



CHASSEURS
EN NOUVELLE-AQUITAINE

— Engagés pour la nature —

ETUDE SUR L'INTÉRÊT DU MAINTIEN DES CHAUMES

POUR LA BIODIVERSITÉ



Comprendre



Préserver



Agir ensemble

Pour des pratiques
agricoles favorables
à la biodiversité
en Nouvelle-Aquitaine



RÉGION
**Nouvelle-
Aquitaine**



Mars 2026

1.	Avant-propos	3
2.	Introduction	4
3.	Mulching vs. Maintien des chaumes : Enjeux en termes de biodiversité – État de l’art	5
3.1	L’avifaune indicateur de la qualité des couverts végétaux	5
3.2	Quel impact sur d’autres taxons ?	7
3.3	Ce que dit la réglementation.....	8
3.4	Quel impact de ces normes réglementaires sur la biodiversité ? Exemple et analyse statistique d’un suivi de l’avifaune réalisé dans les Landes.....	10
3.4.1	La richesse spécifique	12
3.4.2	La diversité spécifique.....	13
3.4.3	La distribution d’abondance	15
3.4.4	L’organisation et la classification des communautés	16
3.5	Le choix d’un protocole de suivi adapté aux micromammifères.....	17
3.5.1	Suivi au phare ou caméras thermiques ?.....	18
3.5.2	Ce que dit la bibliographie... ..	24
4.	Le suivi réalisé.....	28
4.1	Secteur Pays Basque – sud Landes.....	29
4.2	Secteur Bas Armagnac (Landes)	30
4.3	Secteur Dordogne	34
4.4	Secteur Charente.....	38
4.4.1	Suivi Echantillonnage par point sur un circuit de Terres de groies (16).....	38
4.4.2	Suivi par EPP sur la zone du Rouillacais (16)	42
4.4.3	Suivi par piégeage	43
4.4.3.1	Inventaire des micromammifères	44
4.4.3.2	Types de pièges utilisés	44
4.4.3.3	Appâts et conditions de piégeage	44
4.4.3.4	Disposition des pièges.....	44
4.4.3.5	Phases du piégeage	44
4.4.3.6	Périodes optimales de capture	45
4.4.3.7	Manipulation des individus capturés	46
4.4.3.8	Phase opérationnelle	47
5.	Conclusion	51
6.	Bibliographie.....	52

1. Avant-propos

Les risques environnementaux potentiels liés aux pratiques agricoles modernes et la dégradation rapide des sols et des ressources en eau constituent une préoccupation majeure. Leur étude est rendue complexe du fait des interactions multiples entre le sol, les cultures et le climat, et de son influence sur la production et la gestion des résidus de récolte dans divers contextes pédoclimatiques. Il est donc essentiel d'améliorer la compréhension de la gestion des résidus de récolte, de l'échelle locale à l'échelle départementale, voire nationale, et de leur impact en termes de biodiversité. La Nouvelle-Aquitaine est la première région agricole de l'Hexagone. La Politique Agricole Commune impose aux agriculteurs locaux des mesures agroenvironnementales, comme le *mulching*, sensées favoriser une meilleure production, et davantage respectueuses de l'environnement. Les effets de ces mesures sur la dynamique de populations d'espèces comme l'alouette des champs ou les perdrix grise et rouge tardant à venir, aux yeux des fédérations de chasseurs en tous cas, ces derniers ont investi temps et argent pour mettre en place des méthodes de suivis de nombreuses espèces chassables et non chassables, n'hésitant pas à recourir à de nouvelles technologies comme les caméras thermiques. Si la technologie n'est pas si récente que cela, leur emploi tend à se généraliser et ce en lien avec des coûts d'investissement de plus en plus faibles.

Les objectifs de la présente étude, novatrice à de nombreux égards, étaient multiples et devaient répondre en premier lieu à une démarche scientifique rigoureuse :

1. Consultation et analyse de la bibliographie disponible sur le sujet, portant sur le ou les modèle(s) biologique(s) choisi(s) et sur la méthode utilisée, en faisant référence si possible à des études passées ou en cours menées par les fédérations départementales de chasseurs.
2. Choix de la ou des zone(s) d'étude.
3. Mise en place d'un protocole expérimental adéquat afin d'obtenir des échantillons destinés à fournir des estimations d'abondance des modèles biologiques.
4. Analyse statistique des données obtenues.
5. Critique de la méthode utilisée.

L'étude pilote que nous avons mise en place porte sur le suivi des populations de micro-rongeurs en tant que cible première, mais aussi sur les informations provenant d'autres taxons (mammifères ou oiseaux), dans différents secteurs de Nouvelle-Aquitaine (Pyrénées-Atlantiques, Landes, Dordogne et Charente). Le choix d'un suivi des populations de micro-rongeurs a été motivé par le fait que ces petits mammifères constituent une part très importante du bol alimentaire d'espèces comme le renard roux ou de nombreux oiseaux de proie diurnes ou nocturnes. Leur raréfaction serait donc préjudiciable pour ces espèces. À l'opposé, leur prolifération peut avoir des conséquences négatives sur les rendements des parcelles céréalières concernées.

2. Introduction

Au cours des dernières décennies, les profondes mutations des pratiques agricoles à travers le monde ont entraîné des modifications de l'utilisation des sols, impliquant des évolutions de la structure et de la composition des paysages concernés. Ces changements ont notamment conduit à un agrandissement du parcellaire, à une augmentation des surfaces cultivées et à une réduction drastique des éléments permanents du paysage tels que les bois, les haies et les prairies naturelles. Les paysages agricoles français et néo-aquitains n'ont pas été épargnés, au moins à des degrés divers selon les territoires.

Face à ces évolutions, de nombreux pays à travers le monde ont mis en place des politiques visant à limiter les impacts sur l'environnement *sensu lato*, d'autant plus que les pratiques agricoles modernes ont bien souvent entraîné une baisse des rendements et donc une diminution des marges bénéficiaires pour les agriculteurs, une dégradation rapide des sols et des ressources en eau, constituant une préoccupation de plus en plus prégnante. Ingénieurs agronomes et chercheurs de différentes spécialités étudient ces problèmes depuis plus de 50 ans, s'intéressant notamment aux interactions complexes entre le sol, les cultures et le climat, et de leur influence sur la production et la gestion des résidus de récolte dans divers contextes pédoclimatiques sur plusieurs continents. Il s'avère essentiel d'améliorer la compréhension de la gestion des résidus de récolte, de l'échelle locale à l'échelle nationale, et d'identifier les lacunes en matière de connaissances qui nécessitent des recherches approfondies afin de favoriser le transfert de technologies (Reicosky 1994). La qualité des résidus de récolte doit être prise en compte au même titre que leur quantité pour lutter contre l'érosion des sols. Des études ont montré qu'une gestion écologique du paillis permet de conserver l'humidité, de réduire l'évaporation du sol, de modérer sa température, de limiter la prolifération des adventices, de freiner l'érosion et de stimuler l'activité microbienne, favorisant ainsi une meilleure production agricole (Iqbal *et al.* 2020, Mohammad *et al.* 2022). Le paillis présente toutefois certaines limites, car il peut abriter des insectes indésirables, des ravageurs et des maladies. Une gestion stratégique du paillis peut réduire les coûts de production et apporter des avantages considérables aux agriculteurs et aux autres acteurs de la filière. Le paillis éliminerait également les résidus de pesticides, d'engrais et de métaux lourds (Iqbal *et al.* 2020). Il contribue à l'embellissement des paysages et à la valorisation économique des cultures.

Que cachent les termes mulch ou mulching ? Aucune entrée de table des matières n'a été trouvée.

Le terme *mulching* vient de l'anglais qui signifie « paillage » ou « paillis ». Le principe de fonctionnement est de couvrir le sol avec des résidus de culture (chaumes de céréales par exemple). Le *mulching* a pour principal avantage d'amorcer la dégradation des résidus de cultures et CIPAN (Cultures Intermédiaires Pièges à Nitrates) en facilitant leur assimilation dans le sol. Il permet, au moins en théorie, de lutter contre l'érosion, de maintenir sa biodiversité, sa fertilité ou encore de piéger du carbone en grande quantité. Le *mulching* peut être une alternative à l'implantation d'un couvert végétal surtout après une culture tardive comme le maïs, en accélérant la dégradation des cannes de la plante.

3. Mulching vs. Maintien des chaumes : Enjeux en termes de biodiversité – État de l'art

3.1 L'avifaune indicateur de la qualité des couverts végétaux

Un important déclin de nombreuses espèces d'oiseaux autrefois communs dans les champs a très vite été mis en évidence par les scientifiques (e.g. Marchant *et al.* 1990), mettant en exergue le rôle joué par les chaumes de céréales. Ainsi, en automne comme en hiver, le Bruant zizi (*Emberiza cirlus*) a été observé « quasi exclusivement » sur les chaumes (Evans & Smith 1994), ainsi que pour le Bruant proyer (*Miliaria calandra*) (Donald & Evans 1994 ; Wilson *et al.* 1996 ; Brickle 1999), l'Alouette des champs (*Alauda arvensis*) (Donald *et al.* 2001) et plusieurs autres passereaux granivores (Buckingham *et al.* 1999). Un élément important, quoique peu étudié, concerne la répartition saisonnière des chaumes, variable selon le type de culture (Potts 2003). De cette étude anglaise située dans le North Yorkshire, une conclusion émerge clairement : labourer tôt présente de nombreux avantages par rapport à un labour tardif, notamment une meilleure structure du sol grâce aux gelées successives et une protection contre les intempéries hivernales qui empêchent le labour, car les semis de printemps doivent être commencés dès que le sol est suffisamment sec pour être préparé. Cet état de fait a pour conséquence que le pourcentage de chaumes ayant survécu à l'automne et à l'hiver est faible, nul dans le cas de ceux qui auraient survécu à un hiver complet. Les mesures mises en place par les autorités peuvent parfois être contre-productives ; ainsi, le maintien des chaumes jusqu'au 14 février peut souvent rendre le labour impraticable. L'auteur de l'étude préconise de s'inspirer des pratiques culturelles traditionnelles qui ont naguère favorisé la biodiversité.

Une note technique du Gouvernement de l'Écosse (<https://www.fas.scot/downloads/tn687-managing-arable-farmland-for-biodiversity/>) synthétise les avantages fournis par le maintien des chaumes en faveur de la biodiversité. Les chaumes laissés après la récolte des céréales peuvent constituer de riches zones d'alimentation pour les oiseaux des champs durant l'hiver, notamment en présence de grains tombés et de graines de plantes adventices. Il a été démontré que les populations d'Alouettes des champs et de Bruants jaunes, en déclin, se rétablissent lorsque 10 à 20

ha de chaume sont présents par km² de terres agricoles (Gillings *et al.* 2005). La gestion de parcelles entières, plutôt que partielles, profiterait aux espèces qui préfèrent se nourrir en bordure de champ (par exemple, les pinsons et les bruants) ainsi qu'à celles qui préfèrent le milieu du champ (par exemple, les alouettes des champs). La variété des hauteurs de chaumes offre des avantages à diverses espèces : les chaumes plus hauts offrent un abri contre les prédateurs à la Perdrix grise et à l'Alouette des champs, tandis que les chaumes plus courts sont préférés par des espèces comme les moineaux, les pinsons et les bruants (Whittingham *et al.* 2006). Il conviendrait donc de conserver les chaumes le plus longtemps possible avant les semis (au moins jusqu'à fin février), car le début du printemps est la période où la nourriture est la plus rare pour les oiseaux granivores. Si les chaumes à n'en pas douter revêtent une importance certaine, d'autres facteurs existent et ont fait l'objet de plusieurs publications scientifiques (e.g. Newton 1998, 2004). Pour cet auteur, quatre aspects des changements agricoles ont été les principaux moteurs du déclin des populations d'oiseaux : (1) la lutte contre les adventices, principalement par l'utilisation d'herbicides ; (2) le passage des céréales semées au printemps aux céréales semées à l'automne, et le labour plus précoce des chaumes et la croissance plus précoce des cultures qui en découlent ; (3) le drainage des terres et l'intensification de la gestion des prairies qui en découle ; et (4) l'augmentation des densités d'élevage, principalement de bovins en plaine et d'ovins en montagne. Ces changements ont réduit la quantité d'habitats et/ou de nourriture disponibles pour de nombreuses espèces. D'autres changements, tels que la suppression des haies et des zones de végétation basse, ont également affecté certaines espèces, de même que les modifications du calendrier des cultures et des récoltes.

Ce survol de la bibliographie relative au maintien des chaumes et à leur intérêt vis-à-vis de la biodiversité souligne un élément important : l'avifaune est très souvent au cœur des études scientifiques et a subi de plein fouet l'impact des évolutions des pratiques agricoles comme en témoignent les dernières données disponibles (Fig. 1).

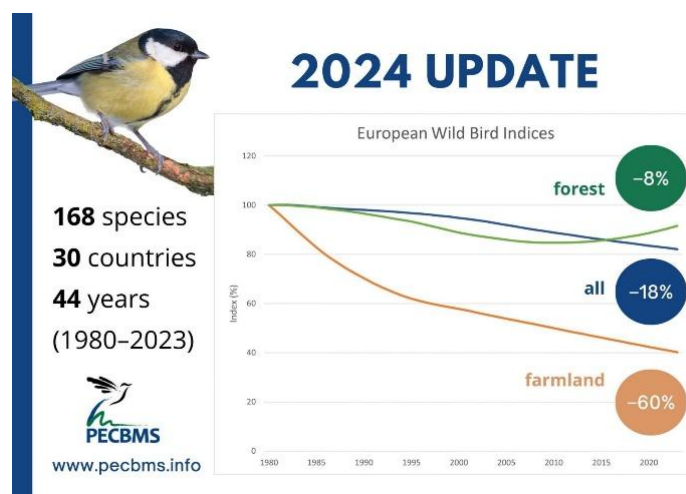


Figure 1. Tendances d'évolution des populations d'oiseaux en Europe depuis 1980 (<https://pecbms.info/european-wild-bird-indices-2024-update/#single-1>). On notera la très forte diminution des espèces des milieux agricoles.

3.2 Quel impact sur d'autres taxons ?

Moins nombreuses sont les études faisant référence à d'autres taxons comme les micro-rongeurs. Par exemple, Gentilia *et al.* (2014) ont étudié l'abondance relative, la diversité et la richesse spécifique des populations de micro-rongeurs vivant dans trois zones du nord-est de l'Italie, situées le long d'un gradient d'intensification de l'utilisation des terres agricoles, sans se focaliser sur l'intérêt du maintien des chaumes. Leurs résultats montrent que l'abondance des populations, le type d'espèces présentes (mais pas la richesse spécifique) et la diversité spécifique étaient affectés par l'intensification agricole et le degré de naturalité du paysage. Les espèces généralistes, notamment le Mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus*, et celles associées aux milieux perturbés, telles que le Campagnol des champs *Microtus arvalis*, étaient en revanche plus abondantes dans les paysages moins naturels ; l'abondance globale la plus élevée ayant été observée dans le paysage le plus perturbé. Ces conclusions sont en accord avec des recherches menées dans d'autres agroécosystèmes d'Europe, en Bretagne en l'occurrence (Butet *et al.* 2006), soulignant l'effet controversé de l'impact anthropique sur les communautés de petits mammifères, puisqu'une diminution de la diversité des espèces peut être associée à une augmentation de l'abondance globale de la population, en raison du succès de quelques espèces généralistes et opportunistes. Cette équipe de chercheurs de l'Université de Rennes a du reste beaucoup publié sur les relations micro-rongeurs vs. habitats agricoles (Michel *et al.* 2006, Michel *et al.* 2007). Ils ont notamment examiné les facteurs environnementaux influençant les communautés de petits mammifères (rongeurs et musaraignes) dans des habitats permanents, en réponse à un gradient d'intensification agricole. Leurs études ont montré que les variabilités inter-sites et intra-site étaient significatives et expliquaient une part importante de la variation totale de l'abondance des espèces de petits mammifères, mais restaient liées à l'habitat local. En effet, la largeur des haies et la richesse spécifique des arbres semblaient significatives et expliquaient la plus grande partie de la variation totale de la composition de la communauté de petits mammifères. En Espagne, Nogueras *et al.* (2015) ont analysé les patrons de sélection d'habitat des micro mammifères. À l'échelle du microhabitat, l'espèce *Apodemus sylvaticus* était positivement lié à la couverture de buissons alors que la Souris d'Afrique du Nord *Mus spretus* était positivement liée à la disponibilité des graines. À l'échelle du macrohabitat, *A. sylvaticus* était négativement associée à la distance de l'arbre le plus proche, alors que *M. spretus* était positivement associée à la même variable. Cette dernière étude met en avant le rôle joué par la ressource « graines » particulièrement importante pendant la période hivernale pour de nombreux micro-rongeurs.

À signaler également une publication récente (Coomber *et al.* 2021) ne faisant pas explicitement référence à une problématique « maintien des chaumes » mais portant sur la détection de tendances dans la taille des populations, l'aire de répartition géographique ou le taux d'occupation des espèces de mammifères au Royaume-Uni. Les auteurs mettent en avant le fait que de nombreuses espèces ne font l'objet d'aucun programme

de suivi dédié, alors même que des estimations fiables sur la dynamique des populations sont souvent nécessaires aux décideurs. En se basant sur des données opportunistes, des estimations des tendances d'occupation à long terme ont été obtenues pour 37 espèces de mammifères terrestres. Les résultats sont présentés, à l'exception des 16 espèces de chauve-souris (Fig. 2).

Species	Occupancy average growth rates (%)	Alert Category*	Percentage confidence in growth rate change direction	Occupancy change	Occupancy change significance
small mammals	Bank vole	decrease	51	-0.33 (-0.98 - 0.54)	
	Common shrew	decrease	52	-0.30 (-0.75 - 0.28)	
	Field vole	decrease	<50	-0.50 (-1.05 - 0.09)	
	Harvest mouse	strong decrease	55	-2.10 (-3.16 - -0.97)	***
	Water shrew	decrease	54	-0.81 (-1.73 - 0.03)	
	Wood mouse	no change	<50	0.39 (0.13 - 1.00)	***
	Yellow-necked mouse	increase	54	1.52 (-0.11 - 3.37)	
deer	Fallow deer	no change	<50	0.01 (-0.68 - 0.69)	
	Red deer	no change	51	-0.43 (-1.17 - 0.45)	
	Reeves' muntjac deer	increase	57	1.41 (0.70 - 2.18)	***
	Roe deer	no change	54	0.32 (0.04 - 0.67)	***
	Sika deer	increase	56	2.55 (-0.07 - 5.52)	
mid-sized mammals	Brown hare	no change	52	-0.01 (-0.56 - 0.61)	
	Brown rat	no change	<50	0.80 (-0.45 - 2.26)	
	European badger	increase	53	0.85 (0.28 - 1.49)	***
	European mole	no change	<50	0.20 (-0.43 - 0.94)	
	European rabbit	no change	53	-0.25 (-0.66 - 0.22)	
	Grey squirrel	no change	<50	0.25 (-0.43 - 1.01)	
	Red fox	no change	<50	0.25 (-0.37 - 0.94)	
	Stoat	decrease	53	-1.03 (-1.79 - -0.30)	***
	Weasel	strong decrease	59	-2.63 (-3.31 - -1.94)	***

Figure 2. Tendances d'évolution de 21 espèces de mammifères terrestres en Grande-Bretagne (de Coomber et al. 2021).

À l'exception des micro-rongeurs « arboricoles » Mulots sylvestre *Wood mouse* et Mulot à collier *Yellow-necked mouse*, les autres espèces décroissent, fortement même pour le Rat des moissons (*Harvest mouse*). Cela concerne justement les espèces des espaces agricoles ouverts. Globalement, les cervidés se portent bien, à l'inverse de l'Hermine (*Stoat*) et surtout de la Belette (*Weasel*). À signaler, le Blaireau européen (*European badger*) étend son aire de répartition.

3.3 Ce que dit la réglementation

En France, l'agriculture répond à une réglementation bien précise notamment dans le cadre des différents programmes d'action *Nitrate*. Les directives visent à réglementer les pratiques de fertilisation azotée afin de lutter contre la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. Elles ont ainsi permis d'aboutir à la délimitation de zones vulnérables

ainsi qu'à des programmes d'actions destinés à proposer des mesures techniques pour réduire les infiltrations d'azote dans les sols, comme dans le cas de la Nouvelle-Aquitaine (Fig. 3).

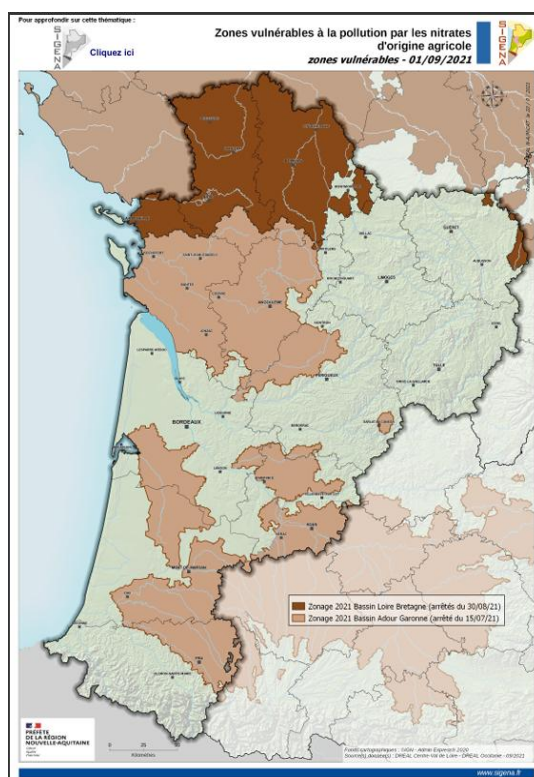


Figure 3. Cartographie des zones vulnérables en Nouvelle-Aquitaine (source : DREAL Nouvelle-Aquitaine).

La directive Nitrate stipule ainsi que les « zones vulnérables » (partie du territoire où la pollution des eaux par le rejet direct ou indirect de nitrates d'origine agricole menace la qualité des milieux aquatiques et l'alimentation en eau potable) doivent mettre en œuvre un programme d'actions rendant notamment obligatoire un code de bonnes pratiques agricoles adapté au contexte local. Ces réglementations sont révisées tous les quatre ans et s'accompagnent d'un programme de surveillance de la qualité de l'eau.

De plus, la Politique Agricole Commune (PAC) a mis en place une réforme en 2015 qui vise à favoriser des pratiques agricoles bénéfiques pour le climat et l'environnement. Les agriculteurs se voient donc imposer des mesures de verdissement, selon le type d'exploitation (diversification des cultures, maintien des éléments fixes du paysage comme les haies ou les bandes enherbées ...). De plus, dans la zone vulnérable (Directive Nitrate), des intercultures qualifiées de « piège à Nitrates » doivent être mises en place après récolte, notamment lorsqu'il s'agit de cultures de longues durées comme le maïs. Dans ce contexte, des dérogations ont été accordées dans le passé afin de favoriser la survie hivernale d'espèces comme la grue cendrée (en région Aquitaine) ou le pigeon ramier (en région Midi-Pyrénées), les plaines agricoles du grand Sud-Ouest constituant des aires d'hivernage très importantes pour ces deux espèces.

3.4 Quel impact de ces normes réglementaires sur la biodiversité ?

Exemple et analyse statistique d'un suivi de l'avifaune réalisé dans les Landes

S'agissant de simples dérogations, qui plus est en lien avec une espèce chassable (le pigeon ramier), la Fédération Départementale des Chasseurs des Landes a mis en place un protocole de suivis de l'avifaune migratrice et hivernante afin de préciser l'impact des différentes pratiques agricoles sur les différentes espèces aviaires. Le fait que le département des Landes se situe sur un axe majeur de migration pour nombre d'espèces aviaires du Paléarctique occidental justifiait la mise en œuvre de tels suivis. Les résultats obtenus sur les différents types d'intercultures existants lors de deux automnes-hivers successifs (2021-22 et 2022-23) méritent amplement d'être présentés et enrichis par des analyses statistiques pertinentes. Les éléments présentés ci-après sont ceux de la première année de l'étude et concernent des parcelles de maïs récoltées avec implantation d'un couvert végétal. Les six types d'intercultures sélectionnés sont les suivants :

1. Chaumes broyés et laissés tels quels ;
2. Chaumes broyés avec semis direct de céréales (avoine, triticales...) ;
3. Chaumes broyés avec semis direct de légumineuses (féverole, pois...) ;
4. Enfouissement des résidus laissés tels quels ;
5. Enfouissement des résidus avec semis de céréales (avoine, triticales...) ;
6. Enfouissement des résidus avec semis de légumineuses (féverole, pois...).

Cinq parcelles par type d'intercultures ont été sélectionnées en fonction de leur localisation dans le département afin d'obtenir un échantillon représentatif des différentes configurations rencontrées dans le département (Fig. 4).

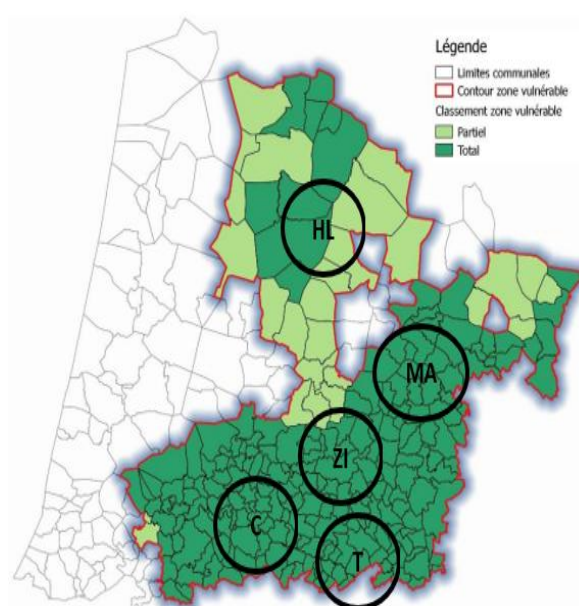


Figure 4. Cartographie des secteurs prospectés dans le département des Landes (source : FDC40)

Afin de suivre la fréquentation des parcelles par l'avifaune, sept passages par parcelle ont été réalisés entre les mois de novembre et février, soit 210 unités statistiques. Le travail de terrain a consisté à recenser tous les oiseaux à partir d'un point fixe choisi pour une observation optimale, suivi dans le cas de surfaces importantes d'un parcours pédestre. Ce protocole est une sorte de mélange entre les suivis par points d'écoute et ceux par transect linéaire (encadré 2).

Transects linéaires vs. Points

Les transects linéaires sont une méthode couramment utilisée pour le recensement des animaux. Le principe est simple : se déplacer le long d'un chemin linéaire dans la zone à échantillonner et compter tous les individus détectés à une certaine distance (largeur de bande). Des techniques standardisées, avec des prélèvements répétés sur des itinéraires fixes, permettent de réduire les biais liés à la variation de facteurs tels que la saison (McCullough 1982), l'heure de la journée (Progulske et Duerre 1964), les conditions météorologiques (Dealy 1966), le type d'habitat (Anderson 1959), le comportement (Beier et McCullough 1990) et la disponibilité alimentaire (McShea et Schwede 1993).

Les échantillonnages par points qu'ils soient d'écoute ou par projecteur (EPP) sont généralement utilisés pour estimer la densité d'oiseaux ou d'animaux comme le lièvre. Un observateur se rend à un point d'échantillonnage et recense ensuite (à la fois visuellement et auditivement selon les cas) les animaux cible pendant une période de comptage spécifiée, dans un rayon prédéfini autour du point.

A moins d'être certains d'effectuer des comptages exhaustifs, ces méthodes doivent plutôt être considérées comme des indicateurs de densité relative. Elles produisent des estimations de densité sous-estimées et biaisées car a) certains animaux ne sont pas détectés et b) la détectabilité varie en fonction de l'environnement.

Il s'agit donc d'un jeu de données très conséquent, d'autant que pas moins de 59 espèces ont été identifiées tout au long de l'étude. Un tel jeu de données peut être appréhendé à différents niveaux :

- La richesse spécifique
- La diversité et l'équitabilité
- La distribution d'abondance des espèces
- La similarité entre communautés (indice de Jaccard ou distance euclidienne)
- La structure des communautés en espace réduit via une analyse multivariée comme l'Analyse en Composantes Principales
- La classification des communautés.

Chaque niveau amène une information distincte, utile pour caractériser chaque entité et indispensable pour les comparer.

Les auteurs de l'étude ont focalisé leurs analyses sur deux aspects principalement : la richesse spécifique et la distribution d'abondance des espèces, tout en abordant une discussion sur l'autoécologie de certaines espèces emblématiques.

3.4.1 La richesse spécifique

2021/2022	Novembre		Décembre		Janvier	Février		Richesse spécifique moyenne
Richesse spécifique	1er passage	2e passage	3e passage	4e passage	5e passage	6e passage	7e passage	
Code 1	19	19	26	21	23	17	18	20,43
Code 2	20	20	20	21	19	22	19	20,14
Code 3	7	10	4	17	12	8	12	10
Code 4	18	15	16	17	11	16	6	14,14
Code 5	13	18	14	17	14	15	9	14,29
Code 6	12	9	13	15	8	11	10	11,14

Tableau I. Richesse spécifique des différents types d'intercultures relevée lors des sept passages effectués (source : FDC40).

Le tableau I présenté est seulement informatif. La représentation graphique des données fournit d'emblée un bon aperçu de la situation (Fig. 5). Une Analyse de la Variance (Tab. II) permet de conforter les conclusions émises sur la seule base des données du tableau. La présence de différences statistiquement significatives ne peut être écartée, un test post hoc permettant de les situer (Tab. III).

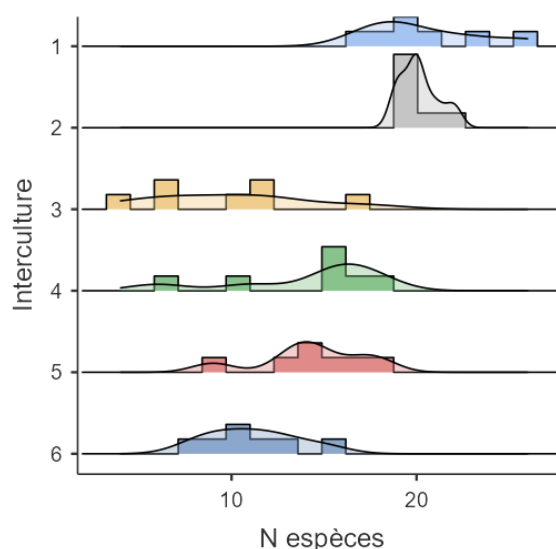


Figure 5. Histogrammes et fonctions de densité des données « richesse spécifique ».

ANOVA - N espèces					
	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F	p
Intercultures	689	5	137.9	13.4	< .001
Résidus	371	36	10.3		

[3]

Tableau II. Résultats de l'ANOVA effectuée sur les données « richesse spécifique ».

Comparaisons post hoc - Intercultures							
Comparaison			Différence moyenne	Erreur standard	ddl	t	p
Intercultures		Intercultures					
1	-	2	0.286	1.71	36.0	0.1666	0.869
	-	3	10.571	1.71	36.0	6.1643	< .001
	-	4	6.286	1.71	36.0	3.6653	< .001
	-	5	6.143	1.71	36.0	3.5820	0.001
	-	6	9.286	1.71	36.0	5.4146	< .001
2	-	3	10.286	1.71	36.0	5.9977	< .001
	-	4	6.000	1.71	36.0	3.4987	0.001
	-	5	5.857	1.71	36.0	3.4153	0.002
	-	6	9.000	1.71	36.0	5.2480	< .001
3	-	4	-4.286	1.71	36.0	-2.4990	0.017
	-	5	-4.429	1.71	36.0	-2.5823	0.014
	-	6	-1.286	1.71	36.0	-0.7497	0.458
4	-	5	-0.143	1.71	36.0	-0.0833	0.934
	-	6	3.000	1.71	36.0	1.7493	0.089
5	-	6	3.143	1.71	36.0	1.8326	0.075

Note. Comparaisons basées sur les moyennes marginales estimées

Tableau III. Comparaisons post-hoc réalisées sur les données « richesse spécifique ». Les différences mises en évidence correspondent aux probabilités < 0,05.

Les deux premiers types d'intercultures accueillent des populations aviaires statistiquement plus riches que les quatre autres. Le troisième type est le plus pauvre et diffère des types 4 et 5, mais pas du type 6. Les intercultures 3 et 6 ont en commun l'implantation d'un couvert de légumineuses.

3.4.2 La diversité spécifique

En écologie, on a principalement recours à deux indices de diversité : l'indice de Shannon-Weaver et l'indice de Simpson.

Le premier indice se calcule ainsi :

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i * \log_2 p_i$$

où p_i représente la proportion d'individus de l'espèce i dans l'échantillon. H varie entre une valeur minimale $H = 0$, lorsque tous les individus appartiennent à la même espèce, et une valeur maximale $H = \log_2(S)$, lorsque les individus sont répartis uniformément entre les S espèces. À partir de là, il est possible de calculer l'équitabilité, rapport entre la diversité et la diversité maximale :

$J = H/H_{\max}$, qui varie entre 0 et 1 au maximum.

Si l'indice de diversité de Shannon est calculé à partir d'un échantillon de petite ou de moyenne taille, le résultat obtenu s'avère être un estimateur biaisé de la diversité de la population (Pielou 1975, dans Scherrer 2007). Dans ce cas, il vaut mieux recourir à l'indice de diversité de Simpson, qui se révèle exempt de cet inconvénient. Cet indice mesure la probabilité que deux individus sélectionnés au hasard appartiennent à la même

espèce. Il est à noter que cet indice donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares (comme l'indice de Shannon). Son expression mathématique est la suivante :

$$D = \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

avec S correspondant au nombre total d'espèces observées, N au nombre total d'individus comptés ou estimés et n_i le nombre d'individus de l'espèce i.

Cet indice permet d'exprimer la dominance d'une espèce lorsqu'il tend vers 1 et, à l'opposé, vers 0 lorsque toutes les espèces sont également réparties. Afin de faciliter l'interprétation des résultats, les auteurs ont le plus souvent recours à l'indice de Gini-Simpson qui s'écrit :

$$D' = 1 - \sum_{i=1}^s \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}$$

Qui présente l'avantage d'une interprétation plus logique : lorsque D' tend vers 1, l'association est équilibrée. Nous avons calculé cet indice pour les six modes d'intercultures. Le test de Levene, d'égalité des variances se révélant significatif (rejet de H_0), un test de Kruskal-Wallis a donc été effectué.

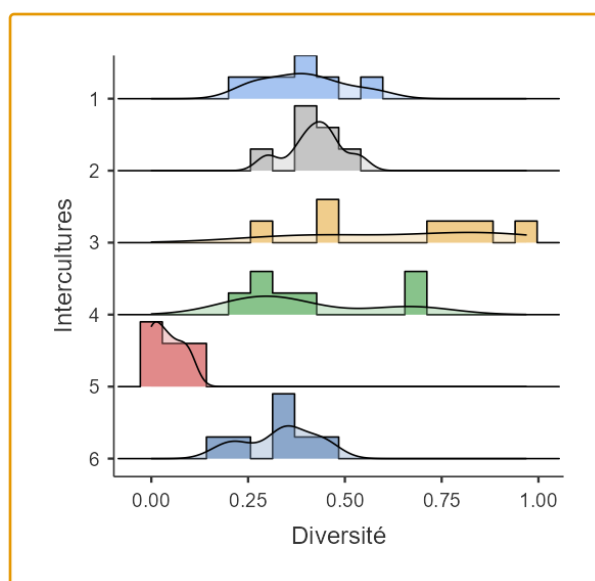


Figure 6. Histogrammes et fonctions de densité des données « diversité de Gini-Simpson ».

Kruskal-Wallis				
	χ^2	ddl	p	ϵ^2
Diversité	23.8	5	< .001	0.579

Tableau IV. Résultats du test de Kruskal-Wallis effectué sur les données « diversité de Gini-Simpson ».

Comparaison pair-à-pair - Diversité			
		W	p
1	2	1.175	0.962
1	3	2.620	0.432
1	4	-0.452	1.000
1	5	-4.427	0.022
1	6	-1.536	0.887
2	3	2.620	0.432
2	4	-1.536	0.887
2	5	-4.427	0.022
2	6	-2.620	0.432
3	4	-2.801	0.354
3	5	-4.427	0.022
3	6	-3.524	0.126
4	5	-4.427	0.022
4	6	-0.452	1.000
5	6	.	.

Tableau V. Comparaisons paire à paire de Dwass, Steel, Critchow & Fligner réalisées sur les données « diversité de Gini-Simpson ».

Des différences sont mises en évidence, entre les types d'intercultures 1 et 5, 2 et 5, 3 et 5, 4 et 5. Le type 5 (enfouissement des résidus avec semis de céréales) s'avère être celui ayant la diversité spécifique la plus faible.

3.4.3 La distribution d'abondance

Le nombre d'individus comptés varie dans des proportions tellement grandes, de 53 à 3876, qu'une transformation de la variable en LOG(x) a été effectuée.

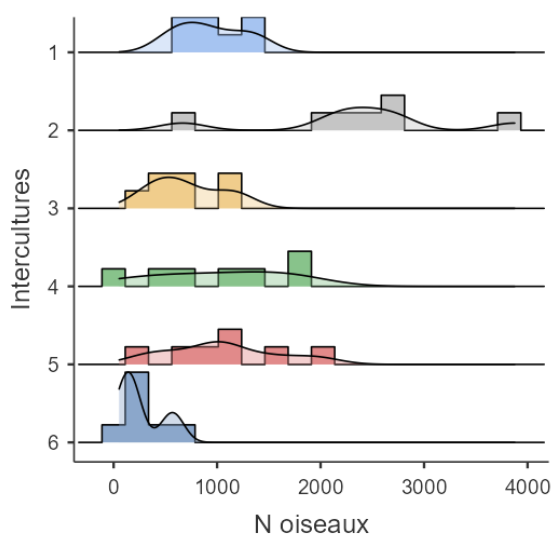


Figure 7. Histogrammes et fonctions de densité des données d'abondance.

Après vérification des hypothèses (test de normalité de Shapiro-Wilks et test de Levene d'égalité des variances, une ANOVA a été réalisée, indiquant l'existence de différences significatives (Tab. VI).

ANOVA - N (ln)					
	Somme des carrés	ddl	Carrés moyens	F	p
Intercultures	4.01	5	0.8012	9.08	< .001
Résidus	3.18	36	0.0882		

Tableau VI. Résultats de l'ANOVA effectuée sur les données d'abondance.

Comparaisons post hoc - Intercultures							
Comparaison			Différence moyenne	Erreur standard	ddl	t	p
Intercultures		Intercultures					
1	-	2	-0.3846	0.159	36.0	-2.4226	0.021
	-	3	0.1429	0.159	36.0	0.8999	0.374
	-	4	0.0668	0.159	36.0	0.4209	0.676
	-	5	-0.0145	0.159	36.0	-0.0916	0.928
	-	6	0.6605	0.159	36.0	4.1598	< .001
2	-	3	0.5275	0.159	36.0	3.3224	0.002
	-	4	0.4515	0.159	36.0	2.8435	0.007
	-	5	0.3701	0.159	36.0	2.3310	0.025
	-	6	1.0451	0.159	36.0	6.5824	< .001
3	-	4	-0.0760	0.159	36.0	-0.4789	0.635
	-	5	-0.1574	0.159	36.0	-0.9915	0.328
	-	6	0.5176	0.159	36.0	3.2600	0.002
4	-	5	-0.0814	0.159	36.0	-0.5125	0.611
	-	6	0.5936	0.159	36.0	3.7389	< .001
5	-	6	0.6750	0.159	36.0	4.2514	< .001
Note. Comparaisons basées sur les moyennes marginales estimées							

Note. Comparaisons basées sur les moyennes marginales estimées

Tableau VII. Comparaisons post-hoc réalisées sur les données d'abondance.

Les différences entre types d'intercultures statistiquement significatives sont indiquées dans le tableau VII ($p < 0,05$).

3.4.4 L'organisation et la classification des communautés

Les données étant quantitatives, nous présentons les résultats obtenus à partir du calcul des distances euclidiennes entre les différentes modalités après transformation de la variable en $\text{LOG}(1+x)$.

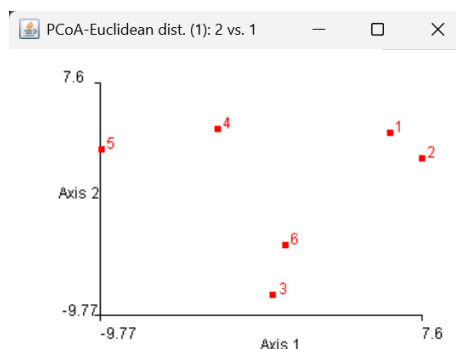


Figure 8. Projection sur les deux premiers axes de l'ACP

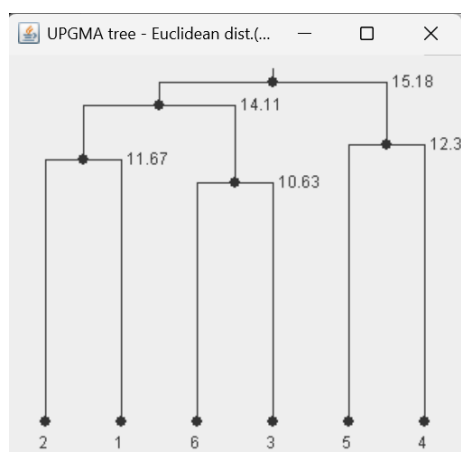


Figure 9. Classification hiérarchique des six types d'intercultures établie à partir de leurs cortèges avifaunistiques.

Les deux premiers axes portent 64,5 % de la variance. Les deux graphiques sont parfaitement illustratifs, indiquant l'existence de trois groupes : types 1 et 2, types 4 et 5, et types 3 et 6. Il est à souligner le fait que les types 3 et 6 ont en commun le semis de légumineuses. Leurs richesses spécifiques ne diffèrent pas significativement au seul $\alpha = 0,05$ (cf. supra). Il serait donc tout à fait intéressant de détailler les analyses afin d'expliquer ces regroupements. On peut conclure que les espèces aviaires et les concentrations observées ne se font pas au hasard, mais sont liées aux types d'intercultures, un élément à considérer pour le gestionnaire.

3.5 Le choix d'un protocole de suivi adapté aux micromammifères

Le protocole suivi dans l'étude sur l'avifaune ci-dessus décrite est une sorte de mélange entre le suivi par transect et suivi par point d'écoute (ou d'observation). Ce sont en tous cas ceux qui sont les plus couramment pratiqués par les techniciens des fédérations de chasseurs, même si dans beaucoup de suivis, ces comptages ne font pas appel à des caméras thermiques, mais à des éclairages, à l'image des EPP (Echantillonnage par Points avec un Projecteur) Lièvres.

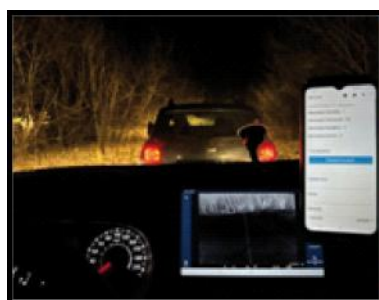
Encadré 3- Principe de fonctionnement des caméras thermiques

La thermographie est une méthode d'imagerie qui enregistre les ondes infrarouges du spectre électromagnétique émises par tous les objets sur Terre. L'état et les propriétés des objets et organismes étudiés peuvent être évalués par l'analyse d'images de la distribution de température à leur surface. La thermographie a de nombreuses applications pratiques, notamment dans la construction, l'industrie, les services militaires et civils. En sciences naturelles, les techniques d'imagerie thermique permettent des mesures sûres et non invasives et l'acquisition de résultats inaccessibles par d'autres méthodes. Cette méthode est appliquée à l'étude de la thermorégulation chez les animaux, à l'analyse de l'influence des facteurs environnementaux sur le comportement animal, à la localisation des individus et de leurs habitats, et à l'estimation de la taille des populations d'animaux sauvages.

L'appareil utilisé était de la marque ZEISS modèle DTI 6 autorisant un affichage dans cinq modes couleur prédéfinis (White Hot, Black Hot, Red Hot, Rainbow et Vision nocturne). Cet appareil permet de réaliser de petits films ou des captures d'images instantanées.

3.5.1 Suivi au phare ou caméras thermiques ?

Comme évoqué précédemment, le coût du matériel devenant de plus en plus abordable, certaines fédérations ont choisi d'utiliser des appareils à vision nocturne, ce qui pose le problème du passage d'une technologie à une autre et bien évidemment celui de l'analyse des données basées sur deux méthodologies distinctes. Considérons un exemple pris chez nos voisins d'Occitanie (<https://www.chasse-nature-occitanie.fr/frc/actualites/a27701/cynobs-comparatif-projecteurs-/-jumelles-thermiques>). Les services techniques des Fédérations des Chasseurs du Tarn-et-Garonne et du Lot ont essayé d'évaluer les différences d'observation entre un suivi réalisé au phare (méthode classique) et un effectué à l'aide de jumelles thermiques, les deux véhicules se suivant à la queue leu leu.



Espèces	Comptage avec projecteur	Comptage avec Jumelle-thermique	Delta Projecteur- / Jumelle-Thermique
Cerfs	20	3	-17
Chevreaux	18	51	+33
Sangliers	0	9	+9
Lièvres	12	17	+5
Renards	2	1	-1

Figure 10. Illustration du dispositif mis en place à gauche et résultats obtenus à droite.

Les données « Cerfs » ne sont pas à prendre en considération car une harde a fui avant l'arrivée du véhicule équipé de jumelles thermiques. En première approximation, les jumelles semblent plus performantes, améliorant sensiblement la détectabilité des animaux, surtout en milieu fermé. Cela est du reste confirmé par un test exact de Fisher pour chevreuils et sangliers ($p < 0,01$) mais pas pour lièvres et renards ($p = 0,803$). Les

auteurs de l'expérimentation soulignent le fait que l'utilisation de jumelles thermiques engendrent une fatigue visuelle.

Le service technique de la fédération départementale des chasseurs de Charente utilise également un tel matériel depuis trois années. Les données que nous allons détailler sont issues de suivis réalisés par comptages au phare de janvier 2015 à 2022, puis à la thermique depuis janvier 2023 dans le secteur de Rouillac. L'objectif est de suivre l'évolution des populations du lièvre d'Europe dans ce secteur viticole. D'autres secteurs sont suivis et seront analysés par la suite (cf. chapitre Charente). En théorie, la stratégie d'échantillonnage utilisée qui consiste à recenser des unités spatiales de taille connue (par exemple, la zone éclairée est toujours la même) à des moments précis (mois de janvier) devrait permettre d'estimer la taille de la population de lièvres. Les parcelles de dénombrement sont ici circulaires. Pour obtenir une bonne estimation, il est nécessaire que :

- le dénombrement des individus dans chaque parcelle soit précis ;
- la surface de l'unité d'échantillonnage soit connue avec précision ;
- les unités d'échantillonnage soient représentatives de l'ensemble de la zone d'intérêt.

Ces trois points ne sont pas toujours respectés, car premièrement les conditions de détectabilité sont variables en fonction de la météo d'une session à une autre et deuxièmement ces mêmes conditions exercent une influence sur la surface de l'unité d'échantillonnage. La figure 10 rend parfaitement compte de ces difficultés.

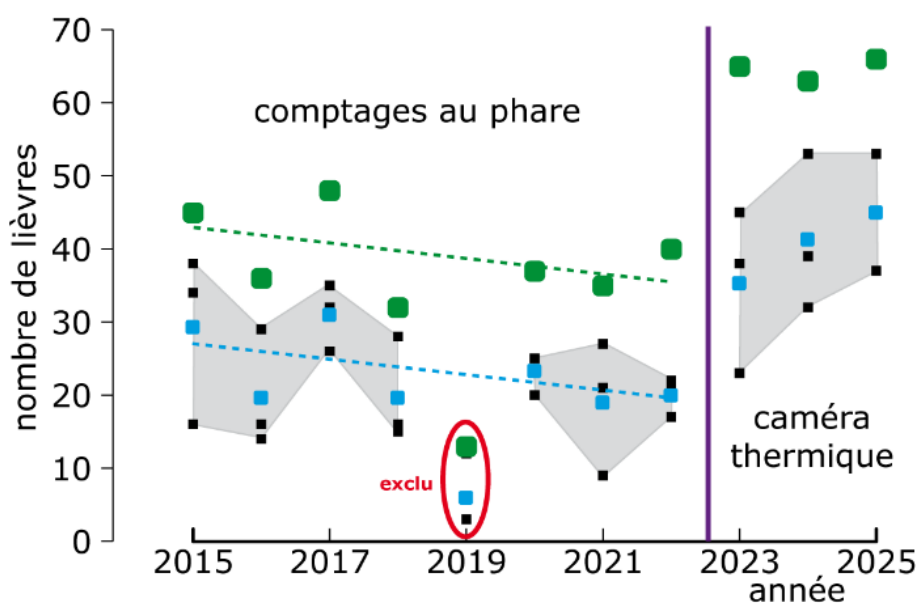


Figure 11. Résultats obtenus lors des trois nuits de suivis (en noir). La moyenne et le nombre maximum d'animaux vus, ainsi que leurs tendances linéaires, sont en bleu et en vert respectivement.

Calculer une moyenne, ce qui est généralement fait, n'a pourtant pas véritablement de sens. Il vaut mieux ne conserver que le maximum de lièvres vus lors des trois sorties, en gardant en tête le fait qu'il ne s'agit que du minimum d'animaux présents sur le

secteur échantillonné. Rarement, les espèces se répartissent aléatoirement au sein d'un territoire. Le type de distribution des organismes joue donc un rôle clé dans l'estimation que l'on fera de leur abondance relative ou de leur densité. La distribution de Poisson possède une propriété très intéressante, puisque sa moyenne est égale à sa variance ($\mu = s^2$). Pour vérifier si, dans un cas particulier, la distribution des organismes est aléatoire, il suffit de déterminer si elle diffère significativement de s^2 . La méthode la plus simple consiste à utiliser un test d'adéquation, qui calcule la probabilité d'obtenir un certain rapport entre la variance et la moyenne si elles étaient parfaitement égales. Le calcul est le suivant :

$$\chi^2 = \frac{s^2}{\bar{x}} \cdot (n - 1)$$

Où n représente le nombre d'unités de l'échantillon. Il convient de comparer la valeur observée de χ^2 à la valeur théorique correspondant à $n - 1$ degrés de liberté et au niveau de confiance $(1 - \alpha)$ avec lequel nous souhaitons effectuer le test, sachant que :

Si $\chi^2_{1-\alpha/2} < \chi^2 < \chi^2_{\alpha/2}$ ($\bar{X} = s^2$; distribution aléatoire)

Si $\chi^2 > \chi^2_{\alpha/2}$ ($\bar{X} < s^2$; distribution agrégée ou contagieuse)

Si $\chi^2 < \chi^2_{1-\alpha/2}$; distribution uniforme)

Dans notre cas, on obtient :

	AN	A2015	A2016	A2017	A2018	A2019	A2020	A2021	A2022
	34	0	0	0	0	0	0	0	0
	35	2	3	1	3	0	7	0	3
	36	5	2	4	2	3	1	1	1
	37	2	0	1	0	0	0	0	6
	38	16	13	13	10	0	8	6	7
	39	0	2	1	0	0	3	0	4
	40	0	1	0	1	0	0	0	0
	41	3	2	1	2	1	1	1	2
	42	4	0	3	4	0	1	1	4
	43	2	0	4	2	3	4	6	4
	44	1	0	3	0	0	1	0	0
	45	2	2	4	0	2	1	3	3
	46	1	4	2	1	1	2	4	2
	47	4	2	3	4	2	3	5	2
	48	0	4	4	0	1	2	3	0
	49	2	1	2	3	0	2	1	2
	50	1	0	2	0	0	1	4	0
Moyenne		2,65	2,12	2,82	1,88	0,76	2,18	2,06	2,35
Variance		14,12	9,74	8,78	6,49	1,19	5,28	4,93	4,62
ddl		16	16	16	16		16	16	16
Chi2		85,33	73,56	49,75	55,13	24,92	38,81	38,34	31,40

Tableau VIII. Principales caractéristiques statistiques des points échantillonnés. L'année 2019 est de toute évidence aberrante.

La distribution est clairement « contagieuse », avec un point remarquable, le point EPP38, qui « concentre » les animaux (Tab. VIII). L'année 2019 a été supprimée car les données obtenues sont aberrantes. La régression linéaire réalisée sur les différents points suivis ne permet pas de mettre en évidence une tendance d'évolution temporelle, alors même que l'allure générale suggérerait une baisse (Fig. 12 et Tab. IX).

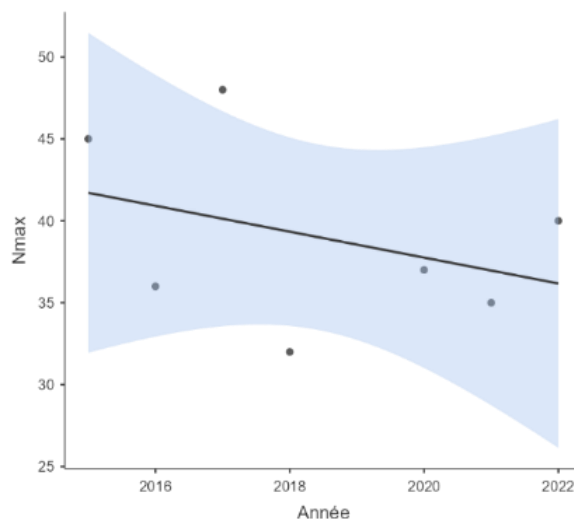


Figure 12. Tendance linéaire et IC 95 obtenus sur le nombre maximal de lièvres vus lors des opérations de comptage nocturne réalisées par la FDC16.

Régression linéaire

Mesures de l'ajustement du modèle

Modèle	R	R ²
1	0.365	0.133

Note. Models estimated using sample size of N=7

Coefficients du modèle - Nmax

Prédicteur	Estimation	Erreur standard	t	p
Ordonnée à l'origine	1635.771	1821.693	0.898	0.410
Année	-0.791	0.903	-0.877	0.421

Tableau IX. Résultats de la régression linéaire effectuée sur l'ensemble des EPP. La tendance n'est pas significative ($p > 0,05$).

Le point EPP38 justifie que l'on s'y attarde (Fig. 13 et Tab. X).

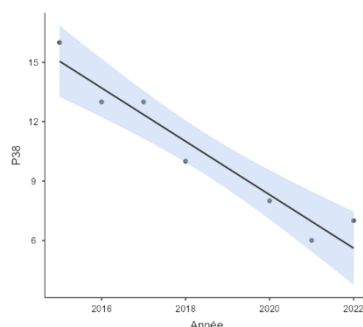


Figure 13. Tendence linéaire et IC 95 obtenus sur le nombre maximal de lièvres vus sur le point 38.

Régression linéaire

Mesures de l'ajustement du modèle

Modèle	R	R ²
1	0.964	0.929

Note. Models estimated using sample size of N=7

Coefficients du modèle - EPP38

Prédicteur	Estimation	Erreur standard	t	p
Ordonnée à l'origine	2733.92	335.634	8.15	< .001
Année	-1.35	0.166	-8.11	< .001

Tableau X. Résultats de la régression linéaire effectuée sur l'EPP 38. La tendance est très significative ($p < 0,001$).

La tendance, hautement significative, indique sans ambiguïté une diminution importante du nombre de lièvres détectés sur le point suivi. Les images satellitaires apportent un éclairage sur l'évolution des paysages depuis un peu plus de 10 années (Fig. 14).



Figure 14. Images Google Earth prises en mars 2014, avril 2015 et août 2021. Les extensions des bâtiments de la coopérative viticole sont figurées en pointillés rouges.

On notera les agrandissements successifs des bâtiments de la coopérative entre les trois dates. Certaines parcelles ont également été regroupées, entraînant une « simplification » du paysage. Cela pourrait être à l'origine de la baisse significative de la population de lièvres de ce point.

Lorsque ce point 38, remarquable par le nombre de lièvres présents en comparaison des autres points, est écarté de l'analyse, l'allure serait plutôt à la hausse (Fig. 15), la tendance n'étant toutefois pas significative (Tab. XI).

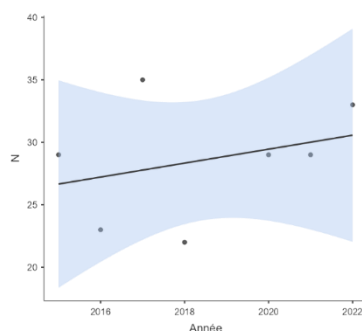


Figure 15. Tendance linéaire et IC 95 obtenus sur le nombre maximal de lièvres vus l'ensemble des EPP, excepté le point 38.

Régression linéaire

Mesures de l'ajustement du modèle

Modèle	R	R ²
1	0.309	0.0958

Note. Models estimated using sample size of N=7

Coefficients du modèle - Nb - EPP38

Prédicteur	Estimation	Erreur standard	t	p
Ordonnée à l'origine	-1098.154	1548.233	-0.709	0.510
Année	0.558	0.767	0.728	0.499

Tableau XI. Résultats de la régression linéaire effectuée sur l'ensemble des EPP, excepté le point 38. La tendance n'est pas significative ($p > 0,05$).

Trois années de recul de comptages réalisés avec du matériel thermique sont insuffisantes pour définir une tendance d'évolution. L'amplitude des données obtenues d'une soirée à l'autre est toujours très importante, comparable aux variations journalières enregistrées par les comptages au phare (voir Fig. 11).

De ces deux exemples d'utilisation de caméras thermiques par des techniciens de fédérations de chasseurs, il ressort une grande facilité d'utilisation de la technique même, au moins lorsqu'il s'agit d'animaux de taille moyenne à grande. Cette méthodologie est aussi utilisée pour les sessions nocturnes de baguage de bécasses des bois, leur

localisation étant grandement facilitée. Mais qu'en est-il d'animaux de la taille d'une souris ou d'une musaraigne, notre cible principale ?

3.5.2 Ce que dit la bibliographie...

La littérature scientifique relative aux micro-rongeurs est bien moins abondante que celle consacrée aux mammifères de plus grande taille ou aux oiseaux.

Quelques équipes de chercheurs ont cependant travaillé sur le sujet. En Italie, Gentilia *et al.* (2014) ont comparé l'abondance relative des populations, la richesse spécifique (S) et la diversité spécifique (exprimée par les indices de Shannon et de Pielou) d'assemblages de petits mammifères vivant dans trois zones situées le long d'un gradient d'intensification de l'utilisation des terres agricoles. Les résultats ont montré que l'abondance des populations, le type d'espèces présentes (mais pas la richesse spécifique) et la diversité spécifique étaient affectés par l'intensification agricole et le degré de naturalité du paysage. Les espèces généralistes, notamment le mulot sylvestre *Apodemus sylvaticus*, et celles associées aux milieux perturbés, telles que le campagnol des champs *Microtus arvalis*, étaient en revanche plus abondantes dans les paysages moins naturels. Concernant l'abondance des populations, l'abondance la plus élevée a été observée dans le paysage le plus perturbé. En Espagne, Nogueras *et al.* (2015) ont échantillonné les rongeurs des cultures céréalières et des champs non-cultivés (jachères et friches). À l'échelle du microhabitat, le mulot sylvestre était positivement lié à la couverture de buissons et la souris à queue courte *Mus spretus* était positivement liée à la disponibilité des graines. À l'échelle du macrohabitat, *A. sylvaticus* était négativement associé à la distance de l'arbre le plus proche, alors que *M. spretus* était associée positivement à la même variable. En Allemagne, Fischer *et al.* (2011) ont examiné l'abondance, la richesse spécifique et la diversité des communautés de petits mammifères dans 22 parcelles de blé d'hiver, cultivées selon les méthodes biologique et conventionnelle, appariées et situées le long d'un gradient de complexité paysagère (41 à 94 % de terres arables). L'abondance des petits mammifères et dans une moindre mesure la richesse spécifique et la diversité, mais uniquement dans les parcelles conventionnelles, étaient positivement corrélées avec la complexité des paysages, tandis que l'agriculture biologique a favorisé l'abondance des petits mammifères dans les paysages simples. Ces résultats soulignent l'importance de la complexité paysagère pour les populations de petits mammifères dans un contexte d'agriculture intensive.

En France, des travaux ont également été menés dans l'ouest du pays (Butet *et al.* 2006, Michel *et al.* 2006, Michel *et al.* 2007). Ces auteurs ont examiné les facteurs environnementaux influençant les communautés de petits mammifères (rongeurs et musaraignes) dans des habitats permanents, les haies en particulier, en réponse à un gradient d'intensification agricole. L'unité paysagère s'est révélée être un facteur important de structuration de la communauté des petits mammifères, mais les facteurs

prédominants expliquant les différences d'abondance entre les haies étaient liés à l'habitat local. En effet, la largeur des haies et la richesse spécifique des arbres semblaient significatives et expliquaient la plus grande partie de la variation totale de la composition de la communauté de petits mammifères.

Toutes ces études relatives aux petits mammifères reposent sur des campagnes de piégeage, en utilisant des grilles de pièges Sherman par exemple, appâtés la plupart du temps, et donc sur un investissement en temps et humain important, pour des résultats parfois décevants. Nous avons effectué une tentative de ce genre, sans réel succès, en Charente (voir chapitre dédié). Aucune de ces études ne faisait référence à l'utilisation possible de caméras thermiques pour étudier les populations de petits rongeurs. Il existe cependant une référence (Spiroux 2014). Cet auteur a expérimenté en juin 2014 les capacités de détection tous azimuts d'un appareil portatif de vision thermique, surtout de nuit mais également de jour. Les sorties nocturnes ont été couplées avec l'utilisation d'un projecteur et d'un appareil photographique afin d'identifier plus aisément les animaux détectés.

Parcours	% de l'esp.	0,3%	2,3%	1,3%	1,7%	1,3%	5,7%	1,0%	11,4%	3,3%	8,4%	5,7%	54,8%	2,7%
	Total ind./esp.	1	7	4	5	4	17	3	34	10	25	17	164	8
	TOTAL ind.	Musaraigne musette	Renard roux	Blaireau	Lièvre	Muscardin	Campagnol roussâtre	Rat musqué	Rat des moissons	Rat surmulot	Souris dom.	Ragondin	Mulot sylvestre	Chevreuil
P01	27			1		2			1	2	1		20	
P02	16		1				2		2				11	
P03	19		2		1	2	1			1	5		7	
P04	55	1	1				4			1	3		45	
P05	55		2	2	2		3		4	3	1		36	2
P06	35				1				21	1	5	1	5	1
P07	14								6	1	2		3	2
P08	52						6	1			6	7	32	
P09	15				1			2		1	1	9	1	
P10	11		1	1			1				1		4	3
Moy	29,9	1,0	1,4	1,3	1,3	2,0	2,8	1,5	6,8	1,4	2,8	5,7	16,4	2,0
Fréquence		10%	50%	30%	40%	20%	60%	20%	50%	70%	90%	30%	100%	40%

Tableau XII. Bilan des espèces détectées grâce à une caméra thermique (de Spiroux 2014).

BILAN													
			Dist. (m.)	Tps (mn')	Nbre espèces	Nbre d'ind.	m. pour 1 esp.	m. pour 1 identif.	mn' pour 1 esp.	mn' pour 1 identif.			
			moyennes =>		850	132	6	30	135m.	30m.	22	5,2	
détails des sorties			Parcours	Sommes =>		8498	1316	13	299	Efficacité / distance		Efficacité / temps	
Date	Lieu	Heure		Milieu dominant	Dist. (m.)	Tps (mn')	Nbre espèces	Nbre d'ind.	m. pour 1 esp.	m. pour 1 identif.	mn' pour 1 esp.	mn' pour 1 identif.	
13/08/2014	SALLEN/14	00:00	P01	Bocage	650	180	6	27	108m.	24m.	30,0	6,7	
19/08/2014	HEURTEAUVILLE/76	01:40	P02	Bois tourbeux	320	120	4	16	80m.	20m.	30,0	7,5	
25/08/2014	LIVRY/14	22:30	P03	Bocage	500	100	7	19	71m.	26m.	14,3	5,3	
27/08/2014	ST-JEAN-DES-BAISANTS/50	22:54	P04	Bocage	1900	182	6	55	317m.	35m.	30,3	3,3	
29/08/2014	PRECORBIN/50	22:16	P05	Bocage	1060	150	9	55	118m.	19m.	16,7	2,7	
03/09/2014	HEURTEAUVILLE/76	00:53	P06	Prairie, bois	2120	186	7	35	303m.	61m.	26,6	5,3	
04/09/2014	HEURTEAUVILLE/76	22:10	P07	Prairie	480	97	5	14	96m.	34m.	19,4	6,9	
06/09/2014	DAMPIERRE/14	03:27	P08	Bois	450	160	5	52	90m.	9m.	32,0	3,1	
09/09/2014	PONT-HEBERT/50	22:42	P09	Fleuve et rive	648	71	6	15	108m.	43m.	11,8	4,7	
09/09/2014	PONT-HEBERT/50	23:55	P10	Bois	370	70	6	11	62m.	34m.	11,7	6,4	

Tableau XIII. Analyses effectuées à partir des comptages réalisés (de Spiroux 2014).

L'auteur tire de cette expérience quelques enseignements : *L'interprétation rapide des résultats montre qu'en moyenne : 1 espèce nouvelle est recensée tous les 135 mètres*

[62-317] ou toutes les 22 minutes [12-32] ; 1 individu est identifié tous les 30 mètres [9-61] ou toutes les 5 minutes [3-7,5].

Pour comparer la richesse en espèces d'échantillons de tailles différentes (longueurs de parcours, temps passé et nombre d'animaux), il convient de ramener les effectifs à une valeur de référence (Scherrer 2007), la valeur la plus faible en général (ici 11 individus pour le parcours P10). Il faut donc calculer la richesse attendue pour une taille égale à 11, calcul donné par la formule :

$$E(k_{11}) = \sum_{i=1}^k \left(1 - \frac{C_{n-11}^{11}}{C_n^{11}}\right)$$

où $E(k_{11})$ représente la richesse attendue d'un sous-échantillon de 11 éléments extraits aléatoirement de l'échantillon de taille n . C_n^{11} symbolise le nombre de combinaisons de n éléments pris parmi n éléments :

$$C = \frac{n!}{11!(n-11)!}$$

Où $n!$ signifie factorielle n .

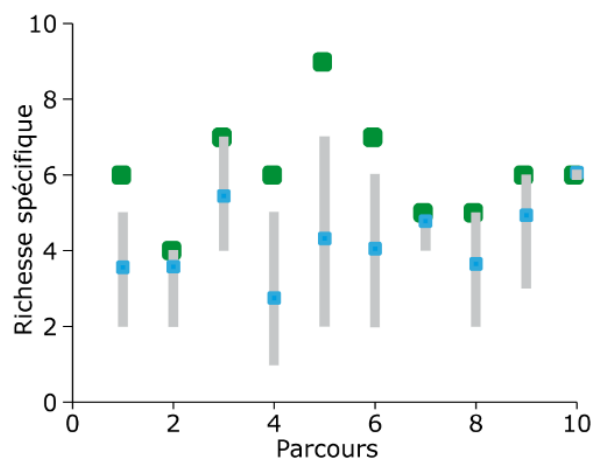


Figure 16. Richesse observée en vert et richesse attendue en bleu avec son IC95 en gris, d'après les données de Spiroux (2014).

Les résultats obtenus portant sur les richesses attendues, notamment l'intervalle de confiance à 0,95, indiquent que nombre de différences n'étaient vraisemblablement imputables qu'au côté aléatoire de l'échantillonnage (Fig. 16). En particulier le parcours P5, le plus « riche » avec 9 espèces, a une moyenne de 4,26 et un IC95 compris entre 2 et 7 espèces lorsqu'on le compare aux autres échantillons. Le parcours 3 a la richesse attendue la plus élevée (5,385) et le parcours 4 la plus faible (2,692).

L'utilisation de matériel thermique pour caractériser des populations de petits mammifères semble être confidentielle et il est donc difficile de se faire une idée réelle sur son applicabilité. La méthode a toutefois prouvé son utilité et sa réelle efficacité pour le suivi d'espèces mimétiques ou aux mœurs discrètes et nocturnes. C'est le cas d'une étude menée sur le hérisson d'Europe dans un parc londonien (Bowen *et al.* 2020),

certain participants (3 ou 4) équipés de lampes torches puissantes et un équipé d'une caméra thermique. Les hérissons ont été détectés à des distances significativement plus importantes grâce aux caméras infrarouges (moyenne = 30 m, écart-type = 22,8 m, n = 166) qu'avec des lampes torches (moyenne = 12 m, écart-type = 11,2 m, n = 133). La conclusion est que les caméras infrarouges utilisées même par des bénévoles se sont avérées particulièrement efficaces pour la détection des hérissons.

En Australie, le bandicoot lapin ou bilby *Macrotis lagotis* est un marsupial du désert ne sortant de son terrier que la nuit. Traditionnellement, les relevés par projecteur sont largement utilisés pour surveiller ses populations. Il est difficile d'obtenir des tailles d'échantillon adéquates pour cette espèce à faible densité, ayant de plus des yeux peu brillants. Les estimations d'abondance basées sur le comptage de leurs terriers peuvent être problématiques en raison de la relation variable entre le nombre de terriers utilisés et leur abondance. Augusteyn et co-auteurs (2020) ont étudié les populations de bilbys pendant trois années consécutives en utilisant des projecteurs et des caméras thermiques lors de nuits différentes mais en utilisant les mêmes transects pour comparer les méthodes. En moyenne, les caméras thermiques ont détecté deux fois plus de bilbys par kilomètre étudié que les projecteurs. Malgré cela, les estimations de densité (bilbys/km²) ne différaient pas de manière significative (caméra thermique vs. projecteur : 0,6 vs. 0,2 (2014), 3,4 vs. 3,4 (2015) et 4,8 vs. 3,3 (2016)). Néanmoins, la taille plus importante de l'échantillon obtenu à l'aide de caméras thermiques a donné une plus grande confiance dans la modélisation de la probabilité de détection.

Le grand phalanger volant ou grand planeur *Petauroides volans* est un marsupial arboricole solitaire de la taille d'un gros lapin de garenne. Ses populations déclinent de manière alarmante, mais ne sont pas aisés à suivre de par son auto-écologie. Vinson *et al.* (2020) ont testé l'efficacité d'une technique de thermographie en temps réel pour améliorer les méthodes de suivis sur les espèces arboricoles, en mettant l'accent sur le grand planeur. Dans l'ensemble, la thermographie a été plus efficace pour détecter les mammifères arboricoles que la mise en lumière, à l'exception des grands planeurs ($p = 0,79$), même si la détection des individus à l'aide de caméras thermiques était améliorée. Dans une autre étude portant sur le dendrolague de Lumholtz *Dendrolagus lumholtzi*, un kangourou arboricole, Pocknee *et al.* (2021) ont conclu que l'imagerie thermique était une technologie fiable et rentable pour le suivi d'animaux difficiles à repérer dans des habitats complexes comme la canopée dense des forêts. Cette technologie accroît de manière très significative la probabilité de détection de ces espèces.

Worrall et co-auteurs (2017) ont eu recours à des caméras thermiques pour prédire la présence de petits mammifères dans des nichoirs. Toutefois, la caméra n'a pas détecté la signature thermique d'un loir *Glis glis* en léthargie à l'intérieur du nichoir, ni celle d'un mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*) dans un nid de feuilles peu dense, ni celle d'un loir isolé dans un nid serré au centre du nichoir. Elle a en revanche détecté des mulots à collier (*Apodemus flavicollis*), plus grands. Les auteurs soulignent une limite d'utilisation

du matériel, qui réside dans l'impossibilité d'identifier précisément l'espèce à partir de sa seule signature thermique. Cette étude démontre l'intérêt de l'imagerie thermique pour le suivi des populations de petits mammifères, offrant une méthode non invasive et fiable de détection de la présence animale dans les nichoirs.

De cette revue bibliographique, il ressort que la thermographie est une nouvelle approche pour réaliser des relevés d'animaux de petite taille, aux mœurs discrètes et/ou nocturnes et arboricoles. La pertinence de son utilisation, son efficacité et les coûts associés qui diminuent d'année en année sont sans équivoque pour améliorer le suivi de nombreuses espèces.

4. Le suivi réalisé

La Fédération Régionale des Chasseurs de Nouvelle-Aquitaine a acquis deux appareils de marque ZEISS à vision nocturne. Le choix initial de cette approche novatrice a été de tester la faisabilité d'un tel suivi dans quatre secteurs, caractérisés par des contextes bioclimatiques et agricoles distincts (Fig.17) :

- Un secteur à la limite des départements des Pyrénées-Atlantiques et des Landes,
- Un secteur à l'est du département des Landes (limite Landes-Gers)
- Un secteur en Dordogne, dans le Périgord Noir
- Un secteur en Charente.

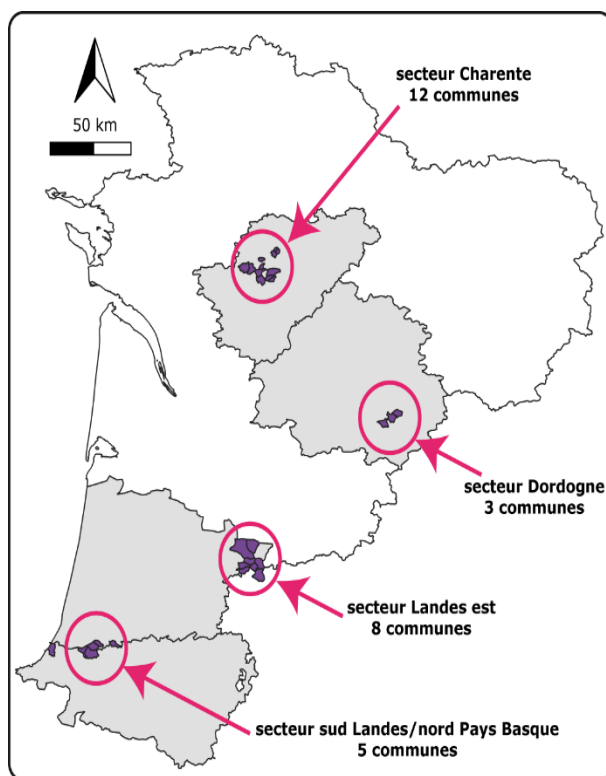


Figure 17. Cartographie des sites suivis en Nouvelle-Aquitaine.

Les détails des suivis effectués pour chaque site, soirée par soirée, sont fournis en annexes. Une synthèse par site reprenant les nombres maximaux d'individus par espèce est fournie ci-après pour chaque secteur. Ce choix a été dicté par la très grande variabilité dans les détections entre les différentes soirées de comptage, en lien notamment avec les conditions météorologiques. On ne tiendra pas donc compte des comptages trop aléatoires à l'image des différentes espèces d'oiseaux (sauf bécasse des bois). Les animaux domestiques (chat et chien) ne sont pas non plus considérés. Les micro-rongeurs ont été regroupés dans une même catégorie alors que plusieurs espèces sont présentes. Elles diffèrent par leur taille ou leur comportement.

4.1 Secteur Pays Basque – sud Landes

Situé à la limite des départements des Pyrénées-Atlantiques et des Landes, au niveau agricole, le secteur se caractérise par des surfaces en maïs très largement majoritaires, ainsi que par la présence de plantations de kiwis et de surfaces enherbées entourant des mares de tonnes (Fig. 18).

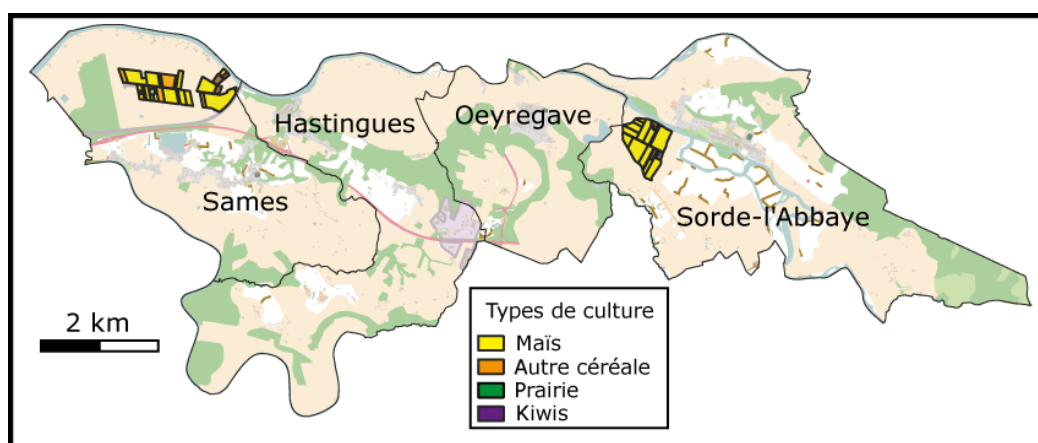


Figure 18 Cartographie des habitats suivis dans les Pyrénées-Atlantiques (commune de Sames) et dans les Landes (commune de Sorde-l'Abbaye).

Deux et trois sorties ont été effectuées dans ces milieux typiques des barthes de l'Adour (Tab. XIV).

Espèce	Sorde	Sames
micro-rongeurs	2	9
Lièvre	1	1
Renard	1	1
Blaireau	1	1
Ragondin	0	4
Chat	1	0
Chevreuil	1	3
Bécasse	1	0
Oiseaux	8	>20
N individus	5	10
Richesse	5	5

Tableau XIV. Synthèse des données obtenues sur les deux sites.

Il s'est avéré que la plupart des champs sont difficilement accessibles en lien avec la présence de canaux et de clôtures. La détermination des espèces aviennes est de plus rendue compliquée, voire impossible, car ces environnements se révèlent très attractifs en tant que halte migratoire ou de séjour hivernal pour de nombreuses espèces migratrices. Ces sorties ont cependant permis de constater la présence de micro-rongeurs dans les haies (en bord de gave) et fossés, ainsi que dans un champ de maïs et la prairie contigüe lors de la sortie du 24 mars 2025. La détection des petits passereaux ne pose pas de problème non plus, même avant la tombée de la nuit (Fig. 19). Il convient cependant de noter que la « signature thermique » d'un petit passereau et celle d'un micro-rongeur ne diffèrent guère. Pour les distinguer, il a fallu approcher suffisamment des oiseaux pour les faire envoler ou des micromammifères pour les voir disparaître dans leur trou.



Figure 19. Photographie de petit passereau prise le 23 janvier 2025 sur la commune de Sorde-l'Abbaye.

Trop peu de données ont été acquises pour en tirer des enseignements.

4.2 Secteur Bas Armagnac (Landes)

Le secteur prospecté se situe au nord-est du département des Landes et au nord-ouest de celui du Gers. Si la forêt des landes de Gascogne occupe une bonne partie nord, les terres agricoles prennent le dessus dans la moitié sud (Fig. 20) Dans cette partie, la maïsiculture recule au profit de la viticulture (Fig. 21).

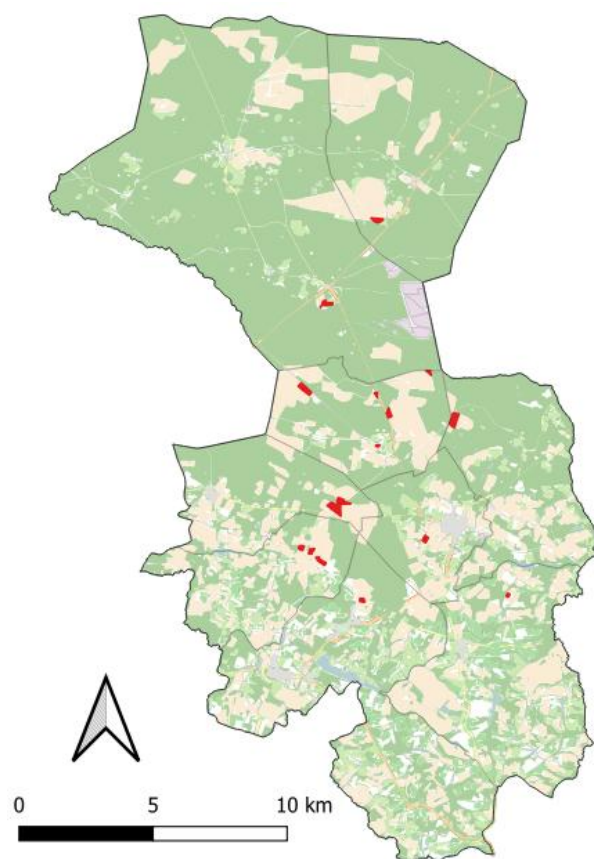


Figure 20. Localisation des milieux suivis, en rouge, sur fond OpenStreetMap. La forêt essentiellement de résineux est particulièrement présente dans les 2/3 nord du secteur.

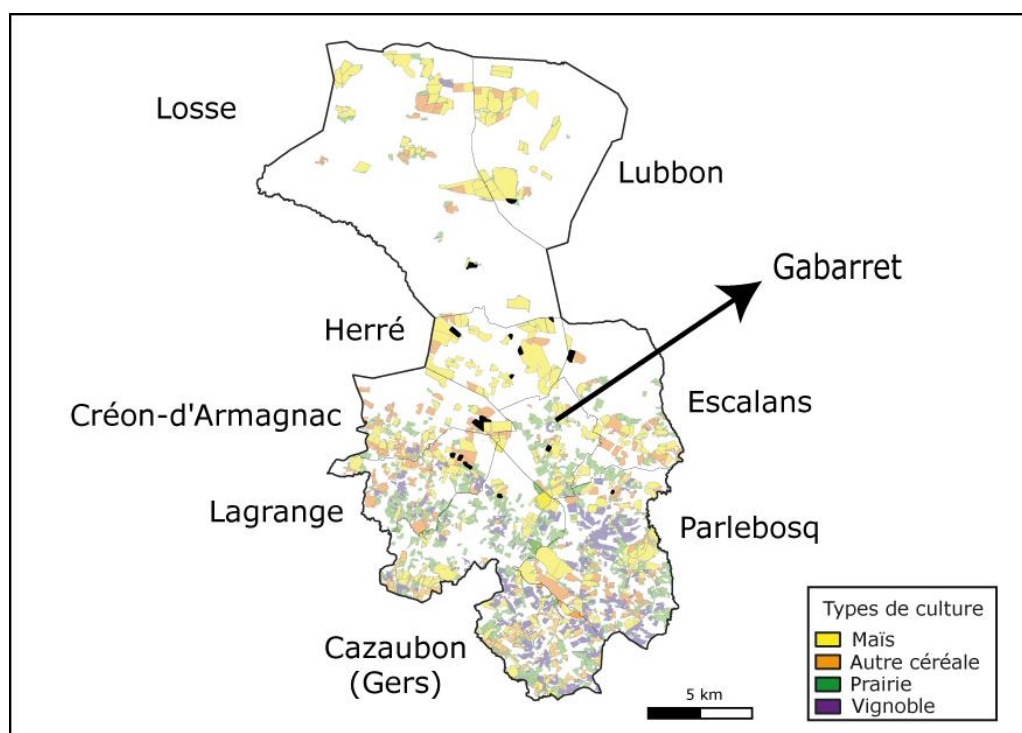


Figure 21. Cartographie des principales cultures. Les milieux suivis sont en noir.

Selon un gradient Nord-Sud de la zone on passe progressivement à un système paysager relativement simple, forêt de pins -maïsiculture et essentiellement forestier (moins de 50% de surface agricole Losse, Lubbon, Créon d'Armagnac) à un système intermédiaire d'aspect paysager typiquement landais (Gabarret Herré, Escalans) à un système majoritairement agricole et complexe intégrant des prairies et de la polyculture et viticulture (Parleboscq dont la surface agricole est de 77%).

A noter que dans la partie sud de la zone, la déprise agricole (friches, jachères...) commence à être significativement visible sur les aspects paysagers.

Sur un plan purement agricole, la proportion de maïs est dans tous les cas supérieure à 50% et la vigne fait son apparition selon un gradient nord sud pour atteindre 20% de la SAU au sud de la zone dans les terres de Bas-armagnac.

Les prairies représentent entre 20 et 30% de la SAU selon le même gradient Nord-Sud.

Plusieurs petits sites ont été inventoriés afin de maximiser les chances de réussite. Deux types de milieux, représentatifs des espaces agricoles de ce secteur des Landes, ont été échantillonnés : les champs de maïs (parcelles mulchées et parcelles avec maintien des pailles) et les prairies. Les petits rongeurs sont présents dans les haies, les fossés et les bords de champs, parfois en nombre. Il s'avère qu'ils sont difficilement détectables dans les prairies en lien avec la hauteur de la végétation, alors que leurs terriers sont parfois nombreux. Dans les champs de maïs, ils sont également présents, mais pas partout (Tab. XV). Leur présence est un peu plus régulière dans les parcelles non mulchées sans pour autant qu'elle soit importante. Certains individus semblent peu s'éloigner de l'entrée de leur terrier, alors que d'autres circulent entre, par exemple, le fossé et le champ de maïs adjacent.

L'activité des rongeurs et leur détection est toujours plus importante sur les interfaces forêt /culture. La disponibilité alimentaire pour les micromammifères y est certainement plus importante, en particulier avec la présence abondante de fruits forestiers accessible au sol, tout au long de la période automnale et hivernale.

Espèce	Lubbon	Losse	H. St -Clair	H. Estamp.	H. Goua B.	H. Pichecan	Créon	Gabarret	Lagrange	Cazaubon	Total	Moy.	Variance
micro-rongeurs	0	0	0	0	1	2	11	0	9	0			
Lièvre	7	20	2	2	5	4	6	3	1	3	53	5,3	30,23
Renard	0	0	1	0	0	0	2	0	0	1	4	0,4	0,49
Blaireau	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0,2	0,18
Chevreuil	0	2	6	15	3	7	0	3	7	4	47	4,7	19,57
Cerf	1	13	0	10	0	5	0	0	0	0	29	2,9	23,43
Sanglier	0	1	0	8	0	5	0	10	0	1	25	2,5	14,28
Bécasse	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	4	0,4	0,49
N individus	9	36	9	36	8	21	11	16	8	10	164	16,4	123,38
Richesse	3	4	3	5	2	4	4	3	3	5			
Gini-Simpson	0,42	0,57	0,56	0,72	0,54	0,78	0,69	0,58	0,25	0,80			

Tableau XV. Synthèse des données obtenues sur les différents sites du Bas-Armagnac.

Si les espèces comme le renard, le blaireau et la bécasse des bois ont une répartition territoriale qui semble aléatoire au sein des entités agricoles suivies, il n'en va pas de même des autres espèces dont la répartition est clairement contagieuse : cas du lièvre, du chevreuil, du cerf et du sanglier. Ces quatre dernières espèces sont également les plus abondantes, un constat logique en rapport avec le contexte très boisé du secteur.

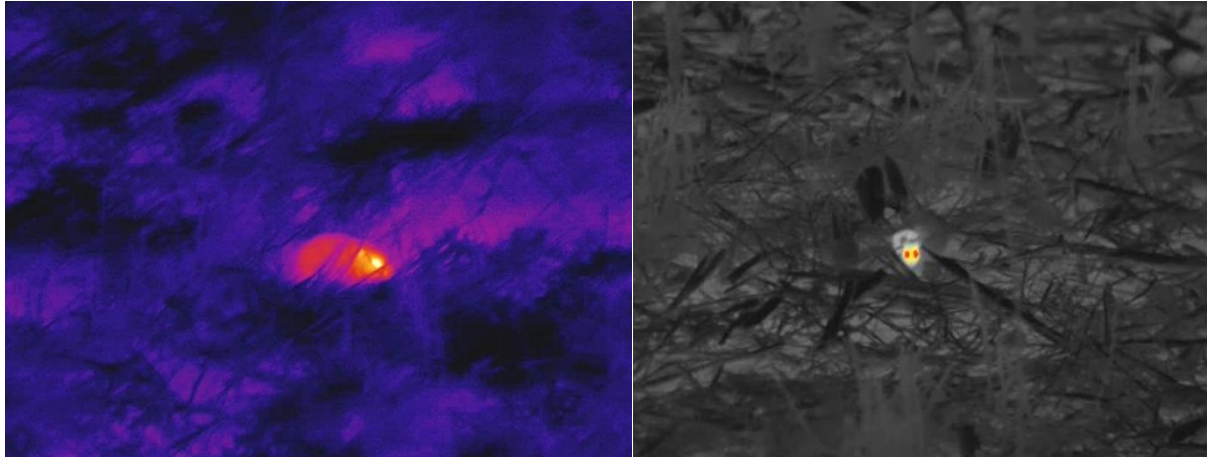


Figure 22. Photos de micromammifères prises sur la commune de Losse.

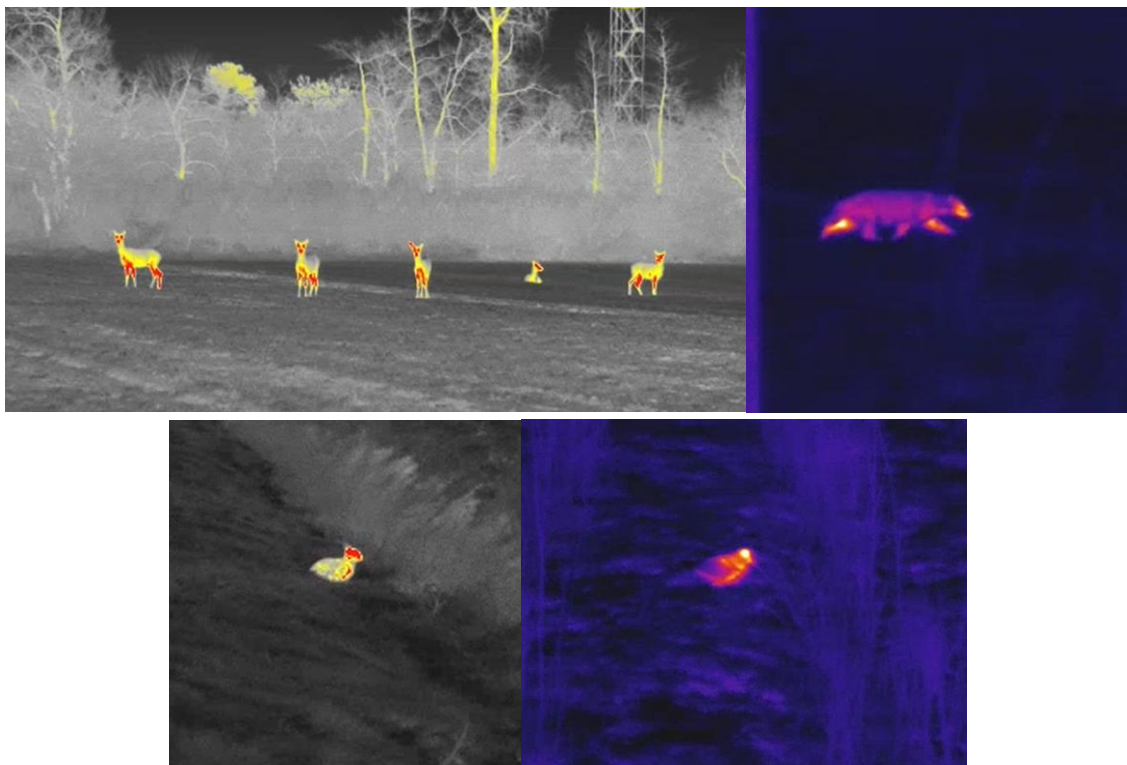


Figure 23 : Photos de cervidés, Blaireau, Lièvre et bécasse prise avec matériel thermique sur la commune de Losse.

4.3 Secteur Dordogne

Dans ce département, trois principaux secteurs ont été sélectionnés après avoir effectué des sorties de repérage : un sur la commune de Meyrals, deux sur la commune de Coux et Bigaroque-Mouzens (Fig. 22). Quant au site situé sur la commune de Saint-Cyprien, il n'a été visité qu'une seule fois (Fig. 22).

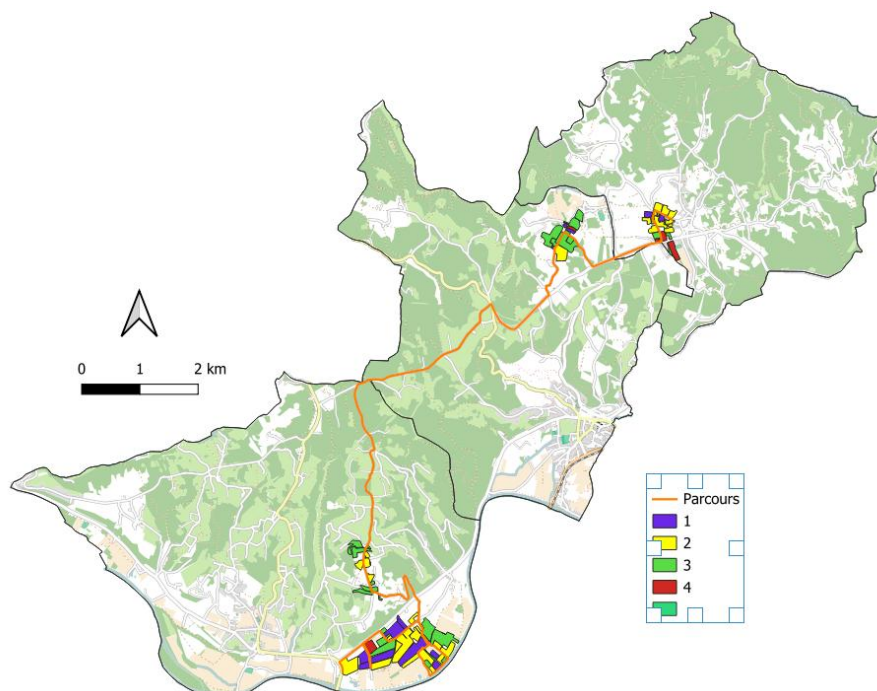


Figure 24. Cartographie des secteurs suivis en Dordogne sur les trois communes concernées, ainsi que les cultures pratiquées.

Espèce	Saint-Cyprien	Meyrals	Mouzens H.	Mouzens B.	Total	Moy.	Variance
micro-rongeurs	0	2	1	>20			
Lièvre	1	6	3	4	14	3,5	4,33
Lapin	0	1	1	2	4	1	0,67
Renard	0	1	2	6	9	2,25	6,92
Blaireau	1	2	2	1	6	1,5	0,33
Martre/Fouine	0	1	0	0	1	0,25	0,25
Ragondin	0	0	0	2	2	0,5	1
Chevreuil	2	6	11	2	21	5,25	18,25
Cerf	0	0	4	0	4	1	4
Sanglier	0	0	5	0	5	1,25	6,25
Bécasse	2	3	0	0	5	1,25	2,25
Chien	0	0	1	1	2	0,5	0,33
N individus	6	20	28	17	71	17,8	82,92
Richesse	4	7	7	6			
Gini-Simpson	0,87	0,82	0,80	0,82			

Tableau XVI. Synthèse des données obtenues sur les différents sites de Dordogne.

Les chouettes effraie et hulotte sont omniprésentes sur le site de la commune de Meyrals (jusqu'à quatre individus un même soir), moins sur les autres sites (maximum un individu par soir). Elles sont très aisément repérables avec le matériel utilisé, ce qui permet de les suivre dans leurs évolutions, à l'instar d'autres espèces aviaires, ainsi que les chiroptères (Fig. 23). Attribuer un terrain de chasse privilégié à ces deux espèces de rapaces nocturnes n'est pas possible. Leurs activités de chasse attestent la présence en quantité de micro-rongeurs, alors que seulement deux individus ont été détectés un même soir dans les éteules de blé.



Figure 25. Images d'un vol de grues cendrées (Mouzens, 10 mars 2025), d'une chouette hulotte (Meyrals, 3 mars 2025) et d'une chauve-souris (Mouzens, 26 mars 2025).

C'est un constat général que nous avons fait, alors que les terriers sont souvent nombreux dans les parcelles (céréales, prairies et jachères ; Fig. 24).



Figure 26. Terriers de micro-rongeurs, commune de Mouzens.

Les taxons les plus représentés sont, dans l'ordre, le chevreuil (Fig. 25), le lièvre et le renard (Tab. XVI). Chevreuil et renard ont une répartition en agrégats, ce qui semble logique au vu de l'autoécologie des deux espèces : les premiers se regroupent sur certains sites afin de pacager, les autres font de même à la recherche de leurs proies favorites, à savoir les petits mammifères. Le cas du sanglier est différent car les animaux vivent en compagnies (Fig. 26). Le lièvre a quant à lui une répartition plus aléatoire si l'on en croit nos données.



Figure 27. Illustrations de la signature thermique chez le chevreuil. On notera la signature atypique de l'individu de droite sur l'image centrale.



Figure 28. Renard et sangliers en quête de nourriture sur la commune de Mouzens.

Le site de la plaine de Mouzens (commune de Coux-et-Bigaroque-Mouzens), sur la rive droite de la rivière Dordogne, s'est avéré être un secteur idéal pour tester l'utilisation de la caméra thermique. La diversité des milieux sur une petite surface est en effet un important atout. Même si la culture dominante est le maïs, on y rencontre des parcelles en tournesol, en blé, en jachères ainsi que des prairies (élevage bovin) et des plantations de noyers et kiwis.



Figure 29. Chaumes de blé et de maïs, plaine de Mouzens.

En été et en automne, les chaumes de blé, de maïs (Fig. 27) et de tournesol sont présents, nous offrant ainsi une belle opportunité de tester le matériel. Huit sorties nocturnes y ont été effectuées et ont ainsi permis de constater et préciser l'activité des petits mammifères (Fig. 28) et de leurs prédateurs (cf. Fig. 26 renard en train de muloter).



Figure 30. Micro-rongeurs dans leurs biotopes, commune de Mouzens.

Plusieurs sorties diurnes ont également été réalisées afin de préciser l'abondance des petits mammifères, en recherchant leurs terriers (cf. Fig. 24). Il a également été constaté la présence de leurs prédateurs diurnes comme une famille d'élanions noirs (*Elanus caeruleus*) et un couple de faucons crécerelles (*Falco tinnunculus*). Il est à noter également la présence de bandes de pigeons ramiers (*Columba palumbus*), de corneilles noires (*Corvus corone*) et de choucas des tours (*C. monedula*) s'alimentant durant tout le mois de février 2025 sur certains champs de chaumes de maïs.

Durant ce suivi, peu de micro-rongeurs ont été détectés, à l'exception de deux sorties nocturnes : la première a eu lieu le 26 mars 2025 sur un champ de maïs, la seconde le 12 septembre 2025 dans un chaume de blé qui avait été travaillé par l'agriculteur (dans l'après-midi vraisemblablement). Les petits mammifères voyant leur habitat perturbé par le travail du sol réalisé s'enfuyaient, certainement en quête de nouveaux refuges. Ces constatations nous ont amené à formuler un scénario et à tirer plusieurs enseignements de ce projet.

Un scénario peut être envisagé :

Les micro-rongeurs ont été repérés d'emblée dans les structures fixes du paysage, à savoir les haies, les bords de champs et bandes enherbées, les fossés et les lisières des boisements. Si certains évoluent dans les structures verticales de la végétation, quelques individus quittent ces refuges pour aller dans les champs adjacents, pour faire demi-tour à la moindre alerte. D'autres spécimens ont leurs trous dans les champs. Le constat que nous avons fait est que le nombre de petits mammifères visibles est très faible, surtout lorsqu'il est mis en parallèle avec le nombre de prédateurs (jusqu'à six renards une même soirée sur une vingtaine d'hectares). A une seule occasion, durant les premiers mois de suivi, au tout début du printemps, les micro-rongeurs étaient présents en grande quantité et très agités, rendant leur dénombrement impossible en raison de la présence des chaumes de maïs et d'un terrain ondulé.

En fin d'été, en une occasion également, les micro-rongeurs ont été repérés en grande quantité et manifestaient une grande agitation, mais pas pour les mêmes raisons : le champ venait d'être travaillé par l'agriculteur, détruisant leurs galeries.

Nous émettons l'hypothèse que les micro-rongeurs sont présents continuellement dans les structures fixes du paysage. A partir de ces zones refuges, ils peuvent coloniser les champs de blé par exemple dès que le couvert végétal les dissimule et que les grains se développent. Ils en partiront, non pas après la moisson, mais au premier travail du sol de l'agriculteur (Fig. 29a). Leurs refuges seront, à nouveau, les éléments fixes du paysage. Une fois les champs de maïs moissonnés, ils trouveront là un nouveau garde-manger provisoire (Fig. 29b), garde-manger qu'ils quitteront après épuisement de la ressource ou au premier travail du sol, labour tout particulièrement. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons arpenté les champs de maïs dans les jours qui ont suivi la moisson pour constater l'absence de terriers, alors que des terriers sont bien présents en hiver, comme en témoignent nos sorties de février-mars 2025.

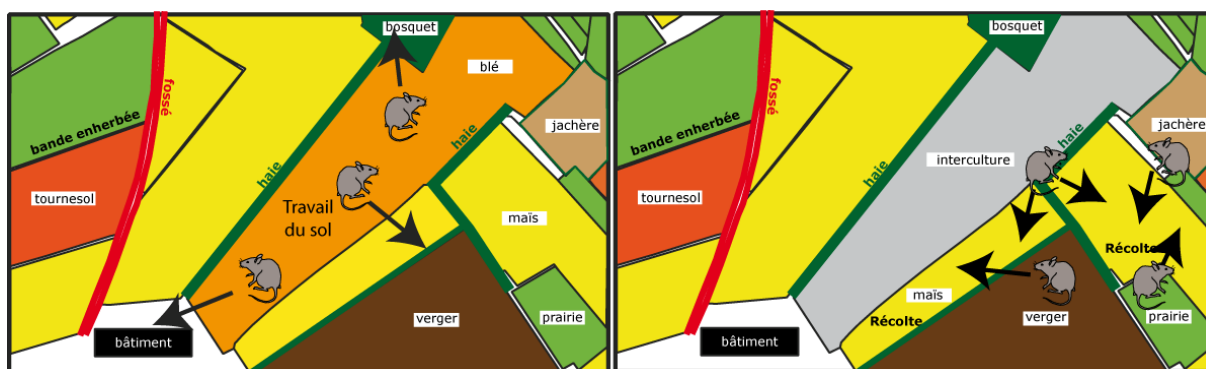


Figure 31. Scénario proposé : à gauche, les micro-rongeurs qui vivent dans les parcelles de blé vont trouver refuge dans les éléments fixes du paysage au premier travail du sol de l'agriculteur ; à droite, quelque temps après la récolte du maïs, ils vont investir les champs pour profiter des grains restés sur place.

4.4 Secteur Charente

Dans ce département plusieurs protocoles ont été testés au regard de la spécificité agricole départementale.

4.4.1 Suivi Echantillonnage par point sur un circuit de Terres de groies (16).

La FDC16 réalise en Charente un suivi des populations de lièvres par entités paysagères agricoles. A l'échelle de chacune des 5 unités paysagères du département, un plan d'échantillonnage a été défini pour évaluer année après année, la tendance d'évolution des populations de lièvre. Basé sur la méthode d'échantillonnage par point en chapelets (EPP), ce suivi est réalisé annuellement sur un circuit de points identiques et répétées 3 fois par an en période hivernale (janvier, février). Ce protocole validé scientifiquement par l'OFB, est une des méthodes indiciaires communément utilisée par les services techniques des FDC en France.

Nous avons donc profité de la réalisation de ce suivi Lièvre pour effectuer un suivi de micromammifères par caméra thermique selon le même protocole.

La zone suivie est composée d'un circuit de seize points dans l'unité Terres de Groies qui concerne les communes de Saint-Groux, Mansle les fontaines, Cellettes, La Chapelle, Bignac, Saint Genis d'Hiersac, Asnières sur Nouère, Vars Vindelle, Balzac.

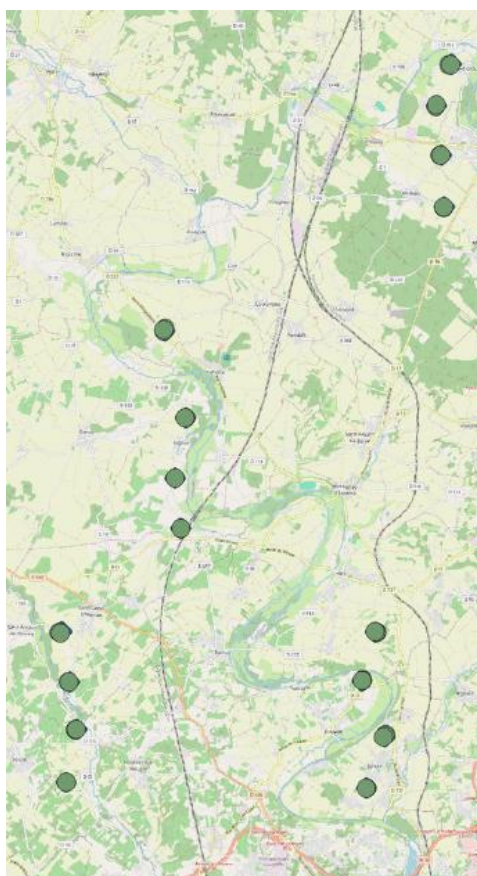


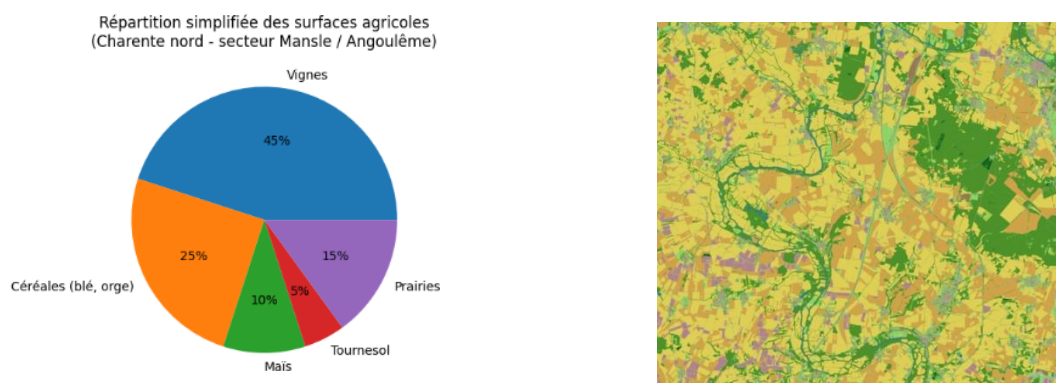
Figure 32. Position des points d'EPP sur lesquels le suivi de micromammifères a été réalisé.

La méthode consiste sur chaque point d'observation prédéfini de rechercher à l'aide de caméra thermique la présence de rongeurs, la description des couverts agricoles dans lesquels ils sont détectés et la description du type de lisière également fréquentée. Sur chaque point une station d'observation à 360° autour du point est réalisée dans un intervalle de temps compris entre 3 et 5 minutes.

L'opération est renouvelée trois soirs de suite si les conditions météorologiques le permettent. Les rongeurs sont visibles jusqu'à 70m avec la caméra thermique. Lorsque les rongeurs ne sont pas en action, il est impératif de s'assurer qu'il ne s'agit pas de passereaux au sol, en utilisant un phare qui permet de vérifier cette information. Les autres espèces observées sur chaque point sont également annotées.

Cette zone est constituée de la Vallée alluviale de la Charente proposant une agriculture mixte (grande culture de céréales et viticulture en périphérie) et du plateau calcaire de la Boixe (dominante viticole et grande culture de céréales).

Figure 33. Répartition des surfaces agricoles de la zone d'étude et représentation cartographique.



Espèces	Saint-groux	Mansle les fontaines	Cellettes	La Chapelle	Bignac	Saint-Genis d'	Asnières/N	Vars	Vindelle	Balzac	Total	Moy. / Point	Variance
micro-rongeurs	12	7	3	7	45	9	8	12	19	11	133	2,77	6,8
Lièvre	19	4	8	7	18	7	9	8	9	5	94	1,96	2,33
Renard	2	0	0	1	4	1	2	1	0	0	11	0,23	0,26
Blaireau	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0,04	0,04
Chevreuil	6	2	4	4	6	4	4	7	3	9	49	1,13	1,44
Sanglier	3	0	0	0	2	1	0	3	0	0	9	0,19	0,402
N individus	30	6	12	12	30	13	16	19	13	14	165		
Richesse	4	2	2	3	4	4	4	4	3	2			
Gini-Simpson	0,56	0,53	0,48	0,59	0,60	0,65	0,64	0,70	0,50	0,49			

Tableau XVII. Synthèse des données obtenues sur les différents sites de Charente suivi lors de l'EPP Terres de Groies.

Dans la mesure où c'est sur cette zone que les meilleurs résultats ont été obtenus une analyse plus précise a été faite sur le type de couvert végétal, de culture agricole et de lisière fréquentés par les micro-rongeurs.

Il ressort que la majorité des observations ont été faites dans les jachères et les chaumes de céréales à paille (blé, orge...).

Type de couvert végétal	Nombre de rongeur
Chaume de blé	43
Colza	7
Prairie	18
Jachère	46
Labouré	16
Plantation blé	3
Total général	133

Tableau XVIII. Type de couvert végétal dans lesquels sont observés les micro-rongeurs sur les différents sites de Charente suivi lors de l'EPP Terres de Groies.

Les micro-rongeurs sont également observés dans les bandes enherbées à l'interface de terres arables en particulier les chaumes de blé et jachères (tableau XIX).

Type de couvert végétal et de lisière	Nombre de rongeurs observés	Nombre d'espèces observées (autre que rongeur)
Chaume de blé		
Bande enherbée	36	6
Ronces	7	3
Colza		
Boisée	7	3
Prairie		
Absence de lisière	18	3
Jachère		
Bande enherbée	21	6
Fossé	11	6
Absence de lisière	14	5
Labouré		
Bande enherbée	12	3
Fossé	3	3
Absence de lisière	1	3
Plantation blé		
Absence de lisière	3	3
Total général	133	44

Tableau XIX. Type d'interfaces aux terres arables dans lesquelles sont observés les micro-rongeurs sur les différents sites de Charente suivi lors de l'EPP Terres de Groies.

Cette présence plus importante et régulière des micro-rongeurs dans les chaumes de blé et les jachères peut s'expliquer par le fait que ces types de couverts sont les plus représentés sur les circuits et les points d'observations suivis.

Une abondance moyenne de rongeurs par parcelle et par type de couvert a été calculée pour pondérer ces résultats d'effectifs bruts.

Il en ressort que les parcelles en prairies et les parcelles en chaumes de céréales sont celles sur lesquelles l'abondance des micro-rongeurs est la plus élevée.

Type de couvert végétal	Abondance moyenne
Chaume de blé	4.78
Colza	2.33
Prairie	6.00
Jachère	2.19
Labouré	1.78
Plantation de blé	1.00

Tableau XX. Abondance moyenne de micro-rongeurs observés par type de couvert végétal sur les différents sites de Charente suivi lors de l'EPP Terres de Groies.

Considérant que la zone de détection des micro-rongeurs ne dépasse pas 70 mètres en condition d'observation « normale », un indice de densité minimum a été calculé sur la base du nombre de micro-rongeurs observés dans un rayon de 70m et ramené à la surface de la nature du couvert dans lequel les observations sont faites.

Même si les indices calculés sur la base des observations faites sont relativement faibles, les deux couverts qui font apparaître les indices d'abondance en micro-rongeurs les plus élevés sont les prairies (3 individus/ha) et les chaumes de blé (2.4 individus/ha).

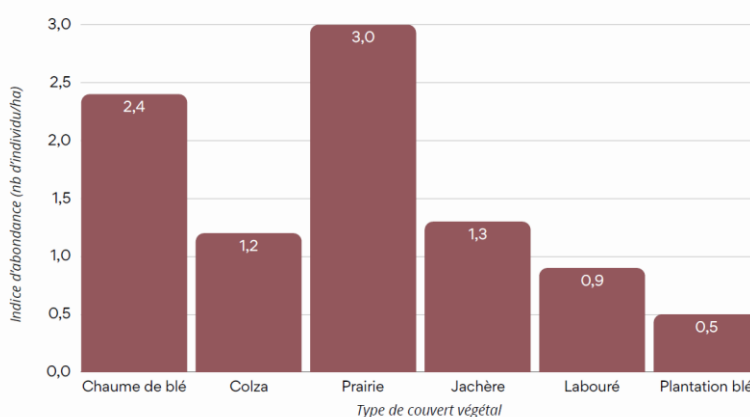


Figure 34. Indice d'abondance calculé en fonction du type de couvert végétal sur les différents sites de Charente suivi lors de l'EPP Terres de Groies.

4.4.2 Suivi par EPP sur la zone du Rouillacais (16)

Un suivi basé sur un protocole identique a été réalisé sur deux communes du Rouillacais (Rouillac et Saint-Cybardeaux) dans le cadre du suivi Lièvre par EPP sur une unité de gestion du secteur. Le protocole et la méthode sont identiques au suivi précédent avec cependant un plan d'échantillonnage plus serré.

La viticulture est majoritaire sur ce territoire et représente 50% de la SAU, 40% étant représenté par les céréales, et 10% par les prairies. Sur les 17 points d'observations d'EPP réalisés au cours de trois sessions, seuls 23 micro-rongeurs (en valeur cumulée) ont été observés.

Dans la quasi-totalité des cas, ils se situent sur les interfaces semis de céréales / bande enherbée, ne permettant pas d'apporter d'informations supplémentaires par rapport aux autres sites étudiés.

Ces données confortent tout de même l'utilisation des éléments permanents du paysage (type fossés et bandes enherbées) par les micro-rongeurs dans des paysages agricoles ouverts avec une proportion forte de terres nues à certaines périodes sensibles de l'année (automne, hiver).

4.4.3 Suivi par piégeage

Certains résultats des suivis par caméras thermiques interrogeant sur la faiblesse du nombre d'observations, il a été tenté de réaliser des suivis par piégeage pour confirmer la présence ou l'absence des micromammifères sur les secteurs suivis.

Un inventaire des indices de présence a été réalisé afin d'identifier les zones optimales et de définir la répartition des pièges. Ensuite, un protocole de piégeage doit permettre d'obtenir des données quantitatives et qualitatives sur les individus capturés. Enfin, en fonction des résultats et du taux de présence diurne ou nocturne, un protocole d'observation adapté est mis en place.

La zone d'étude se situe sur la commune de Voeuil-et-Giget (16400). Trois types de parcelles sur une exploitation d'élevage bovin, ont été sélectionnés afin d'évaluer l'impact des chaumes sur la faune sauvage :

- Une parcelle de prairie naturelle,
- Une parcelle de labour,
- Une parcelle de chaume de maïs.

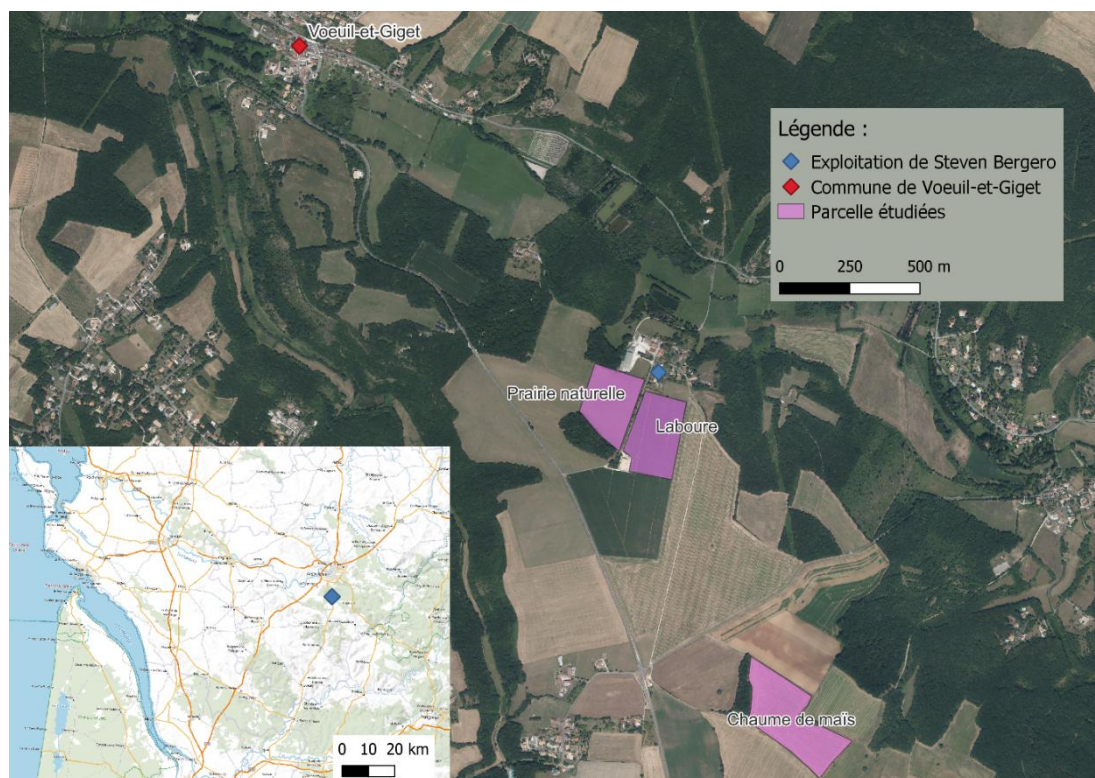


Figure 35. Cartographie de la zone de mise en place du protocole de piégeage et localisation des parcelles suivies.

4.4.3.1 Inventaire des micromammifères

L'inventaire repose sur la capture non vulnérante, méthode inspirée de plusieurs études sur les techniques d'étude des micromammifères (Aulagnier, 1998 ; ICCME, 1998 ; Desmet, 2018). Cette approche permet de minimiser les impacts négatifs sur les populations tout en maximisant les données collectées.

4.4.3.2 Types de pièges utilisés

Différents types de pièges ont été étudiés pour s'adapter aux diverses morphologies des espèces ciblées (Saint-Girons & Fons, 1986 ; Spitz, 1969). Les pièges INRA ont été sélectionnés, car la FDC 16 en dispose déjà et ils sont largement utilisés pour le piégeage des micromammifères. Ces pièges en aluminium, aux parois pleines (160x45x45 mm), fonctionnent par basculement du plancher, déclenchant la fermeture de la porte (Le Quilliec & Croci, 2006).



Piège INRA, utilisé lors du protocole de piégeage

4.4.3.3 Appâts et conditions de piégeage

Pour améliorer le taux de capture et limiter le stress des animaux, les pièges sont appâtés avec des morceaux de pomme pour éviter la déshydratation, conformément aux recommandations de Daste (2008).

En cas de pluie, l'appât non consommé et la garniture sont remplacés afin d'éviter le développement de moisissures.

4.4.3.4 Disposition des pièges

Le protocole d'inventaire repose sur le piégeage en ligne (Spitz et al., 1974). Selon Spitz (1969), l'espacement des pièges doit correspondre au quart du domaine vital de l'espèce ayant le plus petit territoire, soit 3 mètres. Chaque ligne comprend **50** pièges espacés de 3 mètres. Cette méthode a été privilégiée au quadrat, nécessitant plus de pièges. Chaque ligne est positionnée dans un milieu homogène pour maximiser la diversité des espèces capturées (Tanguy & Gourdain, 2011).

4.4.3.5 Phases du piégeage

Les pièges sont numérotés et cartographiés via Qfield (QGIS). Ils restent actifs durant **3 nuits**, relevés chaque matin vers **7h30**, puis à **13h**, et enfin à **19h**.

Afin de limiter la mortalité, les pièges sont relevés toutes les **6 heures maximum** en journée (Saint-Girons & Fons, 1987 ; Dupuy et al., 2007). Les individus capturés sont identifiés et immédiatement relâchés sur site.

L'entrée des micromammifères dans les pièges repose sur l'exploration naturelle de leur habitat et l'attrait des appâts. Le piège opaque agit comme un « faux terrier », augmentant son efficacité (Spitz, 1963).

Cette technique permet de capturer **90 % à 100 %** des espèces présentes (Spitz, 1969).

4.4.3.6 Périodes optimales de capture

Le piégeage a été réalisé en mars, période non optimale, les meilleurs moments étant :

- Fin du printemps / début d'été,
- Fin d'été / début d'automne (Saint-Girons et al., 1978 ; Jacquot, 2012).

Les conditions météorologiques influencent également le succès des captures :

- Les précipitations augmentent les taux de capture (Jutras, 2005 ; Sidorowicz, 1961),
- Un ciel clair et une forte visibilité lunaire diminuent l'activité des micromammifères par crainte des prédateurs (Jutras, 2005).

Les conditions climatiques (température, précipitations, phase lunaire) sont relevées chaque nuit. Toutefois, en raison de la durée limitée de l'étude, ces facteurs n'ont pas été intégrés dans le choix des dates de piégeage mais elles sont référencées.



Figure 36. Photographies montrant la mise en place des pièges sur les différentes parcelles.

4.4.3.7 Manipulation des individus capturés

Chaque individu est manipulé avec précaution pour limiter le stress (ICCME, 1998 ; Aulagnier, 1998) :

- Identification
- Relâche immédiate sur site après manipulation.

Les pièges fermés sont ouverts dans un sac transparent pour éviter la fuite des animaux tout en facilitant l'observation. Les captures sont enregistrées sur une fiche terrain [Annexe fiche terrain]. Toutes les manipulations sont réalisées avec des gants en latex, suivies d'un lavage des mains au gel hydroalcoolique pour prévenir toute zoonose.



L'identification repose principalement sur la dentition, permettant de distinguer les familles (campagnols, muridés, musaraignes...).



Figure37. Photographies montrant la manipulation des micromammifères capturés.

4.4.3.8 Phase opérationnelle

Le protocole a été réalisé du lundi 3 mars au jeudi 6 mars. Mise en place des pièges le lundi 3 mars à 16 h, puis trois relevés par jour (7 h, 13 h et 19 h) jusqu'au jeudi 6 mars à 19 h 30. Au total, neuf relevés ont été effectués sur les trois parcelles (labour, prairie naturelle et chaume de maïs), avec un changement des appâts (pomme) chaque jour. Sur les 150 pièges, aucun micromammifère n'a été capturé au cours des trois jours de protocole. À chaque passage, les informations sont renseignées sur la fiche terrain (*Annexe 1*) et saisies sur le téléphone via Qfield.

Jour de la semaine	Temps	Température min	Température max	Précipitations
<i>Lundi</i>	Ensoleillé, absence de nuage	3°C	16°C	0 mm
<i>Mardi</i>	Ensoleillé, absence de nuage	4°C	16°C	0 mm
<i>Mercredi</i>	Ensoleillé, absence de nuage	5°C	18°C	0 mm
<i>Jeudi</i>	Ensoleillé, absence de nuage	4°C	18°C	0 mm



Figure 38. Piège ouvert (fonctionnel) ou fermé (non fonctionnel ou capture)

Sur les 150 pièges installés, aucun micromammifère n'a été capturé au cours des trois jours du protocole.

L'arrêt de l'expérimentation a dû être anticipé d'une journée en raison d'une semaine de beau temps, ce qui a entraîné l'intervention de l'agriculteur sur deux des trois parcelles. En effet, la parcelle labourée a été travaillée le jeudi 6 mars au soir, et la parcelle de chaume a été déchaumée le même soir.

Dans ces conditions, la mise en place du protocole avec caméra thermique n'est plus envisageable, car deux des trois parcelles ont été modifiées. Cette situation met en évidence les limites de ce protocole en termes de calendrier et de compatibilité avec les pratiques agricoles.

PROTOCOLE PIEGEAGE													
N°Parcelle	N°passage	Type de couvert végétal	Date	Heure de relevé	Température max	Température min	Pluviométrie (mm)	Phase de lune	Nombre d'individu capturé	Espèce piégée	Nombre d'individu vivant	Nombre d'individu mort	Commentaire
16	1	Semi de blé sur chaume de tournesol (TCS)	26/03/2025	Soir (19h)	14	4	0	Premier quartier	0				Mise en place des pièges
	2	Semi de blé sur chaume de tournesol (TCS)	27/03/2025	Matin (8h)	15	4	0	Premier quartier	0				
	3	Semi de blé sur chaume de tournesol (TCS)	27/03/2025	Soir (19h)	15	4	0	Premier quartier	0				
	4	Semi de blé sur chaume de tournesol (TCS)	28/03/2025	Matin (8h)	14	4	0	Premier quartier	2	Mulot à collier	1	1	Relevé des pièges
								TOTAL	2				
18	1	Semi de blé sur chaume de maïs (TCS)	26/03/2025	Soir (19h)	14	4	0	Premier quartier	0				Mise en place des pièges
	2	Semi de blé sur chaume de maïs (TCS)	27/03/2025	Matin (8h)	15	4	0	Premier quartier	2	Mulot à collier	2		
	3	Semi de blé sur chaume de maïs (TCS)	27/03/2025	Soir (19h)	15	4	0	Premier quartier	0				
	4	Semi de blé sur chaume de maïs (TCS)	28/03/2025	Matin (8h)	14	4	0	Premier quartier	1	Mulot à collier	1		Relevé des pièges
								TOTAL	3				

Tableau XXI. Résultats du protocole par piégeage sur les parcelles en TCS de Vars (16).

5. Conclusion

Depuis les années 1950, les profondes mutations des pratiques agricoles à travers le monde ont entraîné des modifications de l'utilisation des sols, impliquant des évolutions de la structure et de la composition des paysages. Ces changements ont notamment conduit à un agrandissement du parcellaire, à une augmentation des surfaces cultivées et à une réduction drastique des éléments fixes du paysage tels que les bois, les haies et les prairies naturelles. Dans un contexte qui impose bien souvent aux agriculteurs d'implanter des cultures intermédiaires après moissons interdisant un maintien prolongé des chaumes, la composition et la diversité de la plupart des communautés tant animales que végétales ont été profondément affectées. Nous avons testé la faisabilité de réalisations de suivis de communautés animales, en particulier celles de micro-rongeurs, base de l'alimentation de nombreux prédateurs (mustélidés et rapaces diurnes et nocturnes) grâce à l'emploi de matériel thermique à vision nocturne. Les opérations de terrain que nous avons menées dans différents contextes géo-climatiques et agricoles de Nouvelle-Aquitaine ont souligné l'importance du maintien des éteules en hiver, l'importance de la diversité paysagère et l'importance des éléments permanents du paysage permettant de maintenir des populations de micro-rongeurs en bonne santé. Les résultats obtenus nous ont permis de proposer un scénario soulignant l'importance des différentes strates et leur inter connexion. Quant à la méthode même, elle a montré la difficulté d'obtenir ne serait-ce qu'une image relative de la population de petits mammifères tant leur activité est variable d'un instant à l'autre en fonction de facteurs environnementaux que nous ne maîtrisons pas. En revanche, pour des espèces de plus grande taille, la méthodologie est pertinente et présente plusieurs avantages. Elle permet d'utiliser des unités d'échantillonnage de formes variées (quadrats, bandes, placettes, etc.) et de tailles diverses, selon les circonstances et les espèces cibles, le repérage des animaux présents étant aisé et très rapide. Il est donc possible d'obtenir un dénombrement complet des animaux sur des unités d'échantillonnage de surface prédéfinie au sein d'une zone d'intérêt plus vaste. La taille des unités d'échantillonnage doit être adaptée à l'organisme considéré afin de garantir un dénombrement exhaustif. Cette méthode d'échantillonnage, comme souligné par Focardi et co-auteurs, s'avère plus efficace ($p < 0,001$) que la méthode classique par éclairage. Pour ces auteurs, les sangliers, qui ne possèdent pas de *tapetum lucidum* et dont les yeux ne réfléchissent donc pas la lumière des projecteurs, ne devraient être étudiés qu'à l'aide de cette technologie. L'utilisation de jumelles thermiques, si elle ne révolutionne pas le suivi des espèces, apporte une nette amélioration de la taille de l'échantillon, élément central en statistiques, pour la plupart des animaux de moyenne et grande taille comme le lapin européen, le lièvre brun et le cerf élaphe. Cet avantage justifierait, à lui seul, une utilisation plus conséquente par les fédérations de chasseurs.

6. Bibliographie

- Aulagnier, S. (1998). Techniques d'étude des micromammifères.
- Augusteyn J., Pople A. & Rich M. 2020. Evaluating the use of thermal imaging cameras to monitor the endangered greater bilby at Astrebla Downs National Park. *Australian Mammalogy* 42 : 329–340 <https://doi.org/10.1071/AM19040>
- Bibby C.J., Burgess N.D., Hill D.A. & Mustoe S.H. 2000. Bird census techniques. 2nd ed. New York: Academic Press.
- Bowen C., Reeve N., Pettinger T. & Gurnell J. 2020. An evaluation of thermal infrared cameras for surveying hedgehogs in parkland habitats. *Mammalia* 84(4): 354–356.
- Brickle N.W. 1999. *The effect of agricultural intensification on the decline of the corn bunting* (*Miliaria calandra*). PhD thesis, University of Sussex.
- Brlík V., Šilarová E. & Škorpilová J. 2021. Long-term and large-scale multispecies dataset tracking population changes of common European breeding birds. *Scientific Data* 8 : 21.
- Buckingham D.L., Evans A.D., Morris A.J., Orsman C.J. & Yaxley R. 1999. Use of set-aside land in winter by declining farmland bird species in the UK. *Bird Study* 46: 157–169.
- Buckland S.T., Anderson D.R., Burnham K.P. & Laake J.L. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Population*. Chapman and Hall, London, United Kingdom.
- Butet A., Paillat G., Delettre Y. 2006. Factors driving small rodents assemblages from field boundaries in agricultural landscapes of Western France. *Landscape Ecology* 21: 449–461.
- Butet A., Rantier Y. & Bergerot B. 2022. Land use changes and raptor population trends: A twelve-year monitoring of two common species in agricultural landscapes of Western France. [Global Ecology and Conservation 34](https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02027), April 2022, <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2022.e02027>
- Cilulko J., Janiszewski P., Bogdaszewski M. & Szczygielska E. 2013. Infrared thermal imaging in studies of wild animals. *European Journal of Wildlife Research*, 59, 17–23.
- Coomber F.G., Smith B.R., August T.A., Harrower C.A., Gary D. Powney G.D. & Mathews F. 2021. Using biological records to infer long-term occupancy trends of mammals in the UK. *Biological Conservation* 264 (2021) 109362.
- Daste, P. (2008). Capture et observation des micromammifères en milieu naturel.
- Desmet, J. (2018). Études comparatives des méthodes de piégeage des rongeurs.
- Dupuy, J., et al. (2007). Étude des petits mammifères en milieu agricole.
- Donald P.F. & Evans A.D. 1994. Habitat selection by Corn buntings *Miliaria calandra* in winter. *Bird Study* 41 : 199–210.
- Donald P.F., Green R.E. & Heath M.F. 2001 Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proceedings of the Royal Society B, Biological Sciences* 268 (1462) : 25–29. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1087596/>) accessed January 8, 2019.
- Doxa A., Bas Y., Paracchini M.L., Pointereau P., Terres J.M. & Jiguet F. 2010. Low-intensity agriculture increases farmland bird abundances in France. *Journal of Applied Ecology* doi: 10.1111/j.1365-2664.2010.01869.x

- Eraud C., Cadet E., Powolny T., Gaba S., Bretagnolle F. & Bretagnolle V. 2015. Weed seeds, not grain, contribute to the diet of wintering skylarks in arable farmlands of Western France. *European Journal of Wildlife Research* 61 :151-161.
- Evans A.D. & Smith K.W. 1994. Habitat selection of Cirl Buntings (*Emberiza cirlus*) wintering in Britain. *Bird Study* 42: 81–87.
- Fischer C., Thies C. & Tschardt T. 2011. Small mammals in agricultural landscapes: Opposing responses to farming practices and landscape complexity. *Biological Conservation* 144 : 1130-1136.
- Focardi S., De Marinis A.M., Rizzotto M. & Pucci A. 2001. Comparative evaluation of thermal infrared imaging and spotlighting to survey wildlife. *Wildlife Society Bulletin* 2001, 29(1):133-139.
- Fox J. & Weisberg S. 2023. *car: Companion to Applied Regression*. [R package]. Retrieved from <https://cran.r-project.org/package=car>.
- Gentilia S., Siguraa M. & Bonesi L. 2014. Decreased small mammals species diversity and increased population abundance along a gradient of agricultural intensification. Available online at: <http://www.italian-journal-of-mammalogy.it/article/view/9246/pdf>
- Giil R.M.A., Thomas M.L. & Stocker D. 1997. The use of portable thermal imaging for estimating deer population density in forest habitats. *Journal of Applied Ecology* 34: 1273- 1286.
- Gillings S., Newson S.E., Noble D.G. & Vickery J.A. 2005. Winter availability of cereal stubbles attracts declining farmland birds and positively influences breeding population trends. *Proc R Soc B SRUC Technical Note* 59
- Gregory R.D., Gibbons D.W. & Donald P.F. 2004. Bird census and survey techniques. In W.J. Sutherland I., Newton, & R. Green (Eds.), *Bird Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques* (S.O). Oxford University Press.
- Guerrero *et al.* 2012. Response of ground-nesting farmland birds to agricultural intensification across Europe: Landscape and field level management factors. *Biological Conservation* 152 : 74-80.
- Gutzwiller KJ. 1991. Estimating winter species richness with unlimited-distance point counts. *Auk* 108: 853-862.
- Havens, K.J. and Sharp, E.J. 2016 *Thermal imaging techniques to survey and monitor animals in the wild. A methodology*. London: Elsevier.
- Henle K., Alard D., Cobb P., Firbank L.G., Kull T., McCracken D., Moritz R.F.A., Niemela J., Rebane M., Wascher D., Watt A. & Young J. 2008. Identifying and managing the conflicts between agriculture and biodiversity conservation in Europe: a review. *Agriculture Ecosystems & Environment* 124: 60–71.
- Hristov, N.I., Betke, M. and Kunz, T.H. (2008) Applications of thermal infrared imaging for research in aeroecology. *Integrative and Comparative Biology*, 48, 50-59.
- ICCME (1998). Guide méthodologique pour l'étude des mammifères en France.
- Iqbal R., Raza M.A.S., Valipour M., Saleem M.F., Zaheer M.S., Ahmad S., Toleikiene M., Haider I., Aslam M.U. & Nazar M.A. 2020. Potential agricultural and environmental benefits of mulches—a review. *Bulletin of the National Research Centre* 44: 75 <https://doi.org/10.1186/s42269-020-00290-3>

- Jacquot, M. (2012). Influence des saisons sur la dynamique des micromammifères.
- Jutras, J. (2005). Impact des précipitations sur les populations de rongeurs.
- Jerrentrup J.S., Dauber J., Strohbach M.W., Mecke S., Mitschke A., Ludwig J. & Klimek S. 2017. Impact of recent changes in agricultural land use on farmland bird trends. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 239 : 334-341
- Le Quilliec, P., & Croci, S. (2006). Utilisation des pièges INRA pour l'étude des micromammifères.
- Leroy F., Jarzyna M.A. & Keil P. 2026. Acceleration hotspots of North American birds' decline are associated with agriculture. *Science* 391 (6788) DOI: 10.1126/science.ads0871
- Marchant J.H., Hudson R., Carter S.P. & Whittington P. 1990. *Population Trends in British Breeding Birds*. BTO, Tring.
- McCafferty D.J. 2007 The value of infrared thermography for research on mammals: previous applications and future directions. *Mammal Review* 37 : 207-223
- Michel N., Burel F. & Butet A. 2006. How does landscape use influence small mammal diversity, abundance and biomass in hedgerow networks of farming landscapes?. *Acta Oecologica* 30 : 11-20.
- Michel N, Burel F., Legendre P. & Butet A. 2007. Role of habitat and landscape in structuring small mammal assemblages in hedgerow networks of contrasted farming landscapes in Brittany, France. *Landscape Ecology* 22:1241-1253 DOI 10.1007/s10980-007-9103-9
- Mohammad A., Poddar R. & Patra S.K. 2022. Mulches for Enhancing Agricultural Productivity under Climate Change. In: *Climate Change Dimensions and Mitigation Strategies for Agricultural Sustainability* (Volume I) Choudhury S.R. & Panda C.K. (eds.) New Delhi Publishers, New Delhi: 2022, (pp. 283-301). ISBN: 978-93-93878-38-0, DOI: 10.30954/NDP-climatev1.19
- Newton I. 1998. *Population limitation in birds*. London: Academic Press
- Newton I. 2004. The recent declines of farmland bird populations in Britain : an appraisal of causal factors and conservation actions. *Ibis* 146 : 579-600.
- Neyens T., Petrof O., Faes C., Vandenrijt W., Ulenaers P., Artois T., Beenaerts N. & Evens R. 2023. Winter agri-environment schemes and local landscape composition influence the distribution of wintering farmland birds. *Global Ecology and Conservation* 45 (2023) e02533.
- Noguerales V., Traba J., Mata C. & Morales M.B. 2015. Partage et sélection d'habitat en hiver chez deux rongeurs sympatriques en milieu agricole: *Apodemus sylvaticus* et *Mus spretus*. *Revue d'Écologie* 70 (1) : 70-82. hal-03530383
- Piñol J. & Martínez-Vilalta J. 2006. *Ecología con números. Una introducción a la ecología con problemas y ejercicios de simulación*. Lynx Edicions, Bellaterra (Barcelona).
- Pocknee C.A., Lahoz Monfort J.J., Martin R.W. & Wintle B.A. 2021. Cost-effectiveness of thermal imaging for monitoring a cryptic arboreal mammal. *Wildlife Research* 48(7): 625-634. <https://doi.org/10.1071/WR20120>
- Potts D. 2003. The myth of the overwintered stubble. *Bird Study* 50 : 91-93.
- R Core Team 2024. *R: A Language and environment for statistical computing*. (Version 4.4) [Computer software]. Retrieved from <https://cran.r-project.org>. (R packages retrieved from CRAN snapshot 2024-08-07).

- Reicosky D.C. 1994. *Crop Residue Management: Soil, Crop, Climate Interactions*. Book Crops Residue Management, Edition ImprintCRC Press, 24 p.
- Reif J. & Vermouzek Z. 2019. Collapse of farmland bird populations in an Eastern European country following its EU accession. *Conservation Letters* 12(1) : e12585 (<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/conl.12585>).
- Reynolds R.T., Scott J.M., Nussbaum R.A. 1980. A variable circular-plot method for estimating bird numbers. *Condor* 82: 309-313.
- Rigal, S., Dakos, V., Alonso, H., Auniņš, A., Benkő, Z., Brotons, L., Chodkiewicz, T., Chylarecki, P., de Carli, E., del Moral, J. C., Domşa, C., Escandell, V., Fontaine, B., Foppen, R., Gregory, R., Harris, S., Herrando, S., Husby, M., Ieronymidou, C. *et al.*, 2023. Farmland practices are driving bird population decline across Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 120(21), e2216573120 (<https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2216573120>).
- Saint-Girons, M.C., & Fons, R. (1986, 1987). Dynamique des populations de petits mammifères.
- Scherrer B. 1984. *Biostatistique*. Gaëtan Morin Ed., Montréal Paris Casablanca, 849 p.
- Sidorowicz, J. (1961). Étude de la capture des micromammifères en fonction du climat.
- Simon G. Vinson, Aidan P. Johnson and Katarina M. Mikac 2020. Thermal cameras as a survey method for Australian arboreal mammals: a focus on the greater glider. *Australian Mammalogy* <https://doi.org/10.1071/AM19051>
- Simpson E.H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature* 163 : 688. <http://dx.doi.org/10.1038/163688a0>
- Singh R., Singla N. & Singh Walia G. 2022. Management of rodent pests in wheat sown under different tillage systems. *Indian Journal of Entomology* Online published Ref. No. e22221 DoI. No.: 10.55446/IJE.2022.669
- Spitz, F. (1963, 1969, 1974). Piégeage et dynamique des populations de rongeurs.
- Tanguy, M., & Gourdain, B. (2011). Protocoles d'échantillonnage en écologie.
- The jamovi project 2024. *jamovi*. (Version 2.6) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.
- Traba J. & Morales M.B. 2019. The decline of farmland birds in Spain is strongly associated to the loss of fallowland. *Scientific Reports* 9(1) : 9473 (<https://www.nature.com/articles/s41598-019-45854-0>).
- Whittingham M.J., Devereux C.L., Evans A.D. & Bradbury R.B. 2006. Altering perceived predation risk and food availability: management prescriptions to benefit farmland birds on stubble fields. *Journal of Applied Ecology* 43(4):640-650 DOI:[10.1111/j.1365-2664.2006.01186.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01186.x)
- Wilson J.D., Taylor R. & Muirhead L.B. 1996. Field use by farmland birds in winter: an analysis of field type preferences using resampling methods. *Bird Study* 43: 320–332.
- Worrall P.A., Hughes W.P. & Trout R.C. 2017. An evaluation of handheld thermal imaging cameras as novel tools for detecting nest box occupancy of hazel dormice *Muscardinus avellanarius* and edible dormice *Glis glis*. Poster accessible sur la toile.

Remarques :

Cartes faites avec QGIS version 3.28.15 QGIS Development Team. 2019. QGIS Geographic Information System (version 3.8).

Open Source Geospatial Foundation. <http://qgis.org/>.

Référence Catalogue IGN <https://geoservices.ign.fr/catalogue> Jeux de données de référence de l'IGN

Codes utilisés dans les tableaux :

CM : Chaume de Maïs

CMm : Chaume de Maïs mulché

CMI : Chaume de Maïs labouré

CMb : Chaume de Maïs bio

CB : Chaume de Blé

CBm : Chaume de Blé mulché

CT : Chaume de Tournesol

P : Prairie

K : Plantation de kiwis

N : Noyeraie

Secteur sud (64_40)	Sorde-l'Abbaye (40)						Sames (64)								
	22/01/25			23/01/25			22/01/25			23/01/25			24/03/25		
Cultures Espèces	CM	K	P	CM	K	P	CM	K	P	CM	K	P	CM	K	P
Micro-rongeurs	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4	0	5
Lièvre	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Renard	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Blaireau	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Chevreuil	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	2	1	0	0

Bécasse	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chouette effraie	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alouette des champs	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Passereaux	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Oiseaux indéterminés	0	0	0	0	0	0	4	0	2	> 10	0	> 10	0	0	0
Ragondin	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0
Chat	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Baranguet (Lubbon)	23/01/25		04/02/25		26/02/25		03/03/25	
Cultures	CMm	P	CMm	P	CMm	P	CMm	P
Espèces								
Micro-rongeurs	0	0	0	0	0	0	0	0
Lièvre	1		2	1	7	0	3	2
Cerf	0	1	0	0	0	0	0	0
Bécasse	0	1	0	0	0	0	2	0

Labarthe (40240 Losse)	09/01/25	23/01/25	03/02/25	04/02/25
------------------------	----------	----------	----------	----------

Cultures Espèces	CMm	CMm	CMm	CMm
Micro-rongeurs	0	0	0	0
Lièvre	20	1	1	0
Chevreuil	0	2	2	0
Cerf	13	0	2	12
Sanglier	0	0	1	0

Chalet Saint Clair (40310 Herré)	17/01/25	03/02/25	26/02/25	06/03/25
Cultures Espèces	CM	CM	CM	CMI
Micro-rongeurs	0	0	0	0
Lièvre	0	2	2	1
Chevreuil	0	2	6	0
Renard	1	0	0	0

Estampourqué (40310 Herré)	04/02/25		25/02/25		04/03/25		06/03/25	
Cultures	CMm	P	CMm	P	CMm	P	CMm	P

Espèces								
Micro-rongeurs	0	0	0	0	0	0	0	0
Lièvre	2	0	0	0	0	0	0	0
Cerf	0	0	0	0	2	0	10	0
Bécasse	0	0	0	1	0	0	0	0
Chevreuil	6	4	4	0	15	0	10	0
Sanglier	0	0	8	0	0	0	0	0

Goua Bergat (40310 Herré)	23/01/25		04/02/25		26/02/25		06/03/25	
Cultures	CMm	P	CMm	P	CMm	P	CMm	P
Espèces								
Micro-rongeurs	0	0	0	0	1	0	0	0
Lièvre	2		5	0	0	0	2	0
Chevreuil	0	0	3	0	0	0	2	0

Pichecan (40310 Herré)	17/01/25		03/02/25		26/02/25		04/03/25	
Cultures	CM		CM		CM		CM	
Espèces								
Micro-rongeurs	2		0		1		0	
Lièvre	1		4		0		0	
Chevreuil	0		3		5		7	
Cerf	1		0		0		5	
Sanglier	0		0		5		0	

Lagrosse (40240 Créon d'Armagnac)	10/02/25			25/02/25			27/02/25			04/03/25			10/03/25		
Cultures Espèces	CMm	CMb	P	CMm	CMb	P	CMm	CMb	P	CMm	CMb	P	CMm	CMb	P
Micro-rongeurs	0	2	0	0	9	2	0	2	0	0	1	0	0	1	0
Lièvre	0	0	6	0	1	1	0	0	0	0	4	1	0	4	1
Renard	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0
Blaireau	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Bécasse	0	2	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	2	0
Chouette effraie	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Chouette hulotte	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Passereaux	0	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0

Milleton (40310 Gabarret)	23/01/25	04/02/25	26/02/25	04/03/25
Cultures Espèces	CM	CM	CM	CM
Micro-rongeurs	0	0	0	0
Bécasse	0	0	0	1
Chevreuil	0	1	0	0
Chouette hulotte	0	1	0	0

Cap de La Hargue (Lagrange)	17/01/25		23/01/25		03/02/25		25/02/25		13/03/25	
Cultures Espèces	CM	P	CM	P	CM	P	CM	P	CM	P
Micro-rongeurs	9	0	0	0	2	0	6	0	0	0
Lièvre	1	0	2	0	3	0	1	0	2	0
Chevreuil	0	1	0	1	3	0	1	0	1	0
Sanglier	0	0	0	0	10	0	1	0	0	0
Chouette effraie	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Troubets (40240 Lagrange)	17/01/25		03/02/25		25/02/25		04/03/25		13/03/25	
Cultures Espèces	CT	P	CT	P	CT	P	CT	P	CT	P
Micro-rongeurs	0	0	0	3	0	0	0	1	0	1
Lièvre	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chevreuil	1	0	0	0	1	0	0	0	6	1

Cérillé (32150 Cazaubon)	03/02/25		25/02/25		04/03/25		12/03/25	
Cultures Espèces	CM	P	CM	P	CM	P	CM	P
Micro-rongeurs	0	0	0	0	0	0	0	0
Lièvre	0	2	1	0	3	0	0	0
Renard	0	0	0	0	0	1	0	0
Sanglier	0	0	1	0	0	0	0	0
Chevreuil	0	2	2	2	0	3	1	3
Blaireau	0	0	0	0	0	0	1	0
Rapace	0	1	0	0	0	0	0	0

Commune de Saint-Cyprien

Mendès (24220 Saint-Cyprien)	02/02/25	
Cultures Espèces	CM	P
Micro-rongeurs	0	0
Lièvre	1	1
Blaireau		1
Chevreuil	0	2

Bécasse des bois	0	2
Chat domestique	1	1

Commune de Meyrals

Meyrals 24220	12/01/2025				24/01/2025				02/02/2025				03/03/2025				16/09/2025			
Cultures Espèces	CM	CB	P	N	CM	CB	P	N	CMm	CB	P	N	CMm	CB	P	N	M	CB	P	N
Micro-rongeurs							1													
Lièvre								1		2			5	1					2	1
Renard	1																			
Blaireau	1									1			2						1	
Chevreuril				3			2	4								1			2	1
Bécasse		1			1	2														
Chouette hulotte					1								1						2	
Chouette effraie	1					1								2						
Lapin																				
Martre/Fouine														1						

Commune de Coux et Bigaroque-Mouzens

Mouzens Haut	04/03/2025				10/03/2025				27/03/2025				19/09/2025				09/12/2025			
Cultures Espèces	CM	CT	P	N	CM	CT	P	N	CM	CB	P	N	CM	CB	P	N	CM	CB	P	N
Micro-rongeurs					1															
Lièvre		2	1				2		2		1								1	
Renard				2	1			1							1				1	
Blaireau								2												
Chevreuil	2		6	3			6	2			4	1			1					2
Cerf	1		3				2													
Sanglier								1			5									
Lapin							1													

Remarque : une chouette hulotte

Mouzens Bas (1)	03/03/25					12/03/25					26/03/25					29/04/25				
Cultures Espèces	CM	CB	CT	P	N	CM	CB	CT	P	N	CM	CB	CT	P	N	M	B	T	P	N
Micro-rongeurs	2					6			1		>20					1				
Lièvre				1		1		1	2							1				
Renard						4			1	1	4			1	1					
Blaireau						1					1									

Chevreuil						1														
Ragondin														2						
Lapin																				
Faisan																				
Pigeon ramier										1										
Chien														1						

Remarque : Gros rongeurs dans haie le 12/03/25

Mouzens Bas (2)	07/09/25					12/09/25					19/09/25					09/12/25				
Cultures Espèces	M	CB	T	P	N	M	CBm	T	P	N	M	CBm	T	P	N	M	CB	T	P	N
Micro-rongeurs							>15		1							5			1	
Lièvre				1															1	
Renard											1					1				
Blaireau				1			1													
Chevreuil					1				2											
Ragondin																				
Lapin													2							
Faisan						1														
Pigeon ramier																				
Chien																				

COMPTAGE THERMIQUE							
Parcelle n°	Point de comptage	Couvert végétal	Commune	Code INSEE	Date	Nombre d'individu	Autres espèces
18	18.4	Semi de blé sur chaume de maïs	Vars	16393	24/03/2025	2	Lièvre (1)
	18.3	Semi de blé sur chaume de maïs	Vars	16393	24/03/2025	0	
	18.2	Semi de blé sur chaume de maïs	Vars	16393	24/03/2025	1	Lièvre (1)
	18.1	Semi de blé sur chaume de maïs	Vars	16393	24/03/2025	1	Lièvres (3), Blaireau (1), Chouette (1)
					TOTAL	4	
17	17.3	Jachère	Vars	16393	24/03/2025	0	Lièvre (1)
	17.2	Jachère	Vars	16393	24/03/2025	0	Lièvres (3)
	17.1	Jachère	Vars	16393	24/03/2025	0	
					TOTAL	0	
16	16.4	Semi de blé sur chaume de tournesol	Vars	16393	24/03/2025	0	
	16.3	Semi de blé sur chaume de tournesol	Vars	16393	24/03/2025	1	
	16.2	Semi de blé sur chaume de tournesol	Vars	16393	24/03/2025	5	Chouette hulotte (1)
	16.1	Semi de blé sur chaume de tournesol	Vars	16393	24/03/2025	4	
					TOTAL	10	
15	15.4	Travail superficiel du sol	Vars	16393	24/03/2025	0	
	15.3	Travail superficiel du sol	Vars	16393	24/03/2025	0	
	15.2	Travail superficiel du sol	Vars	16393	24/03/2025	0	
	15.1	Travail superficiel du sol	Vars	16393	24/03/2025	0	
					TOTAL	0	
14	14.4	Chaume de tournesol	Vars	16393	24/03/2025	0	
	14.3	Chaume de tournesol	Vars	16393	24/03/2025	0	
	14.2	Chaume de tournesol	Vars	16393	24/03/2025	0	
	14.1	Chaume de tournesol	Vars	16393	24/03/2025	0	Chevreuils (2), Lièvres (3), Renard (1)
					TOTAL	0	

