

4 & 5 mars 2023
à Bourges

3^{èmes} Rencontres Nationales PETITS MAMMIFÈRES



Directeur de publication pour ce numéro : François Leboulenger

Comité d'organisation et de rédaction : François Leboulenger (SFEPM), Dominique Pain (SFEPM) et Hélène Dupuy (SFEPM)

Mise en page du document : Olivier Clavaud, Osmerly, Cher

Photographie de couverture : Charles Lemarchand - Hérisson d'Europe

Imprimerie Doc Images - 49 Route de Berry Bouy, 18230 Saint-Doulchard - papier PEFC

Citation du document :

Leboulenger F., Pain D. & Dupuy H. (coords), 2025. Actes des 3^{èmes} Rencontres nationales Petits Mammifères. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, 4-5 mars 2023, Bourges, France. *Arvicola*, numéro spécial, 136p.

Bibliographie et architecture des articles de ce n° d'*Arvicola*

Dans un souci de temps et tout en sachant que cela ne correspond pas à la politique des anciens numéros d'*Arvicola*, nous n'avons pas harmonisé les bibliographies entre les articles, nous les avons reprises telles qu'elles nous ont été transmises. De la même façon, certains articles nous ont été transmis sans résumé et/ou mot clé et nous les avons mis en page tels quels.

3^{èmes} Rencontres Nationales PETITS MAMMIFÈRES

4 & 5 mars 2023
à Bourges

Muscardin © Jean-Michel Bompar



C'est un grand plaisir pour nous quatre, coanimateurs du groupe de travail Petits Mammifères de la SFEPM, d'écrire l'éditorial de présentation des Actes des 3èmes Rencontres nationales dédiées à cette catégorie de mammifères, tenues les 4 et 5 mars 2023 au Muséum de Bourges. Ainsi, au fil du temps il se confirme que ces Rencontres s'inscrivent dans la durée à fréquence bisannuelle, conformément à l'objectif que s'étaient fixé les initiateurs de l'événement suite à la relance du groupe de travail en 2016. Après l'épisode tendu de la pandémie de covid 19, qui nous avait contraints en 2021 à organiser les 2èmes RNPM en visioconférence, sous forme d'un webinaire d'une seule journée, se retrouver de nouveau à Bourges en présence physique sur un week-end a constitué une indéniable satisfaction, même si la taille de l'amphithéâtre du Muséum limite le nombre de participants.

Ces Rencontres ont de nouveau été marquées par la diversité des thématiques abordées, peut-être même accrue au regard des deux premières éditions, et nous remercions de nouveau tous les intervenants pour le riche programme qu'ils nous ont permis d'élaborer.

La diversité des structures intervenantes constitue aussi un important motif de satisfaction. Si les associations régionales et nationales, dont la SFEPM, ont assuré une part majeure des communications, les chercheuses et chercheurs universitaires et du MNHN ont été bien présents, de même que les organismes d'État (ONF, EDF) ou territoriaux (Muséum de Nice).

Pour leur 3^{ème} édition, ces Rencontres ont pris une dimension européenne, ce qui ne peut que nous réjouir, avec une communication sur les diverses chausse-trappes du barcoding, apportée de Suisse, et une autre sur la bioacoustique des petits mammifères, délivrée en visioconférence depuis l'Angleterre. L'appropriation de cette approche méthodologique pour les inventaires de petits Rongeurs et Eulipotyphles, peu développée jusqu'à présent contrairement à son utilisation intensive pour les Chiroptères, est probablement amenée à progresser à l'avenir, sous réserve des possibilités d'identification sans ambiguïté d'au moins certaines espèces, ce qui

semble pouvoir être le cas pour le Muscardin et le Rat surmulot.

Une session dédiée au seul Hérisson d'Europe, comportant quatre communications, a permis d'aborder plusieurs thèmes très différents concernant cette espèce, depuis les aspects scientifiques de la dynamique des populations jusqu'à des actions de facilitation de circulation en milieu urbain et périurbain, en passant par la tentative de recensement au niveau national et les aspects sanitaires et de contamination par divers polluants.

Plusieurs communications ont permis d'illustrer l'intérêt et l'efficacité des collaborations entre associations mammalogiques et chercheurs universitaires ou du MNHN. Ainsi, des problématiques régionales peuvent pour leur exploration bénéficier de moyens scientifiques et techniques de laboratoires. Ces liens concernent notamment les approches faisant appel à la génétique moléculaire mais également à la morphométrie. Cette coopération productive entre naturalistes et chercheurs s'avère également incontournable dans la réalisation du programme « Espèces cryptiques » initié par la SFEPM, qui a fait l'objet tout au long des Rencontres d'une collecte de spécimens, qui devaient par la suite rejoindre différents laboratoires (Lyon, Dijon, MNHN) pour analyse.

Bien que la notion de Petits Mammifères ne concerne a priori que des Eulipotyphles et des Rongeurs, pour la première fois, les plus petits Carnivores ont été intégrés dans le programme des Rencontres via un atelier dédié aux méthodes de recensement de la Belette et de l'Hermine.

En point d'orgue de ces Rencontres, dans le cadre d'une table ronde, nous avons pu présenter la version bien aboutie, sinon finalisée, du premier guide méthodologique pour l'étude des petits mammifères, fruit d'un travail collectif auquel ont contribué des membres d'associations régionales de même que des mammalogistes indépendants. La première version de ce guide a depuis été mise en ligne sur le site de la SFEPM à la toute fin de 2023.

Si ce bilan est particulièrement enthousiasmant et motivant, nous exprimons néanmoins le regret qu'aucune communication n'ait de nouveau, comme en 2021, concerné les petits mammifères des départements et territoires d'outre-mer alors qu'une présentation leur avait été consacrée lors de la première édition des Rencontres. Même si cette catégorie faunistique n'est pas particulièrement bien représentée dans les DROM-COM, hormis la Guyane, elle rassemble des formes originales que nous ne devons pas ignorer et qui seront prises en compte dans les futurs volumes de l'Atlas des Mammifères de France, dont la SFEPM a maintenant la charge.

Puisque ces Actes sont une publication, nous tenons bien évidemment en tout premier lieu à fortement remercier les auteurs des articles qui, après avoir communiqué oralement sur leurs travaux lors des Rencontres, ont fait l'effort de consigner par écrit leur problématique, les méthodologies mises en œuvre et les résultats obtenus pour qu'à la fois en soit conservée une trace concrète, les remettre en mémoire des participants au colloque et en faire bénéficier ceux qui n'ont pu venir à Bourges en 2023.

Pour ce qui est de l'organisation,

un **MERCI** tout particulier est adressé à Dominique Pain, chargée de communication et de la vie associative à la SFEPM pour son soutien sans faille dans la durée, ses prises d'initiatives judicieuses, son sens des relations humaines et plus globalement ses immenses qualités fort précieuses pour nous qui organisons à distance. Nous remercions aussi vivement les membres de l'équipe de la SFEPM pour leur implication dans l'organisation et le déroulement pratique des Rencontres.

Pour terminer, nous vous souhaitons bonne lecture des articles rassemblés dans ce numéro spécial de la revue Arvicola, à valeur d'Actes des 3^{èmes} Rencontres nationales Petits Mammifères, organisées par la SFEPM.

*Hélène Dupuy, Fabrice Darinot,
François Leboulenger & Thomas Ruys,
animateurs du Groupe de Travail
Petits Mammifères de la SFEPM*



Crocitude leucode © Christian König

Etude de la Crocidure leucode (*Crocidura leucodon*) par la méthode des tubes-capteurs d'indices et analyse de la détection des autres espèces de micromammifères

Franck SIMONNET ¹, Meggane RAMOS ¹, Lucie GOLFIER ¹, Marine IHUEL ³, David MENANTEAU ³, Aline BIFOLCHI ⁴, Chloé BADUEL ², Christine FOURNIER-CHAMBRILLON ², Pascal FOURNIER ², Adrien ANDRE5 & Thomas LE CAMPION ¹

¹ Groupe Mammalogique Breton, Maison de la rivière, 29450 SIZUN, France

² GREGE, Groupe de Recherche et d'Etude pour la Gestion de l'Environnement

³ Lannion Trégor Communauté - Réserve Naturelle Régionale des landes, prairies et étangs de Plounérin

⁴ Association de mise en valeur des sites naturels de Glomel

⁵ Laboratoire de Génétique de la Conservation - Université de Liège

franck.simonnet@gmb.bzh

Résumé

Dans l'optique de mieux détecter la Crocidure leucode (*Crocidura leucodon*) et d'acquérir des informations sur ses préférences en matière d'habitats, la méthode des tubes-capteurs a été testée dans quatre secteurs sélectionnés pour la plus forte présence de l'espèce parmi les restes osseux identifiés dans les pelotes de réjection d'Effraie des clochers. Différentes modalités de mise en œuvre ont été testées et différents paramètres analysés : durée de pose, relevé intermédiaire ou non, appâts, saison, disposition, etc.

La Crocidure leucode a été détectée sur trois des quatre secteurs d'étude et sur sept lignes sur 35. Ce taux de détection est discuté et les sept sites fréquentés font l'objet d'une brève description.

Neuf autres espèces de petits Mammifères ont été détectées. L'intérêt de la méthode comme outil d'inventaire de l'ensemble de ce cortège est discuté.

Mots-clés : Crocidure bicolore, *Crocidura leucodon*, tubes-capteurs, micromammifères, ADN, habitats, modélisation, distribution, Bretagne

Introduction

La Crocidure leucode, ou bicolore (*Crocidura leucodon*), figure parmi les espèces de Mammifères les plus menacées de Bretagne. Classée « vulnérable » dans la liste rouge régionale (Simonnet *et al.* 2017), elle a connu une régression de son aire de répartition depuis la fin du XX^e siècle (fig. 1) et ses populations s'avèrent aujourd'hui isolées de celles du reste du territoire métropolitain (Rolland 2015). A l'échelle nationale, elle est classée « quasi-menacée » et des signes de régression sont notés dans plusieurs régions (Leboulenger 2019).

Une modélisation de la distribution (Guisan *et al.* 2017) a permis de dresser une carte de probabilité de présence de l'espèce en Bretagne (fig. 2) et de mettre en évidence les facteurs structurants le plus sa répartition à l'échelle du paysage (Le Campion *et al.* 2021). Il s'agit prioritairement de deux variables climatiques et du caractère forestier du paysage, et secondairement du caractère humide des habitats. La probabilité de présence

de l'espèce augmente, selon cette analyse, avec le niveau des précipitations annuelles et diminue lorsque les températures moyennes annuelles sont situées au-delà de 11,5 °C. En outre, elle augmente avec la densité en boisements dominés par les feuillus et la densité en écotones arborés (haies, lisières, ripisylves), ainsi que la densité de marais, et le caractère inondable.

Ces résultats concordent avec les éléments connus ou pressentis à partir de l'analyse de crânes issus de pelotes de réjection dans le nord-ouest de la France qui constitue l'extrémité occidentale de son aire de répartition. Dans l'Atlas des Mammifères de France de 1984, Saint-Girons signale qu'elle est retrouvée dans les pelotes d'effraies des clochers chassant dans les milieux humides et capturant également *Sorex minutus* et *Neomys fodiens*. Elle mentionne le bocage humide et les forêts « à plusieurs étages de végétation » comme semblant être ses milieux de prédilection dans l'Ouest (Fayard 1984). En Normandie, l'espèce montre une affinité pour les boisements, leurs lisières ou leurs abords (Rideau *et al.* 2021), tandis

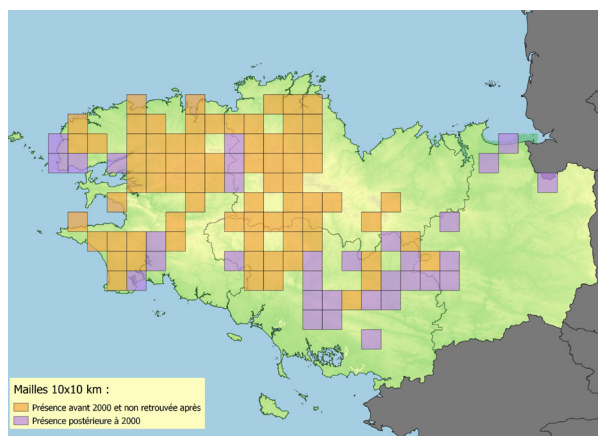


Figure 1. Evolution de la répartition de la *Crocidure leucode* en Bretagne depuis la fin du siècle dernier

qu'un rôle refuge de ces milieux a été noté dans l'Indre (Indelicato 2002). En Maine et Loire, elle fréquente les forêts humides du Baugeois et le bocage alentour (Heugas 2023). Enfin, en Bretagne, l'espèce est plus fréquemment consommée par l'Effraie des clochers dans les secteurs présentant un bocage dense, des bosquets, des boisements rivulaires et des lisières forestières, ainsi qu'une proximité de zones humides (Rolland 2015). Les différents auteurs indiquent que cette préférence pour des milieux boisés pourrait constituer une conséquence de la compétition exercée par la *Crocidure mussette* (*Crocidura russula*). Dans le reste de son aire de répartition, le panel de ses habitats est large, des milieux agricoles en Europe centrale et en Italie aux habitats anthropisés (maisons et jardins) dans les zones les plus septentrionales (Pologne, Allemagne), en passant par les milieux steppiques en Russie ou montagneux en Anatolie (Krapp 1999, Shenbrot 2021). L'attrait pour les milieux humides est également signalé dans l'est de son aire de répartition, en Russie, dans les Balkans et en Anatolie (Krapp 1999, Shenbrot 2021).

Tableau 1. Principales caractéristiques des secteurs d'étude

* Abondance relative de *C. leucodon* parmi les musaraignes consommées par l'Effraie des clochers dans les lots de pelotes de réjection collectés après 2005 dans un rayon de 5 km et contenant au minimum 30 *Soricidés*

Secteur	Type de gestion	Paysages et habitats dominants	Abondance relative*
Monts d'Arrée	Fauche et pâturage bovin (espaces privés)	Landes, Bocage dense et Bois	15,2 % (2 sites)
Avaugour	Forêt départementale (ENS)	Massif forestier	4,8 % (4 sites)
Plounérin	Gestion patrimoniale (Réserves Naturelles Régionales)	Landes, prairies et boisements humides	22,9 % (1 site)
Glomel			2,5 % (5 sites)

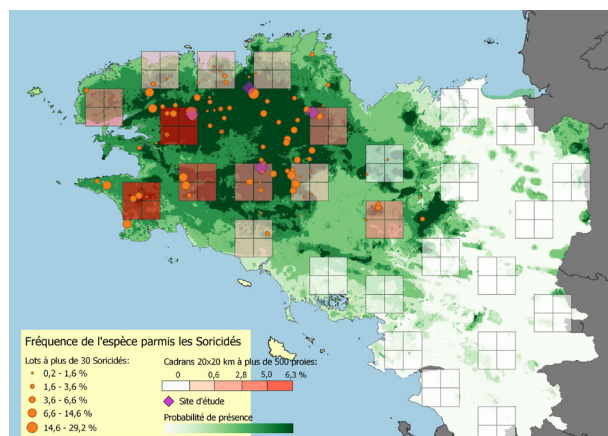


Figure 2. Probabilité de présence et fréquence de la *Crocidure leucode* parmi les Musaraignes consommées par l'Effraie des clochers et localisation des sites d'étude

L'espèce est presque exclusivement inventoriée grâce à l'analyse de pelotes de réjection d'Effraie des clochers (96,7 % des observations de l'Atlas des Mammifères de Bretagne). Cette méthode ne permet pas d'obtenir des informations précises sur les habitats préférentiels de l'animal, informations indispensables pour imaginer des mesures de préservation. Dans le but d'acquérir des localisations précises de l'espèce, plusieurs méthodes de détection sont envisagées (Le Campion & Simonnet 2021), dont la pose de tubes-capteurs de matériel biologique.

Matériel et Méthodes

Aire d'étude

De 2020 à 2022, cette méthode a été testée dans quatre secteurs (fig. 2) où la fréquence de la *Crocidure leucode* parmi les proies de l'Effraie des clochers est plus élevée que la moyenne régionale (tab. 1). Celle-ci s'élève à 1,4 % des musaraignes capturées dans les carrés de 20x20 km où l'espèce est présente et où plus de 660 proies ont été analysées (Le Campion *et al.* 2021 ; Simonnet 2015).

Tableau 2. Principales caractéristiques des sessions de pose

Secteur	Session	Relevé intermédiaire	Réappât	Remarques
Monts d'Arrée	Juillet 2020	Oui	Non	
	Octobre 2020	Non	-	Fortes précipitations
Avaugour	Juillet 2021	Oui	Non	7 lignes et déplacement de 3 lignes par rapport à la session d'automne
	Octobre 2020	Non	-	
Plounérin	Juillet 2021	Oui	Oui	
	Octobre 2021	Oui	Oui	
Glomel	Juillet 2022	Oui	Non	Fortes chaleurs en 1 ^{ère} semaine
	Octobre 2022	Oui	Non	Fortes précipitations en 2 ^{ème} semaine

Types de tubes, pose et relevé

Le principe d'une combinaison (Fournier-Chambrillon *et al.* 2020) de tubes-capteurs de fèces élaborés pour les Crossopes (*Neomys sp.*) (Carter & Churchfield 2006) et de pièges à poils (Suckling 1978, Chiron *et al.* 2018) a été retenu pour cette étude. Les tubes-capteurs de fèces (TF) sont en PVC, de section rectangulaire (40x40 mm), de 20 cm de long, tapissés de graviers retenant les fèces et limitant leur piétinement (Bout *et al.* 2012). Les tubes-capteurs de poils (TP) sont en PVC, de section ronde et équipés d'une plaquette munie d'un scotch, facilement amovible (Fournier-Chambrillon *et al.* 2020). Dans le but d'optimiser la détection des musaraignes, des asticots seuls ont été utilisés comme appâts (placés dans un pochon de gaze), la longueur des tubes-capteurs de poils a été allongée à 20 cm et leur diamètre limité à 4 cm (diamètre interne 35 mm). En effet, la hauteur de captation des poils influe sur les espèces détectées (Chiron *et al.* 2018). Deux largeurs de plaquettes ont été testées, 24 et 30 mm. Ainsi, une fois la plaquette disposée, la hauteur « praticable » est respectivement de 22 et 25 mm. Tosatto *et al.* (2013) notent une meilleure captation des Crocidures pour des tubes de 21 et 28 mm que de 37 mm.

Sur chaque secteur d'étude, 8 lignes de 20 tubes (10 de chaque type) et de 100 ou 200 m de long ont été disposées dans des milieux supposés propices à l'espèce tels que les boisements, lisières, prairies ou milieux humides, de préférence exposés au nord. Plusieurs agencements de tubes ont été testés (les deux types couplés ou en alternance, espacements de 5, 10 ou 20 mètres). Deux sessions de pose ont eu lieu, sur chaque site, l'une en été, l'autre en automne (tab. 2). Les tubes ont été relevés deux semaines après leur pose, avec relevé intermédiaire au terme d'une semaine, excepté lors de deux sessions. Lors du relevé intermédiaire, les appâts ayant été

consommés ont été remplacés ou non. Sur les secteurs de Glomel et de Plounérin, les deux types de plaquettes ont été posés en alternance.

Au total, 35 lignes ont fait l'objet de poses et 110 relevés ont été effectués pour 63 lignes-sessions. Déduction faite des tubes inefficaces (renversés, disparus ou mal posés), l'effort de capture peut être exprimé en 1 253 tubes-semaines pour les tubes-capteurs de fèces et 1 250 pour les tubes-capteurs de poils.

Les tubes-capteurs ont été disposés au sol, en conditions de stabilité, les ouvertures en contact direct avec le substrat, le long des éléments structurants des déplacements des micromammifères (branches, troncs, pierres...), ceux-ci de préférence en contact avec les éléments paysagers facilitant leur déplacement (buissons, fourrés, murets, berges...) et au maximum sous un couvert végétal. Le port de gants à usage unique a été adopté pour la manipulation des tubes (préparation, pose, relevé) à partir d'octobre 2020, et ces protections ont été remplacées à chaque changement de ligne lors des relevés afin d'éviter les pollutions génétiques et de limiter le dépôt d'odeurs potentiellement répulsives pour les micromammifères.

Les plaquettes présentant des poils ont été conditionnées au sec dans des enveloppes en papier après avoir recouvert la partie adhésive de la protection initiale, avant prélèvement. Les fèces ont été conditionnées dans l'alcool 90° non modifié.

Le matériel collecté a été regroupé par nature (fèces ou poil), par ligne et par relevé pour l'analyse moléculaire. Celle-ci a été effectuée par amplification et séquençage à haut débit de courts fragments très variables du gène cytochrome oxydase 1 (CO1) qui permet d'identifier la majorité des espèces de vertébrés. Les séquences d'ADN obtenues après amplification sont ensuite comparées, grâce à des outils bio-informatiques, aux séquences

Tableau 3. Détection de la Crocidure leucode par secteur, session et type de tube

Secteur	Lignes positives	Session	Tube-capteur	Semaine
Monts d'Arrée	Ligne 3	Eté	Poils	Semaine 2
	Ligne 4	Eté	Fèces	Semaine 2
		Automne	Fèces + Poils	
	Ligne 6	Eté	Fèces + Poils	Semaines 1 & 2
-	Ligne 7	Eté	Fèces	Semaine 2
Avaugour	Pas de détection			
Plounérin	Ligne 7	Automne	Fèces	Semaine 2
	Ligne 8	Eté	Fèces	Semaine 1
		Automne	Fèces + Poils	Semaines 1 & 2
Glomel	Ligne 3	Automne	Poils	Semaine 1

publiques de la base de données BOLD, ainsi qu'aux séquences de la base de données privée du laboratoire GeCoLab. L'ensemble de ces résultats est ensuite analysé (espèces identifiées, nombre de séquences, pourcentages de similitude), afin de produire une liste des espèces détectées dans chaque échantillon.

Afin d'évaluer l'efficacité de la méthode et notamment de comparer les sessions et relevés, deux variables ont été calculées :

- le taux de captation : pourcentage de tubes ayant capté le matériel cible, une fois retranchés les tubes rendus inefficaces (renversés, disparus, non amorcés...)
- le nombre moyen d'espèces de micromammifères ou de Soricidés détectées par ligne et par session ou par relevé.

Ces paramètres d'efficacité ne semblent pas comparables (Le Campion *et al.* 2021) entre les différents modes de disposition des tubes appliqués (alternance/couplage, distance) car ils n'ont pas été utilisés dans des conditions similaires (périodes, années, sites, habitats).

Résultats

Détection de la Crocidure leucode

La Crocidure leucode a été détectée sur sept lignes de trois secteurs et à neuf reprises. La détection a eu lieu aux deux saisons sur deux lignes, uniquement en été sur trois et uniquement en automne sur deux. Lorsqu'un relevé intermédiaire a été effectué, la détection a eu lieu la 2^{ème} semaine uniquement dans quatre cas de détection, la 1^{ère} semaine uniquement dans deux cas et lors des deux semaines dans deux cas (tab. 3). L'espèce a été détectée par les fèces à sept reprises et par les poils à cinq reprises. Sur deux lignes l'espèce n'a été repérée que grâce aux poils, sur deux autres uniquement que grâce aux fèces.

Captation de matériel

Le taux de captation moyen est de 55,8 % pour les tubes-capteurs de fèces et 41,6 % pour les tubes-capteurs de

poils. Il est plus faible en été qu'en automne pour chaque site et chaque type de tube, excepté pour les tubes-capteurs de fèces n'ayant pas fait l'objet d'un relevé intermédiaire en automne (fig. 3). Pour les secteurs ayant fait l'objet d'un relevé intermédiaire aux deux saisons (Plounérin et Glomel), le taux de captation des tubes-capteurs de fèces est supérieur en automne sur 11 relevés, égal sur quatre et supérieur en été sur un. Concernant les tubes-capteurs de poils, il y est supérieur en automne sur neuf relevés, égal sur trois et supérieur en été sur quatre.

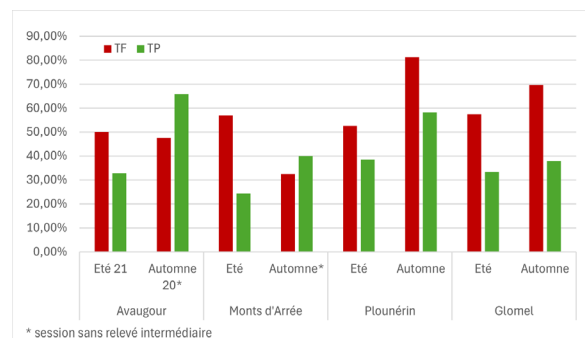


Figure 3. Comparaison du taux de captation de chaque type de tube entre les secteurs et les sessions

Concernant la largeur de la plaquette des tubes-capteurs de poils, il n'apparaît pas de différence probante dans le taux de captation. Sur les lignes de Glomel et de Plounérin, 43,8 % des tubes avec plaquette étroite ont capté du matériel contre 41 % des tubes avec plaquette large (donc hauteur de captation plus basse). Selon la session et le secteur, une catégorie ou l'autre montre un taux supérieur.

Notons par ailleurs que, au terme de deux semaines de pose, sur 624 tubes-capteurs de poils, 82 d'entre eux, soit 13,1 %, ont permis la collecte de fèces. Il n'est en particulier pas rare que les fèces soient déposées sur les tubes-capteurs des deux types, ceux-ci étant vraisemblablement utilisés comme supports de marquage. Il n'apparaît pas de différence probante des taux de captation entre la 1^{ère} et la 2^{ème} semaine : les taux moyens

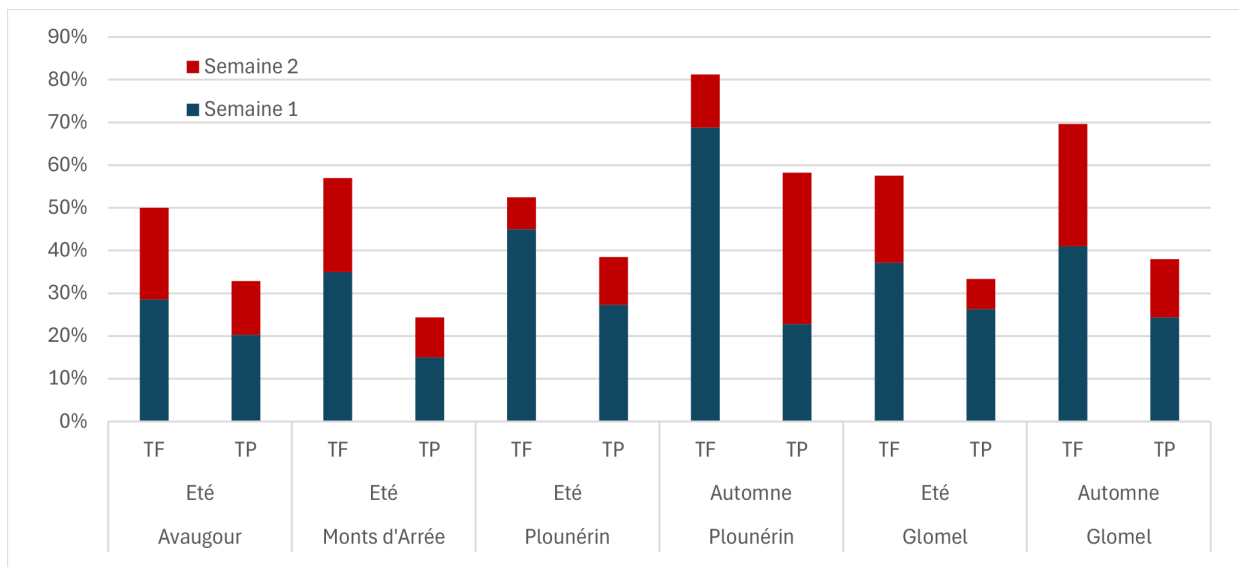


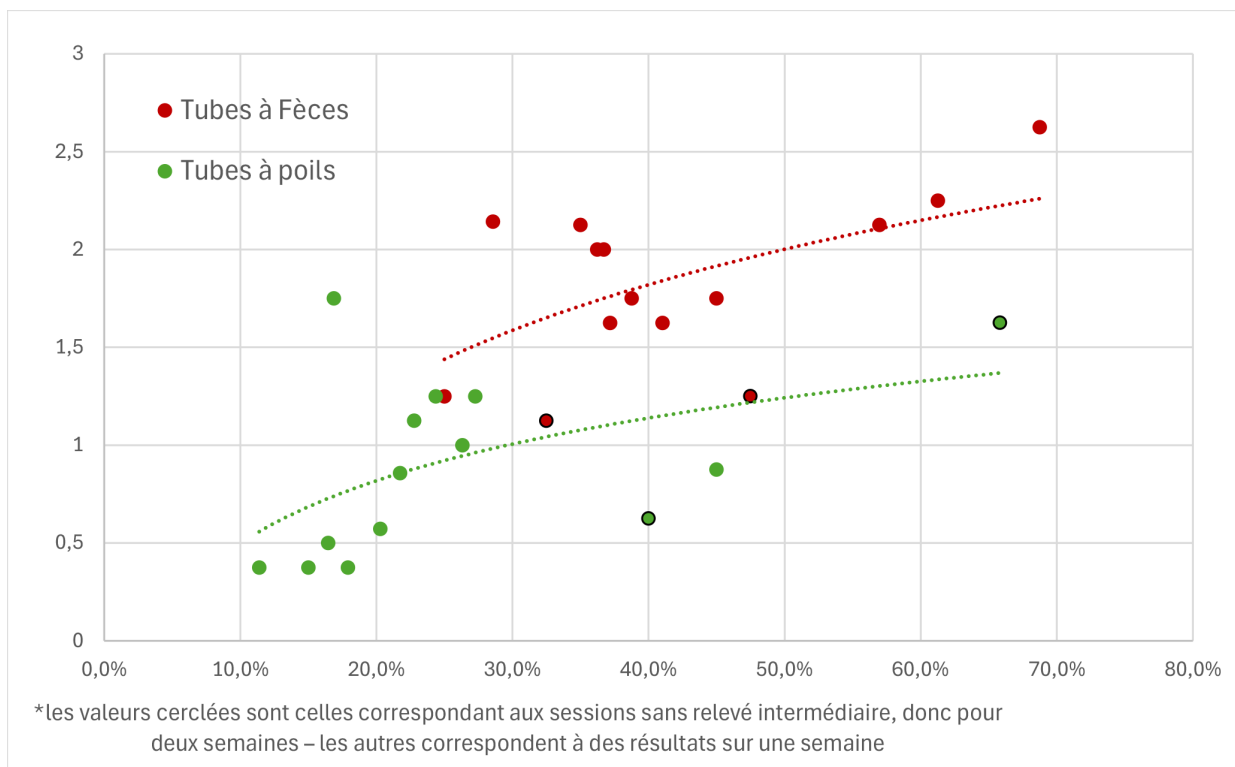
Figure 4. Progression du taux de captation entre la semaine 1 et le terme des deux semaines cumulées

sont très proches (respectivement 42,6 % et 42,5 % pour les tubes-captateurs de fèces et 22,7 % et 21,6 % pour les tubes-captateurs de poils) et il n'apparaît pas non plus de patron systématique : pour les tubes-captateurs de fèces quatre sessions sur six présentent un meilleur taux la 2^{ème} semaine et pour les tubes-captateurs de poils quatre sessions sur six présentent un meilleur taux la 1^{ère} semaine. En revanche, les taux cumulés de captation augmentent nettement entre la 1^{ère} semaine et le terme des deux semaines, progressant en moyenne de 49,5 % pour les tubes-captateurs de fèces et de 67,2 % pour les tubes-captateurs de poils (Fig. 4).

Le taux de consommation des appâts par des micromammifères au terme des deux semaines est de 39,2 % (sur 1 251 tubes-captateurs). Cette consommation n'est pas nécessairement liée à la collecte de matériel biologique : 37,6 % des consommations d'appât par un micromammifère n'étaient pas associées à la captation de matériel et 50,4 % des captations ont eu lieu sans consommation de l'appât (sur 1 051 tubes-captateurs et au terme des deux semaines).

Relation entre les taux de captation et le nombre d'espèces détectées

Les taux de captation évoluent positivement avec le



*les valeurs cerclées sont celles correspondant aux sessions sans relevé intermédiaire, donc pour deux semaines – les autres correspondent à des résultats sur une semaine

Figure 5. Nombre moyen d'espèces détectées par site et par relevé en fonction du taux de captation et par type de tube

Tableau 4. Micromammifères détectés, fréquence de détection par ligne-session (n=63) et présence par ligne (n=35)

Espèce	Nombre de détections	%	Nombre de lignes de présence	%
<i>Apodemus sylvaticus</i>	42	66,7%	30	85,7%
<i>Clethrionomys glareolus</i>	40	63,5%	30	85,7%
<i>Sorex coronatus</i>	35	55,6%	25	71,4%
<i>Sorex minutus</i>	23	36,5%	20	57,1%
<i>Neomys fodiens</i>	14	22,2%	11	31,4%
<i>Crocidura russula</i>	10	15,9%	9	25,7%
<i>Crocidura leucodon</i>	9	14,3%	7	20,0%
<i>Microtus subterraneus</i>	6	9,5%	6	17,1%
<i>Micromys minutus</i>	2	3,2%	2	5,7%
<i>Microtus agrestis</i>	2	3,2%	2	5,7%

nombre d'espèces détectées (fig. 5). Cette relation n'est cependant pas ou peu significative : elle l'est au seuil de 5 % pour les tubes-capteurs de poils (coefficient de Spearman 0,6) mais pas pour les tubes-capteurs de fèces (coefficient de Spearman 0,4) selon un test de t.

Autres espèces détectées

Dix espèces de micromammifères ont été détectées (tab. 4), les cinq espèces de Soricidés potentielles du fait de leur aire de répartition et cinq espèces de Rongeurs, Muridés ou Cricétidés. Signalons par ailleurs la détection d'ADN d'espèces non ciblées : *Mustela nivalis*, *Arvicola sapidus*, *Erinaceus*

europaeus, *Myocastor coypus*, *Sus scrofa* et *Lutra lutra*.

Les tubes-capteurs de fèces ont permis de détecter davantage d'espèces que les tubes-capteurs de poils : le nombre moyen d'espèces détectées par ligne et par session est respectivement de 2,4 et de 1,3 pour chaque type. Cette constatation est valable pour chacune des 63 lignes-sessions, à deux exceptions près : les deux types de tubes ont capté le même nombre d'espèces pour la 2^{ème} semaine estivale à Glomel et les tubes-capteurs de poils ont capté davantage d'espèces lors de la session automnale d'Avaugour (sans relevé intermédiaire). Pour la quasi-totalité des espèces les

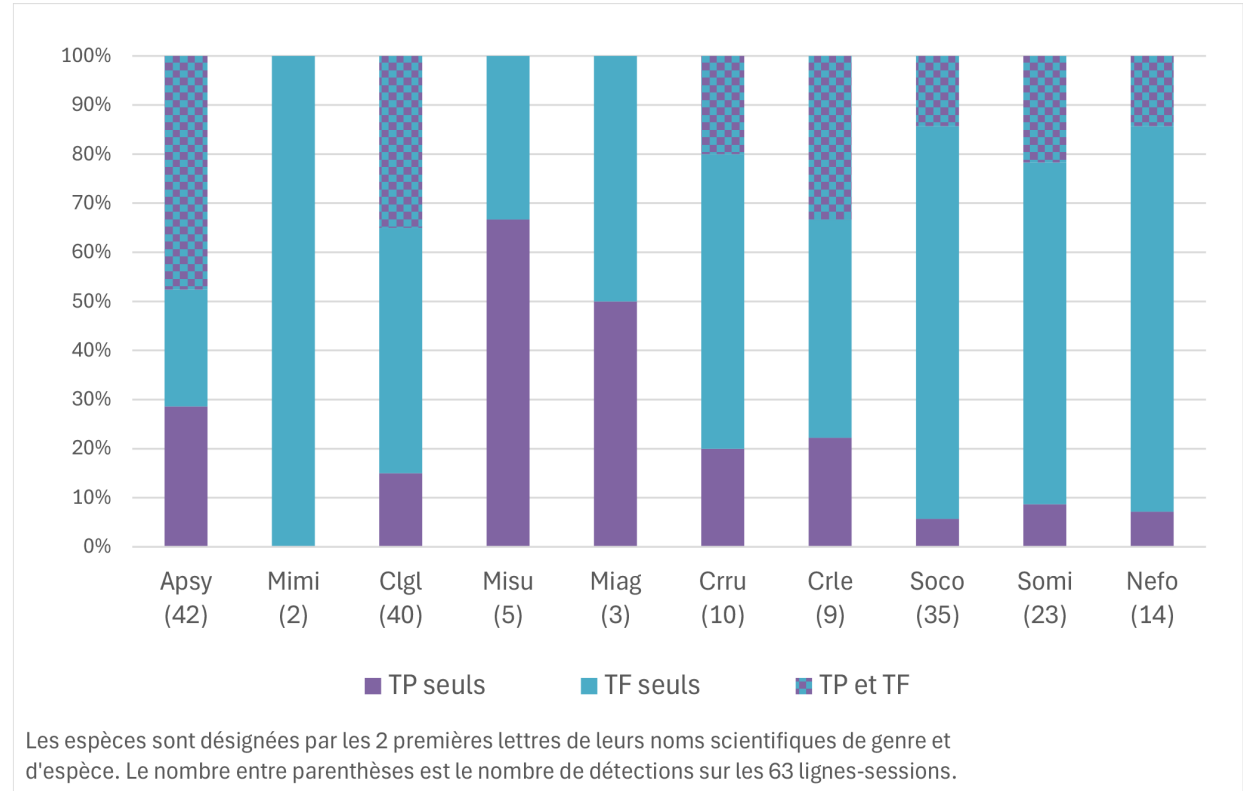


Figure 6. Part de chaque type de tube-capteur dans la détection de chaque espèce (sur 63 lignes-sessions)

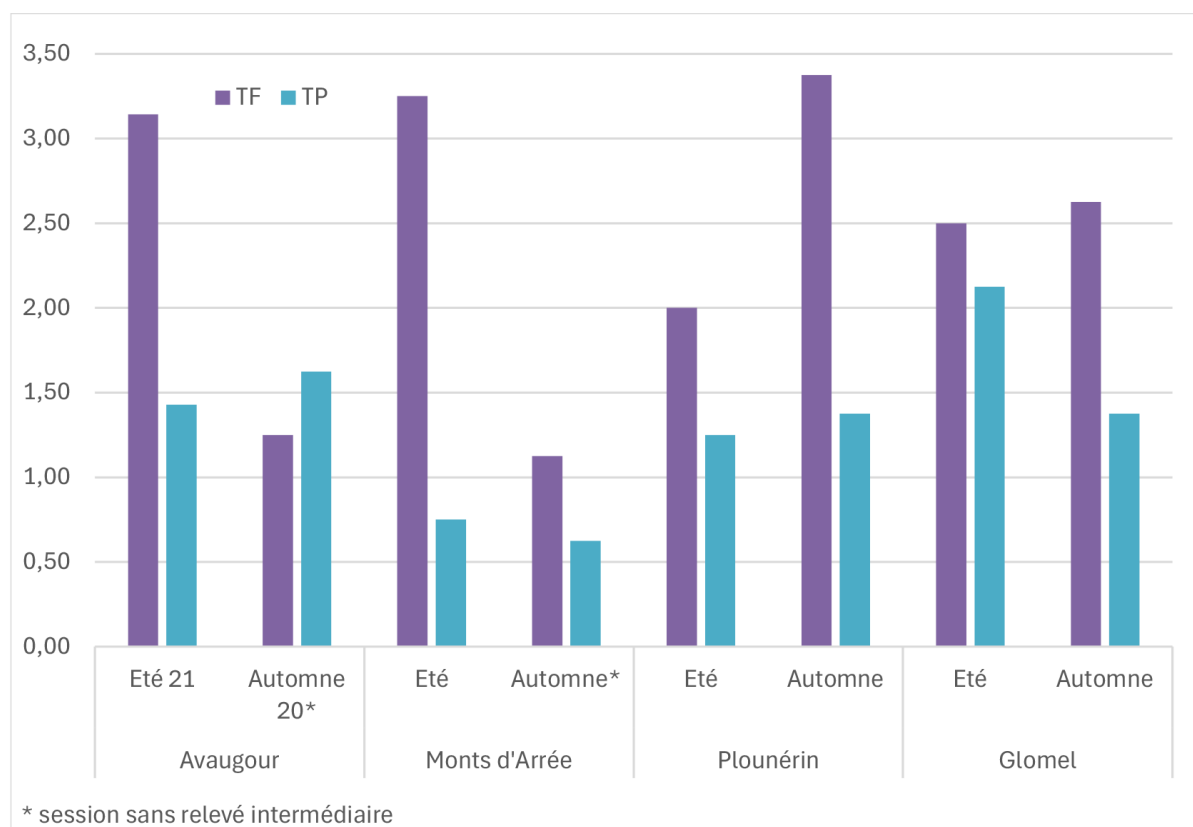


Figure 7. Comparaison du nombre moyen d'espèces détectées par ligne pour chaque type de tube entre les secteurs et les sessions

tubes-capturs de poils seuls ont néanmoins permis leur détection sur au moins une ligne-session (fig. 6). La combinaison des deux types de tubes permet d'atteindre 2,9 espèces par ligne-session.

Lorsqu'un relevé intermédiaire a été effectué, le nombre d'espèces détectées par secteur et par session a été supérieur en automne (fig. 7), à l'exception des tubes-capturs de poils à Glomel où la session automnale a subi de fortes précipitations.

Le nombre d'espèces détectées par chaque type de tube est légèrement supérieur la 1^{ère} semaine (respectivement 2 contre 1,9 pour les tubes-capturs de fèces et 0,9 contre 0,8 pour les tubes-capturs de poils) et c'est

le cas pour sept sessions sur 12 (en distinguant les types de tubes). En revanche, la combinaison des deux types de tubes permet des résultats comparables : chronologiquement 1,75 espèces contre 1,73. Ce nombre est supérieur la deuxième semaine sur quatre des six sessions. Enfin, le nombre d'espèces détectées augmente de 41 % lorsque les deux semaines de relevé sont cumulées. Le nombre d'espèces moyen passe ainsi de 2,3 à 3,3. La progression varie de 0 à 150 % selon les sessions et le type de tube (fig. 8). Concernant les Soricidés uniquement, le nombre d'espèces moyen par ligne et par session passe de 1,04 à 1,68, soit une progression de 61,5 %.

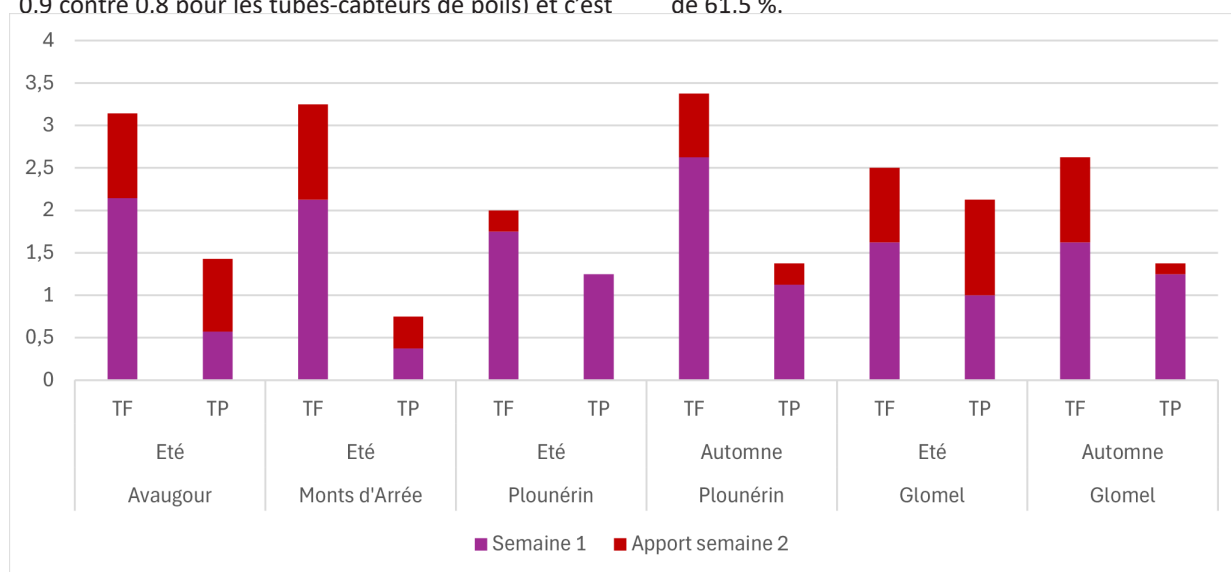


Figure 8. Progression du nombre moyen d'espèces détectées par ligne entre la première semaine et au terme des deux semaines cumulées.

Discussion

Détection de la *Crocidure leucode*

La *Crocidure leucode* a été détectée sur sept lignes sur un total de 35 lignes. La méthode s'est donc révélée globalement efficace pour repérer cette espèce dans des secteurs où elle est a priori bien présente. Cependant, nos résultats ne permettent pas de connaître ou d'évaluer le niveau de sensibilité des protocoles appliqués. Ainsi, il n'est pas possible d'affirmer que l'espèce est absente des lignes où elle n'a pas été détectée.

Il est intéressant de noter que l'espèce a été davantage détectée dans les secteurs Monts d'Arrée et Plounérin (respectivement cinq et trois des neuf détections par ligne et session) où l'espèce serait plus abondante d'après l'analyse de pelotes de réjection (tab. 1). Concernant le site d'Avaugour, nous ne sommes pas en mesure de savoir si l'absence de détection résulte d'un manque d'efficacité des protocoles appliqués ou d'une raréfaction voire d'une disparition de l'espèce.

Il est à noter que les deux types de tubes ont permis la détection et que quatre détections sur neuf n'ont eu lieu que par un seul type (deux de chaque). Par ailleurs, la deuxième semaine de pose a permis au moins quatre détections sur neuf. Enfin, sur cinq lignes sur sept la détection n'a eu lieu qu'à une seule saison. Ainsi, la combinaison des deux tubes semble, à ce stade, nécessaire et, tant la prolongation sur une 2^{ème} semaine que la réplication à deux saisons ont permis d'améliorer nettement la détection. Au vu de ces résultats, la question se pose de savoir si l'espèce aurait pu être repérée sur davantage de lignes si la durée de pose avait été prolongée, que ce soit par une 3^{ème} voire une 4^{ème} semaine ou par l'application du protocole lors d'une 3^{ème} session.

Habitats fréquentés par la *Crocidure leucode*

Les principales caractéristiques des habitats fréquentés (tab. 5, fig. 9) sont le caractère boisé systématique, le voisinage de prairies permanentes dans quatre cas sur sept, la présence d'humidité ou d'eau libre à proximité dans cinq cas et la présence systématique d'un encombrement au sol (couvert végétal herbacé dense, débris ligneux). Ces résultats sont donc concordants avec les éléments déjà rapportés dans la bibliographie et rappelés en introduction.

Cependant, les caractères arboré et humides ayant été recherchés pour la sélection des lignes, il convient d'examiner également les habitats où elle n'a pas été détectée :

- Monts d'Arrée : une lande humide, un talus mésophile, une prairie humide, un boisement mésophile
- Plounérin : deux landes mésophiles, un boisement mésophile, une lisière bois/prairie mésophile, une prairie humide
- Avaugour : 3 boisements humides, 3 boisements

mésophiles, une lisière bois/culture mésophile, une clairière mésophile

- Glomel : boisements humides, lisières et talus bordés de prairies humides et fossés

Nous pouvons noter que les landes et prairies échantillonnées à l'écart d'une lisière ou d'un talus boisé n'ont jamais fait l'objet de la détection de l'espèce. Par ailleurs, les habitats mésophiles n'ont majoritairement pas fait l'objet d'une détection (2 lignes positives pour 11 négatives). Enfin, les habitats présentant un moindre couvert végétal au sol (strate herbacée) n'ont pas permis la détection de l'espèce.

Signalons par ailleurs deux localisations supplémentaires obtenues à partir de l'analyse génétique de fèces collectées sans l'aide de tubes-capturs. Les habitats concernés sont de même type :

- un ourlet herbacé en bordure de prairie humide et de ripisylve dans l'Ouest du Finistère
- un boisement humide dans la Réserve Naturelle Régionale de Plounérin, entre les lignes 7 et 8.

Cohabitation avec les autres *Soricidés*

La Musaraigne couronnée (*Sorex coronatus*) est présente sur les sept lignes où la *Crocidure leucode* a été détectée, la Musaraigne pygmée (*Sorex minutus*) sur trois et la Crossope aquatique (*Neomys fodiens*) sur deux. La *Crocidure musette* (*Crocidura russula*) a également été détectée sur trois de ces sept lignes (lignes 3, 4 et 6 des Monts d'Arrée). Pour deux de ces trois lignes, la détection des deux espèces ne s'est jamais faite simultanément pour une même semaine. Pour la 3^{ème} (ligne 6), les deux espèces ont été détectées au cours des deux semaines de la session estivale. Ces résultats montrent une relative coexistence entre les deux espèces. Cependant, sur une même ligne de 100 ou 200 mètres de long, il est possible que des portions différentes ou des micro-habitats distincts (haut de talus versus fossé par exemple) soient utilisés.

Si l'on compare ces résultats d'association avec la fréquence de chacun des *Soricidés* sur les 35 lignes, la *Crocidure musette* et la Musaraigne couronnée sont plus fréquentes sur les sept lignes de présence de la *Crocidure leucode* tandis que la Musaraigne pygmée et la Crossope aquatique y sont moins fréquentes.

Détection des autres espèces

La méthode s'est avérée efficace pour inventorier les différentes espèces de Musaraignes. Le choix de l'appât et du diamètre des tubes à poils semble avoir permis de diminuer la fréquentation par le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*) et de limiter ainsi l'effet que cela peut avoir sur la détection des autres espèces.

Tableau 5. Principales caractéristiques des sites fréquentés

Secteur	Ligne	Habitat	Habitats prairiaux contigus	Présence de réseau hydrographique
Monts d'Arrée	3	Talus boisé	Prairie humide permanente	Ruisseau bordant le talus
	4	Talus boisé	Prairie mésophile permanente pâturée	
	6	Lisière forestière	Prairie mésophile permanente pâturée	
	7	Boisement rivulaire		Ruisseau à moins de 10 mètres
Plounérin	7	Talus boisé	Prairie humide fauchée	Fossé bordant le talus
	8	Boisement rivulaire		Ruisseau à moins de 10 mètre
Glomel	3	Boisement rivulaire		Ruisseau à moins de 10 mètres



Monts d'Arrée - ligne 3



Plounérin - ligne 8



Glomel - ligne 3

Figure 9. Photographies de sites fréquentés par l'espèce

La méthode s'est cependant avérée relativement efficace, malgré des appâts non adaptés, pour inventorier les petits Rongeurs. La détection du Mulot sylvestre et du Campagnol roussâtre (*Clethrionomys glareolus*) sur la grande majorité des lignes et la détection d'espèces difficiles à inventorier que sont le Campagnol souterrain (*Microtus subterraneus*) et le Rat des moissons (*Micromys minutus*) en témoignent. De plus, parmi les Cricétidés et les Muridés, ne manquent à l'inventaire que le Campagnol des champs (*Microtus arvalis*), très peu présent dans l'aire d'étude et la Souris domestique (*Mus musculus*), peu présente en milieu naturel dans cette région. Au vu de ces éléments et des habitats ciblés, il n'est pas surprenant de ne pas les avoir détectés.

La Musaraigne couronnée, Soricidé dominant en Basse-Bretagne (Simonnet 2015), a sans surprise été contactée sur près des ¾ des lignes. Les lignes où elle n'a pas été détectée sont globalement les plus humides. La Musaraigne pygmée a été détectée sur plus de la moitié des lignes, autant dans des habitats humides que mésophiles. Il n'apparaît pas de caractéristique particulière sur les sites d'absence de détection. La Crossope aquatique a été détectée essentiellement dans les boisements rivulaires et ripisylves (8 sites) ainsi que sur des talus boisés à proximité immédiate de prairies ou boisements humides. Seuls trois boisements humides n'ont pas fait l'objet de sa détection. Il est à noter que pour ces trois Soricinés, ce sont les tubes-capteurs de fèces seuls qui permettent la grande majorité des détections (fig. 6).

Pour les Crociduriné, les tubes-capteurs de poils amènent seuls 20 % des détections. La Crocidure musette a été détectée sur six des huit lignes du secteur Monts d'Arrée, y compris dans des habitats humides (lande et prairie). Seules les deux lignes situées à l'intérieur d'un boisement n'ont pas fait l'objet de sa détection. Dans les autres secteurs, elle a été détectée sur une lisière bois mésophile/culture, une lande mésophile et un boisement humide. Il est à noter que huit des dix détections de l'espèce ont eu lieu en été.

Soulignons par ailleurs que le Rat des moissons a été inventorié dans une lande et sur une lisière forestière en bordure de prairie permanente et que le Campagnol souterrain a été détecté sur six lignes dont cinq sont situées en milieu humide. Le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*) a été assez peu détecté au regard de certains habitats humides et prairiaux jouxtant les lignes de tubes. Les deux Campagnols du genre *Microtus* ont majoritairement été détectés grâce aux pièges à poils.

Aspects méthodologiques

Nos résultats en matière de captation de matériel biologique et d'espèces détectées montrent l'intérêt d'associer les deux types de tubes pour une meilleure détection du

cortège d'espèces comme de la Crocidure leucode spécifiquement, tout du moins pour une durée de pose telle que nous l'avons pratiquée. Par ailleurs, s'ils montrent une réelle amélioration du pouvoir de détection avec l'allongement de la durée de pose à deux semaines et avec le réplica à deux saisons différentes, ils ne permettent pas d'écarter l'hypothèse d'une détection encore accrue en allongeant la durée de pose et en multipliant les sessions. Il serait donc intéressant d'effectuer des tests en prolongeant la pose au-delà de deux semaines pour évaluer la durée à partir de laquelle le gain en espèces inventoriées (ou en détection de la Crocidure leucode) devient négligeable. Nos résultats lors des sessions n'ayant pas fait l'objet de relevé intermédiaire sont en revanche sans équivoque : un relevé tous les sept jours est nécessaire pour ne pas perdre en qualité de détection, en particulier pour les fèces. De plus, sans surprise, les aléas climatiques, en particulier les fortes précipitations altèrent les conditions de collecte des deux types de matériel et diminuent par conséquent l'efficacité.

Le temps de préparation, de pose et de relevé pour 8 lignes de tubes est de l'ordre de 5 jours. Un biais observateur peut être observé : des tests ont montré que la captation de matériel variait en fonction de la personne ayant effectué la pose. Une démonstration de la manière de poser les matériels permet d'atténuer ce biais.

La question de l'intérêt de l'appât reste en suspens. Comme d'autres études (Chiron *et al.* 2018), nos résultats ne démontrent pas un intérêt probant de celui-ci étant donné que sa consommation n'est pas systématiquement associée à la captation de matériel. Ils ne démontrent pas pour autant son inutilité d'autant qu'il peut jouer un rôle attractif sans être consommé. Cependant, dans une optique de gain de temps de préparation, il serait utile d'effectuer des tests de comparaison de taux de captation entre tubes appâtés et non-appâtés dans des conditions comparables (même site, même période). Dans la même logique, la question du réappâtage ou non lors des relevés intermédiaires reste posée.

Il serait par ailleurs utile de tester différents agencements (en couple ou non, espacés de 5 ou 10 mètres) sur un même site au même moment, afin de disposer de résultats comparables.

Des expérimentations seraient également utiles pour explorer dans quelle mesure les taux de captation de matériel et les quantités d'ADN amplifié pourraient constituer un jour des indices d'abondance.

Enfin, dans une optique d'inventaire de l'ensemble du cortège de micromammifères, au vu de nos résultats concernant les Rongeurs pour un protocole ciblant les Musaraignes, il apparaît envisageable de réutiliser ce protocole en le complétant de quelques tubes ciblant les

Cricétidés, avec d'une part des appâts végétaux plutôt de type racine voire feuille pour améliorer la détection des Campagnols du genre *Microtus* et d'autre part la pose de tubes-capteurs de poils en hauteur pour améliorer la détection du Rat des moissons et du Muscardin. Il est également envisageable de tester par la même occasion des tubes-capteurs de poils ciblant le Campagnol amphibie et d'autres ciblant la Belette, deux espèces détectées sur trois de nos lignes.

Conclusion

La méthode des tubes-capteurs s'est avérée efficace pour détecter la Crocidure leucode, tout du moins dans les secteurs où l'espèce est encore bien présente. Des tests complémentaires seraient nécessaires pour évaluer le seuil de détection de ce protocole, en prolongeant les durées de pose, en répliquant la méthode sur plusieurs années et en étudiant parallèlement les populations par d'autres méthodes (pelotes de réjection notamment).

Nos résultats montrent l'intérêt d'une durée de pose prolongée, de répliques des opérations pour inventorier davantage d'espèces et confirment la nécessité de relevés hebdomadaires.

Enfin, l'utilisation de tubes-capteurs de poils de faible diamètre et d'appâts invertébrés s'est avérée efficace pour inventorier les musaraignes, en particulier les Crocidurins. Nos résultats invitent à multiplier les tests concernant les durées et périodes de pose et à coupler ces dispositifs à d'autres ciblant d'autres espèces afin de disposer d'une méthode d'inventaire des micromammifères peu invasive et tendant à l'exhaustivité.

Remerciements

Nous tenons à remercier vivement les personnes ayant participé aux relevés de terrain : David Menanteau, Mélanie Ulliac, Solène Félix, Morgane Abbas, Maxime Chapelle, Amélie Chastagner, Pierre Serreau, Benjamin Guillon, Liza Le Cloërec et Sarah Boillot.

Merci à nos partenaires financiers, la Région Bretagne, les DREAL Bretagne et Pays de la Loire ainsi que les départements des Côtes d'Armor, du Finistère, d'Ille-et-Vilaine et de Loire-Atlantique et Lannion Trégor Communauté.

Merci à Pascal Rolland pour son aide sur la bibliographie et le partage de ses connaissances.

Bibliographie

- Chiron F., Hein S., Chargé R., Julliard R., Martin L., Roguet A. & Jacob J., 2018. Validation of hair tubes for small mammal population studies. *Journal of Mammalogy*, 99(2):478–485.
- Bout C., Gailledrat M., Simonnet F., Curtil K., Poncet B., Fournier-Chambrillon C., Aulagnier S. & Fournier P., 2012. Inventaire de la Crossope aquatique (*Neomys fodiens*) : protocole et résultats dans le grand-ouest de la France. Poster XXXV^e Colloque francophone de Mammalogie, Arles, 19-21 octobre 2012.
- Carter P. & Churchfield S., 2006. *Distribution and habitat occurrence of water shrew in Great Britain*. Environment Agency: 57.
- Fayard A. (coord.), 1984. *Atlas des mammifères sauvages de France*. Ministère de l'Environnement, Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, 299 p.
- Fournier-Chambrillon C., Bout C., Ruys T., Caublot G., Cheron A., Dorfiac M., Palussière L., Saillard M., Simonnet F., Quelennec C., André A., Pigneur L.-M., Michaux J. & Fournier P., 2020. Utilisation de tubes capteurs d'indices et de l'outil moléculaire comme méthode indirecte d'inventaire et de suivi des micromammifères. *Arvicola*, Actes des 1^{ères} Rencontres Nationales Petits Mammifères : 154-160.
- Guisan A., Thuiller W., Zimmermann N.E., 2017. Habitat Suitability and Distribution Models: With Applications in R [www Document]. Cambridge Core. <https://doi.org/10.1017/9781139028271>
- Heugas T., 2023. La Crocidure leucode. in Collectif. *Atlas des Mammifères de Maine et Loire*. Les Naturalistes angevins, LPO, CPIE des Mauges - Locus Solus, Lopérec, 118-119.
- Indelicato N., 2002. Sur la présence de *Crocidura leucodon* (Micromammifère) dans le département de l'Indre (France). *Annales Scientifiques du Limousin*, 13 : 1-12.
- Krapp F., 1999. *Crocidura leucodon*. in: A. J. Mitchell-Jones, G. Amori, W. Bogdanowicz, B. Kryštufek, P. J. H. Reijnders, F. Spitzenberger, M. Stubbe, J. B. M. Thissen, V. Vohralík and Zima J. (eds), *The Atlas of European Mammals*, Academic Press, London, UK
- Le Campion T. (coord.), Boireau J., Chenaval N., Dubos T., Golfier L., Le Lay M., Ramos M., Simonnet F. & Caroff C., 2021. *Contrat-Nature "Mammifères menacés et à enjeux de connaissance en Bretagne" – Bilan année 01*. Groupe Mammalogique Breton, Sizun, 74 p.+ann.
- Le Campion T. & Simonnet F., 2021. Etude des Petits Mammifères menacés en Bretagne, présentation et premiers résultats. *Arvicola*, Actes des 2^{èmes} Rencontres Nationales Petits Mammifères : 154-160.

- Leboulenger F., 2019. Lancement d'une enquête nationale *Crocidura leucodon* / *C. suaveolens* : motifs et objectifs. *Arvicola*, Actes des 1^{ères} Rencontres Nationales Petits Mammifères : 138- 149.
- Rolland P., 2015. La Crocidure bicolore. *in* Simonnet F. (coord.). Atlas des Mammifères de Bretagne. G.M.B. - Locus Solus, Sizun - Lopérec, 106-107.
- Rideau C., Leboulenger F., Lutz S., Poirier V., Girard C. & Labouille A., 2021. La Crocidure leucode (*Crocidura leucodon*) en Normandie - nouvel état des lieux fin 2020. *Le Petit Lérot* 71 : 10-22
- Shenbrot G., Hutterer R., Kryštufek B., Yigit N., Mitsainas G. & Palomo L., 2021. *Crocidura leucodon* (amended version of 2016 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T29651A197500630. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-1.RLTS.T29651A197500630.en>. Accessed on 06 July 2023
- Simonnet F., Dubos T., Hassani S., 2017. Les Mammifères menacés en Bretagne In Siorat F., Le Mao P., Yesou P. (Coords.) *Conservation de la faune et de la flore: Listes rouges et responsabilité de la Bretagne. Penn ar Bed* n°227: 18-29.
- Suckling G.C., 1978. A hair sampling tube for the detection of small mammals in trees. *Australian Wildlife Research*, 5, p. 249-252.
- Tosatto E, Novara C. & La Morgia, V., 2013. When size matters: do small mammal preferences for hair tubes of different diameter affect estimates of habitat selection?. Poster 2^o Convegno Nazionale sui Piccoli Mammiferi «Piccoli Mammiferi in un mondo che cambia». Doi:10.13140/2.1.1144.9125.