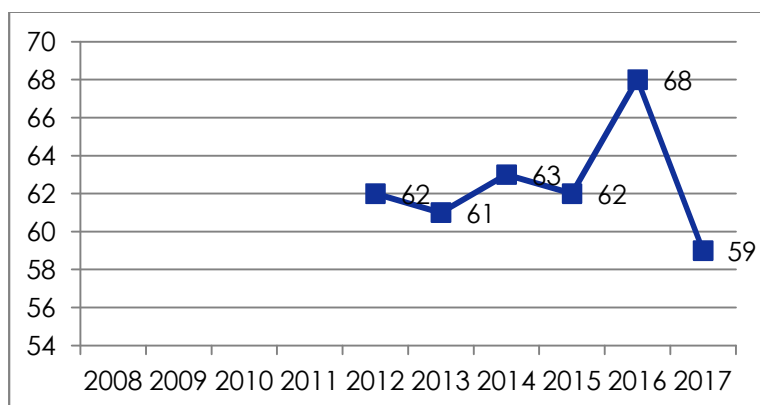


Figure 21 Variations des effectifs à Noyal-Muzillac.

3. Méthodes de suivi

Afin d'estimer les effectifs d'adultes dans ces colonies de l'est du Morbihan, et bien que nous ayons à notre disposition les données des enregistreurs stationnaires en sortie de gîtes, nous effectuons chaque année à la mi-juin un comptage « traditionnel » dans toutes les colonies connues. Les adultes sont comptés en sortie de gîte et les jeunes (encore non volants) sont comptés à l'intérieur du gîte, soit directement, soit sur photo prise dans le gîte. Ce comptage permet d'acquérir des données comparables aux données antérieures et des autres colonies suivies en Bretagne. Ces deux sources de données sont complémentaires et permettent d'évaluer plus précisément la structure de la population fréquentant la colonie en fonction du sexe et de l'âge des individus, chacune ayant des biais différents.

Ces comptages servent également à évaluer la période des mises bas des colonies à partir de l'observation des juvéniles et de leur stade de maturité. Le stade de maturité des jeunes permet dans un premier de comparer les dates de mises bas des femelles, mais surtout, de programmer la période à laquelle pourra intervenir le marquage des jeunes volants. L'objectif est de capturer les individus lorsqu'ils sont tous volants, mais avant l'émancipation de la plupart d'entre eux, c'est-à-dire avant qu'ils ne quittent le gîte.

4. Evolution des effectifs d'adultes présents dans les colonies d'études

L'analyse de l'évolution des effectifs de l'ensemble des colonies étudiées ne peut se faire par simple addition des effectifs dénombrés annuellement, car la colonie de Limerzel, déstabilisée, n'a pas été localisée de 2011 à 2014. D'autre part, la variabilité interannuelle des effectifs peut être en partie due à des causes méthodologiques, par exemple absence d'une partie des adultes le jour du comptage. Pour ces raisons, l'analyse de tendance porte uniquement sur la période 2012 à 2018 en excluant Limerzel. L'estimation des effectifs annuels a été effectuée en utilisant un modèle additif généralisé (GAM). Une loi de poisson a été utilisée et le paramètre de lissage choisi pour estimer la tendance est l'année (cohorte). Les résultats montrent un fort déclin de l'effectif total de femelles adultes, d'environ 450 à 350 individus, ce qui correspond à une diminution du taux de croissance de 3,7 % en moyenne sur la période 2012-2018.

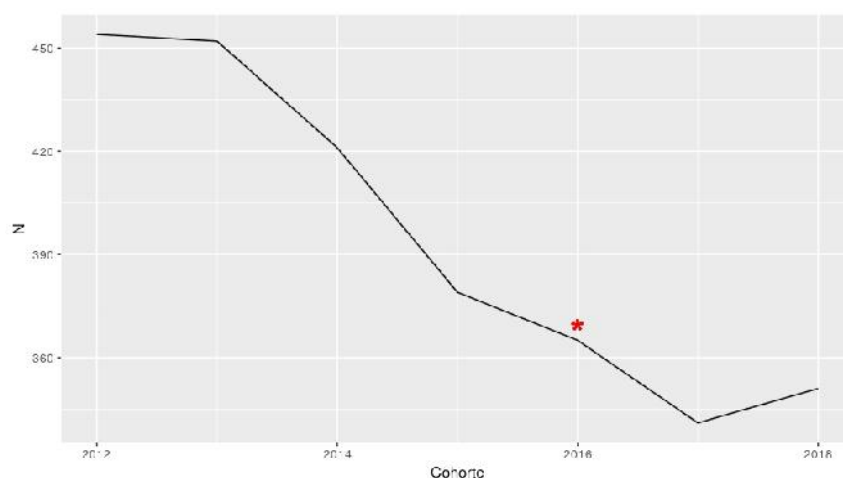


Figure 22 Variations des effectifs d'adultes dénombrés toutes colonies confondues d'adultes

5. Recrutement et dispersion des femelles au sein des colonies

L'étude de ces populations de Grand Murin a montré que bien qu'il y ait des échanges entre les colonies, ils sont rares (7 cas, tab. 4), et les femelles restent fidèles à leur colonie de naissance dans leur très grande majorité pour la mise-bas et l'élevage de leurs juvéniles. Des échanges anecdotiques entre les colonies sont observés. Il s'agit le plus souvent de juvéniles qui sont en visites temporaires dans les colonies voisines. Le recrutement au sein d'une colonie reste intrinsèquement lié au succès de la reproduction locale.

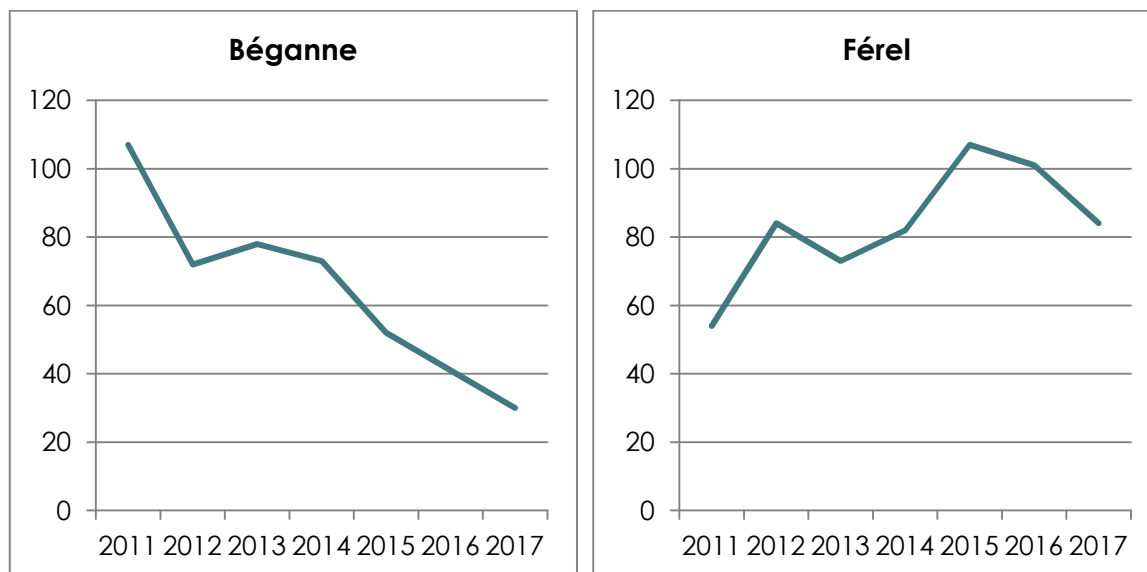
La colonie de Férel semble la colonie la plus attractive, accueillant 6 des 7 cas de changements de colonies. Ces femelles viennent de toutes les colonies environnantes et notamment la plus proche (La Roche Bernard).

Tableau 4. Recrutement de femelles dans une colonie différente de leur colonie de naissance. Entête de ligne, colonie de naissance, entête de colonne colonie d'immigration.

	Béganne	Férel
Béganne		2
Férel	1	
La Roche-Bernard	0	3
Noyal-Muzillac	0	1

6. Évolution de la production de juvéniles

La production de juvéniles par années et par colonie montre des tendances contrastées, en partie liées à l'évolution du nombre de femelles. On constate ainsi une chute du nombre de juvéniles à Béganne et une augmentation à Férel, tendances cohérentes avec les effectifs adultes. En revanche, la colonie de Limerzel a connu un échec massif en 2012 suite à des travaux. Cette colonie déstabilisée a ensuite éclaté et demeure toujours instable et pour partie non localisée (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).



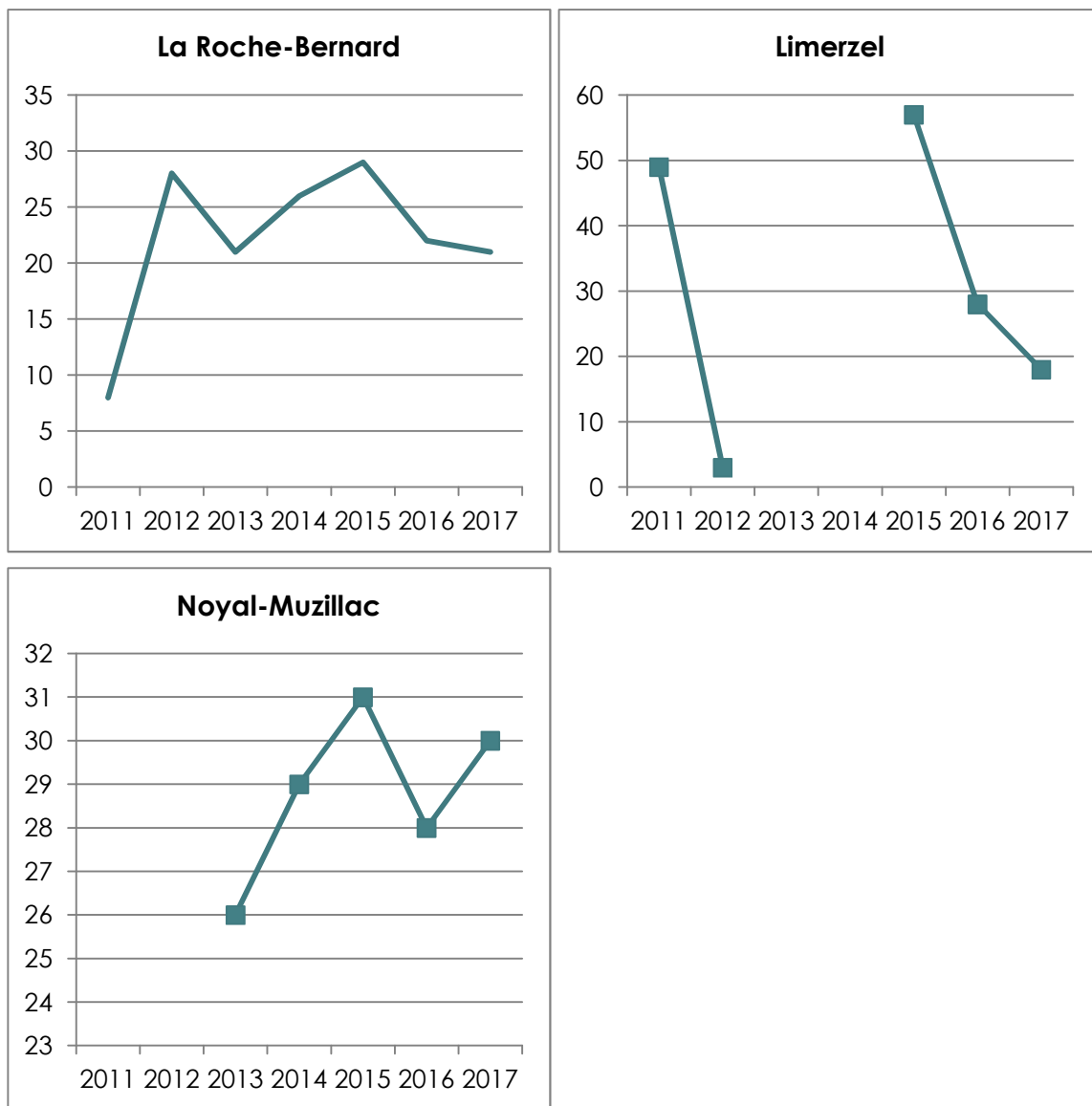


Figure 23 Production de juvéniles aucune donnée visible sur la figure.

6. Sex-ratio des juvéniles dans les colonies

Lors des opérations de capture et marquage des grands murins, le sexe des individus est systématiquement déterminé. Le sex-ratio correspond au nombre de mâles rapporté au nombre total d'individus dans la population.

Pour un total de 1 583 juvéniles marqués de 2010 à 2017 dans l'ensemble des colonies, le sex-ratio est de 0,52, soit très proche de l'équilibre. Il présente des variations mineures selon les années mais pas de tendance (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Chez le Petit Rhinolophe (*Rhinolophus hipposideros*), un sex-ratio déséquilibré en faveur des mâles a été associé à un déclin des populations.

L'examen détaillé par année et par colonies présente des variations importantes (figures 26), mais ces résultats sont fragiles pour les colonies de Limerzel, Noyal-Muzillac et la Roche-Bernard en raison de trop faibles effectifs capturés chaque année. À Béganne, on constate

un augmentation du sex-ratio de 2013 à 2015, puis un nette diminution en 2017. À Férel, on ne détecte aucune tendance de 2011 à 2017.

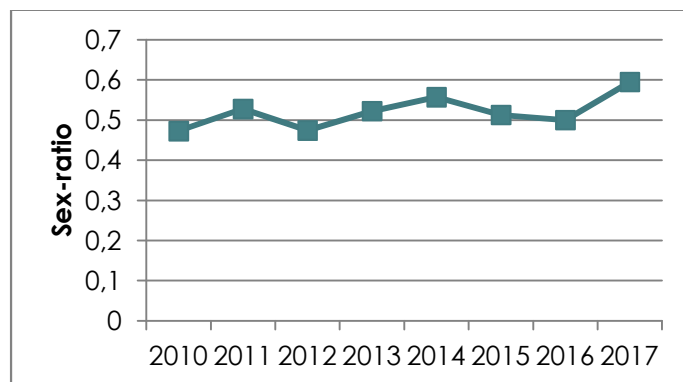


Figure 24 Proportions des juvéniles en fonction du sexe toutes colonies confondues

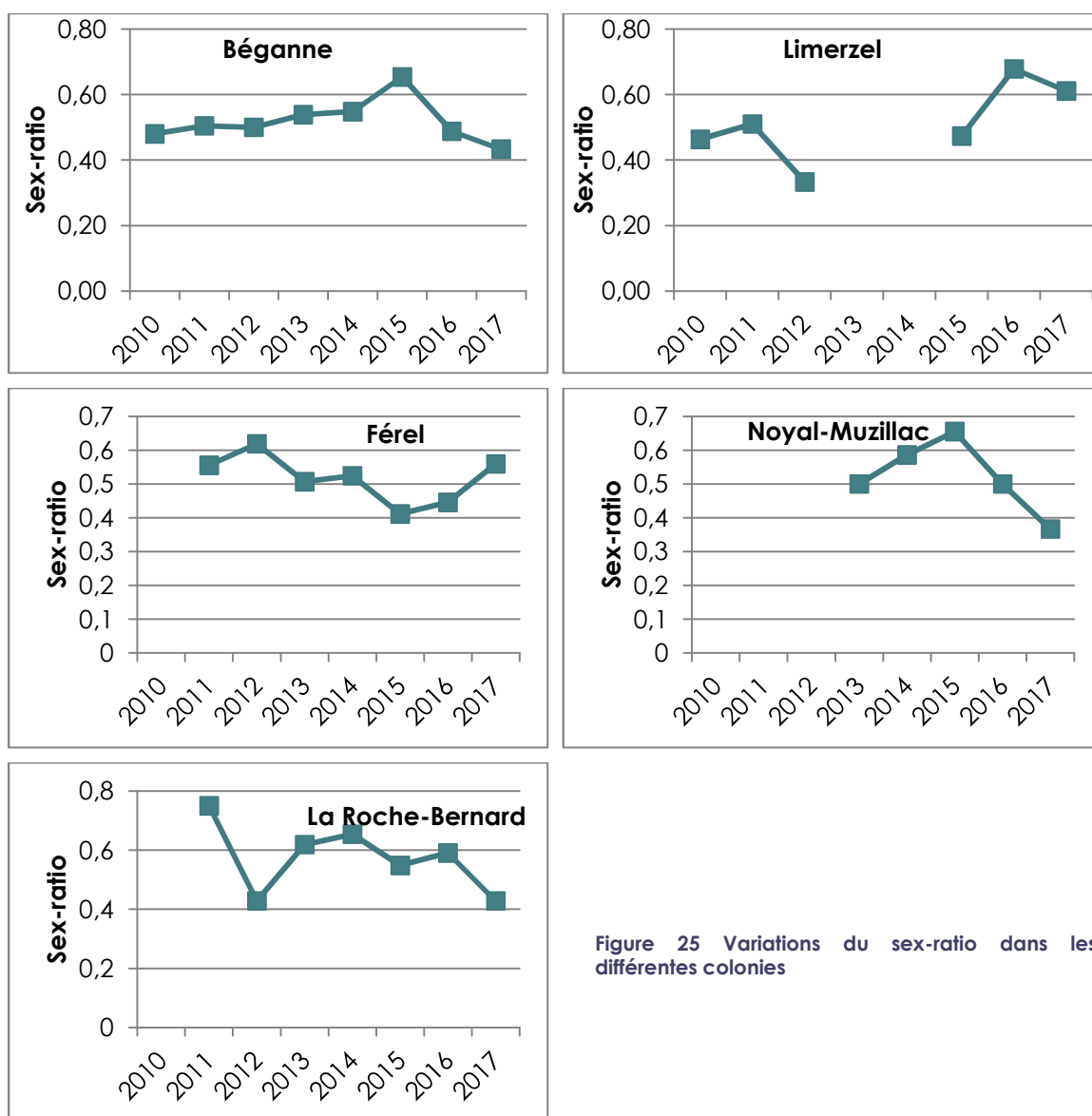


Figure 25 Variations du sex-ratio dans les différentes colonies

7. Analyse de la survie saisonnière des juvéniles

Il est possible de suivre les individus marqués de transpondeurs durant les différentes phases du cycle annuel, lors de captures au filet, lors de recherches au détecteur manuel ou quand leur présence est enregistrée automatiquement par des antennes fixes placées en sortie de gîtes de reproduction. Il est ainsi possible de suivre la fréquentation des gîtes et la phénologie des arrivées et des départs des individus. Ces derniers quittent leur gîte en fin d'été pour gagner les sites d'accouplement puis rejoignent les sites d'hibernation avant de revenir au printemps dans leur gîte de reproduction.

Toutefois, pour différentes raisons, des individus peuvent échapper aux recherches à certains moments, alors qu'ils sont toujours en vie. L'absence de contact ne signifie pas toujours mort de l'individu. C'est pourquoi avant de pouvoir estimer la survie, il convient d'estimer les probabilités de recapture ou d'observation des individus aux différentes phases du cycle annuel. Ainsi la probabilité de survie est estimée de façon non biaisée, car distincte de la probabilité de recapture, ce qui la rend comparable entre les colonies. Pour mener ces analyses, l'utilisation de méthodes statistiques complexes est nécessaire qui ne sont pas détaillées ici.

Profitant des données collectées dans différents sites et périodes de l'année, il est possible de calculer des survies saisonnières plus pertinentes que de simples survies annuelles, car les différences saisonnières permettent d'identifier précisément les périodes clefs du cycle qui présentent les plus faibles survies. Pour cela, les estimations de survie et de détection ont été calculées entre les périodes de recueil de données : hiver (janvier, février), été (de avril à juillet), automne (septembre, octobre). On peut ainsi estimer des survies de printemps (mars), d'été (août) et d'automne (novembre) (voir figure 27). Les calculs ont été réalisés en utilisant un modèle de Jolly-Seber (Jolly 1965).

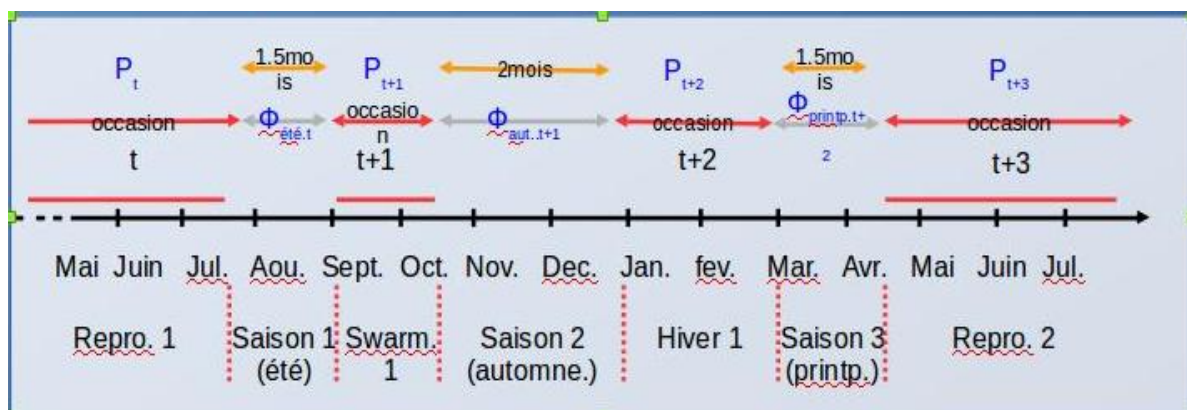


Figure 27 : Découpage saisonnier. Phi= survie, P= probabilité de détection (à refaire éventuellement).

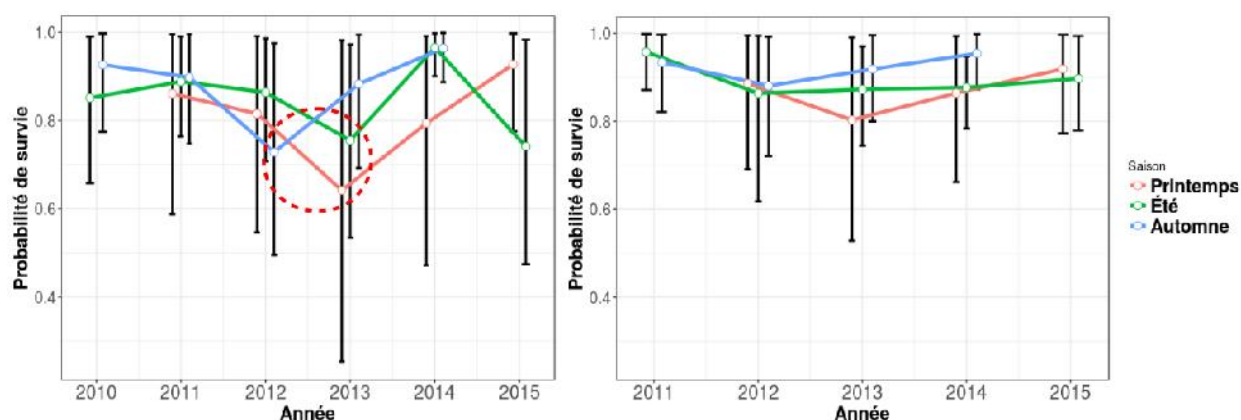


Figure 28 Survies saisonnières des juvéniles. Gauche: colonie de Béganne (2010 à 2015). Droite: colonie de Férel (2011 à 2015). Les barres verticales correspondent à l'intervalle de densité postérieure le plus élevé (intervalle de crédibilité contenant 95 % des valeurs de l'estimation postérieure).

Si l'on compare les survies juvéniles saisonnières entre les colonies de Béganne et Férel (figures 28) dans la période 2010-2015, on note une différence de survie entre 2012 et 2013. Alors que la survie est globalement stable à Férel, le modèle estime une baisse de survie à Béganne à cette période. Les individus nés à Béganne durant le printemps 2012 montrent une baisse de la probabilité de survie en l'été et en l'automne 2012, puis au printemps 2013. À Férel, on peut tout au plus noter que la survie du printemps 2013 est la plus faible de toute la période d'étude.

La segmentation de l'estimation de survie en différente saison permet d'identifier les périodes critiques et de rechercher les facteurs responsables des variations de survie. Il faut souligner que la baisse de la survie observée en 2012/13 coïncide avec des conditions météorologiques défavorables marquées par une succession de saisons (automne, hiver et printemps) ayant été particulièrement pluvieuses et froides. La pluie et le froid sont préjudiciables pour les juvéniles, peu expérimentés, du fait de la plus faible activité des proies et des difficultés à les repérer en cas de pluie. Ils sont donc pénalisés à l'automne et rentrent de ce fait en période hivernale avec de trop faibles réserves. À la sortie de l'hibernation les individus qui ont des conditions corporelles dégradées sont particulièrement vulnérables si les conditions météorologiques printanières sont défavorables comme ce fut le cas en 2013.

Bien que l'on constate également une baisse de la survie au printemps 2013 parmi les individus de la colonie de Férel, elle n'atteint pas les mêmes proportions qu'à Béganne. Si les conditions climatiques sont vraisemblablement identiques pour ces deux colonies distantes de seulement 15 km, l'effet lui ne l'est pas puisque le taux de survie pour la colonie de Férel ne chute que faiblement durant la période printanière. Les conditions météorologiques n'ont donc pas les mêmes répercussions sur ces deux colonies. Ce contraste suggère donc que le facteur climatique n'est pas le seul à agir sur la survie juvénile. Les différences importantes de disponibilités en termes d'habitats de chasse de ces deux colonies sont susceptibles de fortement influencer sur la survie des individus. Bien que le facteur météorologique soit à prendre en compte, en cas de mauvaises conditions climatiques, il est très probable la ressource alimentaire et les caractéristiques du territoire aient une influence majeure sur la survie et donc la conservation des grands murins.

Survie des adultes

Les survies adultes sont supérieures aux survies juvéniles et montrent moins de variations annuelles ou saisonnières. Ces survies varient d'une colonie à l'autre, mais elles sont considérées indépendantes de l'âge et estimées globalement autour de 0,8 (IC=0,75-0,9).

8. Synthèse de la dynamique des colonies de reproduction

L'étude de la dynamique des populations vise à comprendre les variations d'abondance des populations par l'analyse des processus démographiques que l'on peut résumer à quatre paramètres, la natalité ou fécondité, la survie (ou la mortalité), l'immigration et l'émigration.

Dans le cadre de cette étude, les informations relatives aux variations d'abondance de la population résultent des comptages de femelles en sortie de gîtes réalisés chaque année en juin, tandis que les comptages de juvéniles dans les gîtes renseignent sur la fécondité et ses variations selon les années et les colonies. Le marquage d'un échantillon d'individus a permis de les suivre au cours de leur vie et d'estimer la survie en fonction de l'âge, et la dispersion, c'est-à-dire immigration et émigration.

Toutefois, les effectifs de femelles dénombrés à la sortie de chaque colonie présentent de fortes variations interannuelles (figure 33 à gauche) qui ne sont peut-être pas intégralement dues à des changements de l'abondance réelle de la population. Des femelles peuvent être absentes de la colonie le jour du dénombrement, ce qui amène une sous-estimation de la population. Inversement, des femelles non reproductrices peuvent être présentes. Enfin, certaines femelles peuvent ne pas se reproduire chaque année et donc ne pas fréquenter les colonies de reproduction. Enfin, il existe une incertitude autour des estimations des probabilités de survie qui sont encadrées d'un intervalle de confiance.

Les processus démographiques sont complexes et la modélisation est une approche classique pour appréhender le jeu combiné de plusieurs variables ou mieux cerner les valeurs probables de variables dont les estimations sont incertaines ou manquantes.

Dans le cas présent, l'approche employée est basée sur les modèles de population intégrée, qui combine les données de recensements et les données individuelles pour estimer en un seul modèle les paramètres de dynamique (survie, fécondité, mouvements entre colonies).

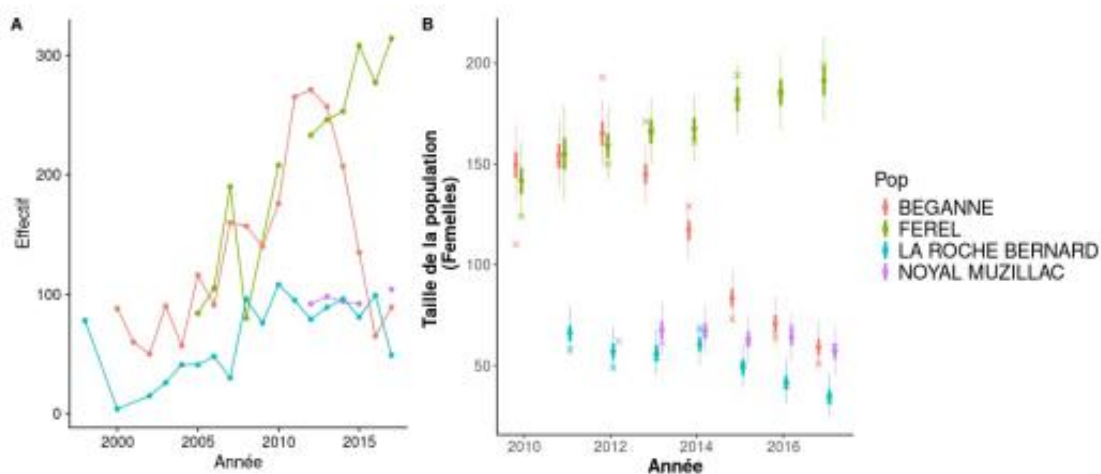


Figure 29 : à gauche variations des effectifs de femelles dénombrées en sortie de gîte en juin. À droite, modélisation des variations du nombre de femelles de chaque colonie en tenant compte de la fécondité observée et des estimations de survie.

La figure 29 présente les résultats de la modélisation des variations du nombre de femelles des quatre colonies. Ces résultats confirment les tendances détectées à partir des dénombrements, tout en lissant les variations annuelles : forte augmentation à Férel, déclin modéré à la Roche-Bernard et Noyal-Muzillac, fort déclin à Béganne à partir de 2012. Ils tendent également à valider l'hypothèse de départ quant à la dispersion et le rôle mineur des processus migratoires dans la dynamique des colonies. Enfin, les tendances contrastées enregistrées dans l'évolution de l'abondance de ces colonies géographiquement proches soulignent l'importance des facteurs locaux dans la dynamique des colonies.



Figure 26 Femelle allaitante dans une colonie de reproduction

V. L'ÉTUDE DES GRANDS MURINS SUR LEURS ZONES DE CHASSE

Deux types de déplacements sont à distinguer, les mouvements saisonniers d'une part, entre gîtes de reproduction, de regroupement automnal et d'hibernation, les déplacements liés à l'alimentation, entre les deux premiers types de gîtes et des zones de chasse d'autre part.

Ce chapitre s'intéresse aux déplacements vers les zones de chasse autour des colonies en adressant trois questions :

- Quel est le rayon d'action autour des colonies ?
- Quels sont les habitats préférentiels des grands murins en recherche alimentaire ?
- Dans quelle mesure l'évolution des habitats autour des colonies influence-t-elle la dynamique des populations ?

Dans d'autres régions, les boisements de feuillus au sous-bois dégagé, semblent constituer l'habitat de chasse de prédilection du Grand Murin, qui peut se déplacer sur de grandes distances autour des gîtes : jusqu'à 26 km, mais le rayon d'action semble plutôt se situer entre 5 et 15 km (Dietz *et al.* 2009).

1. Capture et télémétrie pour la recherche des zones de chasse

Suite au marquage des premiers individus en 2010, une des questions était de définir l'aire de vie des Grands murins en fonction de leurs colonies d'origine, ce qui amena à s'intéresser à la question des territoires de chasse. L'un des premiers travaux mené sur le terrain a donc été la recherche des grands murins sur leurs zones de chasse. Ces territoires ont été recherchés à l'aide de deux méthodes, la capture au filet et la télémétrie.

Pour identifier les territoires de chasse, 64 sites différents ont fait l'objet de 145 soirées de capture correspondant à 46 zones différentes. La méthode consiste à poser des filets verticaux dans des habitats favorables à la chasse des chiroptères. L'utilisation de lecteurs manuels permet de reconnaître les individus marqués de transpondeurs.

La télémétrie est une autre méthode utilisée pour localiser les zones de chasse des grands murins. Elle consiste à équiper des individus de petits radio-émetteurs, après les avoir capturés dans les gîtes ou sur les zones de chasse. L'utilisation d'une antenne permet ensuite de les suivre dans leurs déplacements pour connecter gîtes et zones de chasse.

Le radio-tracking a montré que le Grand Murin volait de manière directe vers sa zone de chasse par un vol soutenu. Ainsi nous avons pu établir qu'une femelle de Félrel a mis une quinzaine de minute pour rejoindre une zone de chasse en bordure de Brière à près de 14 km de son gîte, ce qui correspond à un déplacement d'une vitesse moyenne d'un peu plus de 50km/h.

2. Dispersion autour des colonies

Parmi elles, 29 zones ont été identifiées comme des zones de chasse fréquentées par les grands murins. Sur les 232 grands murins capturés, 57 étaient équipés de transpondeurs.

Les opérations de captures et de télémétrie menées ces dernières années ont permis grâce au marquage individuel de définir en partie les zones utilisées comme territoires de chasse par les colonies. Le rayon d'action est relativement faible par rapport à ce que l'on connaît de l'espèce, la distance ne dépasse pas 17 km entre la colonie et les zones de chasse (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), sachant que la distance maximale pourrait atteindre 50 km dans l'échantillon étudié. La distance moyenne est de 7,7 km et la médiane de 7,1 km.

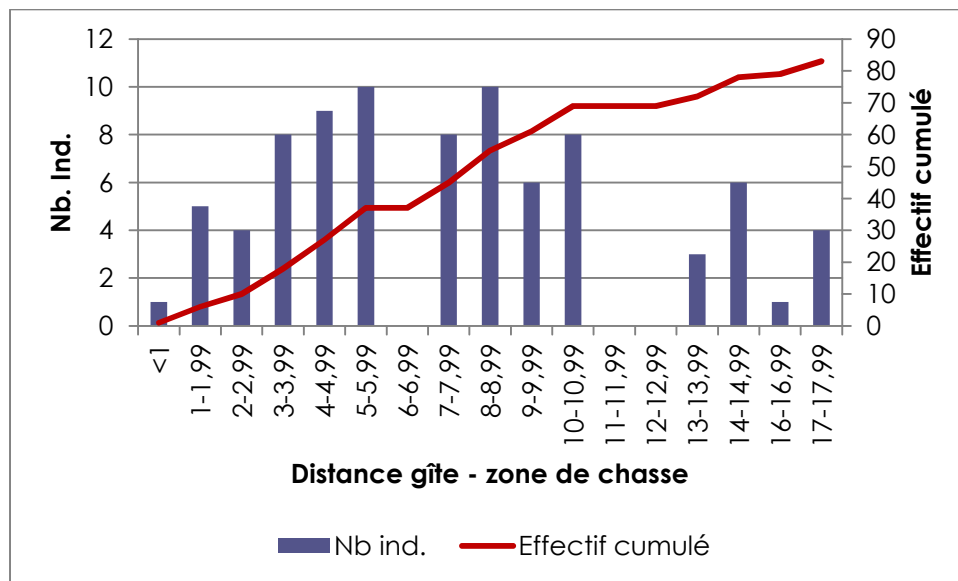


Figure 27 Distance de dispersion Gîte -Zone de chasse

La recherche des zones de chasse des grands murins a été menée dans un vaste territoire, des abords de Vannes au nord-ouest de la Loire-Atlantique (figure 32). Des individus marqués dans les colonies étudiées ont été capturés dans un secteur beaucoup plus restreint, grossièrement limité au nord par les landes de Lanvaux et au sud par la Brière (figure 33).

Peu d'informations ont été recueillies sur les zones de chasse des colonies de Noyal-Muzillac et de la Roche-Bernard. Les faibles effectifs de ces colonies et le temps nécessaire à chercher ces individus expliquent ce manque d'informations.

Les résultats obtenus pour les individus des trois autres colonies montrent une relative ségrégation spatiale sur les zones de chasse. C'est particulièrement le cas pour les grands murins de Férel qui ont été localisés uniquement au sud et à l'ouest de leur colonie. Les animaux de Béganne ont été contactés principalement à l'est de la colonie, de Saint-Dolay à Glénac. Les territoires de chasse des murins de Limerzel semblent plus régulièrement répartis autour de la colonie. Au vu de ces résultats, il semble y avoir peu de cas de cohabitation de murins de colonies différentes sur les mêmes zones de chasse.

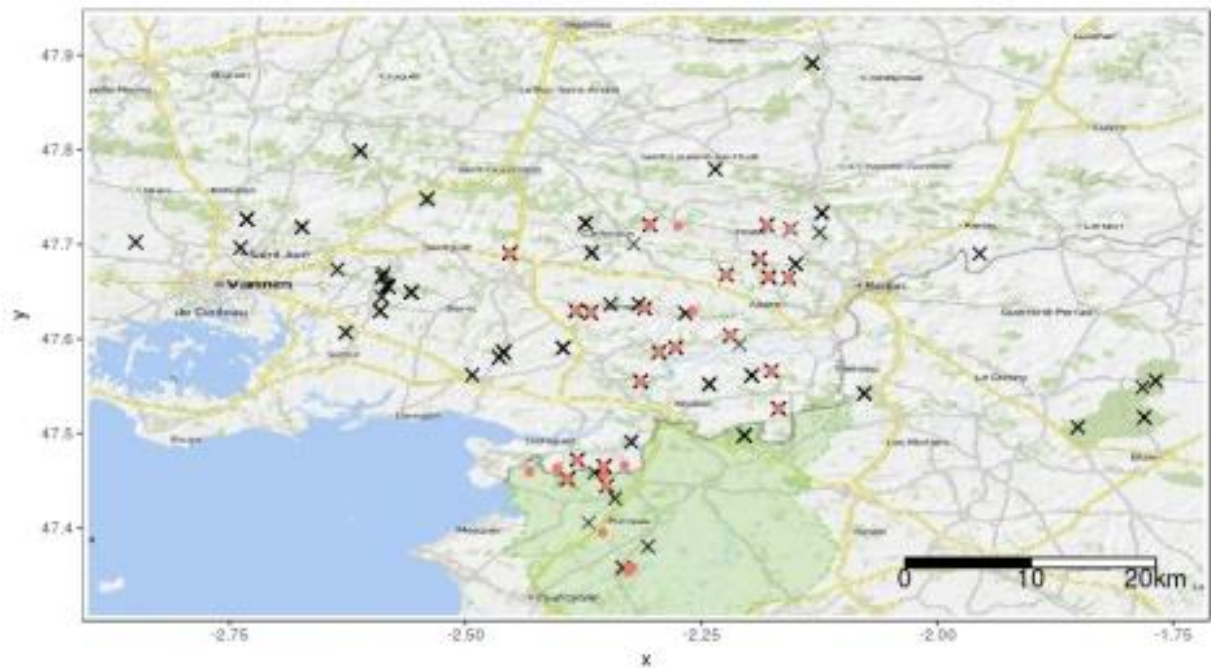


Figure 32 : Sites de recherche des grands murins sur les zones de chasse. Les croix noires représentent les sites de captures de grands murins et les points rouges les captures d'individus équipés de transpondeurs. Les points rouges dissociés de croix noires représentent les données issues du tracking.

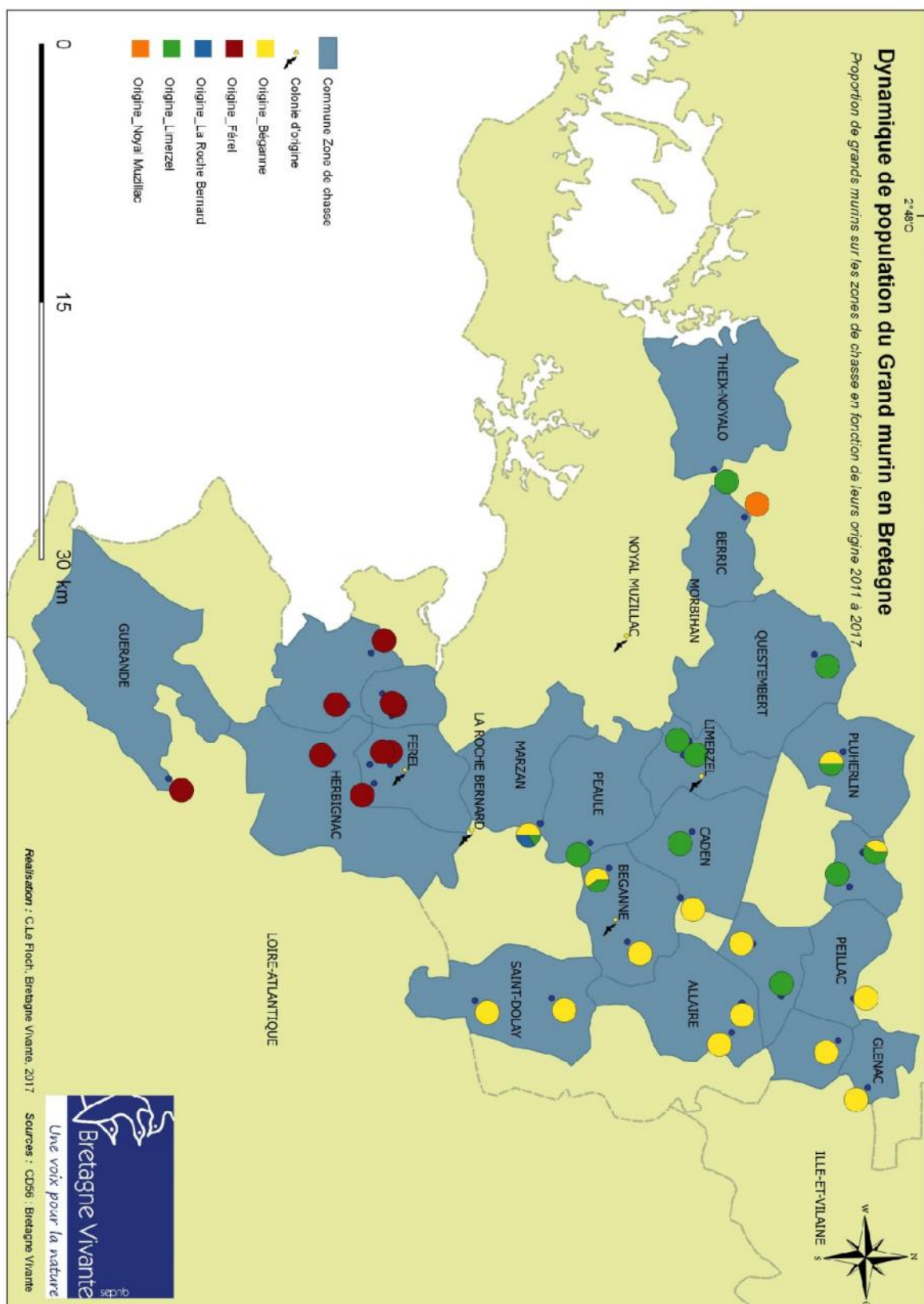


Figure 28 Dispersion des grands murins sur les zones de chasse

3. Domaine vital des colonies

20 individus ont été capturés provenant de la colonie de Béganne, permettant d'identifier 13 sites de chasse, 11 individus provenant de la colonie de Limerzel, permettant d'identifier 9 sites de chasse et 13 individus provenant de la colonie de Férel, permettant d'identifier 13 sites de chasse. 3 individus ont été capturés provenant de la colonie de La Roche-Bernard, permettant d'identifier 1 seul site de chasse. Pour définir les territoires de chasse, la méthode des surfaces minimum convexes a été utilisée, consistant à considérer le polygone constitué de la limite externe de l'ensemble des sites identifiés comme zone de chasse d'individus marqués appartenant respectivement à chacune des colonies.

Pour définir les territoires de chasse, la méthode des surfaces minimum convexes a été utilisée, consistant à considérer le polygone constitué par la limite externe de l'ensemble des sites identifiés comme zone de chasse d'individus marqués appartenant respectivement à chacune des colonies. Les territoires de chasse qui ont pu ainsi être identifiés correspondent aux colonies de Béganne, Limerzel et Férel, et s'étendent respectivement sur 22 398 ha, 16 182 ha et 5 699 ha. On peut noter que les territoires de chasse des colonies de Limerzel et Béganne se chevauchent en partie, mais que celui de Férel est bien distinct.

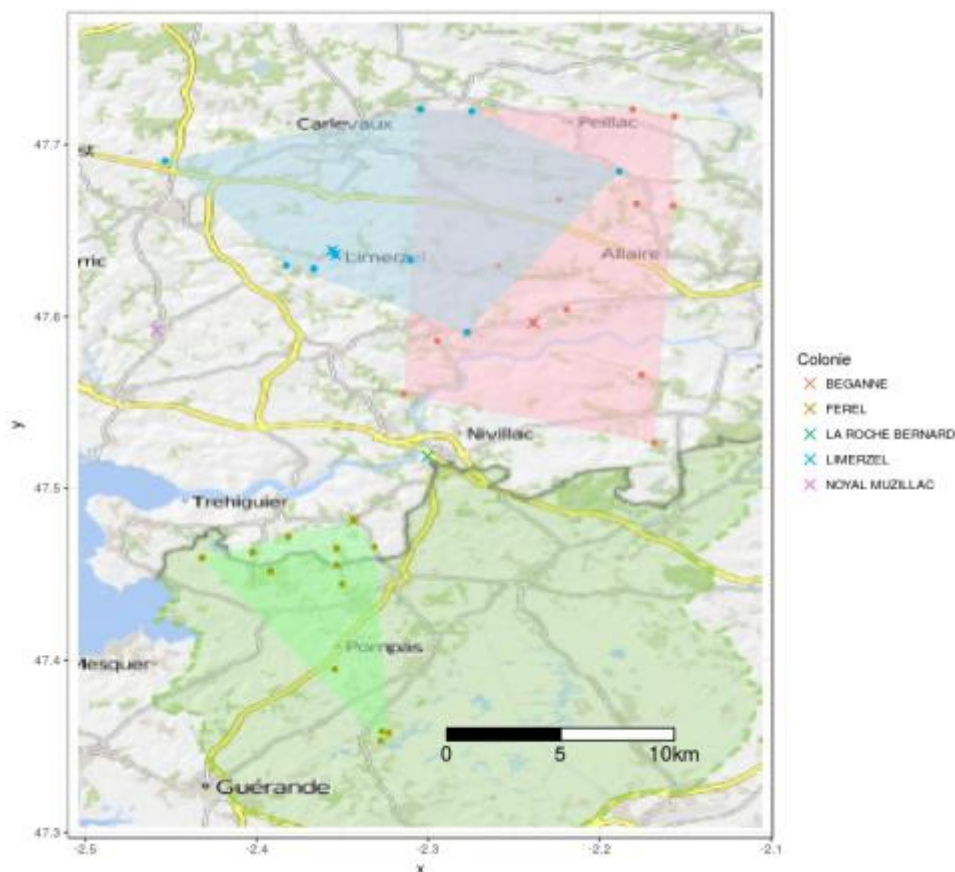


Figure 34 Enveloppe convexe minimum des territoires de chasse. Surface obtenue en reliant les points les plus externes du polygone contenant toutes les données de captures relatives à chacune des colonies, en rouge pour Béganne, en bleu pour Limerzel et en vert pour Férel.

4. Disponibilité des habitats dans le domaine vital des colonies

L'étude des territoires de chasse a été effectuée en utilisant les ressources cartographiques publiques vectorielles du registre parcellaire graphique (RPG), en ce qui concerne les

habitats agricoles (<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/registre-parcellaire-graphique-rpg-contours-des-parcelles-et-ilots-cultureaux-et-leur-groupe-de-cultures-majoritaire/> et <http://professionnels.ign.fr/rpg>). La couverture du RGP est de 2011 à 2016 pour le Morbihan et de 2012 à 2016 pour la Loire-Atlantique. Pour l'habitat forestier, les données publiques raster du Centre d'Étude Spatial de la BIO-sphère (CESBIO), photo-interprétation des images satellites (Sentinel-2) ont été utilisées (<http://osr-cesbio.ups-tlse.fr/~oso/>). Ces données sont disponibles uniquement pour l'année 2016, mais la dynamique sylvicole étant très lente par rapport à la dynamique agricole, ces données sont suffisantes pour les analyses sur la période considérée.

Les composition des habitats occupés par des ligneux (boisements et landes) sont comparables dans le domaine vital des trois colonies, avec une dominance de boisements de feuillus (Fig. 35). On notera néanmoins des surfaces de feuillus légèrement inférieures et une plus grande proportion de landes, ici humides, dans le territoire de chasse de la colonie de Férel. Il s'agit des milieux décrits précédemment, qui ont été identifiés comme zone de chasse par radio-tracking ou par capture au filet. L'analyse plus fine de la composition des boisements ne révèle pas de différence entre les trois territoires de chasse, fortemeznt dominés par les boisements mixtes.

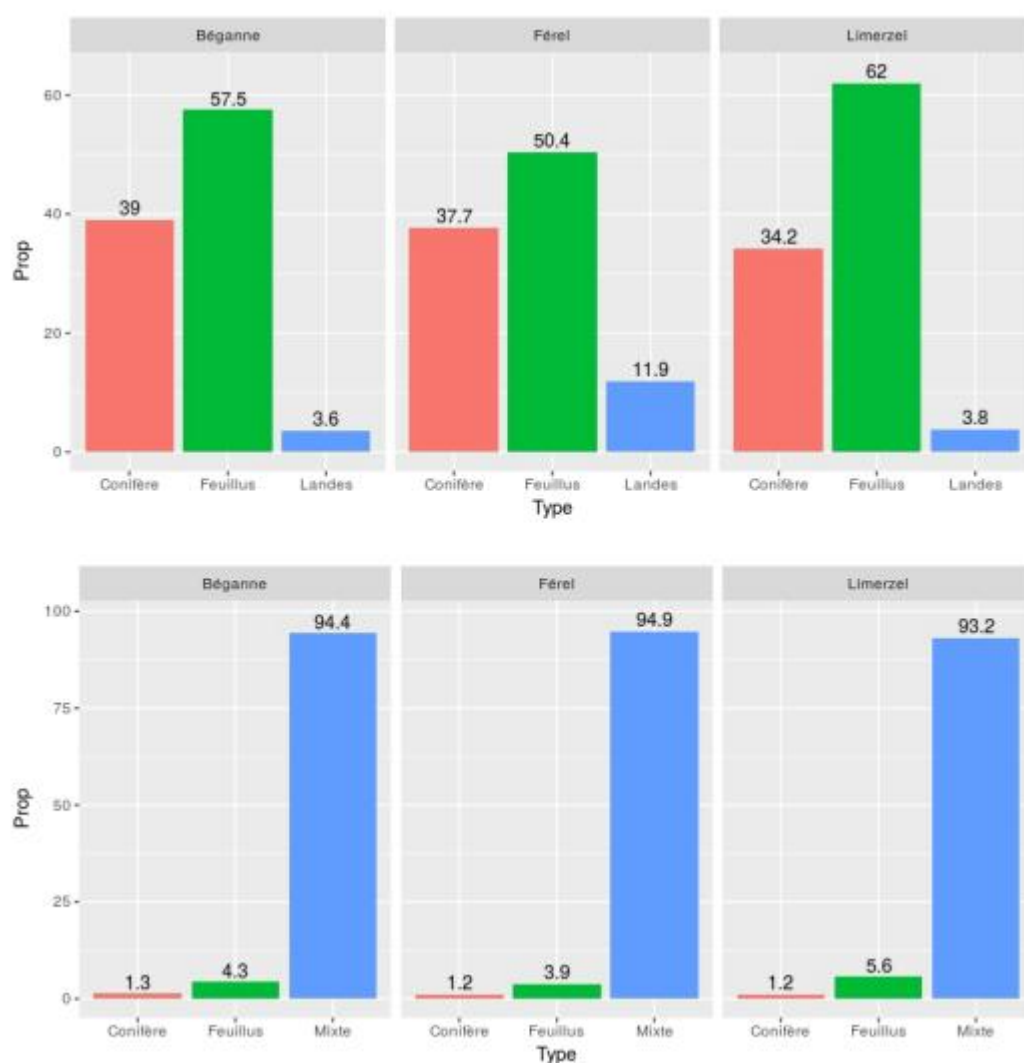


Figure 35 : Proportion et composition des espaces boisés. Haut : proportion des différents types de surface ligneuse selon les territoires de chasse. Bas : typologies de surface ligneuse selon les territoires de chasse (données CESBIO).

Les proportions des différents types de ligneux au sein de chaque territoire de chasse sont proches, avec néanmoins des valeurs plus élevées pour chaque type autour de la colonie

de Férel, notamment plus de landes (humides) (Fig. 36, haut). Les surfaces boisées représentent 15 % du territoire de chasse pour les colonies de Béganne et de Limerzel, mais 20 % en ce qui concerne la colonie de Férel (Fig. 36, bas).

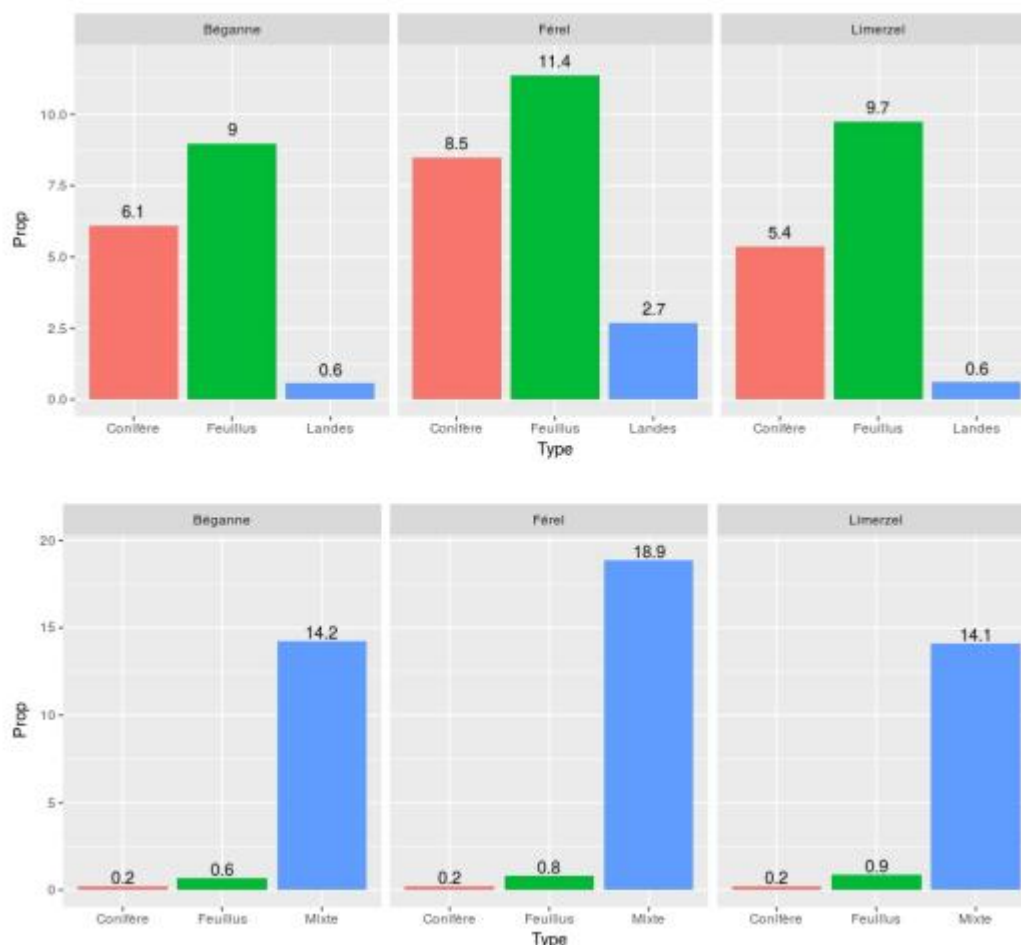


Figure 36 : Proportion et composition des espaces boisés par rapport aux surfaces agricoles. Haut : proportion des types de boisement au sein de chacun des territoires de chasse. Bas : typologies des surfaces boisées au sein de chacun des territoires de chasse (données CESBIO).

Si l'on s'attache aux mesures de fragmentation des boisements des différents territoires de chasse on s'aperçoit que la colonie de Béganne présente le plus grand nombre de boisements par unité de surface avec une densité supérieure aux autres colonies (Fig. 37 A). La densité de lisières de boisements par unité de surface est également plus élevée sur le territoire de chasse de la colonie de Béganne (Fig. 37 B). Néanmoins ce territoire présente les surfaces de boisements les plus grandes en moyenne (Fig. 37 C), traduisant la présence de très nombreux petits boisements et de quelques grand massifs boisés. Finalement sur le territoire de chasse de la colonie de Férel les boisements sont plus agrégés (Fig. 37 D) que les autres territoires, c'est-à-dire qu'il y a une plus grande cohésion entre les îlots boisés à Férel contrairement aux deux autres territoires qui présentent des boisements plus dispersés les uns par rapport aux autres.

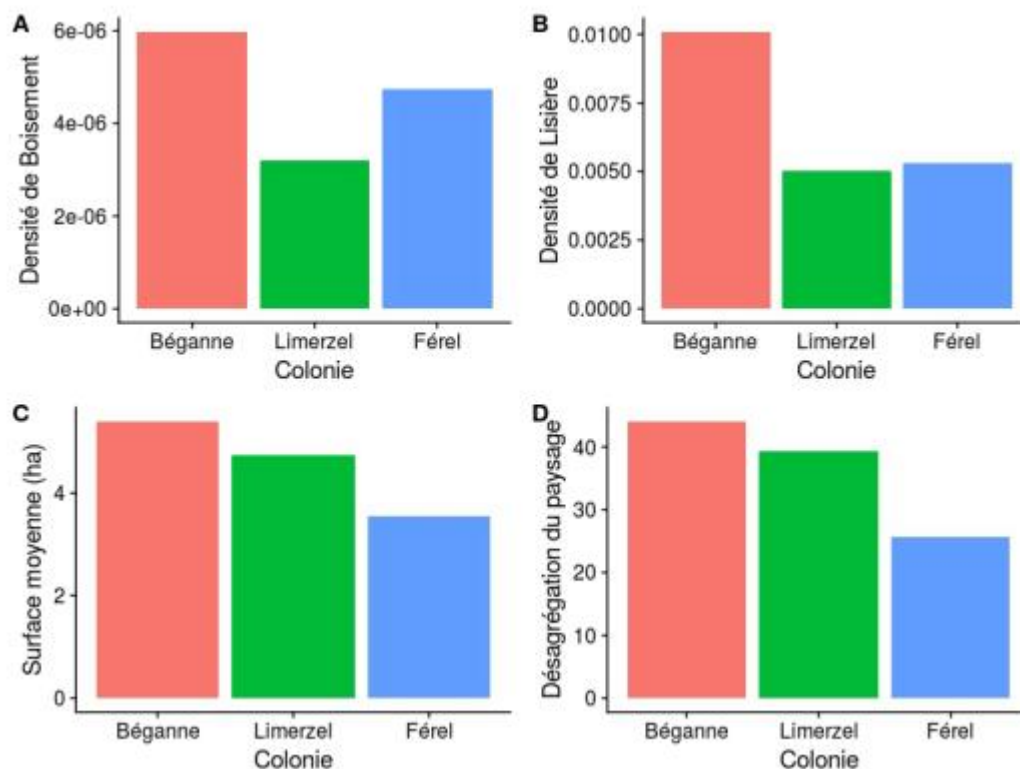


Figure 37 : Mesure de fragmentation des boisements mixtes. A : ratio entre le nombre de boisements mixtes et leur surface totale. B : longueur de lisière de boisements mixtes par unité de surface. C : surface moyenne des boisements mixtes. D : moyenne du ratio périmètre sur surface de chaque boisement mixte.

Si l'on regarde en détail les boisements ou des individus marqués ont été capturés, les proportions en feuillus et conifères sont proches en moyenne, mais il y a une plus grande hétérogénéité à Férel (Fig. 38). La surface de feuillus est significativement supérieure à celle de conifères dans les territoires de chasse de deux des colonies étudiées (test de rang de Wilcoxon : $p < 0,05$ pour Béganne et Limerzel et $p = 0,08$ pour Férel). Il n'y a pas de différence significative en terme de proportion de feuillus et de conifères entre les 3 territoires (test de Mood : $p = 0,3$).

La surface de terrain de chasse individuel est estimée à 30-35 ha avec une distance de dispersion généralement inférieure à 15 km du gîte. Ainsi Meschede & Heller (2002) donnent l'exemple d'une colonie de 300 individus dont ils estiment l'étendue du domaine vital à 800-900 km² avec 40 % de la surface constituée de forêt. De façon similaire, Schneider & Hammer (2006) proposent un calcul simpliste des besoins en surface forestière dans un rayon de 10 km autour d'une colonie en fonction de l'effectif. La fourchette basse de cette estimation est calculée comme suit : effectif minimal enregistré $\times 0,6$ (proportion de femelles) $\times 35$ ha/individu. La fourchette haute est calculée ensuite : effectif maximum enregistré $\times 0,6$ (proportion de femelles) $\times 35$ ha/individu. En appliquant cette approche aux colonies étudiées, on peut estimer que le domaine vital de la colonie de Férel, identifié par les captures, est largement sous évalué, la surface de boisement du territoire de chasse identifié étant très inférieure aux besoins potentiels (Tab. 5). Pour Béganne et Limerzel, les surfaces de boisements dans les territoires de chasse identifiés correspondent à la fourchette basse des estimations.

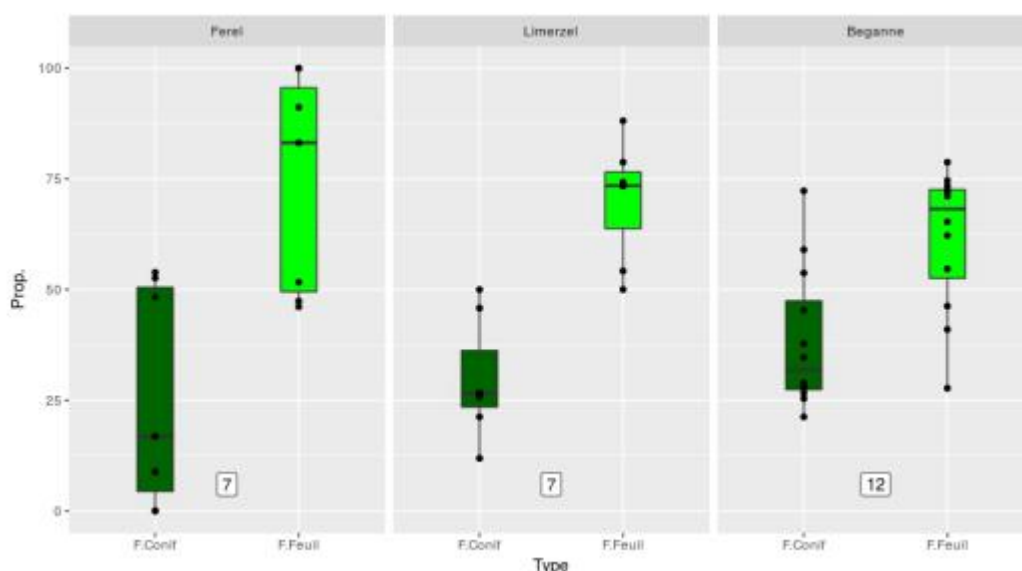


Figure 38 : Composition des boisements identifiés par capture. Proportion de conifères et de feuillus dans les différents boisement où des individus marqués ont été capturés, respectivement aux colonies d'origine. Le nombre de boisements pris en compte est indiqué par l'étiquette à l'intérieur de chaque graphique.

Tableau 5 : Estimation des surfaces boisées du domaine vital. Le minimum et le maximum de surface boisée (ha) nécessaire à chaque colonie est calculé respectivement par rapport aux effectifs de 2015 et aux effectifs maximaux enregistrés (2010). La surface de boisement (ha) des territoires de chasse identifiés est indiquée en gras et celle dans un rayon de 10 et 15 km autour des colonies est également indiquée dans la dernière colonne.

Colonie	Eff. 2015	Eff. max.	min.-max.	Surf. ter.	10/15km
<i>Ferel</i>	308	314	6468-6594	1120	5610/10474
<i>Béganne</i>	135	271	2835-5691	3376	4885/11927
<i>Limerzel</i>	116	258	2436-5418	2447	4977/12143
<i>5 colonies</i>	732	840	15372-17640	NA	14872/24897

Globalement, les territoires de chasse, qui ici sont des surfaces minimales, semblent trop petits pour répondre aux besoins théoriques des colonies en terme de boisements, ce qui implique que ces territoires sont en réalité probablement plus vastes (car nous disposons d'un faible nombre de données), sinon il s'agit d'un facteur limitant pouvant influencer sur la dynamique des populations. On peut également remarquer que dans un rayon de 10 km, la surface forestière est inférieure aux besoins des colonies lorsqu'elles ont une taille maximale, tel qu'estimée ici (Tab. 5). Cette faible proportion de surfaces boisées dans un rayon de 10 km peut expliquer les distances de dispersions enregistrées (≈ 15 km). Par ailleurs, il faut tenir compte du contexte géographique des colonies et de leur forte proximité. Il y a dans un rayon de moins de 10 km, cinq colonies connues dans le secteur étudié. Même si les zones de chasse semblent relativement distinctes (Fig. 34), leur proximité oblige un certain chevauchement de ces zones de chasse, par exemple entre Limerzel et Béganne dont certains individus partagent les mêmes sites de chasse. Dans ce contexte il est donc nécessaire de tenir compte de l'ensemble des colonies dont les territoires de chasse sont susceptibles de se chevaucher dans un rayon de 10 à 15 km. Si l'on considère une zone tampon de 10 km autour de ces 5 colonies (Tab. 5.1), on voit que la surface de boisement représente environ 16 % (14 872 ha) de la surface totale, ce qui semble insuffisant pour assurer l'équilibre démographique des colonies (Meschede & Heller, 2002). A partir d'un rayon de 15 km, la surface boisée semble suffisante. La méthode de calcul des surfaces boisées nécessaires tel que présentée par Schneider & Hammer (2006) est néanmoins très schématique et ne constitue qu'une première approche.

5. Évolution des habitats agricoles autour des colonies

Le radio-tracking a permis d'identifier des zones de chasses en dehors des habitats forestiers, dont certains atypiques. Des individus de la colonie de Férel ont ainsi été observés, puis capturés en fin d'été sur des prairies humides en déprises (végétation herbacée et ligneuse), traditionnellement utilisées pour la fauche et dominées, notamment par les baldingères (*Phalaris arundinacea*). Ces prairies parfois en voie de fermeture (saulaies), bordent la Brière, mais aussi les affluents du Mès ou de la Vilaine. Ce comportement peut correspondre à la chasse des tipules (*Tipulidae*) dont l'occurrence dans le régime alimentaire est fréquente en particulier en fin de printemps et d'été (Kervyn, 1996). Il peut également s'agir de chasse sur d'autres invertébrés volants et particulièrement des hétérocères (*Lepidoptera*) qui abondent périodiquement dans ces milieux. La végétation au sol étant trop haute et trop dense pour une chasse sur des insectes au sol.

Le Grand Murin est connu pour chasser également en milieu prairial et parfois sur des cultures céréalières après moisson (Arlettaz, 1995; Güttinger, 1997). Les données RGP annuelles (2011 à 2016) permettent d'étudier l'évolution des surfaces de culture durant une grande partie de l'étude (Fig. 39).

L'analyse des surfaces agricoles montre des similitudes dans l'évolution des pratiques agricoles sur les 3 territoires. On remarque tout de même une surface de prairies plus abondante que la surface de cultures sur le territoire de la colonie de Férel. A l'inverse, sur les communes de Béganne et Limerzel, la surface de culture est bien plus importante et toujours en augmentation. Cette augmentation semble avoir des répercussions directes sur les prairies, en particuliers sur les prairies temporaires qui sont en fortes régressions ces dernières années. Sur le territoire de Férel on remarque également que l'inversion d'abondance entre les surfaces culturales et les surfaces de prairies temporaires est relativement récente (2015).

Dans les 3 territoires de chasse la surface de prairies temporaires diminue fortement, de 30 % de 2012 à 2016 pour Férel, et de 33 % et 37 % de 2011 à 2016 pour Béganne et Limerzel respectivement. La superficie des prairies permanentes diminue également dans les trois territoires.

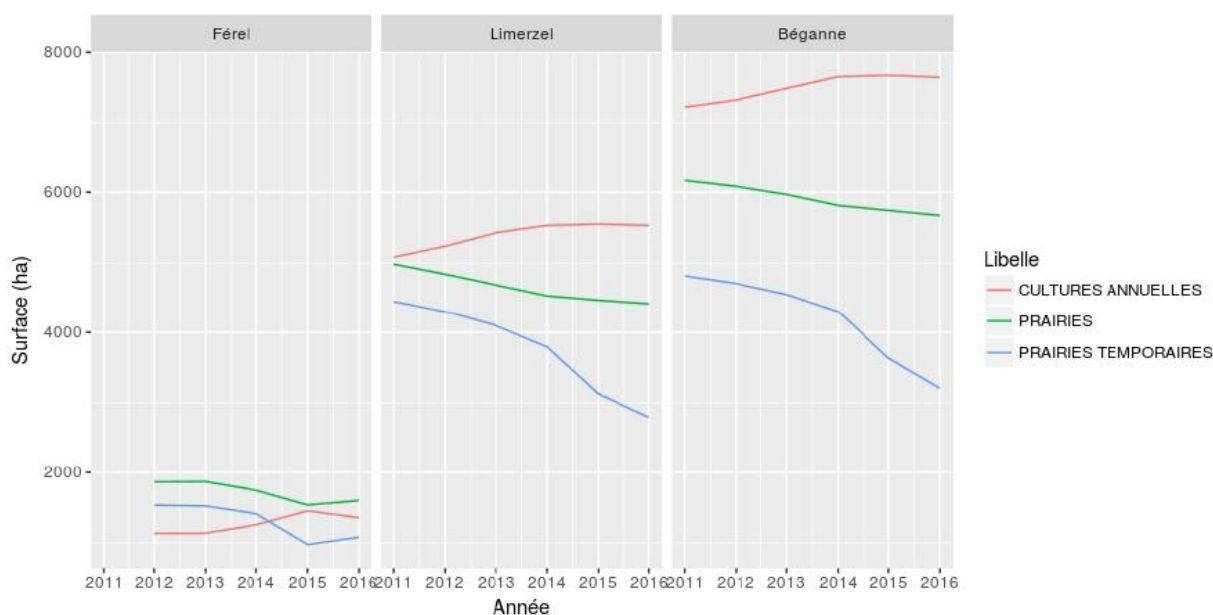


Figure 29 Grands types de cultures. Évolution des surfaces de prairie temporaires, de la surface totale de prairies et de cultures annuelles (données RGP).

Conclusion

Il apparaît dans l'analyse des territoires de chasse que les surfaces de boisements à proximité des colonies sont probablement un facteur limitant obligeant les individus à s'éloigner jusqu'à au moins 15 km ou à exploiter des habitats de substitution, les zones agricoles, pour couvrir leurs besoins énergétiques.

Au cours de la période d'étude, des changements importants sont observés dans les pratiques agricoles, caractérisés par une forte baisse des prairies. Alors que la dynamique de la colonie de Férel ne semble pas affectée par ces changements, celle de Béganne connaît un important déclin. On ne peut s'empêcher de faire une corrélation entre cette tendance et l'importante diminution des surfaces de prairies temporaires. Dans l'hypothèse d'un lien entre la croissance des populations et les surfaces de prairie, ces dernières joueraient un rôle essentiel dans l'acquisition de ressources alimentaires notamment dans des phases clef du cycle comme pendant l'allaitement des jeunes ou la prise de poids pré-hivernale. Les carabes peuvent atteindre des densités importantes dans les prairies et certaines cultures en été et à l'automne. Cependant une étude à long terme (17 ans) a montré que les pratiques agriculture influencent la composition des peuplements de carabe, l'intensité des pratiques (labours, amendements) favorise les espèces plus petites avec un plus fort pouvoir de dispersion (Eyre *et al.*, 2016). Les espèces les plus grosses préfèrent les milieux les moins perturbés. Il est difficile à l'heure actuelle de savoir comment ces changements impactent la démographie du Grand Murin, qui consomme plus spécifiquement des carabes de grande taille (>1cm). On peut néanmoins souligner que d'un point de vu énergétique il est plus efficace de capturer un grand carabe que plusieurs petits, ce surtout lié à des temps de chasse plus long peut potentiellement avoir des répercussions sur certaines fonctions biologiques. Le fait que la colonie de Férel continue à croître alors qu'une légère diminution des surfaces de prairie est en cours semble indiquer que d'autres facteurs sont en jeu dans la dynamique des populations ou que le seuil critique entre les proportion de boisements et de prairies, notamment temporaires, n'a pas encore été atteint.

Pour aller plus loin plusieurs pistes d'études sont envisageables. Les méthodes acoustiques peuvent permettre de mettre en évidence l'utilisation d'autres habitats, tels que les prairies ainsi que la dynamique d'utilisation de ces habitats en relation avec la fauche. Mais ces données pour être interprétables doivent être mises en relation avec la densité et la diversité des proies qui fréquentent ces milieux, ainsi que le régime alimentaire du Grand Murin. L'analyse génétique du guano recueilli dans les colonies de reproduction, technique qui est maintenant au point (Galan *et al.*, 2017), est une approche appropriée pour connaître au niveau spécifique les proies consommées par le Grand Murin. Couplé à l'étude individuelle du domaine vital en utilisant des GPS miniaturisés (technique déjà testée sur le Grand Murin), il sera ainsi possible de comparer les dépenses énergétiques (temps de chasse et surface utilisée) entre les différentes colonies, les variations saisonnières du régime alimentaire afin de déterminer si les facteurs environnementaux et trophiques influencent les dynamiques des différentes populations.

VI. LES GRANDS MURINS PENDANT LA PÉRIODE D'ACCOUPLEMENT

1. L'automne, une période clé pour la survie des juvéniles

Le Grand Murin est une espèce à fort potentiel de dispersion, en atteste une donnée bretonne de baguage d'un individu marqué à Glénac (56) retrouvé au sud de la Sarthe à 146 km (Choquene, 2006). D'autres données de baguage attestent de distances de dispersion de 300 à 390 km (Roué & Sirugue, 2006; Schober & Grimmberger, 1998). Cette dispersion est néanmoins essentiellement le fait des mâles qui assurent le brassage génétique entre les colonies. Les femelles sont très fidèles à leur site de mise-bas et se cantonnent généralement à des distances de dispersion plus faibles.

Chez le Grand Murin, les sites de regroupement automnal sont connus pour rassembler des femelles et juvéniles provenant de nombreuses colonies de mise-bas, ainsi que les mâles vivant plus ou moins dispersés durant le printemps et l'été.

Des opérations de capture sont réalisées chaque année sur des sites de swarming pour préciser les espèces présentes et leur abondance. Dans le cas particulier du Grand Murin, l'examen des individus capturés fournit des informations sur la structure des populations (sex-ratio, âge-ratio), leur origine (individus marqués) et leur condition corporelle (masse des individus).

En d'autres termes, l'étude des sites de swarming permet d'aborder la question des connexions entre colonies de mise-bas et les gîtes d'accouplement, d'estimer la survie des juvéniles et leur condition corporelle à l'automne.

Depuis 2011, 12 sites ont fait l'objet de captures pour y qualifier l'activité automnale, 7 ont été désignés comme sites d'accouplements, dont six sont fréquentés par des individus équipés de transpondeurs. Au cours de 217 soirées de captures dédiées à cette période, 2 303 grands murins ont été capturés, dont 525 individus marqués différents pour un total de 676 captures.

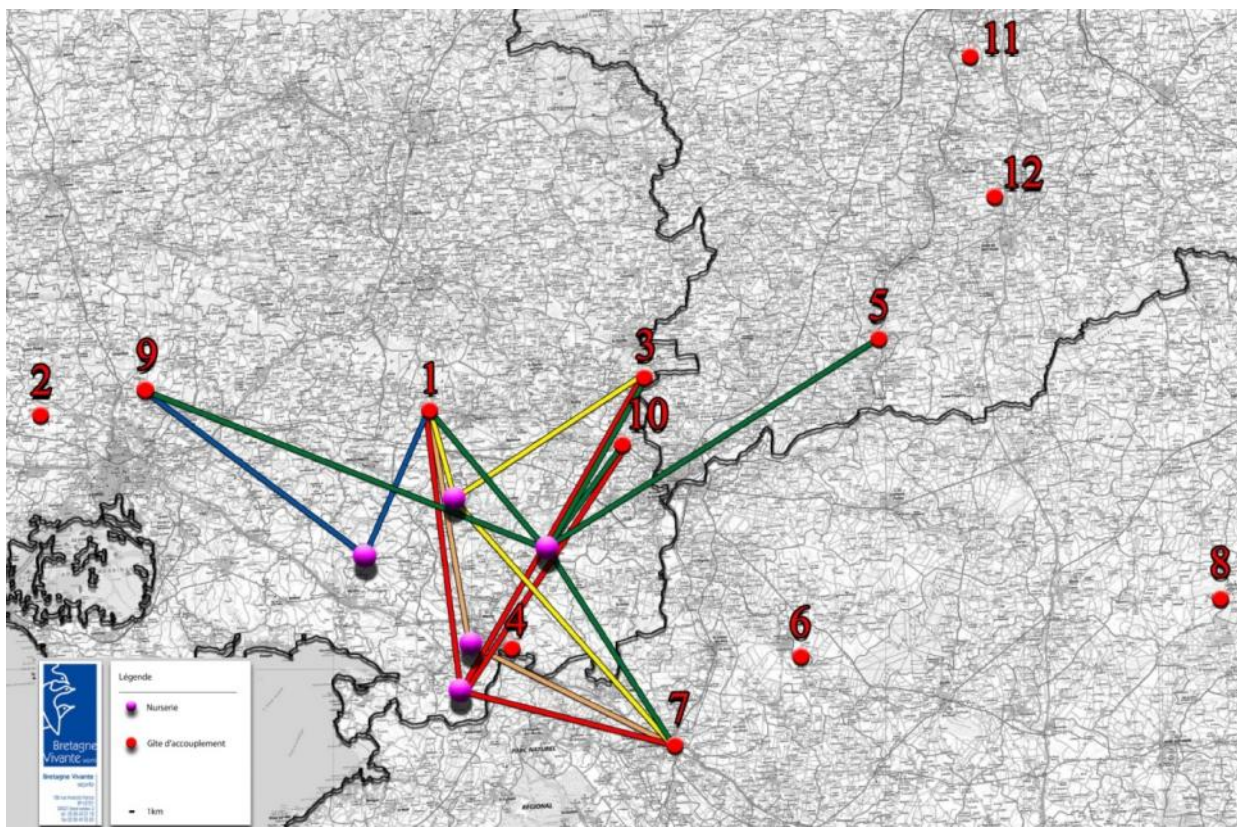


Figure 40 : Carte des sites de regroupements automnaux.

La distance maximale d'éloignement à la colonie d'origine constatée durant la période de swarming est de 42 km. Le site des ardoisières de Pluherlin, l'un des plus importants connus pour cette population de Grand Murin, fait l'objet d'une étude particulière depuis 2011.

Pour décrire plus finement la phénologie de la fréquentation des sites de swarming, ainsi que de nombreux autres paramètres biologiques tels que la survie ou les statuts de reproduction, nous avons sélectionné plus particulièrement le site des ardoisières de Pluherlin. Dans un premier temps, parce qu'il regroupe le plus grand nombre de grands murins durant cette période. La configuration de ce site (Fig. 41) permet de poser les systèmes de capture (filet et Harp Trap) sur un nombre réduit de points de passages (3) tout en laissant la circulation des chauve-souris possible par les nombreuses galeries et puis secondaires.

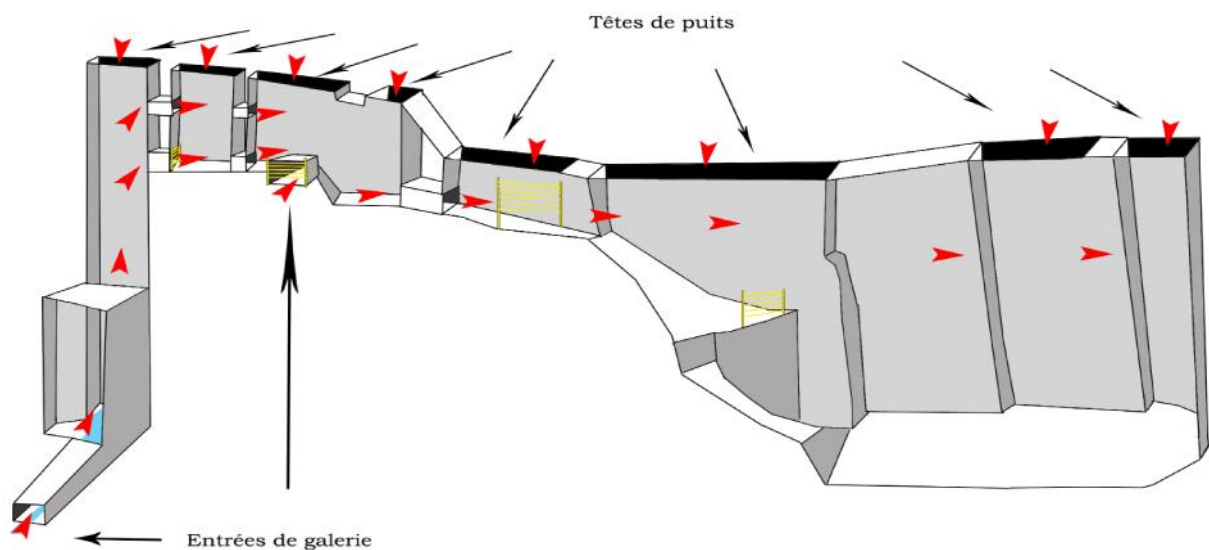


Figure 41 Schéma du dispositif de capture dans les ardoisières de Pluherlin

2. Suivi des ardoisières de Pluherlin

Sur le site des ardoisières de Pluherlin, afin d'optimiser les chances de capturer un maximum d'individus et pour obtenir des données les plus comparables possible, un dispositif a été mis en place et est répété depuis 2011. Il consiste à l'installation de 4 filets japonais répartis dans la cavité à des points stratégiques. Ce dispositif intercepte les chiroptères en une entrée, mais n'empêche en rien la circulation des individus, puisqu'une dizaine d'autres entrées restent accessibles (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Deux autres filets sont également postés à l'intérieur de la cavité pour capturer de manière plus aléatoire les individus. Suite à la pose d'une grille à l'entrée du site, un filet a été supprimé. En revanche, pour faciliter les manipulations, réduire le temps de contention et optimiser le nombre de captures, un harp-trap a été installé à la place d'un autre filet.

Les opérations menées sur le site de Pluherlin durant la période de swarming ont permis de capturer près de 2 000 grands murins dont 504 individus différents équipés de transpondeurs. En parallèle de la capture, durant l'automne 2017, une antenne a été installée dans un passage particulièrement utilisé par les grands murins permettant ainsi de contacter de manière passive 68 individus différents. Parmi ces 68 individus, la plupart n'avaient pas été capturés depuis plusieurs années ce qui laissait penser qu'ils avaient, déserté le site. Ces récents résultats révèlent alors clairement que les individus capturés ne désertent pas le site, mais qu'ils s'habituent aux positions des filets et les évitent. Il faut noter l'importance de ce

site qui attire 20 % de la population de grands murins marqués. La part importante d'individus non marqués capturés correspond aux colonies environnantes qui ne font pas l'objet de marquage et dont certaines ne sont pas connues au vu du nombre important d'individus capturés et d'individus fréquentant les colonies identifiées.

Les proportions mensuelles d'adultes et de juvéniles varient au cours de la saison et selon les années (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**), ce qui indique que la phénologie des arrivées et départs des adultes et juvéniles varient selon les années.

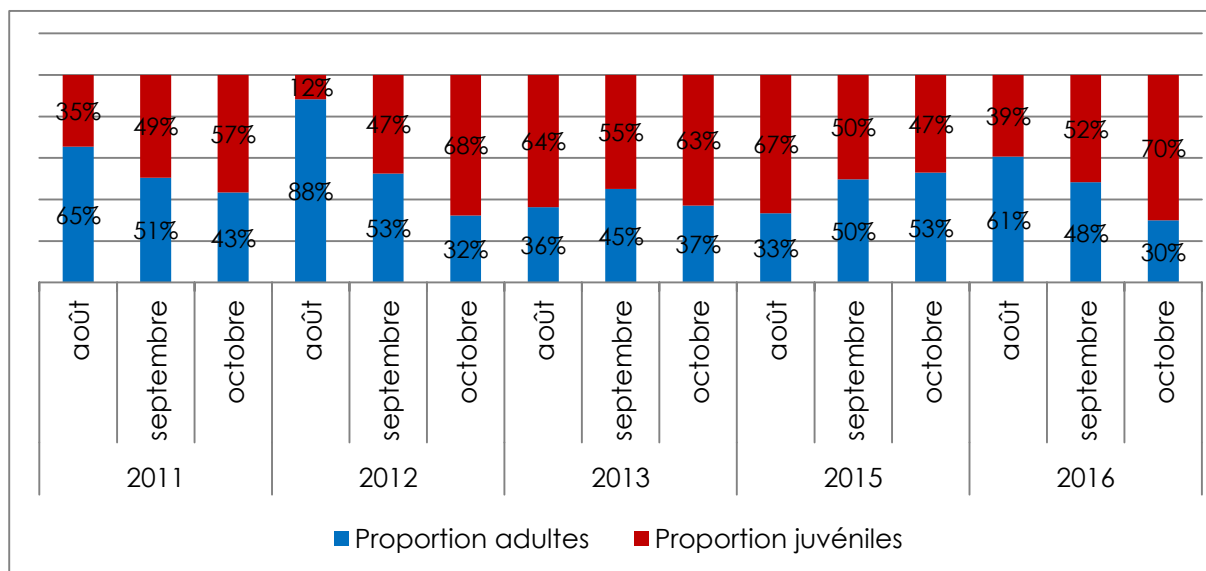


Figure 30 : Variations saisonnières des proportions de juvéniles et adultes fréquentant le site des ardoisières de Pluherlin.

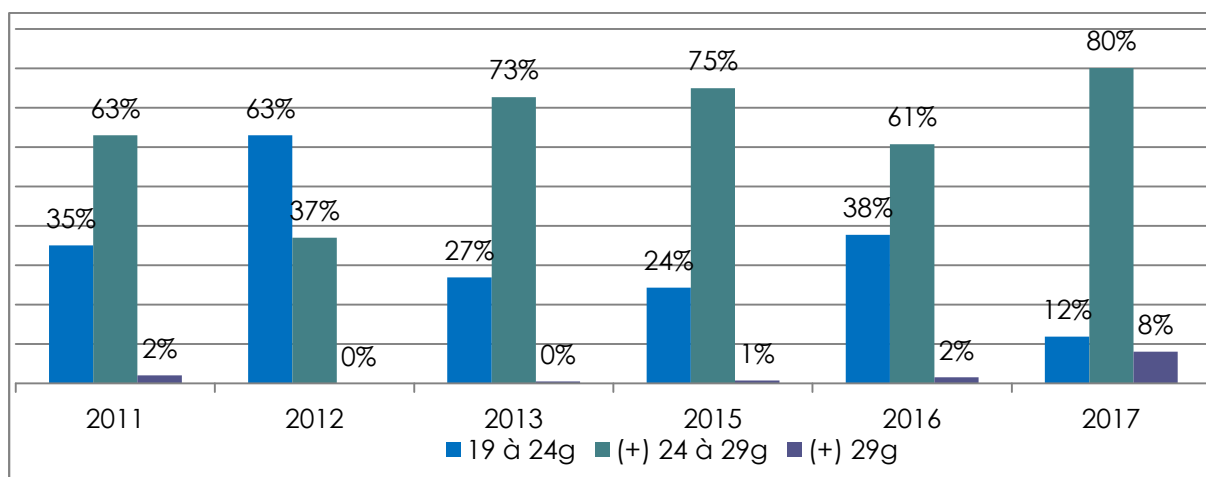


Figure 31 : Gamme de masses corporelles des juvéniles en période de swarming.

Les résultats des estimations saisonnières de la survie montrent que le poids des jeunes durant la période de regroupement automnal (septembre-octobre) est un indicateur de la survie en lien avec le climat au moins pour la colonie de Béganne. En effet, la survie printanière dépend de l'état corporel des juvéniles avant l'hibernation (quantité de graisse accumulée à l'automne) et la qualité du printemps (la disponibilité en proie, i.e. le climat). En dessous de 24 gr (Figure 43) les juvéniles ont un déficit de réserve qui compromet leur survie si la sortie de l'hiver est froide et pluvieuse.

En 2012, 63 % des juvéniles pèsent moins de 24 gr et une grande partie de ces individus originaires de Béganne n'a pas survécu au printemps froid et pluvieux. Cependant ces résultats ne sont pas transposables à d'autres colonies comme celle de Férel, pour les raisons évoquées plus haut.

En 2017, une antenne a été disposée dans un étroit couloir fréquenté par les grands murins, de fin septembre à début novembre. Elle a mis en évidence la présence de 75 individus marqués. Seulement 47 % avaient fait l'objet d'une capture antérieure s'étalant sur une période de 2011 à 2017. Ces premiers résultats montrent un taux de capture inférieur à 50 %.

3. Conclusion et perspectives

Le swarming est une période clé dans le cycle de vie du Grand Murin, car toute la population est rassemblée dans un nombre limité de sites durant quelques semaines. L'étude de ces sites permet notamment de contacter les mâles qui ont été marqués au stade juvénile dans les colonies de mise bas et qui vivent plus ou moins isolés au stade adulte. La capture, dans la mesure où les filets ne bloquent pas toutes les voies de communication avec l'extérieur, induit un dérangement limité de la population. Elle fournit des informations essentielles, notamment en ce qui concerne la condition corporelle des juvéniles qui varie selon les années. Mauvaise condition en 2012, qui peut être mise en relation avec les faibles probabilités de survie des juvéniles cet automne et le printemps qui a suivi.

Pour finir, bien que la capture soit indispensable pour mesurer certains paramètres, elle ne l'est pas pour connaître la fréquentation des individus marqués sur le site. Les nouvelles informations apportées par l'antenne sur une courte période ont mis en avant la simplicité de contrôler beaucoup d'individus de manière non impactante. Ces résultats nous ont également révélé une réelle fidélité au site, qui nécessiterait d'être approfondie notamment pour améliorer la connaissance sur la dispersion des mâles. L'installation en continu d'une antenne permettrait également de connaître l'utilisation du site durant toute l'année.

Le suivi mené lors de la période de swarming à Pluherlin nécessite sans aucun doute d'être poursuivi afin d'acquérir suffisamment de données pour affiner la description des paramètres de survie des juvéniles. De plus, le swarming est une période où le contrôle d'animaux marqués en grand nombre, est plus aisé et avec un faible impact sur les individus et les populations.

Les prélèvements de plagiopatagium réalisés pour établir les génotypes d'un grand nombre d'individus, permettent désormais de modéliser les filiations entre les individus et ainsi de pouvoir mieux appréhender certaines questions comme les échanges génétiques entre ces populations.

Les données issues de l'antenne montrent que le taux de capture au filet est inférieur à 50 %. Il montre également que des individus capturés précédemment fréquentent toujours le site. Ces résultats ne sont pas étonnants, car la configuration du site laisse largement la possibilité aux individus d'éviter les filets tout en pratiquant librement leur activité de swarming. Ils soulignent également les capacités de mémorisation de ces espèces, longévives pour la plupart, leur permettant d'éviter les filets. Ces résultats sont donc conformes à nos attentes et au respect des règles éthiques en la matière.

VII. LA PÉRIODE HIVERNALE CHEZ LES GRANDS MURINS

Le marquage, nous permet de contrôler passivement la présence des grands murins transpondés dans les sites d'hibernation et ainsi de connaître leurs colonies d'origines. Ces informations permettent d'observer en partie la dispersion des individus durant la période hivernale, mais également de montrer leurs déplacements durant cette période considérée généralement comme une période sensible pendant laquelle les animaux sont immobiles.

1. L'activité des grands murins en hiver

Les suivis hivernaux qui consistent en trois visites (1ère décade de décembre, janvier et février) ont permis de montrer que la léthargie chez le Grand Murin en Bretagne n'est pas continue. Des déplacements ayant été constatés dans les sites d'hibernations ont motivé les investigations de terrain pour vérifier l'activité des grands murins en hiver. Dans un premier temps, des enregistrements vidéo ont permis de montrer une véritable activité au sein même des groupes d'hibernation : toilette nocturne, vol, réveil des congénères, déplacement, et même des comportements ressemblant à des accouplements ou du moins à une véritable communication entre des individus.

Le protocole de suivi (3 passages hivernaux) a alors permis de montrer que les individus transpondés n'étaient pas présents dans les mêmes sites durant tout l'hiver ou bien qu'ils ne stationnaient pas au même endroit dans le site durant un même hiver.

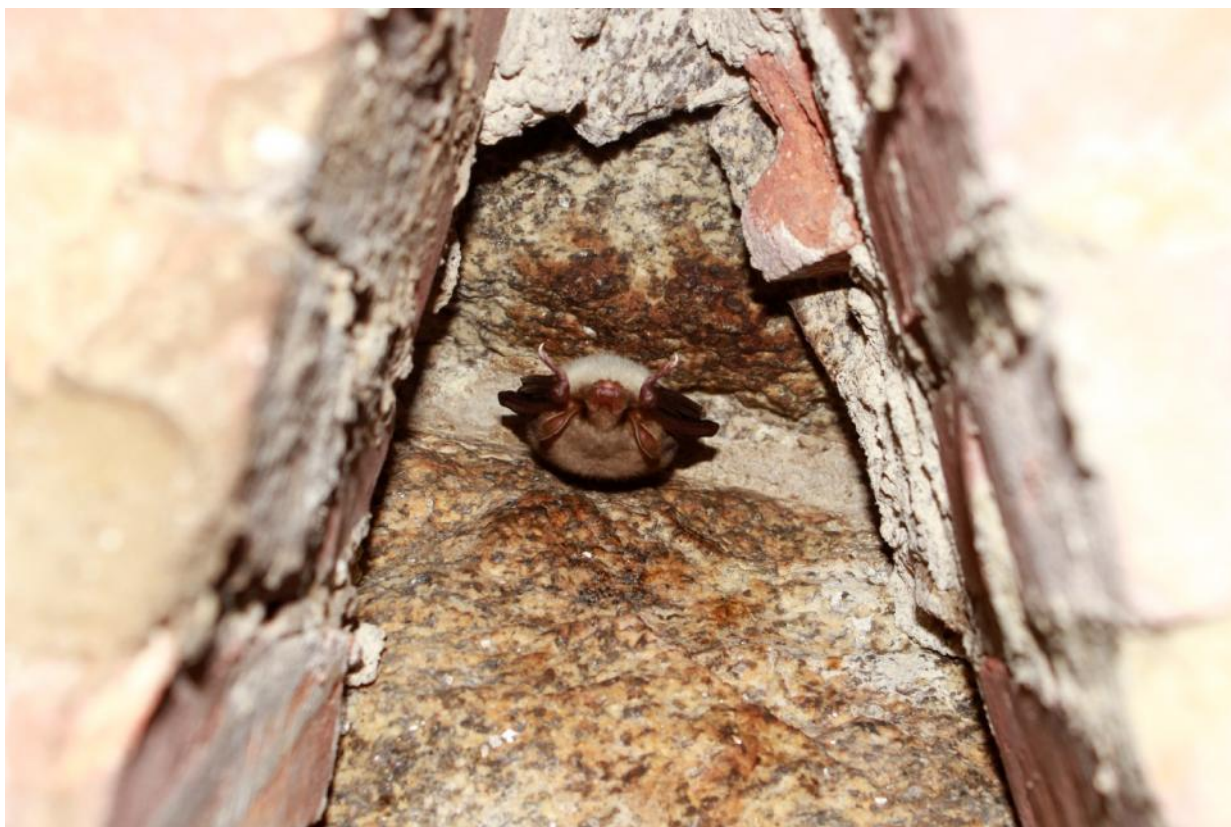


Figure 32 : Site d'hibernation de la Basilique Sainte-Anne-d'Auray.

2. Installation d'un portique dans une galerie d'ardoisière

Pour améliorer la connaissance sur la période hivernale (informant donc également de manière plus large sur l'histoire de vie d'un animal), une antenne a été installée dans une ancienne galerie d'ardoisière. Les enregistrements passifs de cette antenne ont permis de révéler une activité durant tout l'hiver dans ce site (Figure 33). Ces enregistrements ont également permis de contacter 29 individus différents durant la période hivernale alors que l'effectif maximum d'individus transpondés dans le site est de 5 (dans un groupe de 15 individus). Le maximum d'individus ayant été comptabilisés dans le site en un passage est de 58 individus.

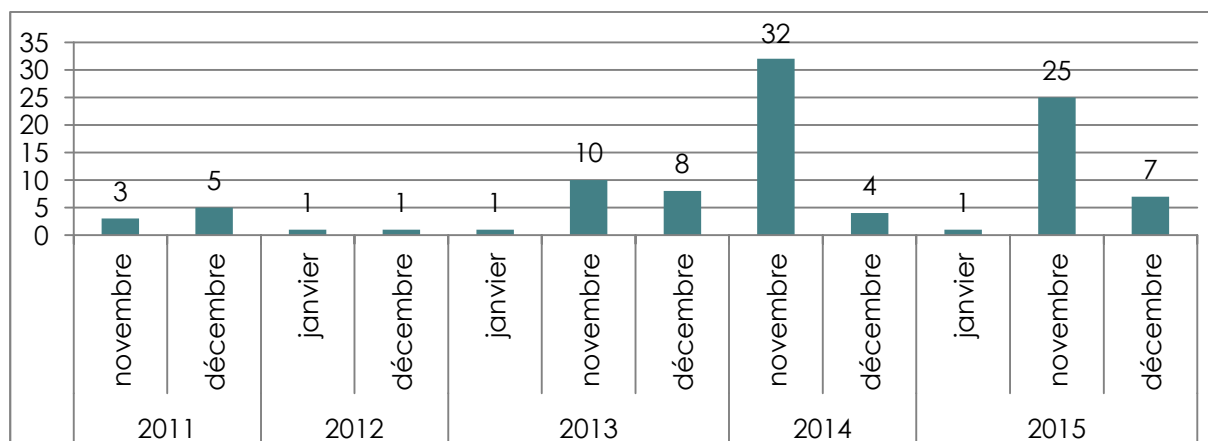


Figure 33 Nombre d'individus contactés par enregistreur automatiques durant la période hivernale

3. La dispersion sur le territoire

Les suivis menés tous les hivers ont notamment permis de préciser le territoire utilisé par le Grand Murin en hiver et ainsi de pouvoir observer sa dispersion par rapport aux colonies d'origine.

On observe que la majeure partie des individus reste cantonnée à proximité des colonies. On trouve une proportion importante de grands murins transpondés dans un rayon de 0 à 35km des colonies, des zones de chasses ainsi que des sites de swarming (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Cette présence importante localement s'explique par la proximité aux colonies d'un grand nombre de sites favorables à l'hibernation et notamment par la diversité de ces sites. Cette diversité permet aux chauves-souris de se déplacer d'un site à l'autre en fonction des conditions hivernales. En effet, on a pu constater que certains de ces sites regroupent un maximum d'individus et ce uniquement lors des périodes très froides de l'hiver. Un site comme un simple pont ou des grands murins sont observés régulièrement peut voir ses effectifs augmenter rapidement lors de périodes de froids prolongés. Tandis que



Figure 34 Grand Murin en hibernation à Hennebont

d'autres sites vont atteindre chaque année à la même période leurs effectifs maximum, le plus souvent en janvier.

Il est probable que les grands murins restent sur leur secteur pour des raisons de ressources alimentaires dont ils connaissent les disponibilités. Ces phénomènes de proximité et de communication entre les sites montrent une fois de plus que l'on peut difficilement parler d'hibernation chez les grands murins en Bretagne, mais plus globalement de repos hivernal avec des phases plus ou moins longues de léthargies.

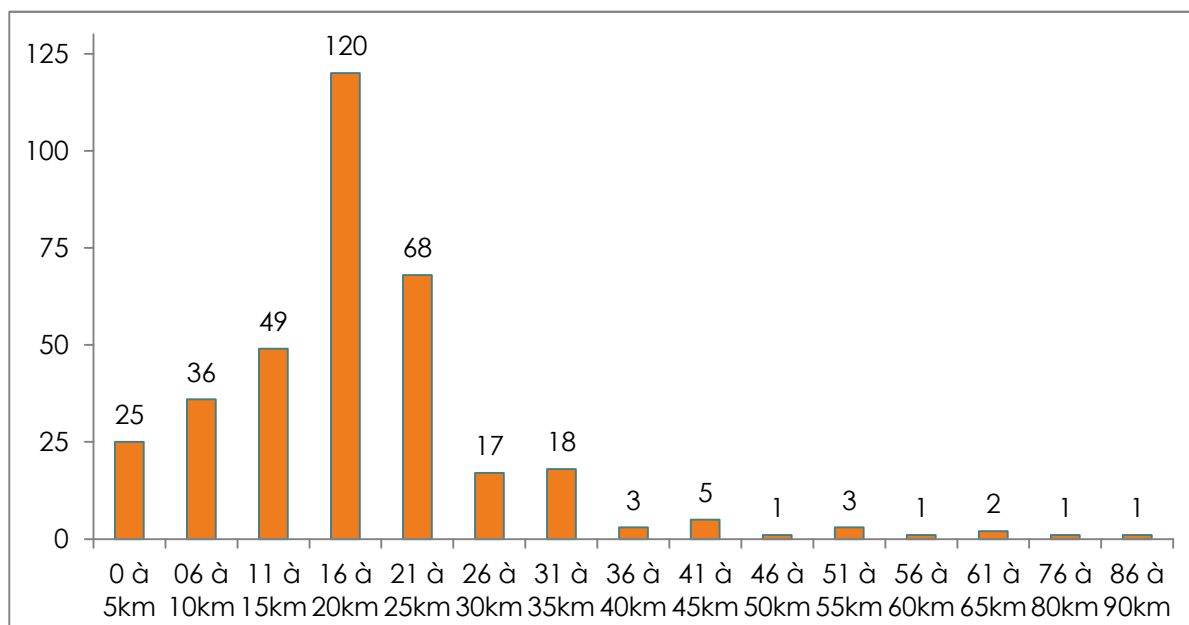


Figure 35 Éloignement au gîte de reproduction ou de naissance durant la période hivernale.

Malgré une forte proportion d'individus restant à proximité des colonies, certains sont plus explorateurs et semblent être plus fidèles à leur site d'hibernation. Ils ont tendance à rester dans le même site durant la majeure partie de l'hiver, possiblement par méconnaissance des autres sites ou encore par ce que la qualité du site le permet d'y rester tout l'hiver ou encore par l'indisponibilité d'autre sites. La distance maximale constatée durant cette période est de 90km, cette distance a été observée pour un mâle originaire de Béganne.

Les grands murins de cette population semblent avoir différentes stratégies hivernales et le suivi sur le long terme permettra de définir plus précisément ces stratégies.

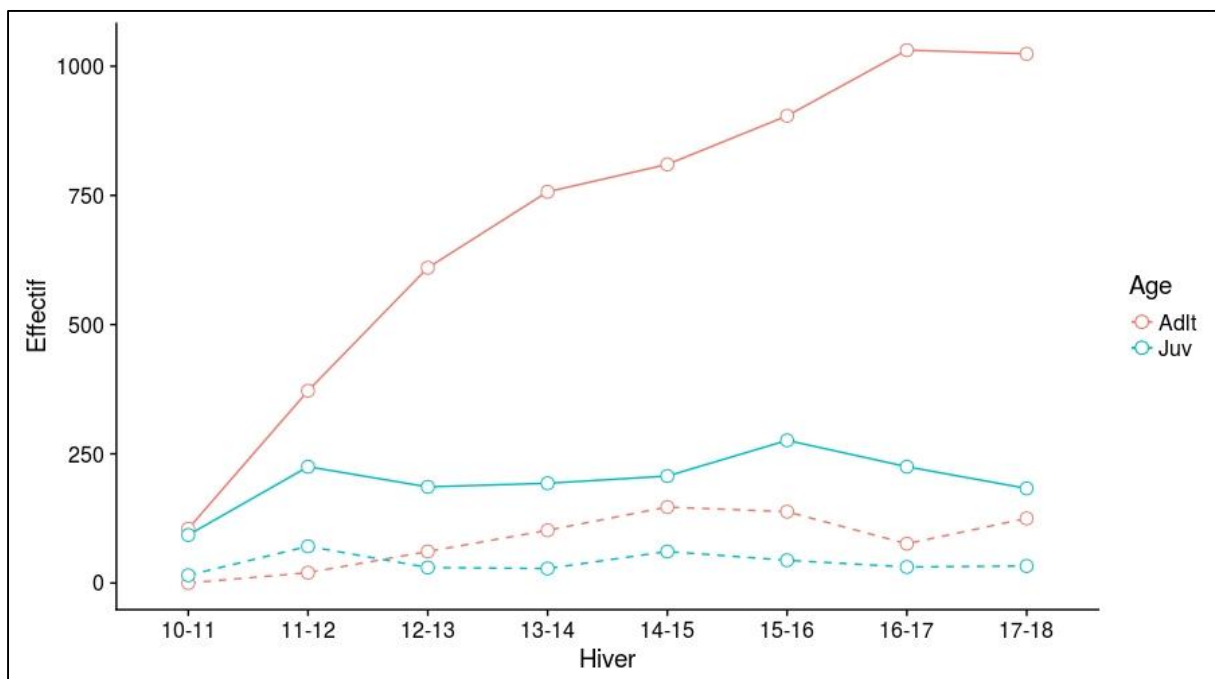


Figure 36 Proportion d'individus contrôlés en hiver et vivant durant l'été suivant

5. Conclusion

Le suivi des individus transpondés révèle les limites des méthodes classiques de dénombrement des chauves-souris en hiver, en effet, on voit nettement que l'on observe très peu d'individus durant cette période. Il n'est ainsi pas possible d'estimer précisément la taille des populations, celle-ci sont fortement sous-estimées. Il est toutefois indispensable de maintenir ces suivis car la série temporelle qu'ils constituent permet, d'une part de comparer les données annuellement afin d'évaluer la tendance générale des populations, et d'autre part de s'assurer du bon état de conservation des sites d'hibernation en fonction de la fréquentation et de la tendance régionale. Pour estimer précisément la population réelle de Grand Murin, il est nécessaire d'utiliser des modèles statistiques basés sur plusieurs sources d'informations dont des individus marqués et des comptages classiques.

La période hivernale en Bretagne est une période de léthargie temporaire pour le Grand Murin qui se caractérise par des réveils réguliers probablement à la faveur d'une météo plus clémente pour se nourrir ou changer de gîte. Seul le marquage permet d'observer ces mouvements et de quantifier leur ampleur. Par ailleurs le marquage nous montre qu'une majorité des effectifs n'est pas recensée en hiver, en comparant avec les effectifs estivaux, du fait d'une importante dispersion dans de multiples sites qui échappent aux suivis classiques. De ce fait la protection des sites connus pour l'hibernation de l'espèce est largement insuffisante pour garantir une protection réelle de l'espèce à cette période. Cependant la recherche d'autres gîtes hivernaux n'est probablement pas une solution au vu de la multitude et de la diversité des sites utilisés. A nouveau la gestion des habitats (forêt et bocage notamment) est la solution la plus pertinente pour assurer une densité de gîtes en hiver.

VIII. CONTRIBUTION À LA CONSERVATION

L'étude de la dynamique des populations de Grand murin en Bretagne a permis d'améliorer les connaissances sur l'écologie de cette espèce. La connaissance sur la dispersion entre les différents sites et sur les différentes périodes d'utilisation de ceux-ci a ainsi été affinée, permettant alors une meilleure protection des habitats du Grand murin.

En Morbihan, les études menées sur les chiroptères par Bretagne Vivante ont permis la protection de plus de 25 sites en faveur de ces espèces. Ces sites sont principalement des colonies de mise bas et des sites d'hibernation, une petite partie concerne les sites de swarming. La protection de ces sites se traduit principalement par la signature de conventions associatives, le classement des sites en arrêté préfectoral de protection de biotope et la protection physique des sites avec dans la plupart des cas l'installation de grilles anti-intrusion.

La protection physique est le moyen le plus efficace de protéger les populations de chauves-souris dans leurs gîtes. Toutefois les installations de grilles sont onéreuses et ne sont pas adaptables dans toutes les conditions.

L'arrêté préfectoral de protection de biotope étant le statut de protection le plus important du point de vue réglementaire, il est très utilisé pour la protection des chiroptères. Dans le Morbihan 13 sites d'intérêt pour les chiroptères ont bénéficié de ce statut durant ces 20 dernières années, ce qui en fait le groupe bénéficiant du plus grand nombre de sites protégés par ce statut. Les dernières années de ce programme d'étude ont permis le classement en APPB de 4 sites représentant de forts enjeux de conservation pour le Grand murin sur le département du Morbihan.

Enfin les conventions associatives permettent non seulement une protection des sites mais ils permettent également de maintenir le contact avec les propriétaires pour assurer la pérennité des sites. Dans les cas de figure où les propriétaires sont des communes, la convention permet d'inclure la conservation des chiroptères dans les politiques locale et ainsi de prendre en compte ces espèces lors des différents projets d'aménagement du territoire. Bretagne vivante peut donc apporter un regard d'expert et accompagner les collectivités dans leurs projets. L'implication des communes dans la conservation permet également de simplifier la communication auprès des habitants et ainsi de créer un réseau de sites protégés pour les chiroptères aussi bien sur les propriétés communales que chez les particuliers.

Actuellement, seul les sites d'hibernation, de mise bas et de swarming sont protégés, il ne s'agit donc que de sites souterrains ou de bâtiments. Un travail important a été mené sur le Morbihan pour protéger ces sites. Toutefois si le modèle du Grand murin a permis de protéger bon nombre de sites, on constate encore des lacunes importantes quant à la protection des territoires de chasse, de la ressource alimentaire et des réseaux écologiques utilisés par les chiroptères pour leur dispersion sur toute leur aire de vie.

Localisation			Conditions	Protection			Propriétaire(s)
Dépt	Commune	Site		Convent° associative	APPB	Grille	
56	Ploemeur	Galerie blockhaus et	Hibernation		en cours		privé
56	Inzinzac-Lochrist	Quai des forges	Hibernation		2018		Commune
56	Sainte-Anne d'Auray	Basilique	Mise bas - Hibernation	du 16.03.2016	2018		Commune + Evêché
56	Pluherlin	Ardoisière	Hibernation - Swarming	du 22.01.2000	2017	2017	Commune+Privé
56	Noyal-Muzillac	Eglise	Mise bas	du 12.04.2013	2017		Commune

56	Saint-Jacut les pins	Pont ferroviaire	Hibernation - Swarming	du 08.04.2016		2018	SNCF Réseau
----	----------------------	------------------	------------------------	---------------	--	------	-------------

IX. VALORISATION DES RÉSULTATS

1. Animations

Yves Le Bail

Objet	Emplacement	date	participants
construction nichoir à C-S	Médiathèque de Crac'h	mer. 17/10/2018 14:00	
Chauves-souris - Syndicat Mixte du Grand Bassin de l'Oust	Pluherlin	ven. 24/08/2018 20:30	60
chauve-souris	Pluherlin	ven. 01/09/2017 20:30	15
BN Arz Natura 2000	Pluherlin	ven. 26/08/2016 20:30	25
formation Nature en jeux	kernascleden	jeu. 03/12/2015 09:30	20

2. Restitutions aux collectivités

3. Exposition

4. Site internet

5. Valorisation scientifique

- Foley, N.M. *et al.* (2018) Growing old, yet staying young: The role of telomeres in bats' exceptional longevity. *Sci Adv* 4:
- Huang, Z. *et al.* (2016) A nonlethal sampling method to obtain, generate and assemble whole blood transcriptomes from small, wild mammals. *Mol Ecol Resour* 16: 150–162.
- Huang, Z., Jebb, D. & Teeling, E.C. (2016) Blood miRNomes and transcriptomes reveal novel longevity mechanisms in the long-lived bat, *Myotis myotis*. *BMC Genomics* 17: 906.
- Huang, Z. and Teeling, E.C. (2017) ExUTR: a novel pipeline for large-scale prediction of 3'-UTR sequences from NGS data. *Bmc Genomics* 18: 847.
- Hughes, G.M., Leech J., Puechmaille, S.J., Lopez, J.V. & Teeling, E.C. (2018) Is there a link between aging and microbiome diversity in exceptional mammalian longevity? *Peerj* 6, e4174.
- Jebb, D., Foley, N.M., Puechmaille, S.J., & Teeling, E.C. (2017) The complete mitochondrial genome of the Greater Mouse-Eared bat, *Myotis myotis* (Chiroptera: Vespertilionidae). *Mitochondrial Dna Part A* 28: 347–349.
- Jebb, D. *et al.* (Pre-print) Population level mitogenomics of the long-lived Greater Mouse-eared bat, *Myotis myotis*, reveals dynamic heteroplasmy and challenges the Free Radical Theory of Ageing. *BIORXIV/2017/224592*.
- Kacprzyk, J. *et al.* (2017) A potent anti-inflammatory response in bat macrophages may be linked to extended longevity and viral tolerance. *Acta Chiropterologica* 19: 219–228.

Teeling, E.C. *et al.* (2018) Bat Biology, Genomes, and the Bat1K Project: To Generate Chromosome-Level Genomes for All Living Bat Species. In *Annual Review of Animal Biosciences*, Vol 6 6 (Lewin, H. A. and Roberts, R. M., eds): 23–46.

Autres articles et participation à des congrès ?

Rencontres nationales chiroptères de Bourges (2016):

Communication à l'atelier transpondage:

Touzaline, F., Gager Y., Farcy, O & Petit E. Marquage et études des populations animales sauvages, cas particulier du transpondage.

Communication en plénière:

Touzaline, F. Farcy, O & Petit, E. Dynamique des populations de Grand murin (*Myotis myotis*) de Bretagne sud : analyse saisonnière de la survie.

Dublin :

Workshops au Batlad de l'UCD décembre 2016 et décembre 2018

Touzaline, F. 2016. What drives greater mouse-eared bat (*Myotis myotis*) population dynamics in south Brittany ?

Touzaline, F. 2017. *Myotis myotis* population structure and dynamics: preliminary approach

Conf radio Eric

Espace des sciences

X. UNE VISION SUR LE LONG TERME

Afin de mieux comprendre le fonctionnement de chaque colonie, il est nécessaire de pouvoir définir les paramètres vitaux de ces populations. A commencer par mieux connaître l'aire de vie des individus en passant par une l'étude spécifique des habitats utilisés et ce pour chaque colonie et à chaque cycle biologique du Grand Murin. Il semble également incontournable d'étudier leur alimentation ou encore approfondir les liens avec les phénomènes météorologiques saisonniers et locaux qui pourraient altérer la santé des colonies. Cela pourrait ainsi permettre de mieux comprendre certaines fluctuations parfois importantes des effectifs au sein des colonies. Un approfondissement du travail mené sur le suivi épidémiologique des populations permettrait également de répondre à l'impact que peuvent avoir des virus tels que la rage sur les populations de Grand Murin et sur la santé des colonies.

1. Affiner les connaissances, définir et protéger les territoires de chasse

Ces premières années d'études ont permis de renseigner une grande partie des territoires de chasse utilisés par les grands murins des différentes colonies. Les méthodes de capture et de radio-tracking ont permis de définir à grande échelle l'aire de vie des colonies en été notamment. Bien qu'apportant une source de connaissance importante, ce travail s'est avéré très chronophage et coûteux. Ces deux méthodes n'apportent également que très peu de résultats sur les rythmes d'activités, tant à l'échelle d'une nuit de chasse qu'à l'échelle d'une saison. Il est donc difficile de décrire précisément l'utilisation des habitats en fonction des saisons et des différentes phases biologiques et ainsi les besoins en termes de ressources alimentaires.

Protection de sites : swarming connus ? hibernation connue ? possibles ?

Sites suffisamment protégés ?

Compléments sur d'autres territoires ? (ex : 35)

Espèce indicatrice TVB ?

Pas de dynamique d'une pop mais plutôt une dynamique par colo (colo de naissance) et donc interaction forte avec le territoire. Forêt. Mais si pas assez forêt -> rôle important des prairies

Amélio connaiss sur hab de chasse + intégration dans politiq publique (tvb, programmes agricoles)

Extension natura2000 -> extension aux territoires de chasse avec préconisations ou chartes

PNR (crach, ste anne, saint nolff)

Pour affiner les connaissances sur les territoires, il est nécessaire dans un premier temps se détacher du suivi individuel des chauves-souris pour avoir une vision plus globale de l'utilisation du territoire par colonie. Ce qui consisterait donc à la pose d'enregistreurs automatique d'ultrason type « SM2 Bat+ » pour mieux décrire l'activité des grands murins en fonction des habitats, des saisons, des pratiques agricoles (fauches), des besoins énergétiques (allaitement). Une autre précision indispensable à la conservation de ces populations est la connaissance précise du régime alimentaire des populations localement.

Une étude précise du régime alimentaire des grands murins par colonie ou du moins sur une sélection de colonies témoins permettrait également d'affiner leurs besoins en termes d'habitats et même plus finement sur leur dépendance du point de vue des micro-habitats

de leurs proies. Une étude approfondie des zones de chasse et du régime alimentaire permettrait ainsi des applications de mesures conservatoires sur tous les territoires concernés.

L'étude simultanée du rythme d'activité des chiroptères et de leurs proies (*Carabidae*), ainsi que de leur régime alimentaire dans différents habitats devrait permettre de comprendre quels habitats sont les plus favorables. Ainsi les différents paramètres environnementaux influençant la dynamique des populations pourront être mis en évidence.

2. Une veille active de l'épidémiologie des chauves-souris

Le suivi épidémiologique des chauves-souris est un sujet important pour la protection des chauves-souris. En effet, les chauves-souris peuvent être porteuses de virus tels que la rage ce qui peut leur donner une mauvaise image auprès du grand public et réveiller des craintes irrationnelles. En effet, le risque de contamination avec de tels virus est impossible sans contact direct (morsure due à une manipulation), il est tout de même évident que suivre l'évolution de ces virus d'un point de vue santé publique est nécessaire. Le partenariat avec l'ANSES a donc permis de répondre et de se poser différentes questions à propos de la virologie des chauves-souris. Ce partenariat permet d'approfondir les connaissances sur la diversité des virus, sur l'origine de ces virus, sur les périodes de transmissions entre les individus, ou encore les pics épidémiologiques. Le fonctionnement est simple, d'une part nous collectons des prélèvements qui sont analysés par le laboratoire de l'ANSES afin qu'ils puissent prévenir en cas d'éventuels risques sanitaires. D'autre part, ces données peuvent nous renseigner sur la santé de ces populations de Grand Murin et des chauves-souris des alentours.

Le maintien de ce partenariat est essentiel d'une part pour la prévention des risques sanitaires puisqu'il s'agit d'une veille active sur des individus vivants dont on connaît l'origine et globalement l'aire de vie. Suivre la population de cette manière permettrait ainsi de comprendre l'origine des virus et à plus grande échelle d'en savoir plus sur les échanges possibles avec d'autres populations de chauves-souris et sur les voies migratoires de ces virus.

3. Participer à la compréhension du vieillissement des chauves-souris

Si localement l'étude a un intérêt pour la préservation des populations de chauves-souris, le partenariat scientifique avec l'Université de Dublin (UCD) a permis de grandes avancées sur la compréhension du vieillissement exceptionnel des chauves-souris. Associée au programme depuis 2013, l'équipe de chercheurs d'Emma Teeling (UCD, Bat Lab) nous accompagne lors de toutes les opérations de marquage afin d'effectuer les prélèvements de matériels biologiques. Ils cherchent à comprendre pourquoi les chauves-souris ont des espérances de vie aussi élevées pour d'aussi petits mammifères. Les chercheurs ont montré par la comparaison des télomères d'années en années que les chauves-souris peuvent vivre longtemps et surtout en restant en bonne santé tout au long de leur vie. Les télomères sont les extrémités des chromosomes et ils sont sensés, comme chez la plupart des mammifères, raccourcir avec le temps. A l'inverse et contre toute attente, les chercheurs ont observé chez le Grand Murin et les autres chauves-souris du genre *Myotis* une capacité de régénération de ces télomères et semblent pouvoir grâce à ça se prémunir des maladies et notamment celles impliquant un développement tumoral (cancer par exemple). Toutefois pour confirmer et approfondir ces résultats il est nécessaire de maintenir le suivi tous les ans pour suivre les individus jusqu'à leur mort.

Cette étude biologique de grande ampleur permet de compléter les compétences naturalistes de Bretagne Vivante avec des applications en recherches fondamentales, et permet notamment d'appréhender les aspects génétiques de la population qui seraient difficilement abordables autrement.

De plus, ce partenariat permet de communiquer à l'échelle mondiale sur les chauves-souris, des conférences à travers le monde mènent ces chercheurs à parler de chauves-souris et

une partie des résultats a également été publié dans la revue *Science Advances*. Ce qui donne ainsi à ce programme une envergure internationale.

4. Conclusion

Si les chauves-souris sont dépendantes de leurs gîtes en été, en hiver ou encore en période de swarming, elles le sont autant et peut-être davantage de la ressource alimentaire, qui devient aujourd'hui, compte-tenu de la réduction des habitats, un enjeu prioritaire pour la conservation des chiroptères et du patrimoine naturel. Ces gîtes de regroupements étant aujourd'hui pour la plupart protégés que ce soit de manière physique et/ou réglementaire, il semble essentiel dès à présent de protéger la ressource alimentaire des chauves-souris. Bien qu'il soit indispensable de suivre l'évolution des populations de chauves-souris dans leurs gîtes, identifier précisément les zones d'alimentation dont les populations de chauves-souris dépendent est essentiel pour pouvoir définir précisément l'intérêt de ces sites et préserver ces territoires. L'objectif étant de pouvoir prendre en compte les chauves-souris dans l'aménagement des territoires et ce quelques soit l'échelle des projets afin que la conservation de ces espèces ne devienne pas une contrainte mais un atout lorsqu'il est anticipé. Il faut inscrire les chiroptères dans un schéma logique de réflexion dès lors que l'on interagi avec leurs zones de vies. Le Grand Murin est un modèle qui a permis de protéger un grand nombre de sites sur le territoire morbihannais et breton ; si la protection des sites est une approche logique de conservation des espèces, la perspective de voir la biodiversité se maintenir est aujourd'hui plus que jamais dépendante de la protection des habitats et ce pour toutes les espèces. Pour le Grand murin, il s'agit d'intervenir dans la préservation des espaces boisés et du bocage, qui comme pour la protection des sites permettra de contribuer à la conservation d'autres espèces de chauves-souris et d'autres groupes taxonomiques.

PARTICIPATION À L'ETUDE :

L'étude sur la dynamique de population du Grand Murin n'aurait pu être réalisée sans la participation précieuse de plus de 110 bénévoles et salariés des différentes structures qui se sont associées de près ou de loin à ce projet.

Un grand merci à tous ces participants sans qui ce travail n'aurait pas été possible :

Alix Chevalier, Amaury Louvey, Andrea Locatelli, Anonciade Molinet, Antoine Le Blet, Arnaud Le Houédec, Arno Le Mouël, Aude Deslandes, Audrey Marchand, Aurore Gallot, Bastien Jorigine, Benjamin Callard, Camille Guillemette, Chloé Floch, Chloé Thomas, Christophe Rousseau, Claire Delanoë, Claire Motta, Claire Motz, Conor Whelan, Coralie Bonjean, Corentin Le Floch, Cyrille Delattre, David Richard Jebb, Denis Lafage, Diane Carcoso-Lacoste, Didier Montfort, Emma Telling, Eric Lautram, Eric Petit , Erwan Nédélec, Estelle Neveu, Etienne Ouvrard, Evelyne Picard, Fabien Douteaux, Florence Rubens, François Hemery, Frédéric Touzalin, Gautier Bert, Gildas Monnier, Guillaume Duthion, Guillaume Evanno, Guillaume Gélinaud, Guy-Luc Choquené, Gwenaëlle Hurpy, Hélène Le Bris, Jean-philippe Anotta, Jodie Murphy, Johann Launay, Joris Laborie, Josi Garcia, Laura Csukonyi, Laure Pinel, Laurent Duperrin, Laurent Gager, Léa Baronnat, Léa Bonnot, Leslie Gager, Lucie Defernez, Ludovic Fleury, Macha Bardin, Maël Dugué, Marie Andrianjafy, Marie Chevalier, Marie Moinet, Marine Leicher, Martial Bonenfant, Maryline Debray, Mathilde Gely, Matthieu Bellot, Matthieu Ménage, Meriadeg Le Gouilh, Mickael Gamarde, Mickael Rosenbom, Morgane Huteau, Nicolas Amieux, Nicolas Chenaival, Nicolas Douaron, Nicole Foley, Olivier Farcy, Olivier Vanucci, Pascal Percheron, Patrick Chanony, Paul Nicolas, Philippe Defernez, Philippe Proux, Philippe Quéré, Philippe Théou, Pierre Brossier, Pierre-Loup JAN, Pierre-Yves Moy, Remy Bouteloup, Romain Lahaye, Romane Soulard, Roxanne Druerne, Sabine Argaut, Sébastien Baudin, Sébastien Puechmaille, Serena Dool, Thomas Girard, Thomas Radigeois, Valentin Quéro, Vanessa Le lan, Vincent Bouche, Violaine Doureau, Yann Gager, Yann Le Bris, Yves Faguet, Yves Leroux, Zixia Huang.

X. BIBLIOGRAPHIE

- Arlettaz, R., 1995. Ecology of the sibling mouse-eared bats (*Myotis myotis* and *Myotis blythii*) : zoogeography, niche, competition, and foraging. Ph.D. thesis, Lausanne.
- Audet, D. 1990. Foraging Behavior and Habitat Use by a Gleaning Bat, *Myotis myotis* (Chiroptera : Vespertilionidae). *J. of Mammalogy*, 71 : 420-427.
- Choquene, G.-L. 2006. Les chauves-souris en Bretagne. *Penn ar Bed*, 197 :1-66.
- Dietz, C., von Helversen, O. & Nill, D. 2009. *L'encyclopédie des chauves-souris d'Europe et d'Afrique du Nord*. Delachaux & Niestlé, Paris, 400 pp.
- Ellison, L. E., T. J. O'Shea, J. Wimsatt, R. D. Pearce, D. J. Neubaum, M. A. Neubaum, & R. A. Bowen. 2006. Sampling blood from big brown bats (*Eptesicus fuscus*) in the field with and without anesthesia : Impacts on survival. *J. Wildlife Diseases*, 42 :849-852.
- Gaillard, J. M., Lemaître, J.F., Berger, V., Bonenfant, C., Devillard, S., Douhard, M., Gamelon, M., Plard, F. & Lebreton, J.D. 2016. Life Histories, Axes of Variation in Kliman, R.M. (editor) *Encyclopedia of Evolutionary Biology*. Academic Press, Oxford : 312-323.
- Gaisler, J., Hanák, V., Hanzal, V. & Jarský, V.. 2003. Results of bat banding in the Czech and Slovak Republics, 1948-2000. *Vespertilio*, 7 :3-61.
- Galan, M., Pons, J.B., Tournayre, O., Pierre, E., Leuchtmann, M., Pontier, D. & Charbonnel, N. 2018. Metabarcoding for the parallel identification of several hundred predators and their prey : Application to bat species diet analysis. *Molecular Ecology Resources*, 18 : 474-489.
- Güttinger, R. 1997. Jagdhabitats des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*) in der modernen Kulturlandschaft. *BUWAL-Reihe Umwelt* Nr.
- Güttinger, R., Hoch, S. & Beck, A. 2006. Die Nahrung und potenziellen Jagdhabitats des Grossen Mausohrs (*Myotis myotis*) in Triesen, Fürstentum Liechtenstein. *Bericht Botanisch-Zoologische Gesellschaft*, 32 :165-174.
- Jolly, G. 1965. Explicit Estimates from Capture-Recapture Data with Both Death and Immigration-Stochastic Model. *Biometrika*, 52:225-247.
- Meschede, A., & Heller, K.G. 2002. Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Wäldern. in Schriftenreihe für Landschaftsplanung und Naturschutz, volume 66 of Münster Bundesamt für Naturschutz . Landwirtschaftsverlag, Bonn : 50-58.
- Nicolas, 1988 ;
- Nicolas & Penicaud, 1993 ;
- Roué, S. Y., & Barataud, M. 1999. Habitat et activité de chasse des chiroptères menacés en Europe : synthèse des connaissances actuelles en vue d'une gestion conservatrice. *Le Rhinolophe*, Vol. Spéc. 2 :69-98.
- Rudolph, B.-U., 1989. *Habitatwahl und Verbreitung des Mausohrs (Myotis myotis) In Nordbayern*. Ph.D. thesis, Erlangen-Nürnberg.
- Rudolph, B.-U., Liegl, A. & von Helversen, O. 2009. Habitat selection and activity patterns in the greater mouse-eared bat *Myotis myotis*. *Acta Chiropterologica*, 11 :351-361.
- Russo, D., Jones, G. & Arlettaz, R. 2007. Echolocation and passive listening by foraging mouse-eared bats *Myotis myotis* and *M. blythii*. *J. Experimental Biology*, 210 :166.
- Simon, M., & Boye, P. 2004. *Myotis myotis* (Borkenhagen, 1797), in Petersen, B., Ellwanger, G., Bless, R., Boye, P., Schröder, E. & Ssymank, A. (editors) « *Das Europäische Schutzgebietssystem Natura 2000 - Ökologie und Verbreitung von Arten der FFH-Richtlinie in Deutschland* », Band 2, Wirbeltiere. Bonn - Bad Godesberg : 503-511.
- UICN France, MNHN, SFEPM & ONCFS. 2017. La Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine. Paris, France.

- Schober, W., & Grimmberger, E. 1998. *Die Fledermaüse Europas*. Kosmos, Stuttgart, Germany.
- Schwaab, F., Knochel, A. & Collectif. 2009. *Connaître et Protéger les Chauves-souris de Lorraine*. CPEPESC Lorraine, Holving.
- Somonnet, F. (coord.). 2015. *Atlas des mammifères de Bretagne*. Groupe Mammalogique Breton, Solus Locus, 304p.
- Simonnet, F., Dubos, T. & Hassani, S. 2017. Les mammifères menacés en Bretagne. *Penn ar Bed*, 227 : 18-29.