



Etude des techniques d'inventaire des micromammifères protégés en Rhône-Alpes



AGIR pour la
BIODIVERSITÉ
RHÔNE-ALPES

LP ATIB
2014-2015



Benoît Chamot-Clerc, Thomas Rochard et Elodie Rosinski

Tuteur professionnel : Francisque Bulliffon

Tuteur universitaire : Michel Creuzé-des-Châtelliers



Remerciements

Ce projet tuteuré fut pour nous une expérience professionnelle très enrichissante de par les compétences et connaissances acquises, et qui s'est révélée pleine de découvertes.



Pour tout cela nous souhaitons remercier chaleureusement notre tuteur professionnel Francisque Bulliffon, chargé d'étude faune à la LPO Coordination Rhône-Alpes, qui nous a guidés attentivement tout au long de cette étude et qui nous a transmis la passion de son métier.

Nous remercions grandement la Ligue de Protection des Oiseaux – Rhône Alpes pour avoir permis à ce projet tuteuré de voir le jour et de s'épanouir au fil des années.

Merci à notre tuteur universitaire Michel Creuzé-des-Châtelliers, enseignant chercheur au Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés de l'Université Lyon1, pour s'être montré disponible et à l'écoute de nos nombreuses questions, ainsi que pour son suivi dans la construction de nos rendus écrits.

Un grand merci à Robin Letscher, conservateur de la Réserve Naturelle Régionale de la Galerie du Pont des Pierres pour la LPO Coordination Rhône-Alpes, pour nous avoir accueillis sur ce site remarquable où nous avons pu participer à des captures de chiroptères et pour son aide précieuse et sa bonne humeur durant nos nuits de piégeage.

Nous remercions également la Fondation Pierre Vérots qui nous a fournis plus de 400 pelotes de réjection de chouettes effraies, nous donnant ainsi un matériel important et précieux dans l'analyse de la diversité spécifique des micromammifères du Domaine de Praillebard.

*Première page : Illustration de fond réalisée par Elodie Rosinski (RNR Pont des Pierres) ; de gauche à droite et de haut en bas : *Neomys anomalus*, *Muscardinus avellanarius*, *Neomys fodiens* et *Arvicola sapidus*.

*Illustrations ci-dessus : *Muscardinus avellanarius*

Sommaire

I/ Introduction	1
II/ Contexte.....	2
II-1) La Ligue pour la Protection des Oiseaux –Coordination Rhône-Alpes	2
II-2) Description des zones d'étude et des espèces prospectées.....	2
III/ Matériels et méthodes	3
IV/ Résultats et analyses des prospections.....	6
IV-1) Recherche d'indices de muscardin (<i>Muscardinus avellanarius</i> (Linnaeus, 1758))	6
IV-1.1) Résultats des récoltes de noisettes	7
IV-1.2) Résultats de la recherche de nids d'été de muscardin.....	8
IV-1.3) Discussion : Deux protocoles complémentaires pour le muscardin	9
IV-2) Analyse des pelotes de réjection de chouette effraie (<i>Tyto alba</i> , Scopoli, 1769)	10
IV-2.1) Résultats du décorticage des pelotes de chouette effraie.....	10
IV-2.2) Discussion : Les micromammifères du Domaine de Praillebard	14
V-3) Prospection du campagnol amphibie (<i>Arvicola sapidus</i> , Miller 1908)	16
IV-3.1) Résultats des transects de prospection.....	16
IV-3.2) Discussion : L'absence de campagnol amphibie sur Miribel-Jonage	16
IV-4) Piégeage des musaraignes protégées.....	19
IV-4.1) Résultats des captures... ..	19
IV-4.2) Discussion : La musaraigne aquatique au Pont des Pierres	21
V/ Bilan et conclusion des recherches	23
Bibliographies	24
Sitographie	27
Annexe 1 : Fiche espèce – Muscardin (<i>Muscardinus avellanarius</i> , Linnaeus, 1758)	Erreur !
Signet non défini.	
Annexe 2: Fiche espèce – Musaraigne de Miller (<i>Neomys anomalus</i> , Cabrera, 1907). Erreur !	
Signet non défini.	
Annexe 3: Fiche espèce – Musaraigne aquatique (<i>Neomys fodiens</i> , Pennant, 1771).. Erreur !	
Signet non défini.	

Annexe 4: Fiche espèce – Campagnol Amphibie (*Arvicola sapidus*, Miller, 1908) **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 5 : Fiche espèce – La chouette effraie (*Tyto alba*, Scopoli, 1769) ..**Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 6 : Fiche station – Marais de Charvas **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 7: Fiche station – Domaine de Praillebard **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 8: Fiche station – Grand Parc de Miribel-Jonage **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 9: Fiche station – Réserve Naturelle Nationale du Pont des Pierres **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 10: Cartographie des récoltes de noisettes et recensement de nids sur le Marais de Charvas (38)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 11: Identification des traces laissées sur les noisettes **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 12: Exemple de fiche de terrain pour le protocole de recherche de nids d'été de muscardin (*Muscardinus avellanarius*) **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 13 : Restes de micromammifères récoltés au Domaine de Praillebard (Saint Jean de Thurigneux - Ain) en 2014 **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 14: Restes de micromammifères récoltés au Domaine de Praillebard (Saint Jean de Thurigneux - Ain) en 2012 **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 15 : Tableau de répartition des espèces entre les deux sites du Domaine de Praillebard (2014), à pression égale d'échantillonnage (en pourcentage %) – Figure réalisée avec le logiciel R **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 16: Répartition en pourcentage de chaque espèce entre les deux sites du Domaines de Praillebard (à pression d'échantillonnage égale) – Réalisé avec le logiciel R **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 17: Variations de la composition spécifique des pelotes du site d'Herbage entre les deux périodes de collecte (à pression d'échantillonnage égale) **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 18 : Cartographie des transects de prospection du campagnol amphibie sur le Grand Parc de Miribel-Jonage (01) **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 19 : Station de piégeage Amont (Cascade) **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 20 : Station de piégeage aval (Grotte **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 21 : Déclaration d'Intention de Projet **Erreur ! Signet non défini.**

Annexe 22 : Script R **Erreur ! Signet non défini.**

I/ Introduction

Dans le cadre de la Licence Professionnelle « Analyses et Techniques d'Inventaire de la Biodiversité » se déroule un Projet Tuteuré mené par les étudiants. Il s'agit pour nous cette année d'un partenariat avec la Ligue de Protection des Oiseaux (LPO) Coordination Rhône-Alpes qui propose une étude des protocoles d'inventaire des micromammifères protégés de la région :

→ le **campagnol amphibie** (*Arvicola sapidus*), la **musaraigne aquatique** (*Neomys fodiens*), la **musaraigne de Miller** (*Neomys anomalus*) et le **muscardin** (*Muscardinus avellanarius*).

Les micromammifères offrent une diversité spécifique de 33 espèces recensées en Rhône-Alpes. Ils constituent un des maillons clé de la chaîne alimentaire puisqu'ils sont les proies de nombreuses espèces de rapaces, de mustélidés, de grands carnivores et de reptiles, tout en étant les prédateurs de nombreux arthropodes. Les espèces protégées de la région sont inféodées à des milieux spécifiques en déclin ou dont la qualité se détériore. Elles peuvent donc renseigner sur les caractéristiques écologiques des milieux (Spitzenberger, 1999 ; Noblet 2012) et représenter ainsi un outil déterminant dans l'évaluation de la gestion des milieux naturels. La connaissance concernant ces animaux s'avère ainsi incontournable dans l'optique de la préservation de la biodiversité et de la viabilité des écosystèmes.

Mais l'estimation des populations de micromammifères est délicate du fait de leur discrétion. La technique d'inventaire la plus pratiquée consiste à l'identification de restes osseux issus de pelotes de réjection de rapace. Mais pour des espèces peu prédatées les biais d'un tel protocole semblent conséquents. La question se pose donc de savoir comment inventorier de manière ciblée les espèces de micromammifères protégées en Rhône-Alpes.

La LPO mène actuellement un projet d'Atlas des mammifères sauvages de Rhône Alpes. Les techniques d'inventaires conventionnelles utilisées s'avèrent satisfaisantes pour la plupart des espèces abondantes de micromammifères, mais qu'en est-il des espèces plus rares et notamment des espèces protégées?

Nous tenterons, via cette étude, d'apporter des éléments de réponse par la mise en œuvre de plusieurs protocoles conçus pour être globaux ou au contraire très ciblés. Les résultats devant permettre d'estimer les stratégies de prospection les plus efficaces, ainsi que d'entrevoir le potentiel de certaines adaptations aux protocoles d'inventaires déjà existants. Ce travail est aussi l'occasion d'étudier les micromammifères protégés de la région Rhône-Alpes, et notamment de compléter les données écologiques et les zones de répartition de ces espèces encore très peu renseignées.



II/ Contexte

II-1) La Ligue pour la Protection des Oiseaux –Coordination Rhône-Alpes

La Ligue pour la Protection des Oiseaux est une association de loi 1901 ayant pour but la protection des vertébrés sauvages et de leurs milieux ainsi que l'amélioration et le partage des connaissances par la collecte d'observations et la participation à des programmes d'études. C'est un organisme d'influence nationale représenté dans 79 départements grâce à son réseau local d'association. Dans notre région, le Centre Ornithologique Rhône-Alpes (CORA) créé en 1966, a rejoint le réseau LPO en juin 2012, prenant ainsi le nom de LPO Coordination Rhône-Alpes. C'est une association agréée au titre de la protection de l'environnement, du code de l'urbanisme, ainsi que de la Jeunesse et de l'Education populaire. La LPO Coordination Rhône-Alpes compte aujourd'hui 8 associations membres que sont les LPO Ain, Ardèche, Drôme, Isère, Loire, Rhône, Savoie et Haute-Savoie, recouvrant ainsi toute la région.

II-2) Description des zones d'étude et des espèces prospectées

Les zones d'études (Cf. Figure 1) se situent volontairement proches de l'agglomération Lyonnaise pour des raisons pratiques, puisque notre formation en licence professionnelle ATIB se poursuit à Villeurbanne. Choies dans une optique de recherche spécifique des espèces de micromammifères protégées, chacune présente un milieu favorable à une ou plusieurs de ces espèces. L'objectif étant de confirmer

une donnée antérieure, de perpétuer un suivi ou de prospecter une zone potentiellement occupée. La localisation précise ainsi qu'un descriptif détaillé de chaque station est mis à disposition en annexe de ce rapport (Cf. Annexe 6 p33 à 9 p36).

Nous avons suivi quatre espèces de micromammifères protégées en Rhône-Alpes (Arrêté du 23 avril 2007 ; Legifrance ; NOR: DEVN0752752A,) il s'agit du muscardin (*Muscardinus avellanarius*), de la musaraigne aquatique (*Neomys fodiens*), de la musaraigne de Miller (*Neomys anomalus*), ainsi que du campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*). Elles sont décrites de manière détaillée sous forme de « fiches-espèces » en annexe de ce document (Cf. Annexe 1 p28 à 4 p31). Ces espèces à fort enjeux patrimonial font l'objet d'une réglementation du fait de leurs faibles effectifs.

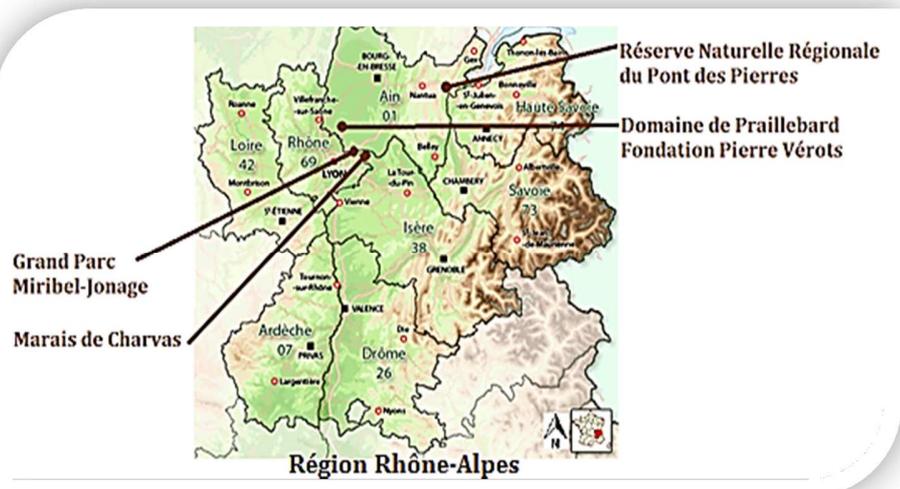


Figure 1: Localisation des zones d'étude dans la Région Rhône-Alpes

III/ Matériels et méthodes

Tous les protocoles ont été détaillés dans la Déclaration d'Intention de Projet disponible en annexe de ce document (Cf. Annexe 22 p48). Certains aspects de mise en pratique ont été adaptés ultérieurement, notamment pour la session de piégeage, et sont donc définis ici, en plus d'une introduction synthétique de chaque inventaire mis en œuvre :



La recherche du muscardin (*Muscardinus avellanarius*)

Les traces laissées par le muscardin (Cf. Annexe 1 p28) sur les noisettes sont identifiables et permettent donc de révéler sa présence. C'est une opportunité pour nous de tester et éventuellement de perfectionner un protocole d'inventaire basé sur la récolte de noisettes en région Rhône-Alpes. Aussi, un autre indice de présence de muscardin sont les nids d'été qu'il confectionne dans les buissons à partir de débris végétaux. Nous avons donc mis en place un protocole permettant de se servir de cet indice pour les inventaires de muscardin. Il s'agit de réaliser des prospections en temps limité, le long des haies et des lisières buissonnantes, du mois de novembre à décembre (alors que les feuilles tombent et découvrent l'intérieur des buissons). Pour la mise en place de ces inventaires, il existe en Rhône-Alpes un lieu particulièrement adapté : Le marais de Charvas (38) (Annexe 6 p33). Cette zone humide préservée comporte des boisements contenant des noisetiers et des lisières constituées de ronciers très favorables au muscardin.



Analyse de pelotes de réjection de chouette effraie (*Tyto alba*) :

Les crânes de micromammifères trouvés dans les pelotes de chouettes effraies (Cf. Annexe 5 p32) sont identifiables et permettent d'estimer les populations présentes autour du gîte du rapace (Libois, 1984). Le protocole (Cf. Annexe 21 p60) consiste à dépiauter les pelotes de réjection constituées des restes indigestes des proies et que la chouette a recrachés. Les crânes sont ensuite nettoyés et examinés à la loupe binoculaire afin d'identifier chaque espèce trouvée à l'aide de clés d'identification (Cf. Bibliographie).

Le Domaine de Praillebard (01) (Cf. Annexe 7 p34) géré par la fondation Pierre Vérots se compose de milieux bocagers entrecoupés de boisements et d'étangs, un habitat très favorable aux espèces que nous recherchons. Cet espace préservé fait l'objet de nombreux suivis scientifiques et la musaraigne aquatique ainsi que le muscardin ont déjà été trouvés lors d'anciennes analyses de pelotes. Afin d'estimer l'efficacité de cette méthodologie pour le cas précis des micromammifères protégés, il serait intéressant de réitérer ce protocole d'inventaire, l'accumulation des données permettant de mieux appréhender l'efficacité d'une telle technique.



Prospection pour le campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*)

Le campagnol amphibie (Cf. Annexe 4 p31) affectionne les berges enherbées que l'on trouve en certains endroits du Parc de Miribel-Jonage (01-69) (Cf. Annexe 8 p35). En outre, une

observation de campagnol amphibie a été faite en 2000 dans ce parc, au niveau du site de la « Petite Camargue » pourtant relativement fréquentée. Il était donc intéressant d'appliquer ce protocole à cet endroit dans l'espoir de confirmer la présence du campagnol amphibie sur le Grand Parc de Miribel. C'était également l'occasion de tester le protocole mis en place par le SFPEM détaillé en annexe (Cf : Annexe 22 p62) qui consiste à la réalisation de recherche d'indices (traces et crottiers) sur des transects de 100m le long des berges.



Piégeage des musaraignes aquatique (*Neomys fodiens*) et de Miller (*Neomys anomalus*)

L'objectif est d'observer si le piégeage peut permettre de révéler la présence de ces espèces sur un site. La réserve du Pont des Pierres (01) se situe en bordure de la Valserine et constitue un milieu favorable aux musaraignes aquatiques et de Miller. Ce site est géré par la LPO ce qui favorise la mise en œuvre des sessions de piégeage, faisant de cette réserve un lieu idéal pour la réalisation du piégeage de ces espèces.

Pendant l'opération, c'est au final 100 pièges qui ont été disposés dans la réserve naturelle régionale du Pont des Pierres. Ces pièges étaient de 3 types différents :



Illustration 5: Piège de type Ugglan

30 pièges de type **Ugglan** (Cf. Illustration 5) dont le mécanisme est constitué d'une palette à contre poids laissant tomber l'animal quand celui-ci s'y introduit, le capturant sans possibilité de rouvrir la palette.

35 pièges de type **INRA** (Cf. Illustration 6), fonctionnant sur le principe d'une entrée unique se fermant par une trappe actionnée par le poids de l'animal sur une palette située au milieu du piège.

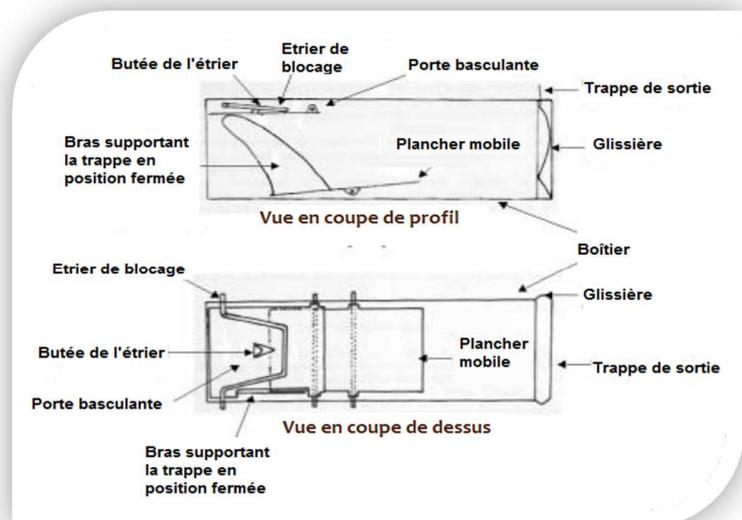


Illustration 6: Schémas d'un piège de type INRA (Source: Bonin 1985; le Guédon et al. 1990)



Illustration 7 : Pièges de type INRA

35 pièges de type **INRA modifiés** (Illustration 7) incluant, en plus des fonctionnalités d'un INRA basique, une boîte en bois dans laquelle le piège en aluminium est emboîté, faisant ainsi office de dortoir pour les individus capturés.

Deux méthodes ont alors été utilisées pour réaliser cette session de piégeage :

-La méthode par transects (Cf. Annexe 22 p65)

- **La méthode des pièges en étoiles :**

La disposition des pièges en étoile se distingue de la méthode des transects par la mise en place de groupe de 5 pièges disposés dos à dos, menant donc à la formation d'une étoile. Les différentes étoiles ainsi formées se déploient sur le site de prospection en fonction du milieu à privilégier pour la capture des espèces ciblées.

Cette méthode permettrait d'augmenter les probabilités de détection, puisque les individus ne peuvent pas circuler entre les différents pièges (disposés côte à côte). Les différents micromammifères seraient donc plus enclins à visiter un des pièges mis en place, puisque l'individu sera en contact direct avec plusieurs ouvertures.

Dans une méthode en transect, les différents individus peuvent passer plus facilement à côté du piège ou entre eux (les différents mécanismes étant disposés à 2mètres les uns des autres). De plus, même si leur intérêt pour le dispositif est total, il se peut que le micromammifère en question ne s'intéresse qu'à la partie fermée du piège (les pièges INRA et Ugglan n'ayant qu'une seule entrée), tandis que dans le cas des pièges en étoiles, leur disposition côte à côte empêche les animaux d'accéder à l'arrière des pièges, les engageants d'avantage à investir des entrées des dispositifs.

Les 100 pièges ont été installés sur deux stations (Cf. Annexes 19 p46 et 20 p47) pendant 4 jours au total, incluant un premier jour « à blanc » pendant lequel les pièges étaient maintenus ouverts pour permettre une appréhension des animaux à la présence de nouvelles curiosités sur leur territoire.

Les 3 jours suivants, les pièges ont été armés à partir de 18h et relevés toutes les 2heures jusqu'à 7h du matin. Tandis que la journée, les pièges étaient également maintenus ouverts pour éviter tout piégeage involontaire, qui, en absence de relevés réguliers, s'avèrerait mortel (stress et épuisement).

Chaque piège contenait trois bouts de lardons. Si l'attrance des *Neomys* pour cette nourriture n'est pas avérée, on estime que la ressource en protéines qu'elle représente permettra de limiter le taux de mortalité. En effet ces deux espèces ont besoin de se nourrir très régulièrement.

Les différents pièges utilisés n'offrant pas des conditions optimales d'observation, chaque animal capturé fût placé dans un terrarium transportable (Cf. Illustration 8), ce qui nous a permis de relever l'ensemble des détails morphologiques nécessaires à l'identification de l'espèce et également de prendre en photo plus aisément les individus. La plupart des espèces étant très sensibles au stress (du fait de leur régime cardio-vasculaire) ces manipulations furent réduites au maximum et la remise en liberté de chaque individu se fit avec les plus grands soins.



Illustration 8: Mulot sylvestre capturé et observé dans un terrarium (Source: Francisque Bulliffon)

IV/ Résultats et analyses des prospections

IV-1) Recherche d'indices de muscardin (*Muscardinus avellanarius* (Linnaeus, 1758))

✿ La recherche de noisettes rongées



Illustration 9: Muscardin (*Muscardinus avellanarius*)

La récolte des noisettes rongées par du muscardin (Cf. illustration 9) et la recherche de nids d'été de cette espèce sur le marais de Charvas (Annexe 6 p33) ont été réalisés selon les protocoles déterminés dans la Déclaration d'Intention de Projet (Annexe 22 p53). Mais le protocole de recherche de nids d'été a dû être modifié pour des raisons pratiques. En effet par manque de temps nous avons repoussé nos recherches à fin novembre.

IV-1.1) Résultats des récoltes de noisettes

Pour définir nos zones de collecte nous avons procédé à la recherche de noisetiers (*Corylus avellana*). Les zones de sous-bois, les lisières forestières ainsi que tous les taillis et formations végétales ont été favorisés, car plus propices au muscardin et aux noisetiers assez âgés pour être productifs. La cartographie des zones prospectées et des points d'observation d'indices de muscardin se trouve en annexe (Cf. Annexe 10 p37).

La récolte des noisettes s'est effectuée au mois de novembre, toutefois la période la plus propice est de Septembre à Octobre (noisettes moins dégradées). En laboratoire, à l'aide de clefs de détermination, (Cf. Annexe 11 p38), nous avons identifié les traces laissées sur chaque noisette consommée et réalisé un tableau des différentes espèces présentes sur chaque station. Les données ont permis de réaliser un indice de présence/absence des différentes espèces de rongeurs connus dans la région.

Durant cette collecte nous avons pu recueillir environ 2 236 noisettes. Comme nous le montre la figure 2, une grande partie de ces noisettes n'a pas été consommée, soit 55%. Les oiseaux sont les plus grands consommateurs avec 20% suivit par les mulots avec 7%. Cette mission nous a surtout permis de confirmer la présence de muscardin sur la zone avec 4% de noisettes consommées. Une grande partie des noisettes a également été rongée par des écureuils, malheureusement leur mode de consommation ne nous a pas permis de prendre en compte leur nombre (noisette coupée en deux symétriquement, et donc risque de double comptage).

Sur les 2 236 noisettes collectées 84 ont été consommées par des muscardins. Elles ont été découvertes sur 14 des 39 zones prospectées dans le marais de Charvas (Cf. figure 3). 4 de ces zones se trouvent dans la partie Est et 10 dans la partie Ouest qui contenait plus de noisetiers.

Le muscardin affectionne les lisières de forêts de feuillus ou mixtes avec un sous-bois dense (Schockert & al. (2007)). Nos résultats confirment cette tendance (Cf. figure 4), mais il ne faut pas oublier que le protocole se base sur la récolte de noisettes qui s'effectue forcément au pied des noisetiers et donc principalement en zone forestière.

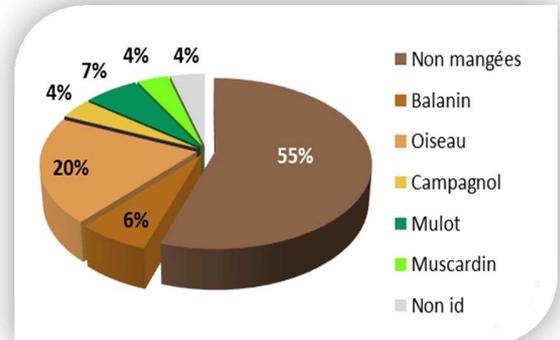


Figure 2: Proportions des espèces

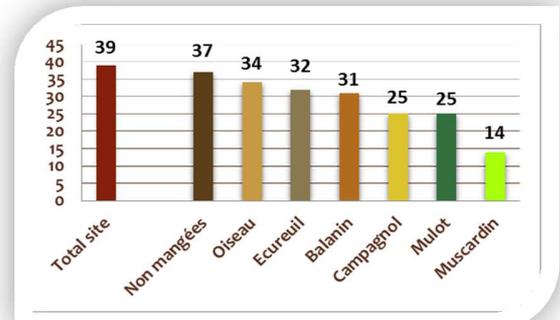


Figure 3: Nombre de sites occupés par chaque groupe

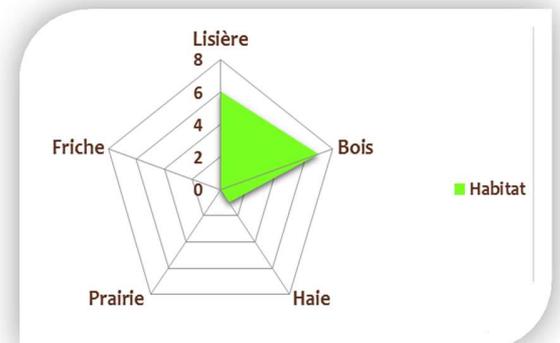


Figure 4: Répartition par habitat des noisettes rongées par le muscardin

IV-1.2) Résultats de la recherche de nids d'été de muscardin



Illustration10: Nid d'été de muscardin (zone a)
(Photoaraphie de Elodie Rosinski)

Les nids d'été ont été cherchés en priorité au niveau des lisières et particulièrement dans les ronciers. Aucun nid n'a été trouvé sur la partie Ouest du marais de Charvas, mais 6 zones de nidification ont été observées sur la partie Ouest (Cf. Annexe 10 p37). Au total ce sont 10 nids qui ont été recensés sur le marais de Charvas (Cf. figure 5). La plupart ont été trouvés en lisière de forêt ou au sein d'espaces boisés semi-ouverts. Seul trois des nids étaient disposés dans des haies bocagères.

Zone d'occupation	Nombre de nids	Habitat	Remarques
a	2	Roncier en lisière de forêt	L'un très détérioré et l'autre en bon état
b	2	Lisière de bois, zone de combat	Nids assez détériorés
c	1	Entre forêt jeune et prairie en phase de fermeture par les	Pas d'entrée
d	1	Haie bocagère	Pas d'entrée
e	2	Roncier en lisière de haie	Assez éloignés l'un de l'autre
f	2	Lisière de boisement	Assez éloignés l'un de l'autre
Total	10 nids		

Figure 5: Tableau des nids recensés durant le protocole de prospection de nids de muscardin (novembre 2014)

L'identification certaine n'a malheureusement pas été possible pour tous les nids. En effet cette prospection s'est faite à la fin de l'automne, ces nids n'abritaient donc probablement plus de muscardin depuis 2 ou 3 mois et les aléas climatiques les avaient déjà beaucoup détériorés. Nous avons tout de même pu observer quelques nids particulièrement bien conservés (Cf. Illustration 10), parfois juste à côté d'un autre nid très abîmé (exemple de la zone a). On peut supposer, à cette période avancée de l'année, que d'autres micromammifère les occupaient et les entretenaient.

IV-1.3) Discussion : Deux protocoles complémentaires pour le muscardin

Après une recherche minutieuse des nids d'été et une récolte de noisettes abondante, nous pouvons attester de la présence du muscardin sur une grande partie du Marais de Charvas et notamment la partie Est. Cette espèce affectionne la diversité des structures végétales ligneuses lui permettant de se déplacer sans toucher le sol (Schockert & al. (2007)). La fragmentation et la suppression des haies sont les facteurs anthropiques dont il souffre le plus (Morris, 2003 ; Vilhelmsen, 2003 ; Bright et al., 2006). On peut douter de l'inter-connectivité des deux zones du marais séparées par l'autoroute A432 qui cisaille la zone humide en deux parties. En effet si 3 passages à faune relient ces deux sites, on imagine mal une espèce arboricole telle que le muscardin se déplacer sur 20m dans un tunnel bétonné. La vue satellite du Marais de Charvas (Cf. Annexe 10 p37) permet tout de même de constater que les parties Est et Ouest du marais prises individuellement présentent chacune des milieux peu fragmentés et de nombreux corridors favorables au maintien du muscardin.

Concernant nos méthodes d'inventaire, on peut noter que les noisettes rongées présentent un gros avantage en termes de coût, de reproductibilité et de simplicité. L'identification du muscardin est presque toujours certaine et les données obtenues permettent d'évaluer la répartition des populations de manière fiable. Par contre cette technique ne donne pas d'information sur la biologie des individus et de l'espèce. Elle présente aussi l'inconvénient de restreindre les zones de prospection aux boisements contenant des noisetiers ce qui rend difficile l'estimation des habitats occupés par l'espèce (puisque lié à l'habitat du noisetier). Enfin il est bon de rappeler que seule la présence de l'espèce peut être mise en lumière par cette méthode. L'absence de noisettes rongées par du muscardin ne prouve pas l'absence du muscardin.

La recherche des nids par méthode de transects s'est avérée payante bien que les prospections aient été réalisées trop tard dans l'année en raison du manque de temps. Les nids que nous avons trouvés étaient souvent très délabrés et il a été impossible d'attester qu'ils étaient tous produits par des muscardins. On peut en conclure qu'il est important de bien respecter les périodes de prospection recommandées (de fin septembre à début novembre). Cela reste donc une contrainte à prendre en compte. En soit la technique est très simple et demande peu de frais. Les résultats obtenus, s'ils sont véridiques, permettent de certifier de la présence du muscardin et s'avèrent très informatifs quant aux préférences écologiques de l'espèce et à son abondance sur un territoire. Il existe par contre certains biais concernant la constante de pression de recherche. En effet, selon les conditions climatiques, l'efficacité de l'observateur et les types de milieux prospectés, le potentiel de détection des nids peut beaucoup varier.

Ces résultats pourront être comparés d'une année sur l'autre, permettant de conclure sur la dynamique des espèces dans chaque station (présence/absence) et de leur évolution (nouvelles espèces présentes ou nouvelle espèce consommant des noisettes sur un site...). Afin d'approfondir le suivi du muscardin sur le Marais de Charvas, d'autres techniques pourraient être mises en place, telles que la disposition de gîtes dans certaines zones clés du marais.

IV-2) Analyse des pelotes de réjection de chouette effraie (*Tyto alba*, Scopoli, 1769)

La chouette effraie (*Tyto alba*) (Illustration 11) (Cf. Annexe 5 p32) se nourrit de micromammifères dont elle recrache les restes indigestes sous forme de pelote de réjection (Illustration 12). Ses sucs digestifs usent peu les os et elle occupe souvent les vieux bâtiments où elle dépose ses pelotes, les rendant faciles d'accès. L'espèce est donc privilégiée pour l'étude des crânes retrouvés dans ces pelotes. Leur identification constitue une méthode d'inventaire des micromammifères (Libois, 1984).



Illustration 12: Pelote de réjection de *Tyto alba*

L'objectif est d'évaluer l'intérêt de cette technique dans le cas des micromammifères

protégés de Rhône-Alpes. C'est également l'occasion de poursuivre leur suivi sur le Domaine de Praillebard, à Saint Jean de Thurigneux (01) (Cf. Annexe 7 p34), grâce aux 4 lots de pelotes fournis par la fondation Pierre Vérots, gestionnaire du site. La présence de la musaraigne aquatique (*Neomys fodiens*) est connue dans cette zone (Inventaires ZNIEFF type I n°01090002 et type II n°0109), de même que celle du muscardin (*Muscardinus avellanarius*) identifié en 2012 dans les pelotes du même site, par les étudiants de licence professionnelle ATIB.

IV-2.1) Résultats du décorticage des pelotes de chouette effraie

Les pelotes analysées étaient issues de deux nichoirs éloignés de 2km l'un de l'autre, situés aux lieux dits : **Vierre du Loup** (récoltées le 06/03/14 et le 01/12/2014) où **36 pelotes** ont été prélevées et **Ferme d'Herbage** (le 06/03/14 et le 01/12/2014) où **385 pelotes** ont été ramassées.

Ainsi, **421 pelotes** ont été disséquées pour en tirer **1152 crânes**, dont 1116 ont pu être identifiés à l'espèce. Les pelotes récoltées contenaient 1 à 6 crânes, soit une moyenne de **2,78 crânes par pelote**. Les pelotes mesuraient entre 3 et 5 cm de long pour 1,5 à 2,5 cm de diamètre.

☘ Composition spécifique générale des pelotes

Les résultats sont présentés en Annexe 13 p40. Le bilan des effectifs (Cf. figure 6) montre uniquement des rongeurs et insectivores, en dehors de ces espèces, seul **un morceau de crâne de passereau** a été trouvé dans les pelotes de la Ferme d'Herbage. **13 espèces de micromammifères** ont été identifiées, toutes présentes à la Ferme mais seulement 7 d'entre elles répertoriées à Vierre du Loup (dont l'échantillonnage était moindre). Au total, les pelotes contenaient **20,5% de musaraignes** (tons verts en figure 6), **54,7% de campagnols** (tons marrons) et **24,8% de murinés** (tons jaunes). Nous avons peut-être trouvé de la **crocidure leucode** (*Crocidura leucodon*, Hermann, 178), assez rare dans la région. Des examens supplémentaires seront effectués pour attester de cette découverte.



Illustration 11: Chouette effraie

Par contre **aucun crâne d'espèce protégée n'a été identifié**. On note également l'absence de rongeurs de la famille des Gliridés pourtant présents lors des analyses de pelotes de 2012 (Cf. Annexe 14 p41)).

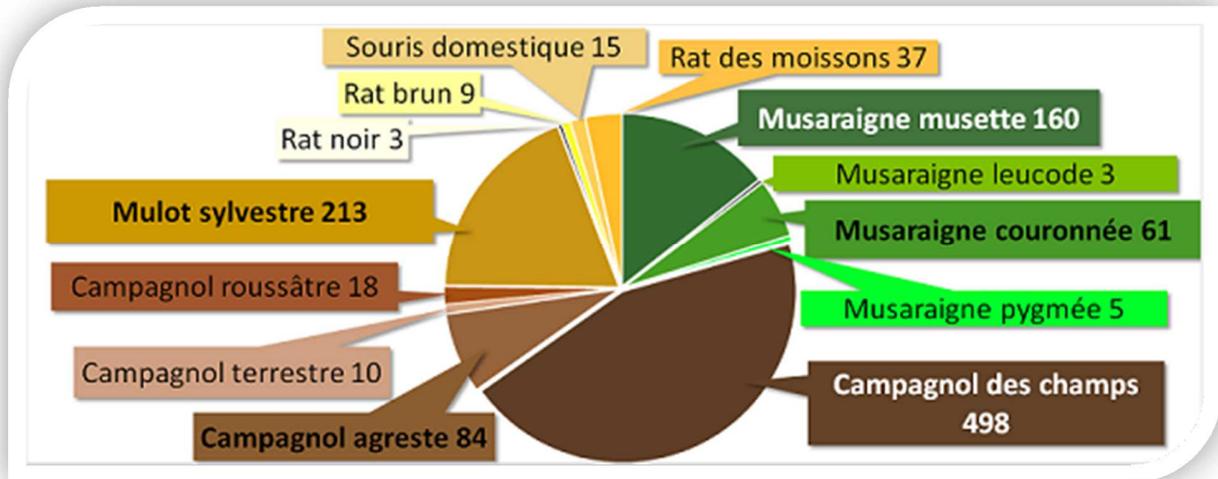


Figure 6: Effectifs et proportions des micromammifères des pelotes du Domaine de Praillebard (01), en 2014

Une **grande majorité de campagnol des champs** (*Microtus arvalis*, Pallas, 1778) a été trouvée. A lui seul il représente 44,6% du total des micromammifères identifiés. On retrouve également 19,1% de mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*, Linnaeus, 1758) et 14,3% de musaraigne musette (*Crocidura russula*, Hermann, 178). Ces **trois espèces constituent donc 78% du régime alimentaire** des chouettes effraies du domaine de Praillebard en 2014. En quantité conséquente, on retrouve également le campagnol agreste (*Microtus agrestis*, Linnaeus, 1761), puis la musaraigne couronnée (*Sorex coronatus*, Millet, 1828) et le rat des moissons (*Micromys minutus* Pallas, 1771).

Au contraire, le rat noir (*Rattus rattus*, Linnaeus, 1758), la crocidure leucode, (*Crocidura leucodon*, Hermann, 1780) et la musaraigne pygmée (*Sorex minutus*, Linnaeus, 1766) sont les espèces les plus rares de l'échantillon.

La comparaison des deux sites de récolte (Vierre et la Ferme) met en évidence certaines différences dans la répartition des espèces répertoriées. Les figures en Annexe 15 p42 et 16 p43 ont été réalisées sur la base des pourcentages d'espèces respectifs des deux sites (ne tenant donc pas compte des différences de pression d'échantillonnage entre les deux récoltes). On remarque qu'à proportions égales, le site de la Ferme semble privilégié par la majorité des espèces. A contrario certaines espèces se montrent bien plus présentes sur le site de Vierre, c'est notamment le cas du rat des moissons. Seul le campagnol des champs est tout aussi présent sur le site de Vierre que sur le site de la Ferme.

🌿 La diversité des espèces répertoriées dans le Domaine de Praillebard

L'indice de Simpson (E. H. Simpson (1949)), correspond à la formule :

$$D = \sum Ni (Ni-1)/N (N-1)$$

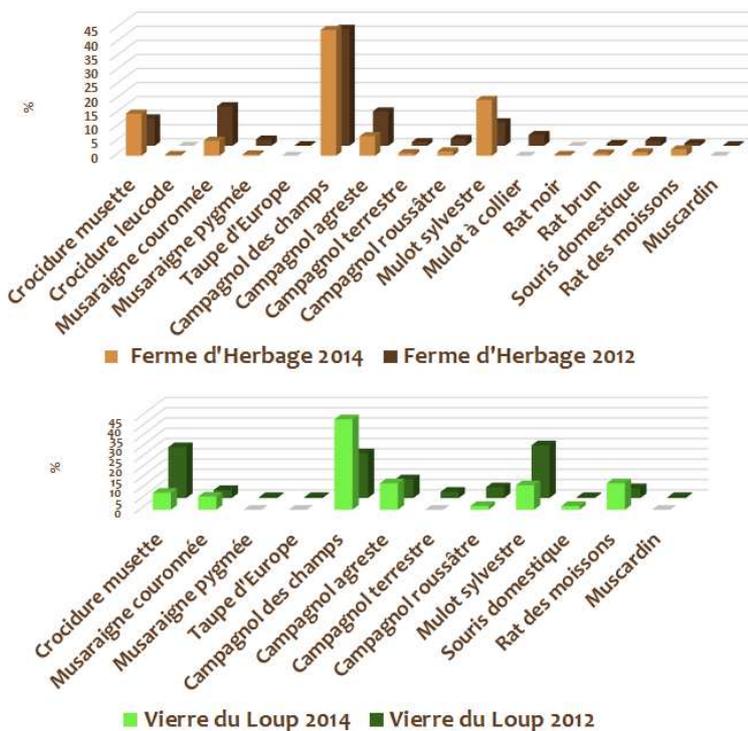
Avec D: Indice de Simpson, Ni: nombre d'individus de l'espèce donnée, N: nombre total d'individus.

Ce calcul rend compte de la richesse spécifique probable d'un milieu à partir d'un échantillon. Plus l'indice est proche de 1, plus la diversité potentielle d'un site est élevée et donc plus les chances de trouver de nouvelles espèces en augmentant l'échantillonnage sont élevées.

Cet indice a été effectué avec le logiciel R (Cf. Script en Annexe 22 p72) sur les résultats obtenus. Il s'élève à **0,747 sur le site de Vierre du Loup**, à **0,73 sur le site de la Ferme d'Herbage**, et à **0,734 pour l'ensemble des échantillons**.

🌿 Evolution des populations du Domaine de Praillebard

Sur le site de la Ferme, entre les pelotes récoltées au début de l'hiver (décembre 2014) et celles récoltées après l'hiver (mars 2014) (Cf. Annexe 17 p 44), on remarque une diminution notable de la proportion de campagnol des champs capturés durant l'hiver. Au contraire, la musaraigne couronnée et le campagnol agreste sont plus présents dans les pelotes récoltées après l'hiver. Grâce aux données antérieures récoltées par les étudiants de la licence professionnelle ATIB, nous pouvons comparer les résultats obtenus sur les sites de Vierre du Loup et de la Ferme d'Herbage en 2012 et 2014 (Cf. figure 7).



Sur le site de Vierre du Loup la crocidure musette, le mulot sylvestre et le campagnol roussâtre sont bien moins présents en 2014, tandis que la musaraigne pygmée, le campagnol agreste, la souris domestique (*Mus musculus domesticus*, Schwarz & Schwarz, 1943), le rat des moissons et surtout le campagnol des champs ont augmenté. Les espèces peut abondantes de 2012 ne sont pas retrouvées en 2014, c'est notamment le cas du muscardin. A noter que la récolte de 2014 comporte plus de deux fois moins d'individus que celle de 2012.

Figure 7: Graphiques comparatifs des résultats d'analyse de pelotes de 2012 et 2014 sur les sites de Vierre du Loup et de la Ferme d'Herbage

Sur le site de la Ferme d'Herbage, l'écart entre les deux années est moins prononcé. On remarque une diminution des musaraignes couronnée et pygmée ainsi que du campagnol agreste. Des espèces ne sont plus présentes en 2014 (taupe d'Europe (*Talpa europaea*, Linnaeus, 1758), mulot à collier (*Apodemus flavicollis*, Melchior, 1834) et muscardin), mais d'autres apparaissent (crocidure leucode et rat noir (*Rattus rattus*, Linnaeus, 1758). Enfin, certaines espèces se montrent en plus grande proportion en 2014 telles que la crocidure musette et le mulot sylvestre. Le campagnol des champs, quant à lui, reste tout aussi abondant sur les deux années.

Limites de l'étude

De par son principe même, l'étude des populations de micromammifères via l'analyse de pelote de réjection présente certains biais. En effet la chouette effraie peu potentiellement exercer une chasse préférentielle de certaines espèce. Elle affectionne les zones de chasse ouvertes et prospecte donc moins le sous-bois forestier (Lovari et al. 1976).

36 crânes n'ont été identifiés que jusqu'au genre du fait de leur état détérioré ou des caractères ambigus de leur morphologie. Ils ne sont donc pas utilisés dans l'analyse des résultats.

A savoir également que les musaraignes couronnée et carrelet (*Sorex araneus*) ne peuvent être différenciées l'une de l'autre par un simple examen du crâne (LUGON-MOULIN, 2003). La musaraigne carrelet étant plutôt réparties dans les milieux montagnards (COA, 1986 ; HAUSSER et MEYLAN, 1984), on considérera que les crânes trouvés correspondent à de la musaraigne couronnée. Aussi, le campagnol terrestre pourrait confondre deux espèces : *Arvicola terrestris* aussi appelé *Arvicola amphibius* et *Arvicola sherman* ((Musser & Carleton in Wilson et Reeder (2005)). Etant donné que le monde scientifique n'est pas encore arrêté sur la question, nous considérerons avoir identifié uniquement *Arvicola terrestris*.

L'interprétation des différences de composition spécifique entre des deux sites est à relativiser car les deux zones sont proches de 2km. Il faudrait donc savoir si les territoires de chasse se recoupent. Malheureusement il est encore difficile aujourd'hui d'estimer la superficie moyenne du domaine vital de *Tyto alba*. De nombreux travaux sur les pelotes de chouettes effraies se sont basés sur des superficies de territoire de chasse parfois très différentes allant de 0,45 à 6Km de rayon d'action autour du nid (Schmidt E. et Sipos (1971) ; Géroutet (1978) ; Evans et Emlen (1947) ; Hausser (1978) ; Glutz von Blotzheim et Bauer (1980) ; ...). Il est donc fort probable que nos effraies partagent un même territoire de chasse ce qui rendrait impossible l'interprétation de nos données en fonction des habitats caractérisant chaque site.

Enfin la comparaison des résultats de 2012 et 2014 est également à relativiser du fait de la différence de pression d'échantillonnage entre les deux années.

V-2.2) Discussion : Les micromammifères du Domaine de Praillebard

Les données antérieures nous montrent que le muscardin peut être trouvé dans les pelotes des deux sites du Domaine de Praillebard, malgré le fait qu'il ne soit que peu prédaté par les chouettes effraies. La musaraigne aquatique, la musaraigne de Miller ainsi que le campagnol amphibie, sont aussi régulièrement trouvés dans de nombreux travaux d'analyse de pelotes (Claude Henri, rev. d'écologie, 1982 ; Pierre Taberlet, rev. d'écologie 1986 ; Rigaux P. et Riols C., 2008...etc.). La méthode d'inventaire via les pelotes de réjection permet donc de révéler la présence de ces espèces. Cependant il semblerait que l'efficacité d'une telle technique d'inventaire soit variable, en tout cas dans le contexte de notre étude.

En effet, malgré une quantité de crânes nettement supérieure à l'étude menée en 2012, nous n'avons pas identifié de micromammifères protégés durant les analyses de 2014. Il est difficile de conclure à une diminution des effectifs de muscardin étant donné les nombreux biais qui limitent cette méthode d'inventaire. Mais il serait intéressant d'observer si cette tendance se confirme lors des prochaines sessions d'analyse de pelotes.



Illustration 13 : Site de Vierre du Loup

Les résultats nous montrent une forte proportion de musaraignes et de murinés, notamment sur le site de Vierre du Loup (Cf. Illustration 13) comparé aux moyennes nationales estimées par la LPO (<http://rapaces.lpo.fr/chouette-effraie/presentation>). Cela pourrait être lié à l'abondance des boisements sur le site. Le campagnol des champs, la Crocidure musette et le mulot sylvestre constituent la grande majorité des proies identifiées ce qui correspond aux habitudes de chasse de la chouette effraie.

En 2014, sur plus de 400 pelotes, un seul crâne n'appartenant pas à un mammifère a été trouvé. Il s'agit d'un passereau qui représente 0,0867% des proies analysées, alors qu'en moyenne ce taux s'élève entre 2 et 3% dans l'Est de la France et monte jusqu'à 19% dans le Roussillon (VALLEE, op. cit.). Le Domaine de Praillebard comporte de nombreux plans d'eau et zones humides abritant une grande quantité d'oiseaux et d'amphibiens. On peut donc se demander pourquoi les effraies n'ont pas exploité ces ressources en 2014 alors qu'elles ne se sont pas privées de le faire en 2012 où 34 crânes d'oiseaux ont été trouvés. On peut supposer qu'une abondance particulièrement forte de proies appréciées telles que les campagnols, mulots et musaraignes musettes cette année-là n'a pas incité les chouettes à prédaté des proies moins attirantes que sont les oiseaux et amphibiens. Cela expliquerait également l'absence d'espèces peu chassées comme le muscardin, les Neomys et le campagnol amphibie. A noter qu'il est probable que des crânes fragiles d'oiseaux ou d'amphibiens aient été détériorés par la digestion au point de passer inaperçus.

On a retrouvé une majorité d'espèce réparties sur le site de la Ferme d'herbage. Cette tendance est accentuée par la présence des espèces particulièrement rares dans cet échantillon qui n'ont été trouvées que sur le site de la Ferme (rat noir, crocidure leucode...), probablement du fait d'un échantillonnage plus important sur ce site.

	Vierre du Loup (2014)	Vierre du Loup (2012)	Ferme d'Herbage (2014)	Ferme d'Herbage (2012)	Total
Quantité de crânes	113	230	1039	440	1822
Diversité spécifique	8	12	13	14	16

Figure 8: Tableau récapitulatif des diversités spécifiques obtenues en 2012 et 2014 sur les deux sites du Domaine de Praillebard

Lorsque l'on considère les données obtenues en 2012 et 2014, le total des pelotes du Domaine de Praillebard ne contenaient pas moins de 16 espèces de mammifères (Cf. figure 8). En effet l'indice de Simpson relativement haut que nous avons calculé sur les deux sites pour 2014, laisse penser que la zone détient un potentiel de diversité spécifique important.

La taille de chaque lots s'avère trop restreinte et variable pour fournir des données claires sur lesquelles s'appuyer dans l'étude de la répartition des espèces selon les milieux et les saisons. Nous avons tout de même pu mettre en avant certaines tendances qu'il serait intéressant d'approfondir grâce à la poursuite de ce protocole. En effet cela permettrait de pondérer les écarts de composition des populations observés entre les années 2012 et 2014. Aussi, il serait intéressant d'effectuer ces récoltes de pelotes de manière systématique et régulière chaque année, à des périodes bien définies. Ceci rendrait possible d'étudier avec précision l'abondance des micromammifères en fonction des saisons et donc des changements écologiques et paysagers qui en découlent. Nous avons déjà pu mettre en avant une diminution nette des captures de campagnol des champs en hiver. Il serait intéressant d'observer si cette tendance s'applique chaque année.

L'analyse de pelotes de réjection de chouettes effraies est une méthode très peu couteuse, d'autant plus que nous avons bénéficié du matériel de laboratoire prêté par la Faculté Lyon1. A trois personnes débutantes, nous avons réussi à décortiquer un grand nombre de pelotes et a identifier plus d'un millier de crânes en seulement deux semaines de travail. Aussi l'analyse des données récoltées nous a permis d'analyser de manière assez poussée la composition du régime alimentaire des chouettes effraies du Domaine de Praillebard. Comme nous avons le voir, cette technique d'inventaire nous a permis de retirer de nombreuses informations et pistes de réflexion sur les populations de micromammifères présentes. Cependant dans le cadre de notre étude, l'absence de musaraigne aquatique et surtout de muscardin dans les pelotes récoltées en 2014 laisse penser que cette méthode n'est pas forcément efficace pour l'étude de ces espèces qui étaient pourtant probablement présentes.

V-3) Prospection du campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*, Miller 1908)

IV-3.1) Résultats des transects de prospection

Après avoir réalisé 66 transects, de 145m en moyenne, à la recherche de crotties de Campagnol amphibie (Cf. Annexe 18 p45), nous obtenons un résultat négatif. En effet, après environ 9,6Km de transects prospectés aucun indice ou trace n'a été découvert sur les différentes stations du Parc de Miribel-Jonage. Cela peut signifier qu'aucun individu de l'espèce en question (Cf. Illustration 14) n'est présent sur le site, ou alors que le protocole de prospection n'est pas vraiment efficace.

Toutefois ce protocole, réalisé par la Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM) a déjà prouvé son efficacité lors de nombreuses études d'inventaire d'*Arvicola sapidus* réalisés par divers organismes tels que la LPO, la FRAPPNA, les divers groupes mammalogiques de France etc...

Malgré cela, nous avons récolté de précieuses données quant à la présence de divers autres mammifères dans les milieux prospectés. Effectivement, des empreintes et excréments de ragondins (*Myocastor coypus*) ont été découverts sur plus de 89% des transects prospectés, indiquant une forte densité de population sur ces milieux ce qui peut éventuellement engendrer un effet sur les populations de Campagnols amphibies. De plus, les mêmes genres d'indices ont été recensés pour ce qui est de la présence du Rat musqué (*Ondatra zibethicus*) sur 49% des transects prospectés. Au même titre, il nous semble important de préciser que des indices de présence de Castor (*Castor fiber*) (Cf. Illustration 15) étaient présents sur 64% des transects que nous avons réalisés, induisant une forte densité de population dans le parc de Miribel-Jonage.



Illustration14: Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*)



Illustration 15: Cadavre de castor - Parc de Miribel (Photographie de Benoît Chamiot-Clerc)

IV-3.2) Discussion : L'absence de campagnol amphibie sur Miribel-Jonage

Après de nombreuses recherches bibliographiques sur les modes de déplacements et les besoins de continuités écologiques du Campagnol amphibie, nous sommes en mesure de trouver une explication à l'absence de traces et d'indices de présence de cette espèce lors de nos relevés de terrain dans le Parc de Miribel-Jonage.

✿ Des raisons dues à la modification de la gestion du site :

La présence du campagnol amphibie était observée par la LPO jusqu'en 2000, mais depuis, aucune observation n'a été relevée. Ce fait est peut-être dû, en partie, à un manque d'efforts d'échantillonnage, mais aussi à l'artificialisation intense qui a eu lieu sur le site à partir de 1950. Après sa création, le Symalim (Syndicat Mixte pour l'Aménagement du Grand Parc Miribel Jonage), a commencé « l'aménagement à un rythme soutenu, permettant la création de vastes plans d'eau pour les loisirs » (citation tirée de www.grand-parc.fr). En 1988, une station de pompage est créée dans le plan d'eau principal, pour que l'agglomération dispose d'une ressource d'eau alternative. Or, il a été démontré que la modification du réseau hydrographique peut entraîner la fragmentation des espaces favorables à *Arvicola sapidus*. Le rongeur semble en effet moins présent sur des portions de rives propices si elles sont isolées (Rigaux *et al.*, 2009).

Les barrages peuvent également être responsables de modifications, de fortes variations de niveau d'eau et d'assèchement estival préjudiciables à *A. sapidus* (Noblet, 2012 ; Noblet, 2005). Ces variations importantes de niveau d'eau peuvent également rendre la colonisation du Campagnol amphibie impossible (Noblet, 2012).



Illustration 16: Berges du lac d'Emprunt, Parc de Miribel-Jonage (photographie : Elodie Rosinski)

Suite à ces aménagements importants et à la hausse de la fréquentation des habitants de l'agglomération lyonnaise, le parc de Miribel-Jonage est devenu un milieu très anthropisé. Ceci engendrant des méthodes de gestion lourdes, comme le curage des étangs et des cours d'eau (provoquant tassements, écrasements et érosions des berges) ou la fauche de la totalité des prairies et berges herbeuses du parc pour le confort du public.

Ainsi, la majorité des berges situées dans les zones propices à *Arvicola sapidus* dans le parc de Miribel-Jonage sont maintenant composées d'une végétation presque exclusivement ligneuse (ripisylve de *Salix purpurea* et *S.alba*, *Alnus glutinosa*, *Populus nigra*, *Robinia pseudoacacia* et *Fraxinus exelsior*) laissant apparaître quelques « tâches » d'herbes rases (Cf. Illustration 16).

La végétation des berges est très importante pour le Campagnol amphibie (Noblet, 2005). Si la végétation des berges se transforme en boisements de haute tige, elle empêche la végétation herbacée immergée ou installée sur les berges de pousser par manque de lumière (Noblet, 2012 ; Noblet, 2008 ; Quéré & Le Louarn, 2011). La berge devient alors hostile au Campagnol amphibie en le privant de nourriture (Noblet, 2012).

De plus, les techniques d'entretien des canaux ont également leur importance et certaines peuvent être défavorables au Campagnol amphibie, que ce soit par l'utilisation de pesticides ou le curage à l'aide de tractopelles qui provoquent un écrasement des berges sur une rive et le dépôt des matériaux de curage sur l'autre rive (Noblet, 2012).

Par ailleurs la modification des techniques d'arrosage, passant de petits canaux naturels à des tuyaux enterrés, est un facteur important de menace pour le Campagnol amphibie. Ce rongeur est considéré comme une espèce caractéristique des connexions maintenues entre les cours d'eau possédant une végétalisation des berges bien structurées (CSRPN IDF, 2010).

Il faudrait donc présence de portions de rives pouvant accueillir l'espèce et ce à proximité de rives où l'espèce est elle-même déjà présente dans une zone ne dépassant pas quelques kilomètres (2 à 3 maximum). A cela, il faut ajouter que les portions de rives nécessaires doivent être propices à l'espèce sur le plan de l'habitat écologique (herbiers...) mais aussi surfacique 200 mètres linéaires disponibles pour une famille de Campagnols amphibies (Centeno-Cuadros *et al.* (2011)).

✚ Des raisons dues à la modification du cortège spécifique présent sur le site :

Dans toute étude en mammalogie, il est indispensable de considérer toutes les espèces de mammifères présentes dans un même milieu pour pouvoir conclure sur un lien potentiel entre les espèces et leurs niches écologiques.

Ainsi, on constate le développement massif d'espèces introduites comme le ragondin (*Myocastor coypus*) (Cf. Illustration 17), le Rat musqué (*Ondatra zibethicus*) ou encore le Rat surmulot (*Rattus norvegicus*) à partir de 1960 sur le Parc de Miribel. Ces espèces exerceraient une très forte concurrence envers le Campagnol amphibie ce qui engendrerait son déclin et sa disparition dans de nombreux milieux en France (Aulagnier *et al.*, 2010 ; com. pers. Noblet, 2012 ; Noblet, 2012 ; Noblet, 2008 ; Noblet, 2005 ; Quéré & Le Louarn, 2011 ; SFPEM 2012). En revanche, il semble que le Castor (*Castor fiber*) n'engendre aucun dérangement et aucune conséquence sur les populations de campagnols amphibies.



Illustration 17: Empreinte de ragondin
(Photographie de Benoît Chamiot-Clerc)

✚ Possibilités d'amélioration du protocole de prospection des sites :

Dès 2005, Noblet précisait que la présence d'*A. sapidus* dans un milieu était très difficile à détecter et qu'il est d'autant plus hardu d'étudier les déplacements de population. Dans le but de déceler la présence de cette espèce, nous avons utilisé des méthodes indirectes via la recherche des crottes disposées en crottiers régulièrement alimentés par les différents individus présents sur le milieu (méthode décrite par Noblet en 2005 et Rigaux&Charruau en 2007).

Ces méthodes sont intéressantes puisqu'elles permettent de mettre en évidence les sites d'installation et les colonies présentes sur un site, mais il serait judicieux de compléter ces prospections avec des techniques permettant l'observation directe de l'espèce telle que la mise en place de pièges photographiques dans des zones de cours d'eau lents avec une végétation abondante (cressonnière par exemple), ou encore dans des passages aquatiques réguliers décelés en observant le bord des berges des cours d'eau situés sur le site d'étude (com. Pers. Vignon, 2012).

IV-4) Piégeage des musaraignes protégées

IV-4.1) Résultats des captures...

La campagne de piégeage que nous avons réalisée s'est soldée par la capture de 21 individus, appartenant à 3 espèces différentes, avec *Clethrionomys glareolus* appartenant à la famille des Cricetidae, *Apodemus sylvaticus* de la famille des Muridae et *Neomys fodiens* (Cf. Illustration 18) (Cf. Annexe 3 p30) (ou *Neomys anomalus* (Cf. Annexe 2 p29) puisque la différenciation des deux espèces est impossible sans analyses génétiques) appartenant aux Soricidae.



Illustration18: Musaraigne aquatique

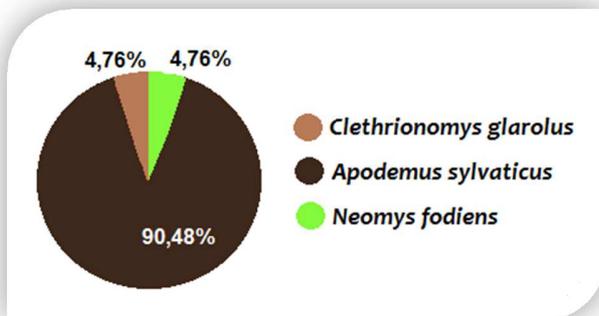


Figure 9: Proportion d'espèces en fonction du nombre d'individus capturés

Parmi les 21 individus capturés, nous pouvons observer une large prédominance du mulot sylvestre (*A. sylvaticus*), avec plus de 90,48% d'abondance relative (l'espèce fût contactée 19fois) tandis que les deux autres espèces n'ont été contactées qu'une fois chacune, leur abondance relative est de 4,76% (Cf. figure 9).

Il est important de préciser que sur les 21 prises que nous avons effectuées, le taux de mortalité s'élève à 0%, tandis que les précédentes études réalisées par des licences pro ATIB pour ce projet (année 2013 et 2014) constataient un taux de mortalité s'élevant de 14,29% à 25,64, ce qui était très dérangeant compte tenu du fait que les espèces visées par ce type de protocole peuvent-être protégées.

✚ Par mode de piégeage :

Le but de notre étude étant le test et l'amélioration de protocoles de prospection des deux musaraignes à comportement semi-aquatique *N.fodiens* et *N.anomalus*, il nous paraît judicieux de comparer les méthodes de piégeage par transect et celle mise en place « en étoile ».

Aussi, deux individus de Mulot sylvestres ont été capturés grâce à des pièges en étoiles (étoiles composées de pièges INRA), tandis qu'aucune étoile composée de pièges Ugglan ne furent efficaces.

Les 19 autres captures furent effectuées à l'aide de la méthode des transects, 18 d'entre-elles à l'aide de pièges INRA et seulement une par un piège Ugglan.

☀ Par horaire de capture :

Le protocole que nous avons choisi d'utiliser pour cette phase d'essai préconisait une capture nocturne (1h avant le coucher du soleil jusqu'à 1h après son levé), les pièges étant relevés toute les 2heures pour éviter les mortalités. Après plusieurs jours, nous nous sommes aperçus

que l'activité nocturne des micromammifères piégés n'était pas effective tout au long de la nuit, mais plutôt suivant un horaire assez spécifique.

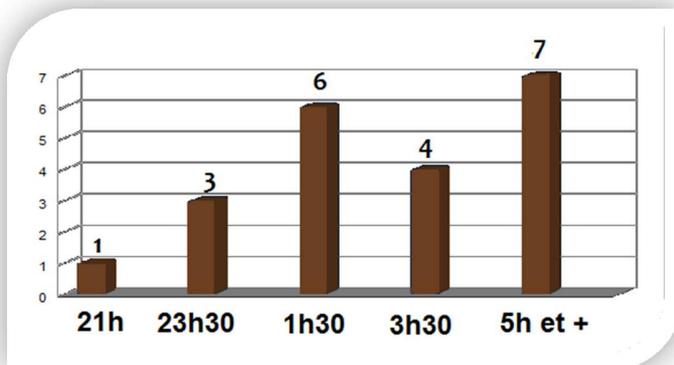


Figure 10: Nombre de captures en fonction de l'heure de relevé

En effet, comme le montre le diagramme ci-dessus (Cf. Figure 10), la majorité des individus piégés le furent à 1h30 et au-delà de 5h du matin. La musaraigne aquatique ayant été, quant à elle, contactée à 6h55 du matin.

☀ Par milieux (plus ou moins loin du lit de la rivière) :

Comme l'indique les deux schémas en annexe de ce document (Cf. Annexe 19 p46 et 20 p47), les différents transects ont été mis en place à des distances différentes du lit du cours d'eau. Les deux musaraignes à comportement aquatique que sont *N.fodiens* et *N.anomalus* chassant et se déplaçant dans l'eau, mais aussi sur le sol, il était important d'évaluer l'efficacité de nos pièges en fonction des milieux dans lesquels ils étaient installés.

Or, le diagramme ci-dessus (Cf. Figure 11) nous montre que le nombre de nos prises a été clairement impacté par cette distance au cours d'eau. En effet, on peut voir que la majorité des individus capturés (67%) l'ont été dans les pièges disposés à moins d'1 mètre du lit du cours d'eau, tandis que les captures diminuent fortement lorsque cette distance augmente. Nous sommes donc à 24% des individus capturés dans les pièges situés entre 1m30 et 5mètres et plus qu'à 9% au-delà de 5mètre de distance. Il est important de noter que la *Neomys* capturée l'a été dans un piège situé à proximité directe du lit du cours d'eau (environ 55cm), mais cela ne peut être utilisé pour formuler des conclusions car seul un individu de *Neomys* fût capturé.

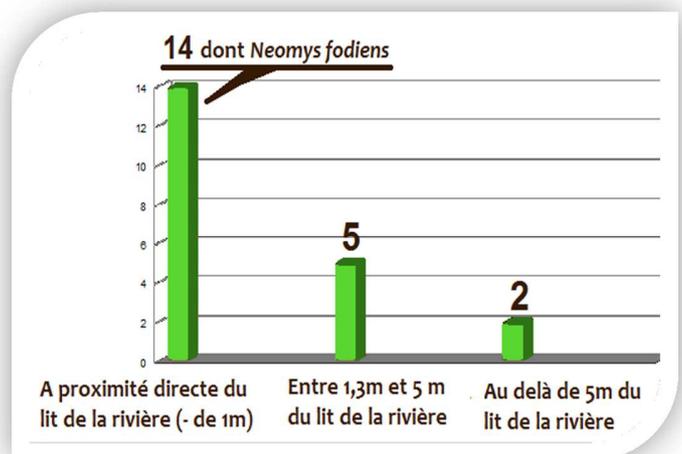


Figure 11: Nombre de capture en fonction de la distance au lit du cours d'eau

IV-4.2) Discussion : La musaraigne aquatique au Pont des Pierres

Des études précédentes (telles que le projet tuteuré de 2013) avaient montré que cette méthode d'inventaire qualitatif (abondance spécifique d'un milieu) n'était pas rentable compte tenu du temps et des moyens importants nécessaires pour aussi peu de résultats.

En 2012 P.Rigaux, chercheur rompus à la méthode de piégeage, avaient conclu sur l'impossibilité de réaliser ce type d'étude en vue d'obtenir un inventaire exhaustif des espèces de micromammifères d'un milieu donné, l'effort d'échantillonnage étant bien trop important et les coûts financiers insurmontables pour n'importe quel organisme. La méthode des pelotes de rejection de chouette effraie s'avère plus efficace et bien moins coûteuse.

De notre côté, nous pouvons conclure que ce type d'inventaire est indispensable pour connaître la présence de certaines espèces très discrètes dont font parties *Neomys fodiens* et *N.anomalus*. En outre le piégeage ne dépend pas de l'habitat ni de l'écologie des espèces contrairement à la technique des des pelotes de réjection. En effet l'effraie ne prospecte pas les zones d'altitude ou densément boisées et certains micromammifères lui sont peu accessibles.

✿ Facteurs de présence de la musaraigne aquatique (ou de Miller)

Le facteur déterminant la présence de la Crossope aquatique sur un site est la présence de crustacés d'eau douce (B.French et F.Mezquita, 2001). Aussi, pour conforter cette hypothèse, il faudrait réaliser un suivi des macro-invertébrés présents sur le site. De plus, les deux *Neomys* ne sont observées qu'en présence d'une végétation d'herbes hautes non gérées (B.French et F.Mezquita, 2001). Or cela n'est pas le cas à l'endroit où nous avons capturé *N. fodiens*, qui comportait une majorité d'*Alnus glutinosa* de plus de 10cm de diamètre (à 1m30 de hauteur), de ronce (*Rubus fruticosus* ; *R.idaeus* ; *R.ulmifolius*) et de rares touffes de *Carex accutiformis*.

La perte d'habitat des zones humides via le drainage, la conversion en terres agricoles, et la destruction de la végétation naturelle des rives peut avoir un impact négatif sur cette espèce. Ses proies pouvant diminuer drastiquement en raison de l'acidification et de la pollution de l'eau par les pesticides, les engrais et les eaux usées (Spitzenberger, 1999). La Crossope aquatique est donc totalement dépendante de la qualité de l'eau qui impacte son régime alimentaire.

La présence d'individus dans la réserve naturelle du Pont des Pierres est corrélée à la qualité de la Valserine dont les données d'IBGN à proximité de notre station indiquent une diversité spécifique de 24 espèce de macro-invertébrés pour une note IBGN de 15/20 (catégorie « Bonne qualité »). Cette rivière est également labellisée première rivière sauvage de France par le WWF.

✿ Facteurs de présence d'*Apodemus sylvaticus* (le Mulot sylvestre)

La grande majorité des individus que nous avons capturés sont des *Apodemus sylvaticus*. Etant un rongeur, il ne devrait pas apprécier les lardons adaptés aux musaraignes. Nous avons observé que dans chaque cas de capture de mulot, aucun appât n'a été mangé ni même grignoté.

Il se trouve que le mulot sylvestre est un animal nocturne qui fréquente des milieux variés (lisières, haies, champs, berges...), il a tendance à s'installer dans les cavités existantes (trou de

mur, nichoirs...) (J. R. Flowerdew 1972). Nous pensons donc que les mulots que nous avons capturés étaient attirés par la perspective de gîtes ou la curiosité engendrée par les cavités que représentent nos pièges et non par un attrait alimentaire ou odorifère.

Sans pouvoir estimer leur impact réel, les nombreuses captures de mulot ont interféré sur le nombre de pièges restant opérationnels et donc sur la probabilité de capture des *Neomys*. La présence d'autres espèces sur les sites de captures est donc à prendre en compte.

✿ Le protocole de piégeage de la musaraigne aquatique (ou de Miller)

Le protocole que nous avons mis en place est efficace, puisqu'une musaraigne aquatique fût capturée dès le premier jour de piégeage, par un piège situé près du cours d'eau. A la suite de cette opération, nous avons pu prouver que l'efficacité des pièges dépend énormément de leur disposition. Il faut prendre en compte que les *Neomys* sont parmi les seuls micromammifères (avec *Arvicola sapidus*) à se déplacer et à s'alimenter dans et à proximité de l'eau. Aussi, installer les pièges uniquement sur les rives permettrait d'éviter la capture d'autres espèces qui ne s'aventurent pas sur les berges (telle que *Clethrionomys glareolus*) et maximiserait les probabilités de capture des espèces ciblées tout en diminuant les coûts matériels.

Il serait également judicieux de réaliser des tests de piégeages avec d'autres ressources que les lardons. En effet si l'utilisation de morceaux de lardons avait pour but d'assurer la survie des animaux capturés (les *Neomys* ayant besoin de se nourrir très régulièrement), il serait intéressant de les remplacer par une nourriture susceptible de les appâter. En effet, les lardons sauvages étant très peu répandus dans la réserve naturelle du Pont des Pierres, les *Neomys* n'ont jamais l'occasion d'en ingérer. Utiliser des larves de Trichoptères, qui sont les proies favorites des musaraignes aquatiques et de Miller (Lardet, J. 1988) permettrait éventuellement une meilleure efficacité de capture.

De plus, bien que nous n'ayons pas assez de données pour développer ce propos, on remarque que les micromammifères (dont *Neomys fodiens*) semblent augmenter leurs activités une fois la nuit totalement tombée et la fraîcheur apparue, soit après minuit. Ceci correspond à l'écologie des *Neomys* qui ne supportent pas la chaleur ou le jour (Lardet, J. 1988). Ce type de piégeage spécifique pourrait donc s'effectuer uniquement aux heures d'activité des espèces visées pour ainsi diminuer les coûts de main d'œuvre sur le terrain.

Il est important de noter que la période de prospection favorable est l'été, lorsque les densités de population et le taux de migration sont maximums. Mais malheureusement nous n'avons pas pu réaliser cette étude dans des conditions optimales, il serait donc intéressant de faire une campagne supplémentaire sur la réserve pendant les mois de Juillet et Août.

Nous pourrions également compléter les sessions de piégeage par la mise en place de pièges photographiques sur les berges les plus propices à la présence des *Neomys fodiens* et *N.anomalus*. Cette méthode nous permettrait d'agrandir notre pression d'inventaire et d'observer le déplacement et le comportement des individus vis-à-vis des pièges mis en place.

V/ Bilan et conclusion des recherches

Grâce aux protocoles de récolte de noisettes et de recherche de nids d'été, la présence du muscardin a pu être avérée sur le Marais de Charvas. Il est difficile d'estimer la densité des populations présentes à partir de nos données, notamment du fait de l'impossibilité d'identifier certains nids détériorés. La poursuite d'un tel suivi permettrait d'entamer une base de données très intéressante pour l'étude de *Muscardinus avellanarius* sur le site. Ceci permettrait également de suivre l'évolution des populations et d'estimer si la scission du site en deux parties restreintes par l'autoroute A432 pourrait avoir un impact à long terme. Pour compléter cette étude la mise en place d'autres protocoles, comme le piégeage-photo ou la pose de nichoirs permettrait d'évaluer les effectifs et l'évolution du muscardin de manière plus pertinente.

L'examen des pelotes de réjection issues du Domaine de Praillebard confirme la richesse du milieu en termes de biodiversité. En effet les résultats nous permettent d'affirmer la présence de 16 espèces de micromammifères sur les 33 espèces présentes dans la région Rhône-Alpes. On constate la disparition du muscardin dans les lots de 2014, il apparaît donc nécessaire de poursuivre ce suivi, ne serait-ce que pour voir si cette tendance se confirme. L'étude de pelotes de réjection de *Tyto alba* s'avère très intéressante dans l'estimation globale de l'évolution des peuplements de micromammifères. Mais cette technique s'avère moins pertinente pour l'étude ciblée des micromammifères protégés de Rhône-Alpes.

Bien que nous n'ayons pas rencontré d'indices de présence de Campagnol amphibie dans le parc de Miribel-Jonage, cela ne prouve en aucun cas son absence sur le site. Il se peut que la méthode utilisée présente des biais importants ou qu'elle ne soit pas adaptée aux milieux que nous avons étudié. Toutefois, l'absence de cette espèce dans le parc de Miribel-Jonage ne serait pas sans fondements. En effet, les différents aménagements, les méthodes de gestion du site et l'évolution des pratiques ne sont pas en adéquations avec l'écologie d'*Arvicola sapidus* et peuvent donc présenter un facteur de sa disparition sur le milieu. Nous recommandons de réitérer les prospections sur le site afin de poursuivre l'étude que nous avons réalisé et éventuellement de la compléter par la mise en place d'un autre protocole afin d'augmenter les probabilités de détection de l'espèce sur Miribel Jonage.

Le protocole utilisé pour la prospection des Musaraignes aquatiques a quant à lui parfaitement fonctionné et nous a permis de conclure sur la présence avérée de la *Neomys fodiens* (ou *anomalous*) sur le site de la réserve naturelle du Pont des Pierres. Étant une espèce très sensible aux perturbations de son milieu et aux pollutions, sa présence indique une très bonne qualité écologique du milieu, tant sur le plan de la qualité physico-chimique du cours d'eau que sur la qualité des habitats terrestres présents sur le site. Nous pouvons également conclure que ce type d'action de piégeage spécifique est à privilégier dans le cas d'inventaires d'espèces à comportement très discrets ou à écologie complexe comme c'est le cas des *Neomys*. D'autre part, l'accumulation des connaissances sur ces espèces pourrait permettre peu à peu d'adapter les protocoles de suivi pour les rendre plus rentables et donc plus accessibles.

Bibliographies

- ✚ JEAN-LUC GROSSI et CAROLE SCHMITT « Marais de Charvas, plan de préservation et d'interprétation 2009-2008 » ; Conservatoire d'Espace Naturel de l'Isère (Avenir) ; 229 pages.
- ✚ MYRIAM et PATRICE PALLEY « Le régime alimentaire de la Chouette effraie *Tyto alba* en Maine et Loire » ; Crex, 2000 ; 13 pages.
- ✚ PIERRE TABERLET « Evaluation du rayon d'action moyen de la chouette effraie *Tyto alba* (Scopoli, 1769) à partir de ses pelotes de réjection » ; revue Ecologie (Terre et vie), vol 38 (1983) ; 7 pages.
- ✚ PIERRE TABERLET « Etude de l'écologie des micromammifères à partir des pelotes de réjection de *Tyto alba* (Scopoli, 1769), Application au Bas Chablais (Haute Savoie – France) » revue Ecologie (Terre et vie), vol 41 (1986) ; 25 pages.
- ✚ EDOUARD DELMEE « Régime alimentaire de la chouette effraie (*Tyto alba*) et évolution du statut des micromammifères des paysages agricoles » ; Aves 22 (1985) ; 6 pages.
- ✚ CLAUDE HENRY « Caractéristiques du régime alimentaire de la chouette effraie (*Tyto alba*) dans une région naturelle du centre de la France : La Grande Sologne » ; revue Ecologie (Terre et vie), vol 36 (1982) ; 13 pages.
- ✚ CAROLINE MANGIN e ISABELLE LEDUCQ « Crocidure leucode, *Crocidura leucodon* » (2011), Conseil régional Franche-Comté, LPO délégation Franche-Comté, 2 pages.
- ✚ PUISSAUVE RENAUD « La Crossope aquatique, *Neomys fodiens* (Pennant 1771), Fiche d'information sur les espèces aquatiques protégées » (2012) relus par HAFFNER PATRICK en 2013, ONEMA, 4pages.
- ✚ GROUPE MAMMALOGIQUE NORMAND (2004) « Mammifères sauvages de Normandie : statuts et répartition » 2^{ème} éd, Groupe Mammalogique Normand, Condée sur Noireau, 306pages.
- ✚ RIGAUX PIERRE et CHRISTIAN RIOLS « Régime alimentaire de la chouette effraie (*Tyto alba*) à Coupière, Val de Dore (Puy de Dôme) » ; le Grand Duc 73, 2008 ; 3 pages.
- ✚ L. LANIER « Intérêt de l'étude du régime alimentaire des rapaces par l'examen des pelotes de réjection » (1974), Biologie et Forêt, 8 pages.
- ✚ ROLAND LIBOIS et RENE ROSOUX « Micromammifère du Marais Poitevin : Structure des peuplements et qualité des paysages agricoles », acte du 22^{ème} colloque francophone de mammalogie ; Société Française d'Etude et de Protection des Mammifères, Paris (1990) ; 9 pages.
- ✚ BEATRICE LUGINBUHI « Guide d'identification des traces de rongement sur des noisettes », traduit par Jean-Marc Frossard ; © Pro Natura, 2010 ; 3 pages.
- ✚ ARNAUD TANGUY et PHILLIPE GOURDAIN, (2011) « Atlas de la biodiversité dans les communes (ABC) Guide Méthodologique pour les inventaires faunistiques des espèces métropolitaine

- « terrestres » (volet 2) » ; Muséum National d'Histoire Naturelle – Service du Patrimoine Naturel ; 195 pages.
- ✚ PIERRE RIGAUX, FRANCOISE POITEVIN et AUR2LIEN BESNARD « Enquête nationale Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) » ; SFPEM.
 - ✚ PREBEN DHLSTROM et P. BANG « Guide Des Traces D'animaux - Les Indices De Présence De La Faune Sauvage » (1999) ; Delachaux et Niestlé.
 - ✚ SOCIÉTÉ FRANÇAISE POUR L'ÉTUDE ET LA PROTECTION DES MAMMIFÈRES (SFPEM). Le Campagnol amphibie. Disponible en ligne sur : <http://www.sfepm.org/Campagnolamphibie.htm> (consulté en juillet 2012).
 - ✚ UNION INTERNATIONALE POUR LA CONSERVATION DE LA NATURE (UICN). *Arvicola sapidus*. Disponible en ligne sur : <http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/2150/0> (consulté en juillet 2012).
 - ✚ RIGAUX P. & CHARRUAU P. (2007). Le Campagnol amphibie *Arvicola sapidus* dans le bassin versant de la Sioule (Allier, Puy de Dôme et Creuse). Etat de la population, influence de facteurs naturels et anthropiques et apport général à l'étude des populations. Groupe mammalogique d'Auvergne. Rapport d'étude. 55 pages.
 - ✚ RIGAUX P. & CHRISTIANNE L. (2008). Le Campagnol amphibie *Arvicola sapidus* dans le bassin versant de la Sioule (Allier, Puy-de-Dôme, Creuse) : suivi 2008. Groupe mammalogique d'Auvergne. Rapport d'étude. 13 pages.
 - ✚ RIGAUX P., CHALBOS M., AUVITY F., BRAURE E. & TROUILLET S. (2009a). Éléments sur la densité locale et l'utilisation de l'espace du Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) : exemple de trois sites en Auvergne. Groupe mammalogique d'Auvergne. 23 pages.
 - ✚ RIGAUX P., CHALBOS M., AUVITY F., TROUILLET S., CHRISTIANNE L., BARTALUCCI A.-L. & BRAURE E. (2009b). Trois années de suivi du campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) dans le bassin versant de la Sioule (Puy-de-Dôme, Allier, Creuse). Groupe mammalogique d'Auvergne. 16 pages.
 - ✚ NOBLET J.-F. (2012). Sauvons le Campagnol amphibie. Le Courrier de la nature. Numéro 267. Pages 30-35.
 - ✚ NOBLET J.-F. (2005). Sauvons le Campagnol amphibie. Nature & Humanisme. 22 pages.
 - ✚ NOBLET J.-F. (2008). La situation du Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) dans les Alpes de Haute-Provence. Nature et Humanisme. 20 pages + annexes.
 - ✚ SORDELLO R. (2012). Synthèse bibliographique sur les traits de vie du Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus* Miller, 1908) relatifs à ses déplacements et à ses besoins de continuités écologiques. Service du patrimoine naturel du Muséum national d'Histoire naturelle. Paris. 10 pages.

- ✿ Churchfield, S. (1991). Insectivores: order Insectivora, family Soricidae (shrews). Dans G. Corbet, & S. Harris (Éds.), *The handbook of British mammals* (pp. 19-80). Oxford: Blackwell Scientific Publications Ltd.
- ✿ French, B., Mezquita, F. & Griffiths, H. (2001). Habitat variables affecting the occurrence of *Neomys fodiens* (Mammalia, Insectivora) in Kent, UK. *Folia Zoologica*, 50 (2), pp. 99-105.
- ✿ Greenwood, A., Churchfield, S. & Hickey, C. (2002). Geographical distribution and habitat occurrence of the Water Shrew (*Neomys fodiens*) in the Weald of South-East England. *Mammal Review*, 32, pp. 40-50.
- ✿ Lardet, J. (1988). Spatial-behavior and activity patterns of the water shrew *Neomys fodiens* in the field. *Acta Theriologica*, 33, pp. 293-303.
- ✿ Shillito, J. (1963). Field observations on the Water shrew (*Neomys fodiens*). *Proceedings of the Zoological Society of London*, 14, pp. 320-322.
- ✿ The Effect of Supplementary Food on a Population of Wood Mice (*Apodemus sylvaticus*), J. R. Flowerdew. *Journal of Animal Ecology*. Vol. 41, No. 3 (Oct., 1972), pp. 553-566
- ✿ Movement, Activity and Distribution of the Small Rodents *Clethrionomys glareolus* and *Apodemus sylvaticus* in Woodland, Jiro Kikkawa. *Journal of Animal Ecology*. Vol. 33, No. 2 (Jun., 1964), pp. 259-299
- ✿ Arable habitat use by wood mice (*Apodemus sylvaticus*).2. Microhabitat, T. E. Tew*, I. A. Todd and D. W. Macdonald, *The Zoological Society of London*. 29 January 1999.
- ✿ The foods eaten by wood mice (*Apodemus sylvaticus*) and bank voles (*Clethrionomys glareolus*) in Wytham Woods, Berkshire. CHS Watts - *The Journal of Animal Ecology*, 1968 - JSTOR
- ✿ -DUPUY et al. Suivi par piégeages de 6 espèces de micromammifères dans la Réserve Naturelle Nationale du Val d'Allier. In Ipo-auvergne[en ligne]. Mis à jour le 03/02/2009, [consulté le 22/10/2012]
- ✿ -FAYARD A, 1974. Contribution à la connaissance des micromammifères dans la Réserve de Dombes Eco-Ethologie du Mulot et du Campagnol Roussâtre. Thèse universitaire, 79 p.

Clés de détermination de crâne de micromammifères :

- ✿ LAURENT COUZI (2011) « Identifier les petits mammifères non volants » 26 pages ; LPO Aquitaine.
- ✿ CHRISTIAN ROLLAND (2008) « Clé d'identification des micro-mammifères de Rhône-Alpes », 54 pages ; CORA Faune Sauvage.

Sitographie

Consultés en Janvier et Février 2015 :

- ❏ <http://fondation-pierre-verots.com>
- ❏ <http://www.grand-parc.fr/>
- ❏ <http://rhone-alpes.lpo.fr>
- ❏ <http://inpn.mnhn.fr>
- ❏ www.pronatura.ch
- ❏ <http://www.sfepm.org>
- ❏ <http://www.marchelibre.be>
- ❏ <http://www.geoportail.gouv.fr>
- ❏ <http://www.iucnredlist.org>
- ❏ <Http://www.faunaeur.org>

Consultés en Mars et Avril 2015 :

- ❏ <http://www.iucnredlist.org/details/29658/0>
- ❏ http://www.zoogdierenwerkgroep.be/sites/default/files/zwg/watershrew_booklet.pdf
- ❏ <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000327373>
- ❏ www.faune.rhone.org
- ❏ http://lahulotte.fr/courrier_muscardin4.php
- ❏ <http://www.zoogeo.ulg.ac.be>
- ❏ www.faune-paca.org
- ❏ <http://mammiferes.free.fr>
- ❏ http://www.ladrome.fr/sites/default/files/inventaire_mammiferes_ambel.pdf