

Année 2021-2022

Mention : Biodiversité, écologie et évolution (BEE TE)

Finalité : *Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes (BioEffect)*

Modélisation de l'occurrence du Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) en région Bretagne. Présence de l'espèce selon la gestion des sites, le type d'unité paysagère et les grands ensembles de perméabilité du territoire.

Présenté par : MAILLET Manuella



Arvicola sapidus
©BorrisVarry



Crottier de Campagnols amphibies
©Sébastien Gautier

Responsables du TC3 TE : B. Talon, V. Baldy, C. Fernandez

Nom de la structure d'accueil : Groupe Mammalogique Breton (GMB)

Responsable du stage : T. Le Campion

Tuteur universitaire : B.Talon



Année 2021-2022

Mention : Biodiversité, écologie et évolution (BEE TE)

Finalité : *Biodiversité et fonctionnement des écosystèmes (BioEffect)*

**Modélisation de l'occurrence du Campagnol amphibie
(*Arvicola sapidus*) en région Bretagne.**

**Présence de l'espèce selon la gestion des sites, le type
d'unité paysagère et les grands ensembles de
perméabilité du territoire.**

Manuscrit de recherche

Présenté par : MAILLET Manuella

Responsables du TC3 TE : B. Talon, V. Baldy, C.Fernandez

Nom de la structure d'accueil : Groupe Mammalogique Breton (GMB)

Tuteur universitaire : B.Talon

Nom de l'encadrant dans la structure d'accueil : Thomas Le Campion

CHARTRE RELATIVE A LA LUTTE CONTRE LE PLAGIAT

Approuvée par le Conseil des Etudes et de la Vie Universitaire de l'Université d'Aix-Marseille en date du 4 octobre 2012,
Approuvée par le Conseil Scientifique de l'Université d'Aix-Marseille en date du 16 octobre 2012,
Approuvée par le Conseil d'Administration de l'Université d'Aix-Marseille en date du 27 novembre 2012,

Préambule

Afin de garantir la qualité des diplômes délivrés à ses usagers, l'originalité des publications pédagogiques et scientifiques de ses personnels enseignants et/ou chercheurs, et faire respecter les droits de propriété intellectuelle des auteurs, l'Université d'Aix-Marseille est engagée dans la lutte contre le plagiat.

Les travaux réalisés par les usagers et par les personnels de l'Université doivent répondre à l'ambition de produire un savoir inédit et d'offrir une lecture nouvelle et personnelle d'un sujet.

Les travaux concernés par cette obligation sont notamment : les thèses, les mémoires, les articles, les supports de cours, sans que cette liste soit exhaustive.

Article 1

Le plagiat consiste à reproduire un texte, une partie d'un texte, toute production littéraire ou graphique, ou les idées originales d'un auteur, sans lui en reconnaître la paternité

Tout plagiat, quel qu'en soit le support, constitue une faute.

Le plagiat constitue à la fois la violation la plus grave de l'éthique universitaire et un acte de contrefaçon. C'est un délit au sens de l'article L 335-2 du code la propriété intellectuelle.

En outre, le fait de commettre un plagiat dans un document destiné à être publié constitue une circonstance aggravante.

Article 2

Les usagers et les personnels de l'Université ne doivent pas commettre de plagiat dans leurs travaux.

Article 3

Les reproductions de courts extraits de travaux préexistants en vue d'illustration ou à des fins didactiques sont admises sans nécessité de demander le consentement de l'auteur, uniquement dans le strict respect de l'exception de courte citation.

Dans ce cadre, les usagers et les personnels de l'Université s'engagent, lorsqu'ils reproduisent de courts extraits de tels travaux, à identifier clairement qu'il s'agit d'un emprunt, en apposant des guillemets, et en indiquant le nom de l'auteur et la source de l'extrait.

Article 4

L'Université d'Aix-Marseille est attachée au respect des droits de propriété intellectuelle et se réserve la possibilité de rechercher les tentatives de plagiat, notamment par l'utilisation d'un logiciel adapté.

Article 5

Les cas présumés de plagiat feront l'objet de poursuites engagées par l'Université devant les instances compétentes, et leurs auteurs seront passibles de sanctions disciplinaires.

Ces violations des droits de propriété intellectuelle pourront également donner lieu à des poursuites judiciaires.

Je, soussigné-e, Maillet Manuella certifie avoir pris connaissance de la présente charte et l'avoir respectée

Fait à Surzur le 30/08/22 Signature :



REMERCIEMENTS

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes auxquelles je souhaite témoigner toute ma reconnaissance. J'aimerais en premier lieu remercier Thomas Le Champion, chargé de mission « Etudes et conservations » pour le Groupe Mammalogique Breton et encadrant de ce stage. Merci à lui de m'avoir donné l'opportunité d'intégrer pour quelques temps cette association en m'accordant sa confiance pour la réalisation de cette étude. Merci pour sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je désire aussi remercier Clovis Gaudichon et Philippe Defernez, respectivement stagiaire et bénévole au sein du GMB, grâce à qui la prospection de terrain a été possible et très enrichissante. Merci également à M. Franck Simonnet pour son précieux travail réalisé dans le cadre de l'Atlas des Mammifères de Bretagne. La saisie des données n'aurait pas été possible sans l'aide de toute l'équipe du GMB : Meggane Ramos, Marie Le Lay, Thomas Le Champion et Franck Simonnet.

Merci également à M. Eric Meineiri pour le temps et les précieux conseils qu'il m'a accordés pour la bonne réalisation de ce mémoire. Sans oublier la bienveillance et les encouragements de M. Patrick Fournier, enseignant du module d'anglais.

Mes très sincères remerciements à toute l'équipe pédagogique et administrative du Centre de Télé-Enseignement de l'université d'Aix-Marseille qui m'a fourni tous les outils nécessaires à la réussite de ce Master 1. Remerciement particulier à Mme Anne Bousquet-Mélou qui a cru en mes capacités lors de la validation de l'entrée en Master.

TABLE DES MATIERES

CHARTRE RELATIVE A LA LUTTE CONTRE LE PLAGIAT.....	2
REMERCIEMENTS.....	3
TABLE DES MATIERES.....	4
LISTE DES FIGURES.....	5
LISTE DES TABLEAUX	6
LISTE DES ANNEXES	7
1. INTRODUCTION.....	8
2. MATERIEL ET METHODES	10
2.1. ZONE D'ETUDE.....	10
2.2. PROTOCOLE EXPERIMENTAL	12
2.3. METHODE STATISTIQUE.....	14
3. RESULTATS	15
3.1. SITUATION DU CAMPAGNOL AMPHIBIE EN REGION BRETAGNE : BILAN DE L'ENQUETE 2009-2014.....	15
3.2. RESULTATS A L'ECHELLE REGIONALE – COMPARAISON DES DEUX ENQUETES.	16
3.1. EFFET DU TYPE DE GESTION SUR L'OCCURRENCE DES CAMPAGNOLS AMPHIBIES.....	18
3.2. EFFET DE L'ACCES A LA BERGE PAR LE BETAIL SUR LES SITES PATURES, SUR L'OCCURRENCE DES CAMPAGNOLS AMPHIBIES.....	18
3.3. EFFET DU TYPE DE PAYSAGE ET DE SON NIVEAU DE CONNEXION SUR L'OCCURRENCE DES CAMPAGNOLS AMPHIBIES.	19
3.4. RESUME DES RESULTATS STATISTIQUES.....	20
4. DISCUSSION.....	21
5. CONCLUSION.....	25
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	26
ANNEXE I	28
ANNEXE II.....	29
ANNEXE III	30
ANNEXE IV	31
ANNEXE V.....	32
RESUME.....	33

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : REPRESENTATION DES CARRES PROSPECTES LORS DE L'ATLAS DES MAMMIFERES ET DE L'OBSERVATOIRE DES MAMMIFERES.....	12
FIGURE 2 : EXEMPLE D'UN CARRE 10X10KM PROSPECTE ET DIVISE EN 25 ZONES	14
FIGURE 3 : COMPARAISON DES PROPORTIONS DE PRESENCE SUITE AUX DEUX ENQUETES	16
FIGURE 4 : PROPORTION DE SITES POSITIFS. RESULTATS DE L'ENQUETE REALISEE DANS LE CADRE DE L'OBSERVATOIRE, EN % DE SITES POSITIFS.....	17
FIGURE 5 : PROPORTION DE SITES POSITIFS SUITE A L'ENQUETE NATIONALE.....	17
FIGURE 6 : NOMBRE DE SITES POSITIFS SELON LE TYPE DE GESTION DU SITE.....	18
FIGURE 7 : NOMBRE DE SITES POSITIFS SELON L'ACCES AUX BERGES.....	18
FIGURE 8 : PROPORTION DE PRESENCE DE L'ESPECE SELON LE TYPE DE PAYSAGE.....	19
FIGURE 9 : PROPORTION DE PRESENCE SELON LE NIVEAU DE PERMEABILITE	20
FIGURE 10 : PROPORTION DE PRESENCE SELON LA SAISON DE PROSPECTION.....	32

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : POURCENTAGE DE SITES POSITIFS PAR DEPARTEMENT, RESULTATS DES DEUX ENQUETES	16
TABLEAU 2 : RESUME DES TESTS STATISTIQUES	20
TABLEAU 3 : POURCENTAGE DE SITES POSITIFS, RESULTATS DES DEUX ENQUETES.....	31
TABLEAU 4 : RESUME DES RESULTATS DE PROSPECTION.....	31

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I : CARTE DES UNITES PAYSAGERES ET DES GRANDS ENSEMBLES DE PERMEABILITE DE LA REGION BRETAGNE	28
ANNEXE II : PROTOCOLE. RIGAUX ET POITEVIN (2008).....	29
ANNEXE III : FICHE D'OBSERVATION A REMPLIR DANS LE CADRE DE L'OBSERVATOIRE DES MAMMIFERES DE BRETAGNE	30
ANNEXE IV : RESUMES DES RESULTATS DES PROSPECTIONS	31
ANNEXE V : RESULTATS COMPLEMENTAIRES SELON LA SAISON DE PROSPECTION	32

1. INTRODUCTION

Présente en Espagne et au Portugal (Noblet, 2005), la France héberge également l'espèce *Arvicola sapidus* dont la répartition est variable selon les régions (Spitz, 2007, Quéret et Le Louarn, 2011 ; Noblet, 2012). La Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères (SFEPM) a lancé en 2009 (jusqu'en 2014), une enquête participative à l'échelle nationale. Les objectifs étaient alors d'appréhender l'état des populations sur le territoire national, de préciser leurs aires de répartition et leur écologie, outils indispensables pour mettre en place des mesures de protection. Les bilans ont conclu à un déclin de l'espèce sur l'ensemble du territoire. Une évolution d'autant plus inquiétante qu'il s'agit d'une espèce à fort taux de reproduction (SFEPM, 2012). Classé comme « vulnérable » dans la liste rouge des espèces menacées de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN), le Campagnol amphibie et son habitat sont maintenant protégés par la loi française puisque « quasi-menacé » sur les listes rouges française et bretonne. En parallèle, une liste d'espèces sensibles à la fragmentation, dont la préservation est un enjeu pour la cohérence nationale de la trame verte et bleue, a été établie par région. Le Campagnol amphibie fait partie des mammifères de cette liste en région Bretagne (Décret 2019-1400 du 17/12/19 adaptant les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques). Cette dernière est utilisée par les acteurs régionaux pour aider à la mise en place du schéma régional de cohérence écologique (SRCE Bretagne). La sécurisation des populations de Campagnol amphibie est donc considérée comme un enjeu de conservation et il est nécessaire d'acquérir des connaissances sur leur fonctionnement. La superficie des domaines vitaux, leur dépendance aux connexions et leur sensibilité à la fragmentation des milieux ou encore leur exigence en terme de largeur des corridors, sont très largement méconnus.

Aussi, le Groupe Mammalogique Breton a participé à l'étude nationale dans le cadre de la création de l'Atlas des Mammifères de Bretagne (outil de synthèse et de connaissances sur les espèces présentes sur le territoire, Simonnet, 2015) selon le protocole de l'enquête nationale (Rigaux, 2015). Une modélisation des aires de répartition dans cette région selon la méthode statistique de Couturier et Besnard (2014) a alors été réalisée. La région Bretagne possède une part importante des effectifs nationaux puisque 49% des sites étaient positifs contre 12 % à l'échelle nationale. Néanmoins, sa distribution sur le territoire n'est pas homogène. A ce jour, très peu d'études se sont portées sur cette espèce et son fonctionnement en territoire breton qui porte donc une responsabilité élevée dans la conservation de l'espèce. A l'inverse, l'espèce a été

particulièrement étudiée en région Auvergne, Normandie et le long de la péninsule ibérique. Il en ressort que les causes de déclin de ce petit mammifère sont multiples.

Les modifications du milieu seraient un facteur important de ce déclin. Long d'une vingtaine de centimètres, il occupe les berges de cours d'eau et de zones humides présentant une végétation herbacée hygrophile haute et dense sous laquelle il peut circuler et dont il se nourrit (Rigaux, 2015). Son type d'occupation du réseau hydrographique est plutôt fragmentaire, ne s'installant que sur une partie des portions de cours d'eau ou de plans d'eau présentant ce faciès propice (Fedriani *et al.* 2002, Rigaux et Charruau, 2007, Rigaux et Christianne, 2008). Occupation partielle qui peut donc être notamment due à l'isolement des individus par la perte ou la fragmentation de son habitat (Lawton et Woodroffe, 1991 ; Fahrig, 2003). Ainsi il est décrit que la structure paysagère, son niveau de connectivité, le type de végétation des berges et leur piétinement par le bétail constituent des perturbations importantes et notamment de la strate herbacée. Une étude de l'espèce en Auvergne a démontré que les individus ont une capacité importante de dispersion. La disponibilité de l'habitat reste un facteur limitant, leur déplacement se faisant principalement le long d'un réseau hydrographique (Rigaux *et al.*, 2009), sauf en cas de fuite, où leur dispersion *via* des zones non favorables est non négligeable. Il semblerait également que ces colonies fonctionnent en métapopulations, ainsi soumises à une alternance d'extinction/colonisation (Centeno-Cuadros *et al.*, 2011) dépendante donc de corridors. Ces études antérieures suggèrent également qu'il est important de différencier les caractéristiques locales d'un habitat ou d'un micro-habitat et les caractéristiques à l'échelle d'un paysage (Fedriani *et al.* 2002).

La fragmentation des milieux naturels et semi-naturels de la région Bretagne et l'anthropisation de ces derniers ne cessent de s'accroître depuis les années 2000 (source Observatoire de l'Environnement en Bretagne : <https://bretagne-environnement.fr/caracteriser-paysages-quotidiens-bretagne-outil>). La Bretagne se place au 3^{ème} rang des régions ayant le plus fort taux d'artificialisation, au 3^{ème} rang pour ses territoires agricoles et au 5^{ème} rang pour ses zones humides. Trois mille hectares de terres agricoles se sont artificialisées entre 2012 et 2018, augmentant de manière notable la fragmentation des milieux sur un territoire déjà très anthropisé. Aussi, dès 2017, dans le cadre de l'Observatoire des Mammifères, le GMB, alors coordinateur, a décidé de nouvelles applications du protocole de l'enquête nationale. L'objectif est de compléter les connaissances sur le fonctionnement des populations de l'espèce en territoire breton et de prédire sa répartition potentielle. Ce qui permettra d'apporter des informations complémentaires pour définir les priorités en terme de conservation, de gestion des milieux et aider ainsi à la mise en place du SRCE. Vingt-huit sites ont été prospectés - dont 15 déjà échantillonnés entre 2009 et 2014 par relevés de

présence/absence. Dans un premier temps nous avons essayé de répondre à la question de l'évolution de la répartition démographique de l'espèce depuis 2014 en région Bretagne. Dans un second temps a été testée la prédiction selon laquelle la survie des Campagnols amphibies dans des milieux dits favorables est effectivement liée à l'activité de pâturage et à l'accès aux berges du bétail. Enfin, la mise en parallèle des données de proportion d'occurrence de l'espèce avec les grands ensembles de perméabilité et les unités paysagères de la région Bretagne peut nous permettre de répondre à la question suivante : Comment le type d'unités paysagères et leur niveau de connectivité impactent la répartition de l'espèce sur le territoire breton ?

Il est donc possible de poser les hypothèses suivantes : *i)* Les populations de Campagnols amphibies et leurs répartitions en Bretagne sont en légère régression depuis 2014. *ii)* L'activité dite de pâturage et l'accès aux berges des animaux d'élevage impactent la présence du Campagnol amphibie dans les milieux dits favorables. *iii)* Le type de paysage et son niveau de perméabilité influencent la répartition de l'espèce.

L'objectif est donc d'évaluer l'évolution de la population du campagnol amphibie et sa répartition depuis 2014, grâce aux données d'occurrence selon l'influence de différentes variables environnementales à l'échelle d'un site tout d'abord et à l'échelle du paysage ensuite.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Zone d'étude

La zone étudiée correspond aux quatre départements de la région Bretagne : Morbihan, Ille-et-Vilaine, Côtes d'Armor et Finistère. Les unités d'échantillonnage sont nommées « carrés » et ont été choisies en fonction de carrés déjà prospectés au cours de la réalisation de l'Atlas des Mammifères de Bretagne et des grandes entités géographiques (grands ensembles de perméabilité et unités paysagères). Les paysages français sont effectivement caractérisés grâce aux atlas du paysage (informations à retrouver sur le site : <https://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/atlas-departementaux-des-paysages-r556.html>), documents de référence pour les collectivités territoriales.

Les paysages bretons sont diversifiés : tantôt urbanisés, tantôt littoraux, ruraux ou encore paysages de vallée. Le site de l'Observatoire de l'Environnement en Bretagne (OEB, <https://bretagne-environnement.fr/>) regroupe précisément ces informations par département :

Types d'unités paysagères (représentés par les sites échantillonnés) :

- Paysage cultivé avec talus
- Paysage de littoral urbanisé
- Paysage cultivé à ragosses
- Paysage de bocage à maille élargie
- Paysage de bocage dense sur collines
- Paysage boisé et de bosquets

Grands ensembles de perméabilité :

- Niveau très faible de perméabilité
- Niveau faible de perméabilité
- Niveau élevé de perméabilité
- Niveau très élevé de perméabilité

(Voir Annexe I : Carte des Unités paysagères et des grands ensembles de perméabilité de la région Bretagne via le site GeoBretagne).

Quinze carrés choisis ont déjà été prospectés pour un total de 28 carrés avec données sur 40 définies au départ. Les 15 carrés prospectés lors des deux enquêtes vont permettre une comparaison de proportion d'espèce par sites.

Les carrés sont codés avec les lettres de l'alphabet d'ouest en est, et numériquement du nord au sud. Les coordonnées géographiques sont mises en correspondance (Figure 1).

Suivi régional du Campagnol amphibie

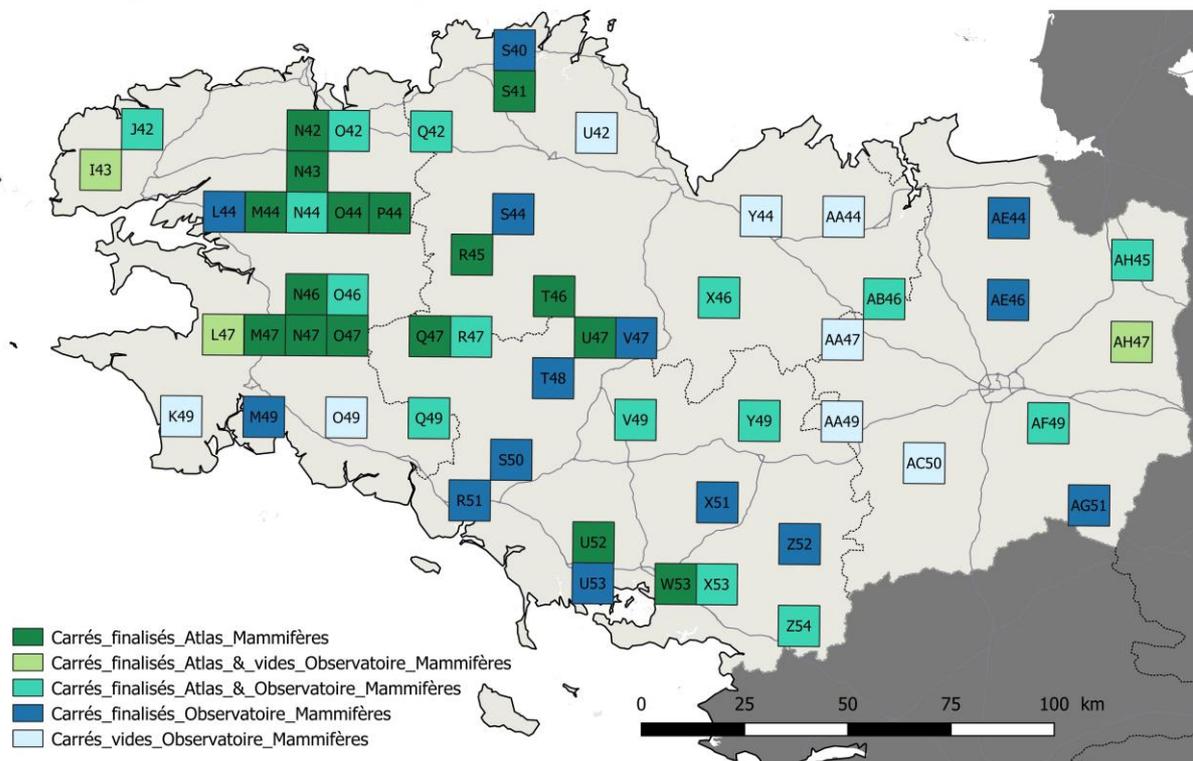


Figure 1 : représentation des carrés prospectés lors de l'Atlas des Mammifères et de l'Observatoire des Mammifères.

2.2. Protocole expérimental

Chaque maille de taille 10x10 km est divisée en 25 sous-maillles de 2 X 2 km. 20 transects (lignes physiques sur lesquelles seront réalisés les relevés) de 100 mètres linéaires sont placés dans 20 sous-maillles différentes (celles qui présentent les habitats les plus favorables à l'espèce). 5 sous-maillles ne se voient donc pas attribuer de transects (celles qui présentent les habitats les moins favorables) (cf Annexe II : Protocole Rigaux et Poitevin, 2008). Dans de bonnes conditions, la densité locale - à l'échelle d'un site de présence de 100 m de long - peut atteindre 5 individus (Noblet, 2005 ; Quéré et Le Louarn, 2011 ; Noblet, 2012). En mesure surfacique, Centeno-Cuadros et al. (2011), dans leur étude menée en Espagne, constatent une densité globale de 5 à 10 individus par km². Les mailles prospectées sont choisies de façon non aléatoire dans les milieux paraissant *a priori* les plus propices. L'objectif est de privilégier la découverte de campagnols amphibies. Les transects ont donc été définis plus précisément à l'aide d'un système de repérage spatial des zones

humides et donc de sites favorables grâce aux données cartographiques de l'IGN (orthophotographies ou SCAN 1/25000 -ème). Puis, dans un second temps, par observations sur le terrain des différents faciès des cours d'eau et zones humides. Sont recherchés les cours d'eau lents, marais et/ou tourbières en eau avec des berges présentant une végétation hygrophile haute (>30 cm) et dense (présence de joncs par exemple) avec la possibilité de creuser des terriers ou d'établir des nids au-dessus des berges ou dans la végétation type Carex. Les transects sont positionnés le long de cours d'eau, plan d'eau ou zones humides, habitats dits favorables. Les mailles sont préalablement définies en coordonnées Lambert II étendu-Méridien.

La prospection consiste en la recherche de traces et indices de la présence de Campagnol amphibie. Il est admis la présence d'*Arvicola sapidus* sur la découverte seule de crottes ou crottiers, les autres indices de présence étant difficiles à attribuer à cette espèce exclusivement. De plus les crottiers sont visibles en toutes saisons. A l'issue de chaque transect prospecté, les Campagnols amphibies sont donc notés « présents » ou « absents ». Le nombre de mailles positives est noté de manière à réaliser une proportion d'occurrences de l'espèce sur la zone 10x10km (Figure 2). Chaque observation de crottes ou crottiers définit le site comme positif. Une fiche descriptive est alors remplie par l'observateur. Elle décrit une série de variables relevées sur le terrain tels que le type de milieu, la végétation dominante ou encore le type de gestion (cf. *Annexe III : fiche d'observation*).

La maille 10x10 km est considérée complète lorsque 20 transects ont été prospecté selon le protocole. Au contraire, on considère que la maille 10x10 km est prospectée de façon incomplète si le nombre de transects réalisé est inférieur à 20. A l'issue du programme, onze carrés n'ont pas été prospectés, majoritairement situés dans le sud Finistère, centre-ouest de l'Ille-et-Vilaine et le nord des Côtes d'Armor. Un total de 560 transects a donc été prospecté.

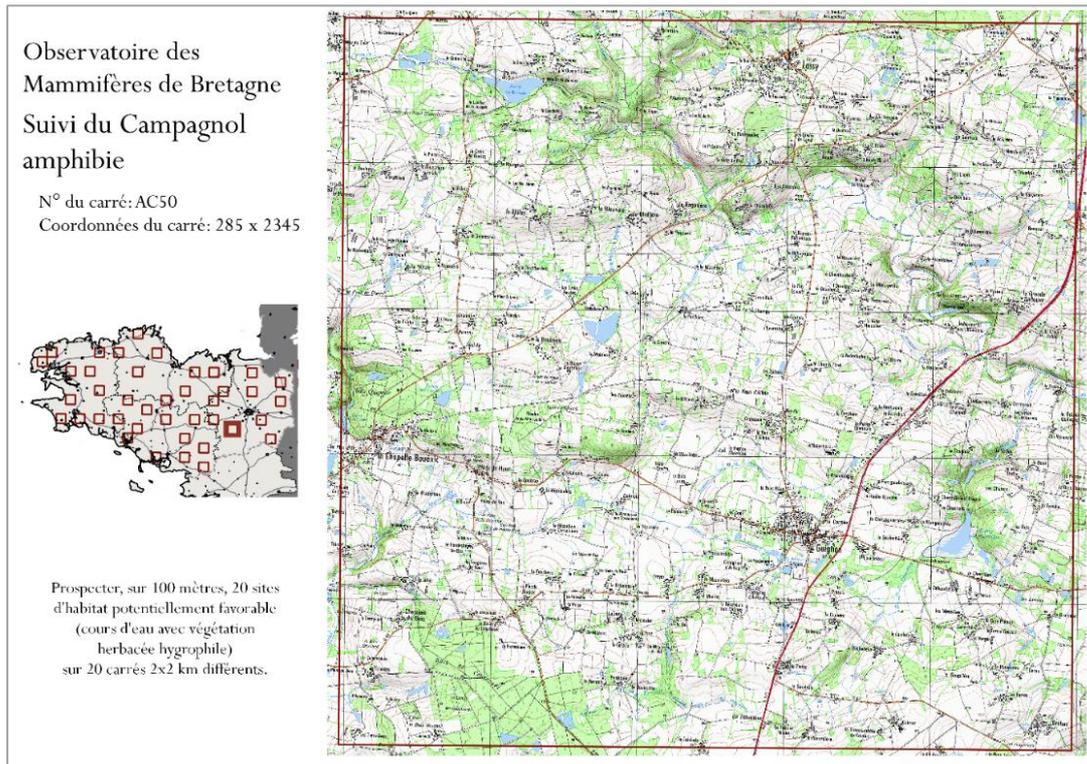


Figure 2 : Exemple d'un carré 10x10km prospecté et divisé en 25 zones

2.3. Méthode statistique

Ce travail d'analyse portera sur plusieurs points :

- La comparaison des données acquises lors de l'Atlas des Mammifères de Bretagne et de celles obtenues plus récemment dans le cadre de l'Observatoire des Mammifères – L'occurrence de l'espèce en fonction du type de gestion et de l'accès aux berges à l'échelle du transect – L'occurrence de l'espèce en fonction des grands ensembles de perméabilité et unités paysagères à l'échelle du paysage.

Les données ont tout d'abord été triées, répertoriées et classées. N'ont été conservés que les carrés dont la prospection a été complète. De manière à considérer l'action des variables environnementales qui sont : le type de gestion des sites sur chaque transect, l'accès aux berges sur les transects dits pâturés, le type d'unité paysagère et leur niveau de perméabilité par maille, n'ont été gardés que les transects où les habitats sont considérés comme favorables. Les données cartographiques des variables unités paysagères et grands ensembles de perméabilité de la région Bretagne ont été obtenues via le site internet GeoBretagne. Les résultats de l'étude ont été mis en commun avec ces données via le système d'information géographique QGIS 3.10 (logiciel SIG).

Les analyses statistiques ont été réalisées avec le logiciel R® et l'interface RStudio. Les proportions d'occurrence obtenues suite aux prospections réalisées lors des deux enquêtes et leur corrélation ont été comparées à l'aide d'un Modèle Linéaire Généralisé (GLM) à effet mixte et la Library » lmerTest ».

L'influence du pâturage et celle de l'accès aux berges des troupeaux ont été testées à l'aide d'un Modèle Linéaire Généralisé pour données binaires (GLM) (données d'absence et de présence).

L'influence des unités paysagères et de la connectivité du territoire a été étudiée à l'aide d'un modèle linéaire généralisé (GLM) pour proportions. L'effet des interactions entre les différentes modalités de ces deux variables environnementales a été comparé à l'aide du test de Tukey.

3. RESULTATS

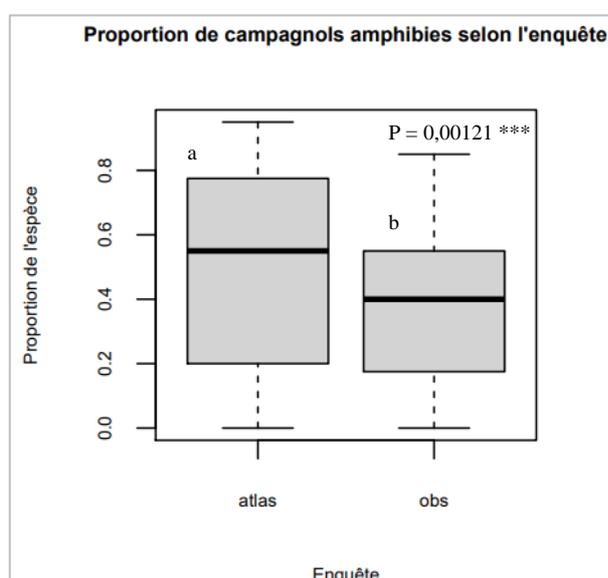
3.1. Situation du campagnol amphibie en région Bretagne : bilan de l'enquête 2009-2014.

Le Campagnol amphibie est présent de manière non homogène sur l'ensemble des quatre départements bretons. La cartographie réalisée (Figure 5) montre une proportion de sites positifs plus importante dans le centre-ouest de la région et, dans une moindre mesure, dans le sud de la région, sur le département du Morbihan. Les localisations sont par ailleurs globalement plus fréquentes dans les zones moins anthropisées. Il a donc été observé, à l'ouest d'une ligne Lannion-Rostrenen-Lorient, une zone où la proportion de sites positifs est de 73 % tandis que, sur le territoire restant, on observe une large zone située au nord d'une ligne Plouay-Redon-Nantes, où elle est de 15 %. Dans le reste de la Région (en Ille-et-Vilaine et dans le nord et l'est des Côtes d'Armor) l'espèce est plus rare à l'exception d'un carré situé à l'extrême nord-est de l'Ille-et-Vilaine.

3.2. Résultats à l'échelle régionale – Comparaison des deux enquêtes.

Tableau 1 : Pourcentages de sites positifs par département, résultats des deux enquêtes (sur la totalité des sites prospectés).

Département	Finistère	Morbihan	Ille et Vilaine	Côtes d'Armor
% de sites positifs enquête Atlas	77,5	42	22,5	34
% de sites positifs enquête Observatoire	46	40	23	44



La proportion de présence de l'espèce est significativement inférieure lors de l'enquête dans le cadre de l'Observatoire des Mammifères de Bretagne ($p < 0,01$) (Figure 3) sur les 15 sites prospectés et identifiés comme identiques. La moyenne des pourcentages de sites positifs étant de 38 % sur la seconde enquête alors qu'elle était de 50 % lors de la première enquête.

Figure 3 : Comparaison des proportions d'observation de campagnols amphibiens lors de l'enquête réalisée, Atlas des Mammifères de Bretagne ou Observatoire des Mammifères de Bretagne. Comparaison des résultats sur les 15 mêmes sites prospectés. Résultats obtenus par GLM à effets mixtes. Les différentes lettres indiquent une différence significative entre les deux enquêtes.

Il s'agit ici de prendre en compte la totalité des sites prospectés. La lecture des cartes permet une analyse globale de la situation sur le territoire breton. La répartition semble plus homogène qu'en 2014 avec un département se démarquant par l'absence récurrente de l'espèce, l'Ille-et-Vilaine. Le département du Finistère voit sa proportion de sites positifs chuter et ainsi passer de 77,5 % (2014) à 46 % (2022).

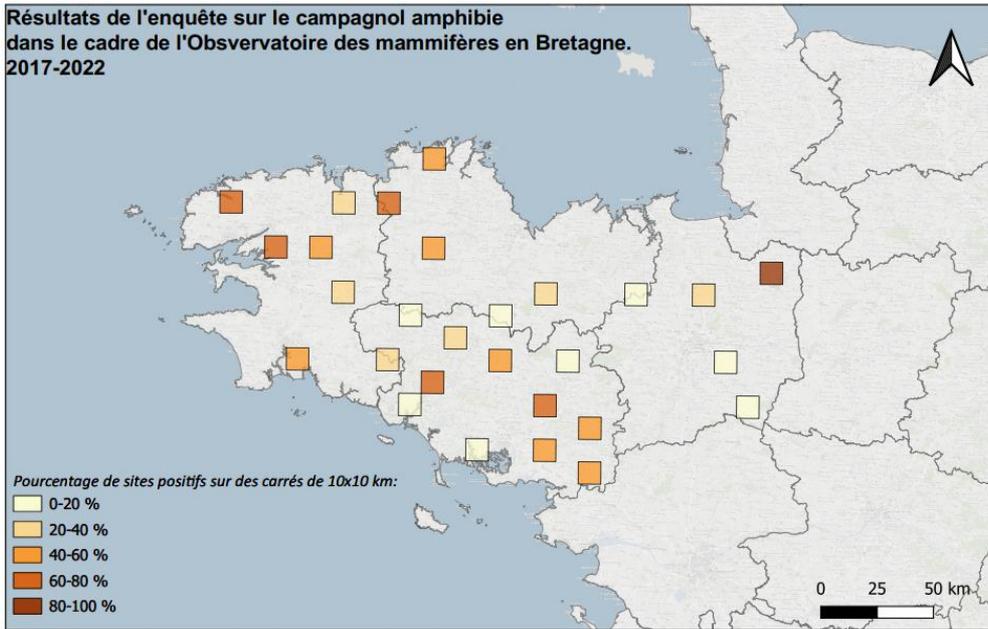


Figure 4 : Résultats de l'enquête réalisée dans le cadre de l'observatoire des Mammifères Bretagne, en pourcentage de sites positifs par carrés prospectés. (cf Annexe IV : résultats détaillés)

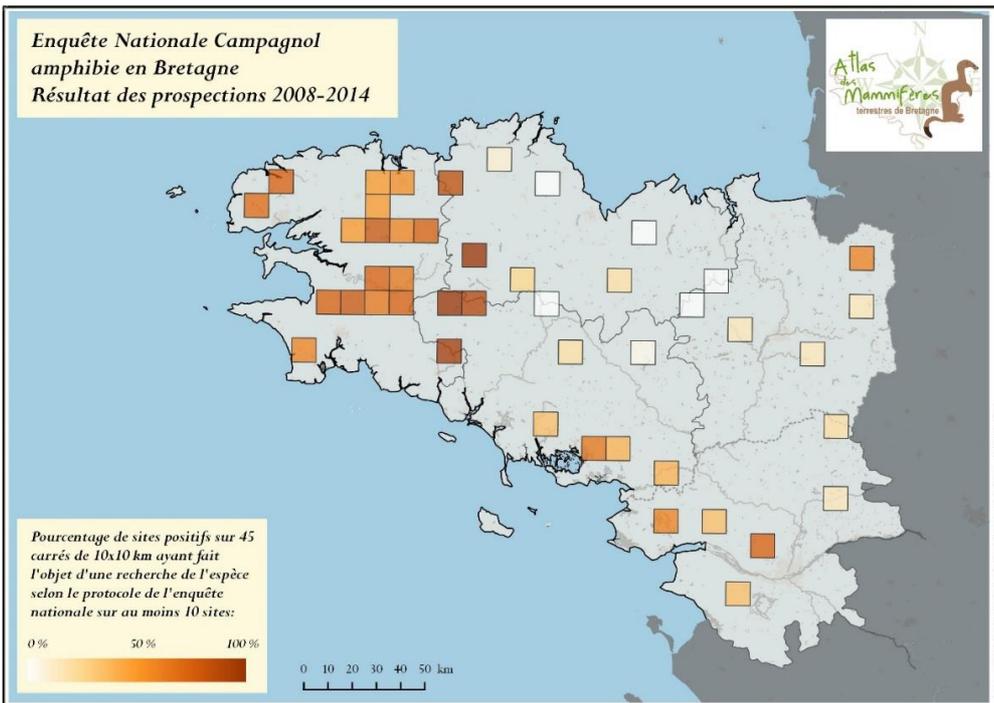
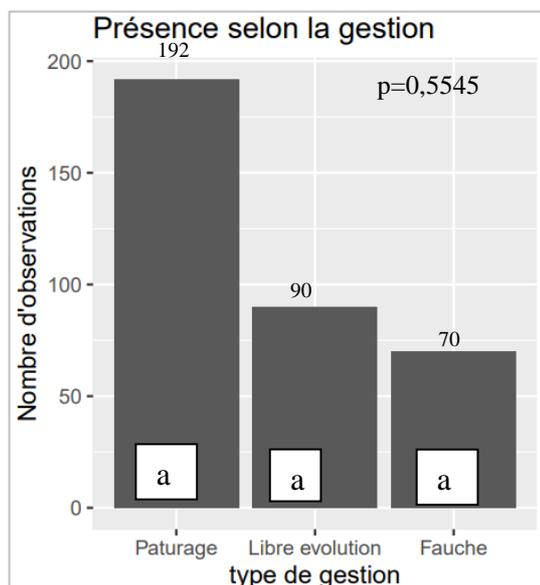


Figure 5 : Résultats de l'enquête réalisée dans le cadre de l'Atlas des Mammifères en Bretagne et Loire Atlantique, en pourcentage de sites positifs par carrés prospectés.

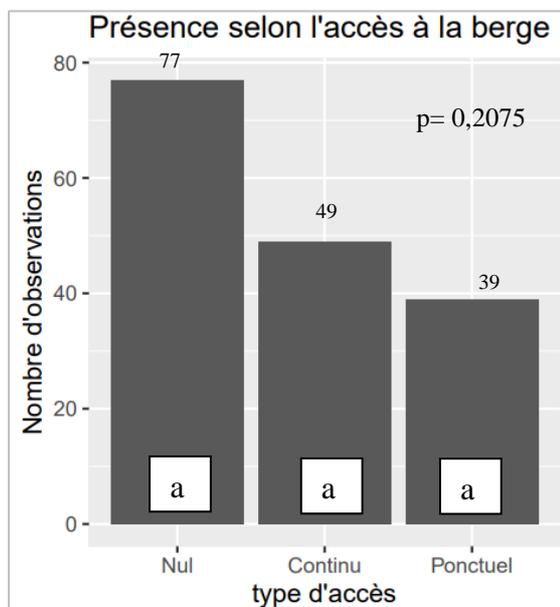
3.1. Effet du type de gestion sur l'occurrence des campagnols amphibies.



Le type de gestion n'impacte pas significativement l'occurrence des Campagnols amphibies à l'échelle des sites (Figure 6). Résultats obtenus par GLM pour données binaires de présence/absence.

Figure 6 : Nombre de sites positifs pour 352 relevés selon le type de gestion des sites, pâturage, libre évolution ou fauche. Les lettres identiques indiquent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les différents types de gestion.

3.2. Effet de l'accès à la berge par le bétail sur les sites pâturés, sur l'occurrence des Campagnols amphibies.



Le type d'accès à la berge par le bétail n'impacte pas significativement la présence de l'espèce sur les sites dits pâturés (Figure7). Résultats obtenus par GLM pour données binaires présence/absence.

Figure 7 : Nombre de sites positifs selon le type d'accès aux berges sur 191 sites pâturés, nul, continu ou ponctuel. Les lettres identiques indiquent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les différents types d'accès à la berge.

3.3. Effet du type de paysage et de son niveau de connexion sur l'occurrence des campagnols amphibies.

Le type de paysage et le niveau de connexion ont un effet significatif sur la proportion d'occurrence de l'espèce (respectivement $p = 2.652e-16$, Figure 8 et $p = 1.325e-11$, Figure 9). La proportion de présence est significativement plus importante dans les paysages de bocage dense sur collines. A l'inverse elle est significativement plus faible dans les paysages cultivés à ragosses. Le test de Tukey confirme que la présence du campagnol amphibie est significativement plus importante dans les paysages à niveau de connectivité élevé par rapport aux niveaux faibles et très élevés. ($p < 0,001$).

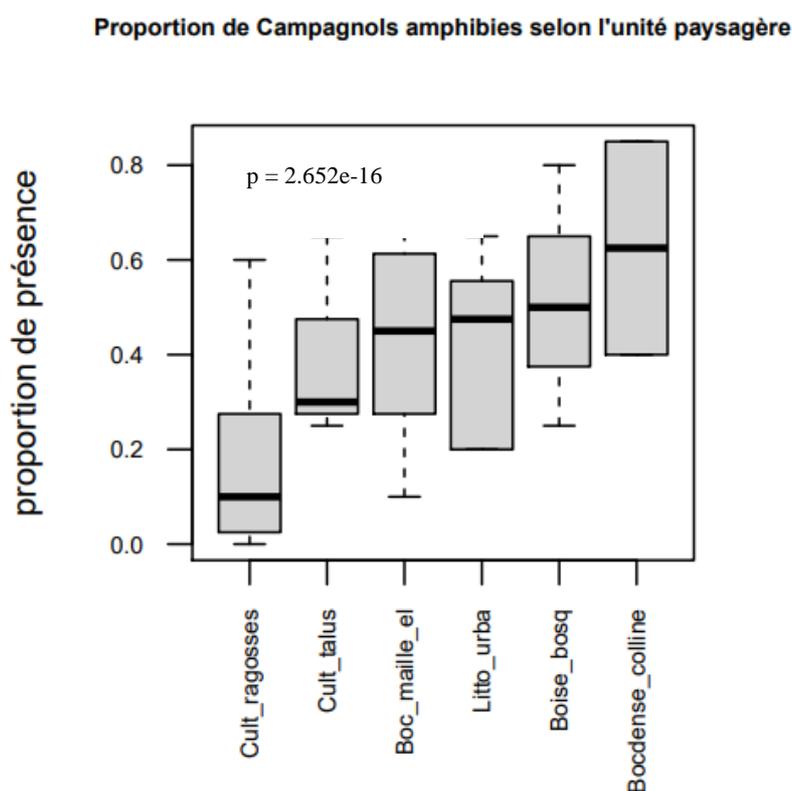


Figure 8 : Proportion de présence de Campagnols amphibies pour les 28 carrés de l'Observatoire, selon le type de paysage, culture à ragosses, culture sur talus, bocage à mailles élargies, littoral urbanisé, boisé et bosquets, bocage dense et collines. Résultats du test par GLM pour proportions.

Proportion de l'espèce selon le type de connexion

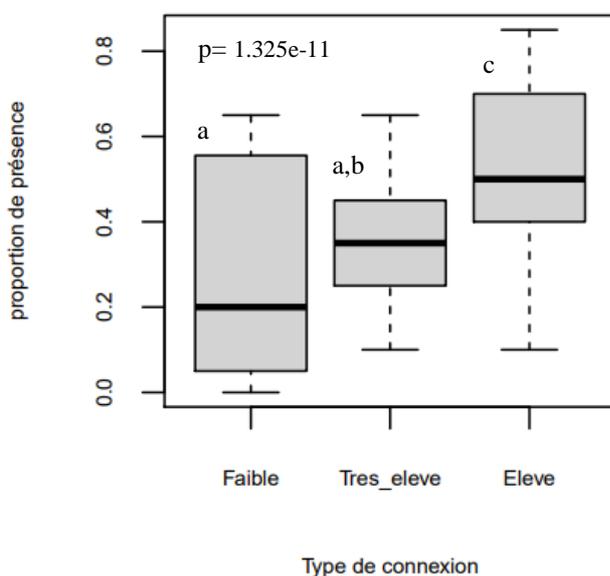


Figure 9 : Proportion de présence de *Campagnols amphibies* pour les 28 carrés de l'Observatoire, selon le type de connexion, faible, élevé ou très élevé. Résultats obtenus par GLM pour proportion. Les résultats du test de Tukey sont indiqués par des lettres différentes pour les types de connexion des unités paysagères dont la proportion de présence est significativement différente.

3.4. Résumé des résultats statistiques

Tableau 2 : Résumé des résultats statistiques.

ETUDE	Variables explicatives	p.value
Selon le type d'enquête	Atlas	0.77213
	Observatoire	0.00121
Selon le type de gestion et l'accès aux rives	Gestion	0.5545
	Accès rive	0.2075
Interactions unités paysagères et type de connexion. Résultats du test de Tukey pour le niveau des connexions des unités paysagères.	Unités paysagères	2.652e-16
	Connexion	1.325e-11
	Interaction Elevée/Faible	<0,001
	Interaction Elevé/Très élevée	<0,001
	Interaction Faible/Très élevée	0,5744

4. DISCUSSION

La mise en parallèle des résultats des deux enquêtes sur les 15 mêmes carrés prospectés établit une baisse significative de l'occurrence de l'espèce, passant d'une moyenne de 50% de carrés positifs à 38% (voir tableau 3 Annexe IV). Ces résultats sont en accord avec ceux établis par Aulagnier *et al.* (2010) qui notaient un déclin de l'espèce sur son aire de répartition en France mais aussi sur la péninsule ibérique (SFEPM, 2012).

La prise en compte des résultats de la totalité des carrés prospectés de la seconde enquête, montre désormais une répartition plus homogène de l'espèce en fonction de la zone géographique. Il semble moins évident de diviser la région en trois zones. Cependant le Finistère comprend toujours la plus forte proportion de sites positifs (46%) mais est très proche du département des Côtes d'Armor (44%) et du Morbihan (40 %). Il s'agit d'un des territoires les moins artificialisés de la région selon l'Observatoire de l'environnement en Bretagne et celui qui accueille donc semble-t-il la plus grande population de l'espèce. Ce qui semble confirmer que la disponibilité de l'habitat est un facteur essentiel à la survie de l'espèce comme l'ont démontré Rigaux *et al* en 2009. Le département de l'Ille-et-Vilaine reste celui où le campagnol amphibie est le moins présent (23%). La zone nord de ce département (canton de Fougères) quant à elle fait toujours office de secteur favorable pour l'espèce. Toutefois, notons un biais dans la méthode prospection avec certaines zones plus prospectées que d'autres. C'est le cas du département d'Ille-et-Vilaine qui a été moins prospecté que ses voisins. La rareté de l'espèce sur ce territoire a pu entraîner une baisse de la motivation de certains observateurs à l'issue de longues heures de recherche sans découverte. Plusieurs carrés prévus initialement sur la zone ouest du département n'ont ainsi pas été terminés. Rappelons que la prospection s'est faite dans des zones *a priori* propices, repérées en amont par cartographie, maximisant ainsi la prospection sur sites à habitats favorables. Il aurait donc pu être espéré un nombre de sites positifs plus importants que lors de la première enquête

Les proportions de présence sont également corrélées positivement avec le type d'unités paysagères et leur niveau de perméabilité (cartes en Annexe I). A l'échelle du territoire, le type d'unité paysagère et le niveau de perméabilité semblent donc bien impacter la présence du Campagnol amphibie. De manière globale, une proportion plus faible de l'espèce est constatée dans les zones cultivées à ragosses. Unités dont la perméabilité est plus faible comparée aux zones de bocage et de bois et bosquets où sa présence est plus importante.

A l'échelle du département, l'Ille-et-Vilaine, représenté par un paysage cultivé à ragosses, par ailleurs symbole phare du paysage rennais, a un niveau de perméabilité faible - voire très faible -

sur la zone urbanisée rennaise. C'est sur ce département que l'espèce est la moins représentée, sauf au nord-est du département, dans le canton de Fougères, représenté par un paysage dense de bocage sur collines et faiblement urbanisé dont le niveau de perméabilité est élevé et où 85% des transects sont positifs. La viabilité des populations locales de campagnols amphibies semble donc bien dépendre de leurs possibilités de dispersion mais aussi de leur isolement. Ce qui avait déjà été démontré sur les populations du Yorkshire du Nord en Angleterre (Lawton et Woodroffe, 1991) ou encore sur celles du sud-ouest de l'Espagne (Centeno-Cuadros, Roman, Delibes M. & Godoy, 2011). Sa présence serait donc influencée par la structure du paysage comme évoqué par Fedriani et *al.* (2002). Il s'avère donc nécessaire de maintenir un réseau de sites propices à l'espèce et à son déplacement comme il est conseillé dans le rapport édité à la suite du bilan de l'enquête 2009-2014 (Rigaux, 2015).

Le département du Finistère et plus particulièrement le centre-ouest de la Bretagne, reste le département à plus forte proportion d'occurrence mais subit un effondrement de sites positifs, passant de 77,5 % à 46 %. La région Bretagne est sujette depuis quelques années à une dynamique d'enfrichement particulièrement marquée dans les zones humides. Le Centre Ouest Bretagne - et donc une partie du département du Finistère - est particulièrement touché par ce phénomène avec + 15 à + 20 % d'enfrichement entre 1985 et 2015 (Preux *et al.*, 2019). L'Observatoire de l'environnement considère que ce département a le plus fort taux d'accroissement annuel de sa surface forestière (> 2% contre 1-1,5 % dans le reste de la Bretagne). Le phénomène d'enfrichement des zones humides permet dans un premier temps de diversifier les habitats mais par la suite ce boisement spontané crée une homogénéisation des zones humides avec fermeture des milieux. Preux et *al.* suggèrent que cette dynamique d'enfrichement entraîne des changements dans la biodiversité, différents selon les groupes taxonomiques étudiés. Les habitats dits forestiers sont défavorables à la présence de l'espèce. Aussi, ce phénomène majeur dans ce département pourrait être l'une des raisons de la chute de l'effectif de Campagnols amphibies, dépendant des zones humides et des cours d'eau qui y sont associés. A noter également en Figure 9, une proportion de présence de l'espèce plus importante dans les paysages à connectivité élevée que dans les paysages à très haute connectivité (paysages du Centre-ouest Bretagne). Les zones forestières correspondent à ces zones de fortes perméabilités mais sont en même temps défavorables à la présence de l'espèce. Cela explique un nombre de sites positifs plus important dans les zones à perméabilité élevée.

A échelle des sites, il a été démontré que le Campagnol amphibie dépend de l'état des berges et de la végétation hygrophile représentée (Noblet, 2005 ; Aulagnier et *al.*, 2010 ; Quéré et Le Louarn,

2011 ; Noblet, 2012). Cette dernière doit être suffisamment dense pour lui procurer un couvert herbacé et de la nourriture (Rigaux, 2015). L'étude du type de gestion des paysages et de l'accès aux berges par le bétail a donc un intérêt dans la compréhension de l'occurrence de l'espèce d'un site à l'autre.). L'importance des usages agricoles sur la composition spécifique de la strate herbacée a aussi été mis en évidence lors d'une étude dans le bocage Sud-Manche. (Bernez *et al*, 2005). Les résultats obtenus ici, montrent que le type de gestion des sites en région Bretagne n'impacte pas la présence du Campagnol amphibie. L'accès aux berges - qu'il soit nul, ponctuel ou permanent - ne semble pas non plus modifier son occurrence. Ce qui va à l'encontre des résultats obtenus après l'enquête nationale. Celle-ci conclut qu'un sur-piétinement des berges par le bétail peut engendrer un dérangement important en détruisant les galeries et nids et qu'ainsi la modification du milieu par certaines pratiques agricoles seraient un acteur important de son déclin. L'impact de la destruction et de la dégradation des milieux a d'ailleurs été constaté au Portugal (Cabral *et al.*, 2005) et c'est également l'une des principales causes mentionnées en Espagne (Roman, 2007a).

Une nouvelle prospection orientée sur la gestion des milieux en augmentant l'effort d'échantillonnage serait intéressante. Il est possible que le nombre de relevés concernant ces variables environnementales n'ait été suffisant pour permettre la significativité des résultats. Aussi, un grand nombre de bénévoles a participé à la récolte des données avec de ce fait un biais possible, non pas dans la fiabilité des informations, mais dans l'acquisition des données. Pour donner suite à l'enquête nationale, il a d'ailleurs été défini la nécessité de 4000 transects pour étudier leur effet. A l'échelle de la région il s'agit d'un effort considérable qui pourrait être réduit en concentrant les transects sur les zones où la proportion de l'espèce est faible. Sa répartition sur de courts tronçons et de manière très discontinue la rend plus vulnérable aux perturbations anthropiques du milieu qui sont souvent localisées et temporaires (curage, brûlis saisonniers, accès aux berges ponctuel par le bétail...). Cela peut entraîner des phénomènes de disparition ou d'apparition et donc des variations spatio-temporelles de l'espèce. Cette nouvelle prospection permettrait donc également d'améliorer le modèle en précisant les relevés des variables environnementales « Type de gestion » et « Accès à la berge », d'y ajouter les corridors existants et ainsi de mesurer plus précisément l'impact de ces variables et le degré d'isolement de l'espèce. Ces données faciliteraient la mise en œuvre d'une politique de conservation.

Aussi, la biologie de l'espèce laisse entendre un pic démographique en fin d'été à la suite de la période de reproduction de mars à juillet. Prospector en septembre/octobre devrait favoriser la détection de l'espèce et donc devrait être un conseil de prospection. Lors de cette étude les relevés

ont été réalisés tout au long de l'année. Des résultats complémentaires nous montrent que le nombre de sites positifs n'est pas significativement différent selon la saison de prospection (*cf Annexe V*).

Il est également intéressant de signaler que lors des observations, des populations ont été détectées sur des sites totalement isolés et particulièrement urbanisés. Ces derniers ne présentaient aucune continuité écologique apparente rendant donc la dispersion de l'espèce compliquée voire impossible. Ces observations ne correspondent pas aux besoins spécifiques du Campagnol amphibie décrits par ses auteurs. Il serait intéressant d'évaluer dans le temps l'évolution de ces populations de manière à confirmer ou infirmer sa capacité de dispersion et de survie dans ce type de paysage.

5. CONCLUSION

Le Campagnol amphibie fourni un bon modèle pour aider à la mise en place du schéma de cohérence écologique sur le territoire Breton. Dans une politique de conservation de ses populations, il est important de prendre en compte les caractéristiques de l'espèce à l'échelle locale et à l'échelle du paysage. Les relevés de présence/absence de l'espèce sur des sites à habitats favorables ont permis de réaliser une modélisation de l'occurrence de l'espèce *Arvicolas apidus* et de mesurer l'impact de différentes variables environnementales à l'échelle du paysage et d'un site. Il est une fois de plus constaté une diminution de la proportion de présence de la population de campagnols amphibies sur la région Bretagne. La proportion de l'espèce à l'échelle du territoire est corrélée au type d'unité paysagère et à son niveau de perméabilité. A l'échelle des sites il serait intéressant de fournir un effort de prospection en favorisant les secteurs géographiques où la proportion de sites positifs est faible et en précisant les relevés sur les variables environnementales de gestion de sites et d'accès aux berges. De plus, une des causes recensées du déclin de l'espèce dans les régions où elle a été étudiée est la présence d'espèces exotiques envahissantes comme concurrentes directes sur les habitats propices (Noblet, 2005 ; Noblet, 2012 ; SFEPM, 2012 ; Aulagnier et *al.*, 2010 ; Quéré & Le Louarn, 2011). Favoriser en parallèle la détection de présence de ces espèces envahissantes sur les sites à faible concentration serait un complément de données important pour justifier son absence et envisager des mesures de sauvegarde de ses populations qui ne cessent de s'éroder.

Poursuivre le suivi de cette espèce semi-aquatique à fort enjeu de continuités écologiques fait partie du plan d'action stratégique pour la mise en place du schéma de cohérence écologique Breton. Des résultats qui peuvent être mis en parallèle de ceux obtenus pour la Loutre d'Europe (*Lutra lutra*, espèce à enjeu également sur ce territoire) dont l'habitat dépend aussi essentiellement des cours d'eau. Elle reconquiert aujourd'hui le territoire Breton grâce à une forte politique de conservation avec par exemple la mise en place d'une gestion douce des berges et zones humides (voir bilan Observatoire de l'Environnement en Bretagne : <https://bretagne-environnement.fr/connaitre-protger-loutre-bretagne>). Gestion qui pourrait également être favorable au Campagnol amphibie. Il s'agit donc de maintenir le bon fonctionnement des cours d'eau pour une conservation des espèces dans leur globalité.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aulganier, S., Haffner P., Tony J., Mitchell-Jones A. J., Moutou F., et Zima J. (2010). *Guide des mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Delachaux et Niestlé, 271p.

Atlas des paysages bretons : <https://www.bretagne.developpement-durable.gouv.fr/atlas-departementaux-des-paysages-r556.html>. Dernière consultation 28/06/2022.

Cabral M.J., Almeida J., Almeida P.R., Dellinger T., Ferrand de Almeida N., Oliveira M. E., *et al.* (2005). *Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal*. Instituto da Conservação da Natureza, Lisboa.

Centeno-Cuadros A., Roman J., Delibes M. & Godoy J.-A. (2011). *Prisoners in their habitat? Generalist dispersal by habitat specialists: A case study in Southern Water Vole (Arvicola sapidus)*. PlosOne. Volume 6. Numéro 9. Pages 1-11.

Couturier T. & Besnard A. (2014). *Analyse de la répartition et caractérisation de l'habitat du Campagnol amphibie Arvicola sapidus sur la base de l'enquête nationale 2009-2013*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, rapport interne, 55 p.

Décret 2019-1400 du 17/12/19 adaptant les orientations nationales pour la préservation et la remise en bon état des continuités écologiques.

<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000039645239/?isSuggest=true>. Dernière consultation 18/07/22

Fahrig L. (2003). *Effects of habitats fragmentation non Biodiversity*. Source: Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 2003, Vol. 34 (2003), pp. 487-515.

Fedriani J. M., Delibes M., Ferreras P., Román J. (2002). *Local and landscape habitat determinants of water vole distribution in a patchy Mediterranean environment*. *Écoscience* 9 : 12-19.

GeoBretagne, cartes d'unités paysagères et de grands ensembles de perméabilité. Dernière consultation 18/07/22.

<https://geobretagne.fr/geonetwork/srv/fre/catalog.search#/metadata/ec294c3a-a4db-44fc-9789-277905654321>.

Ivan Bernez, A. Pingray, Didier Le Coeur. *Entretien des berges de petits cours d'eau dans le bocage Sud-Manche : réponses de la végétation herbacée aux processus écologiques et agricoles*. Ingénieries eau-agriculture-territoires, Lavoisier ; IRSTEA ; CEMAGREF, 2005, pp.55- 69. fihal-00479104

John H. Lawton and Gordon L. Woodroffe (1991). *Habitat and the Distribution of Water Voles: Why are there Gaps in a Species' Range?* *Journal of Animal Ecology* (Feb., 1991) Vol. 60, No. 1 (Feb., 1991), pp. 79-91

Noblet J.F. (2005). *Sauvons le Campagnol amphibie*. *Nature et Humanisme*. 24 p.

Noblet J. F. (2012). *Sauvons le Campagnol amphibie*. *Le Courrier de la nature*, 267: 30-35.

Observatoire de l'Environnement en Bretagne : <https://bretagne-environnement.fr/caracteriser-paysages-quotidiens-bretagne-outil>. Dernière consultation 28/06/22 et <https://bretagne-environnement.fr/connaître-protéger-loutre-bretagne>. Dernière consultation 29/07/22.

Pita R., Mira A., Beja P. (2010). *Spatial segregation of two vole species (Arvicola sapidus and Microtus cabreræ) within habitat patches in a highly fragmented farmland landscape*. *Eur J WildlRes*56: 651-662

Preux T., Augier A., Laslier M., Dufour S. et Magueur A., 2019. *L'enfrichement des milieux humides en Bretagne. Dynamique paysagère, évolution des usages, effets sur l'écologie des milieux aquatiques*. Rapport scientifique du programme ECOFRICHE phase 1, FMA, Université Rennes 2, LETG-Rennes, 128 p.

Quéré J. P. & Le Louarn H. (2011). *Les rongeurs de France*. Quae, Versailles, 312 p.

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 p.

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 p.

Rigaux P. & Poitevin F. (2008). *Enquête nationale Campagnol amphibie (Arvicola sapidus) - protocole*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères, 8 p

Rigaux P., Chalbos M., Auvity F., Braure E. & Trouillet S. (2009). *Eléments 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, rapport d'étude, 22p.

Román J. (2007a). *Arvicola sapidus* Miller, 1908. In Palomo L. J., Gisbert J., Blanco J. C. *Atlas y Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España*. Dirección General para la Biodiversidad-SECEM-SECEMU, Madrid: 504-505.

Roubinet C. & Rigaux P. (2015). *Le Campagnol amphibie*. Groupe Mammalogique d'Auvergne. Atlas des mammifères d'Auvergne. Répartition, biologie et écologie. Catiche Productions : 272-274

SFEPM (Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères) (2012). *Le Campagnol amphibie, un rongeur entre deux eaux*. Bourges, 16 p.

Simonnet F. (2015). *Le Campagnol amphibie*. Atlas des mammifères de Bretagne. Groupe Mammalogique Breton.

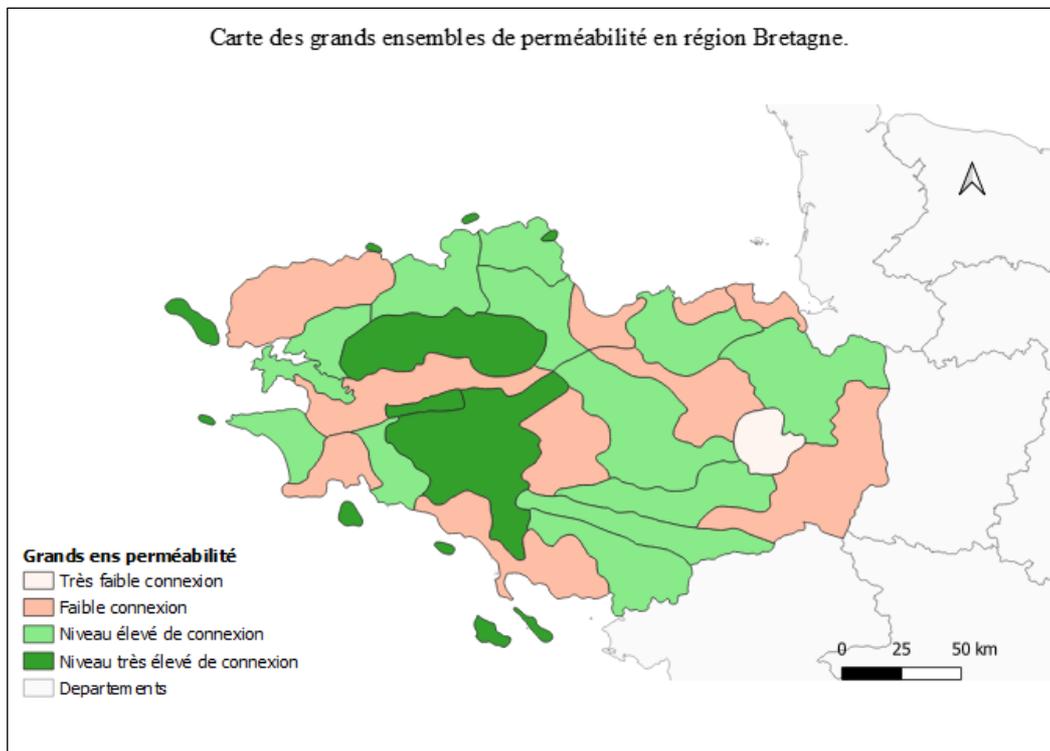
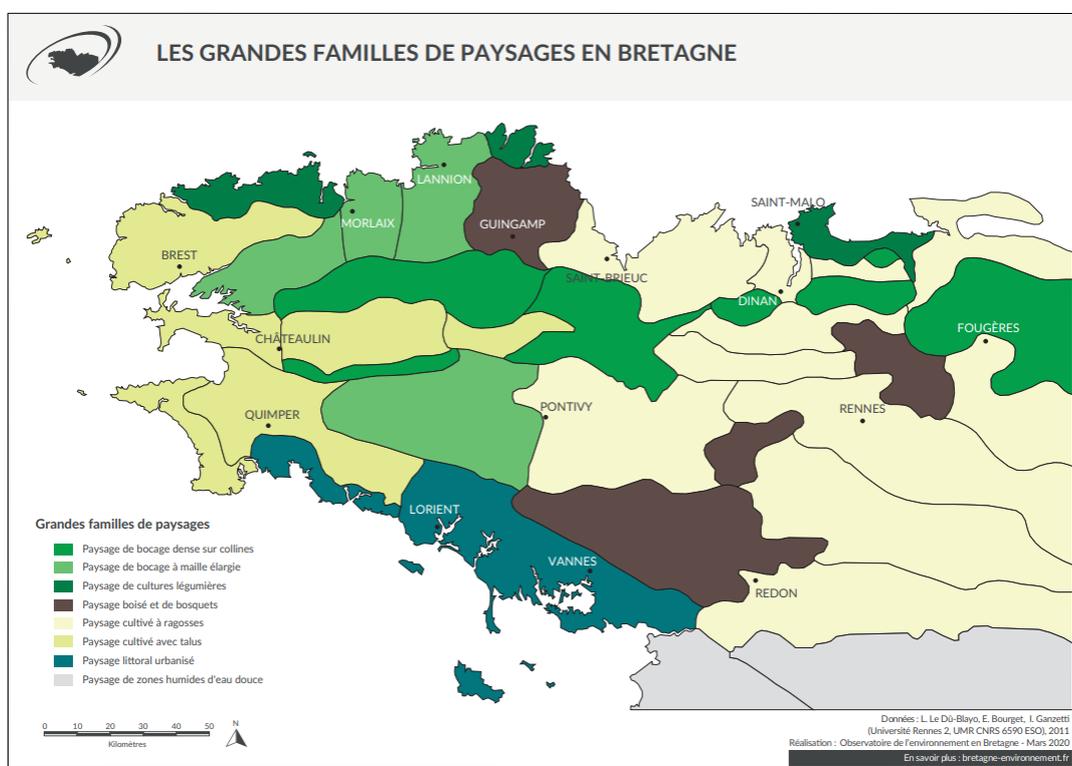
SRCE Bretagne, rapport 1 : Dernière consultation 18/07/22 : <http://tvb-bretagne.fr/consultation>

Spitz F. (2007). *A propos du Campagnol amphibie*. Mammifères Sauvages 53, Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères: 25-26.

UICN France, MNHN, SFEPM, ONCFS (2009). *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine*. Paris, France, 12 p.

ANNEXE I

Cartes des unités paysagères et des grands ensembles de perméabilité de la région Bretagne.



ANNEXE II

Protocole (Rigaux et Poitevin, 2008)

Période de réalisation de la 1^{ère} campagne : printemps-été 2008.

Méthode générale :

Mise en place de carrés-échantillons de 10x10 km répartis dans l'ensemble de la zone de présence française de l'espèce.

Dans chacun de ces carrés, réalisation au printemps-été 2008 d'une campagne de prospection de 20 tronçons de 100 mètres de cours d'eau, et recueil de renseignements sur le faciès de ces sites.

A court et moyen terme (5-10 ans) et en fonction des résultats de la première campagne, réalisation d'une deuxième campagne sur les mêmes carrés

Choix du maillage :

Les carrés-échantillons sont placés sur un maillage 10x10 km préalablement défini en coordonnées Lambert II étendu-Méridien de Paris pour l'ensemble de la France. Ce maillage est défini de la manière suivante : les intersections des mailles sont positionnées par les coordonneurs tous les 10 000 m à partir de l'origine, en système Lambert II étendu. Ainsi les intersections des mailles ont des coordonnées « rondes » au mètre près, tous les 10 000 m (exemple X : 430 000 m / Y : 5 170 000m). Le système Lambert II étendu présente l'avantage de couvrir l'ensemble de la France sans transition de fuseau (contrairement à d'autres systèmes tels que UTM). Il est très fortement recommandé aux prospecteurs n'étant pas familiarisés avec le campagnol amphibie de se rapprocher préalablement de personnes habitués à l'espèce (stages de découvertes, sorties en groupes etc...Contactez les associations locales) ; la détermination des traces et indices de présence du campagnol amphibie est à la portée de tout un chacun dès lors qu'on a déjà eu quelques contacts avec l'espèce.

! En Picardie et peut-être ailleurs dans le nord de la France, attention à la confusion possible avec la forme aquatique du campagnol terrestre (*Arvicola terrestris terrestris*), forme à l'écologie très proche d'*A. sapidus* et dont les limites de la répartition française sont mal connues.

La recherche s'effectue en écartant systématiquement la végétation herbacée de manière à découvrir les crottes et les crottières sur toute la longueur du tronçon. On considère que l'absence de découverte de crottes à l'issue d'une recherche assidue nous renseigne sur l'absence de campagnol amphibie le long du tronçon considéré. A l'issue de la prospection d'un tronçon, le campagnol amphibie est donc noté "présent" ou "absent" sur le tronçon. A l'issue de la prospection de chaque tronçon, remplir une fiche de renseignement.

Temps de réalisation d'un carré-échantillon :

Temps estimé : 5-12h de terrain (1 à 4 demi-journées). Un carré peut être partagé entre plusieurs prospecteurs.

Restitution des résultats :

Les 20 fiches de renseignements et la carte du carré avec la localisation des tronçons numérotés sont à retourner au coordinateur local. Ainsi ~~pour chaque carré échantillonné~~ on aura le nombre de tronçons positifs et de tronçons négatifs. L'absence de tronçon positif dans le carré-échantillon ne peut permettre de conclure de manière certaine que l'espèce est absente du carré, mais que la probabilité de sa présence est très faible. Dans le cadre de l'enquête, un carré 10x10 sera considéré comme « positif » s'il y a au moins un tronçon positif, et « négatif » dans le cas contraire.

Les coordinateurs locaux conservent une copie des fiches de renseignements et des cartes, et en retournent un exemplaire au coordinateur national.

A partir de ces données, une probabilité de présence pourra être calculée dès la première année, et l'aire occupée par l'espèce pourra ainsi être précisée avec des intervalles de confiance. De plus on pourra calculer si le nombre de carrés 10x10 prospectés est suffisant pour permettre d'estimer un pourcentage d'évolution de la population (déclin, augmentation ou stabilité) à court terme. Ces analyses seront réalisées avec l'aide du laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés du CNRS de Montpellier.

ANNEXE III

Fiche d'observation à remplir dans le cadre de l'Observatoire des Mammifères de Bretagne.



Carré n° :



SUIVI REGIONAL DU CAMPAGNOL AMPHIBIE

Date : Observateur(s) :

Description du Site n° :

Type de milieu :

<input type="checkbox"/> ruisseau/rivière	<input type="checkbox"/> canal/chenal	<input type="checkbox"/> fossé/drain
<input type="checkbox"/> lac	<input type="checkbox"/> étang	<input type="checkbox"/> mare
<input type="checkbox"/> zone humide →	<input type="checkbox"/> prairie	<input type="checkbox"/> tourbière
(sans cours d'eau défini)		

Végétation dominante :

hygrophile :	<input type="checkbox"/> jonc	<input type="checkbox"/> carex	<input type="checkbox"/> phragmite	<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> diversifiée :			
<input type="checkbox"/> mésophile →	avec présence de : <input type="checkbox"/> jonc <input type="checkbox"/> carex <input type="checkbox"/> phragmite			
<input type="checkbox"/> arborée →				

Type de gestion :

<input type="checkbox"/> pâturage ↓	<input type="checkbox"/> fauche	<input type="checkbox"/> libre évolution			
type de bétail :	<input type="checkbox"/> bovin	<input type="checkbox"/> équin	<input type="checkbox"/> ovin	<input type="checkbox"/> caprin	<input type="checkbox"/>
accès à la rivière :	<input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> ponctuel (points d'abreuvement)	<input type="checkbox"/> continu (linéaire)		

Campagnol amphibie : Présent Absent

Indices observés :

<input type="checkbox"/> Crottiers	<input type="checkbox"/> Coulées	<input type="checkbox"/> Réfectoires	<input type="checkbox"/> Empreintes
------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------

Densité (sur 100 m) :

<input type="checkbox"/> Rares (1 à 2 crottiers ou réfectoires ou crotte isolée, absence de coulées)
<input type="checkbox"/> Clairsemés (quelques crottiers et réfectoires, coulées discrètes et localisées)
<input type="checkbox"/> Fréquents (crottiers et réfectoires bien présents, coulées marquées)
<input type="checkbox"/> Abondants (crottiers et réfectoires omniprésents, coulées très apparentes, façonnant la microtopographie)

Autres espèces

Type de contact →	féces	empreintes	restes repas	obs. directe	autres
<input type="checkbox"/> Camp. « type » agreste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Ragondin	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Rat musqué	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Rat surmulot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Remarques :

GROUPE MAMMALOGIQUE BRETON - MAISON DE LA RIVIERE - 29 450 SIZUN

ANNEXE IV

Résumés des résultats des prospections dans le cadre de l'Observatoire des Mammifères de Bretagne.

Tableau 3 : Pourcentage de sites positifs, résultats des deux enquêtes.

Carré	Enquête Atlas en %	Enquête Observatoire : Nombre de sites positifs en %		
	Nombre de sites positifs	Résultats inférieurs à l'Atlas	Résultats identiques à l'Atlas	Résultats supérieurs à l'Atlas
AB46	0		0	
AF49	15	5		
AH45	60			85
J42	75	65		
N44	80	45		
O42	55	30		
O46	65	30		
Q42	85	70		
Q49	95	25		
R47	90	10		
V49	20			60
X46	20			40
X53	40			50
Y49	5		5	
Z54	40			45

Tableau 4 : Résumé des résultats de prospection.

Secteur	nbr sites +	nbr sites prosp	% de sites +	Rslt_OBS(proportion)	Unité paysagère	Nom des modalités	Unit_pays	Connexion	Nom des Modalités
AB46	0	20	0	0	Paysage cultivé à ragosses	Cult_ragosses		Faible connexion des milieux naturels	Faible
AE46	5	20	25	0,25	Paysage boisé et de bosquets	Boise_bosq		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
AF49	1	20	5	0,05	Paysage cultivé à ragosses	Cult_ragosses		Faible connexion des milieux naturels	Faible
AG51	0	20	0	0	Paysage cultivé à ragosses	Cult_ragosses		Faible connexion des milieux naturels	Faible
AH45	17	20	85	0,85	Paysage de bocage dense sur collines	Bocdense_colline		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
J42	13	20	65	0,65	Paysage cultivé avec talus	Cult_talus		Faible connexion des milieux naturels	Faible
L44	14	20	70	0,7	Paysage de bocage à maille élargie	Boc_maille_el		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
M49	10	18	55,55	0,55	Paysage de littoral urbanisé	Litto_urba		Faible connexion des milieux naturels	Faible
N44	9	20	45	0,45	Paysage de bocage à maille élargie	Boc_maille_el		Niveau très élevé de connexion des milieux naturels	Tres_eleve
O42	6	20	30	0,3	Paysage de bocage à maille élargie	Boc_maille_el		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
O46	6	20	30	0,3	Paysage cultivé avec talus	Cult_talus		Faible connexion des milieux naturels	Faible
Q42	14	20	70	0,7	Paysage de bocage à maille élargie	Boc_maille_el		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
Q49	5	20	25	0,25	Paysage cultivé avec talus	Cult_talus		Niveau très élevé de connexion des milieux naturels	Tres_eleve
R47	2	20	10	0,1	Paysage de bocage à maille élargie	Boc_maille_el		Niveau très élevé de connexion des milieux naturels	Tres_eleve
R51	4	20	20	0,2	Paysage de littoral urbanisé	Litto_urba		Faible connexion des milieux naturels	Faible
S40	10	19	52,6	0,53	Paysage de bocage à maille élargie	Boc_maille_el		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
S44	9	20	45	0,45	Paysage de bocage à maille élargie	Boc_maille_el		Niveau très élevé de connexion des milieux naturels	Tres_eleve
S50	13	20	65	0,65	Paysage de littoral urbanisé	Litto_urba		Niveau très élevé de connexion des milieux naturels	Tres_eleve
T48	5	20	25	0,25	Paysage de bocage à maille élargie	Boc_maille_el		Niveau très élevé de connexion des milieux naturels	Tres_eleve
U53	4	20	20	0,2	Paysage de littoral urbanisé	Litto_urba		Faible connexion des milieux naturels	Faible
V47	2	20	10	0,1	Paysage cultivé à ragosses	Cult_ragosses		Faible connexion des milieux naturels	Faible
V49	12	20	60	0,6	Paysage cultivé à ragosses	Cult_ragosses		Faible connexion des milieux naturels	Faible
X46	8	20	40	0,4	Paysage de bocage dense sur collines	Bocdense_colline		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
X51	16	20	80	0,8	Paysage boisé et de bosquets	Boise_bosq		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
X53	10	20	50	0,5	Paysage boisé et de bosquets	Boise_bosq		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
X53	10	20	50	0,5	Paysage de littoral urbanisé	Litto_urba		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
Y49	2	20	10	0,1	Paysage cultivé à ragosses	Cult_ragosses		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
Z52	10	20	50	0,5	Paysage boisé et de bosquets	Boise_bosq		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
Z54	9	20	45	0,45	Paysage cultivé à ragosses	Cult_ragosses		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé
Z54	9	20	45	0,45	Paysage de littoral urbanisé	Litto_urba		Niveau élevé de connexion des milieux naturels	Élevé

ANNEXE V

Résultats complémentaires sur la saison de prospection.

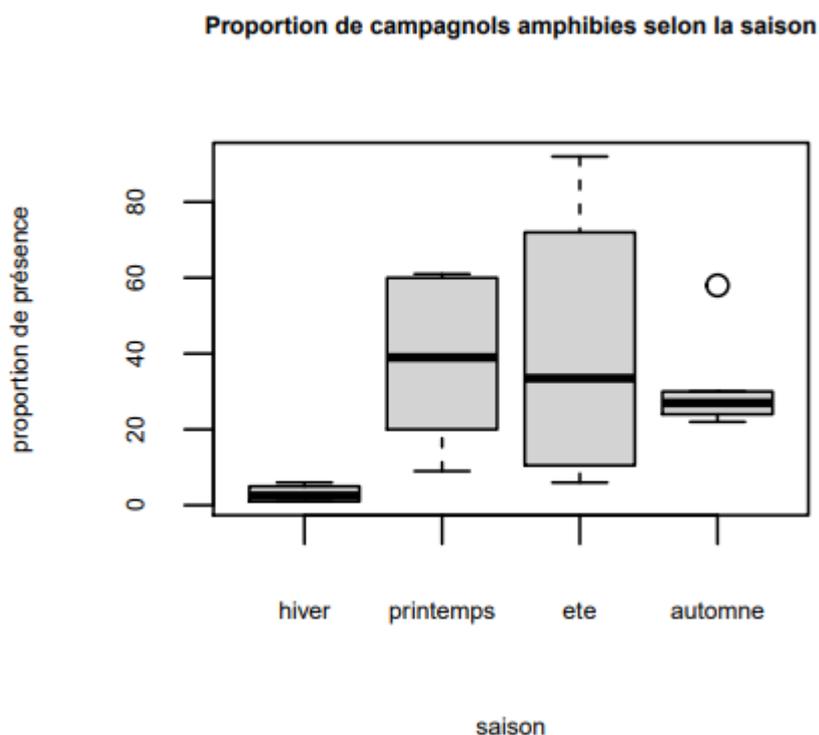


Figure 10 : Proportion de présence de campagnols amphibies selon la saison de prospection : automne-hiver- printemps-été. Résultats obtenus par GLM à effets mixtes. Les résultats du test de Tukey sont indiqués par des lettres identiques pour les saisons dont la proportion de présence n'est pas significativement différente.

La proportion de sites positifs n'est pas significativement différente selon les saisons de prospection ($p > 0,05$)

RESUME

Le Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*) est une espèce clé dans l'élaboration, au niveau européen, de la trame verte et bleue, et donc dans la réhabilitation de la connectivité des paysages. Présent le long de la péninsule ibérique, il est observé en France et notamment en région Bretagne où il est, en proportion, plus représenté. Le territoire breton porte donc une responsabilité élevée dans la conservation de l'espèce. Une enquête nationale entre 2009 et 2014 a permis d'établir plus précisément l'occurrence de l'espèce. Classé comme vulnérable dans la liste rouge des espèces menacées de l'IUCN, il nécessite un habitat spécifique occupant les berges de cours d'eau et de zones humides présentant une végétation herbacée hygrophile. A l'échelle du site, ses besoins sont aujourd'hui clairement définis. Le maintien de ce type de faciès est sans cesse remis en question, notamment dans les paysages soumis à l'anthropisation. Cette espèce à habitat spécifique semble néanmoins posséder de réelles capacités de dispersion à travers des habitats dits non favorables. Le niveau de connectivité entre unités paysagères a donc son importance. L'importance du type de gestion et notamment l'accès aux berges du bétail doit être défini. Pour donner suite aux relevés effectués lors de l'enquête établie dans le cadre de l'Observatoire des Mammifères de Bretagne depuis 2017, il semble que le type de paysage et le niveau de perméabilité entre paysage, impactent la présence de l'espèce au niveau régional. Cette enquête a d'ailleurs permis de confirmer le déclin continu de l'espèce.

Mots clés : Campagnol amphibie, *Arvicola sapidus*, paysage, fragmentation, connexion, habitats.

The amphibian vole (*Arvicola sapidus*) is a key species in the development of the European green and blue belt and therefore the rehabilitation of connecting landscapes. Currently present along the Iberian Peninsula, it is observed in France and particularly in the Brittany region where it is in proportion and more represented. Brittany bears a high responsibility for this species conservation. A national survey between 2009 and 2014 made it possible to establish more precisely the occurrence of this species. Classified as vulnerable in the IUCN Red List of Threatened Species, it requires a specific habitat occupying the banks of waterways and wetlands with hygrophilous herbaceous vegetation. At site level, its needs are now clearly defined. The maintenance of this type of facies is constantly questioned, especially in landscapes subject to anthropization. This

species with a specific habitat nevertheless seems to have real dispersal capacities through so-called unfavourable habitats. The level of connectivity between landscapes is therefore imperative. The importance of the type of management of the latter and, particularly the access to the banks and their maintenance must be defined. To follow up on the readings carried out during the survey established within the framework of the Observatory of Mammals of Brittany since 2017, it seems that the level of permeability and connection between landscapes and the type of facies impacts the presence of the species at a regional level.

The second survey which made to confirm its decline.

Keywords : Southern water vole, *Arvicola sapidus*, landscape, fragmentation, connection, habitats.