

Inventaire des micromammifères de la Réserve Naturelle Nationale de l'étang de l'Estagnol et du site naturel protégé des Salines de Villeneuve



Analyse des cortèges d'espèces en fonction des différents habitats présents sur la zone d'étude

Camille HUGUET

Stage effectué du 01/03/2014 au 30/06/2014 à l'Office National de la Chasse et de la faune sauvage sous la direction scientifique de Régis GALLAIS, gestionnaire de la Réserve Naturelle Nationale de l'étang de l'Estagnol.

"Le présent rapport constitue un exercice pédagogique qui ne peut en aucun cas engager la responsabilité de l'Entreprise ou du Laboratoire d'accueil"

Crédits photographiques : Camille HUGUET, sauf mention contraire

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier dans un premier temps Régis GALLAIS, gestionnaire de la Réserve naturelle nationale de l'étang de l'Estagnol pour m'avoir donné l'opportunité de réaliser ce stage malgré mon manque certain de connaissances sur les micromammifères avant de le commencer. J'ai ainsi pu découvrir un groupe taxonomique que je ne connaissais pas ainsi que les différentes structures avec lesquelles j'ai eu la chance d'interagir.

Dans un second temps, je souhaite remercier Frédérique MALGOIRE, ouvrière à la Réserve pour son aide sur le terrain, pour sa bonne humeur et pour toutes les connaissances qu'elle a su partager avec moi, sans retenue.

Je tiens également à remercier l'équipe du Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc Roussillon. Ludovic FOULC, Conservateur du site naturel protégé des Salines de Villeneuve pour son aide sur le terrain, pour la communication efficace des données entre les deux structures intervenant dans ce projet. Merci aussi à Olivier SCHER, Responsable de projets conservation de la faune, pour la bibliographie prêtée au début du stage et pour son aide dans l'analyse des tests statistiques ainsi que pour sa relecture et remarques pertinentes.

Je remercie tout autant Françoise POITEVIN, Maître de conférences à l'Ecole pratique des hautes études, pour m'avoir formée à la reconnaissance des micromammifères sur le terrain et pour toutes les connaissances qu'elle a su me transmettre à ce sujet, sans oublier toutes les publications qu'elle a pu me communiquer et qui m'ont énormément aidée dans la rédaction de ce rapport.

Enfin merci beaucoup à Laetitia BORTOLLOZZI stagiaire à la réserve pour son soutien et son aide ainsi que pour tous ces bons moments partagés au cours du stage.

ABREVIATIONS

ACP : Analyse en composantes principales

AFC : Analyse Factorielle des Correspondances

CAH : Classification Hiérarchique Ascendante

CBGP : Centre de Biologie pour la Gestion des Populations

CEFE : Centre d'Ecologie Fonctionnelle & Evolutive

CEN LR : Conservatoire des Espaces Naturels du Languedoc-Roussillon

CS : Connaissance et suivi

EP : l'effort de piégeage

EPHE : l'Ecole Pratique des Hautes Etudes

GPS : Global Positioning System

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique

LC : Least Concern

ONCFS : Office National de la Chasse et de la Faune Sauvage

P : poids

PP : pied postérieur

Q : queue

RNN : Réserve Naturelle Nationale

RNR : Réserve Naturelle Régionale

S : Richesse spécifique

SIC : Site d'Intérêt Communautaire

SIEL : Syndicat Mixte des Etangs Littoraux

SP : succès de piégeage

T : tête

TC : tête et corps

ZICO : Zone Impotante pour la Conservation des Oiseaux

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique

ZPS : Zone de Protection Spéciale

TABLE DES MATIERES

1	Introduction	1
2	Matériel et Méthodes	3
2.1	La zone d'étude	3
2.2	L'Etat des connaissances des micromammifères sur la zone d'étude.....	3
2.3	La méthode d'inventaire.....	4
2.3.1	Type de pièges	4
2.3.2	Piégeage en ligne	5
2.3.3	Positionnement des pièges	6
2.3.4	Période et fréquence des relevés	6
2.3.5	Appâts et Dortoir.....	7
2.4	Les paramètres de terrain	8
2.4.1	Les conditions météorologiques	8
2.4.2	Description de l'habitat.....	8
2.5	Manipulation et identification des individus capturés.....	8
2.6	L'analyse des résultats	9
2.6.1	L'effort de piégeage	9
2.6.2	Richesse spécifique.....	10
2.6.3	Analyses multidimensionnelles	10
3	Résultats et interprétation	10
3.1	Effort et succès de piégeage	10
3.2	Les données de captures.....	11
3.3	Richesse spécifique	12
3.3.1	Richesse spécifique en micromammifères par ligne.....	12
3.3.2	Richesse spécifique en plantes par ligne.....	12
3.4	Corrélation entre les espèces de micromammifères et les sites échantillonnés	13
3.5	Les variables des sites échantillonnés	14
3.5.1	Analyse des variables physiques des sites échantillonnés (ACP).....	14
3.5.2	Analyse des cortèges floristiques des sites échantillonnés (AFC).....	15
4	Discussion.....	17
4.1	Les espèces de micromammifères sur la zone d'étude	17
4.2	Les espèces capturées et leurs exigences écologiques	17
4.2.1	La Crocidure musette.....	17
4.2.2	Le Campagnol agreste.....	18

4.2.3	Le Mulot sylvestre	18
4.2.4	La Souris grise	19
4.2.5	La Souris d'Afrique du nord	19
4.3	L'impact des variables habitats sur les cortèges de micromammifères :	20
4.4	Le protocole de piégeage en ligne	22
5	Conclusion	23
6	Bibliographie	24
7	Annexes	27

TABLE DES ANNEXES

Annexe I : Ecartement des pièges calcul	27
Annexe II : Fiches habitats des lignes de pièges	28
Annexe III : Paramètres météorologiques relevés (1ère semaine de capture)	29
Annexe IV : Relevés des variables habitat	29
Annexe V : Exemple de relevé floristique de la ligne 10	31
Annexe VI : Exemple de relevé de terrain d'identification des micromammifères	31
Annexe VII : Nombre de captures par espèces de micromammifères et par sites échantillonnés	31
Annexe VIII : Fiches espèces des micromammifères capturés sur la zone d'étude	32

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation du site Natura 2000 « Etangs palavasiens et étang de l'Estagnol»	1
Figure 2 : Localisation de la Réserve naturelle nationale de l'Etang de l'Estagnol	1
Figure 3 : Localisation du site naturel protégé des Salines de Villeneuve	2
Figure 4 : Piège non vulnérant à capture vivante de type INRA	4
Figure 5 : Piège de type INRA équipé d'un dortoir en plastique	5
Figure 6 : Schéma du piégeage en ligne	5
Figure 7 : Localisation des 15 lignes de pièges sur les zones d'études	6
Figure 8 : Piquet rouge en plastique	6
Figure 9 : Appâts composés de morceaux de carottes et d'un mélange de farine et de sardines à l'huile	7
Figure 10 : Coton contenu dans les dortoirs	7
Figure 11 : Base des pourcentages de recouvrement	8
Figure 12 : Identification des individus dans un sac en plastique transparent	8
Figure 13 : Données biométriques de référence de la Crocidure musette et de la Crocidure des jardins	9
Figure 14 : Mesure de la tête d'une musaraigne	9
Figure 15 : Mesure du poids d'une musaraigne	9
Figure 16 : Pourcentage de capture des cinq espèces de micromammifères rencontrées	11

Figure 17 : Nombre de capture de chaque espèce de micromammifère rencontrée pour chaque site échantillonné	12
Figure 18 : Richesse spécifique des sites en micromammifères	12
Figure 19 : Richesse spécifique des sites en plantes	12
Figure 20 : Analyse Factorielle des Correspondances entre les espèces de micromammifères et les sites	13
Figure 21 : Classification Hiérarchique Ascendante entre les espèces de micromammifères et les sites	13
Figure 22 : Analyse en composantes principales des variables physiques (sortie graphique “variables”)	14
Figure 23 : Analyse en composantes principales des variables physiques (sortie graphique “sites”)	14
Figure 24 : Analyse Factorielle des Correspondances entre les espèces de plantes et les sites ..	15
Figure 25 : Classification Hiérarchique Ascendante entre les espèces de plantes et les sites	16
Figure 26 : Clusters de la Classification Hiérarchique Ascendante entre les espèces de plantes et les sites	16
Figure 27 : Crocidure suspectée d’être une Crocidure des jardins	17

TABLE DES TABLEAUX

Tableau I : Contribution du stage aux objectifs du plan de gestion de la Réserve naturelle nationale de l’étang de l’Estagnol	2
Tableau II : Contribution du stage aux objectifs du plan de gestion du site naturel protégé des Salines de Villeneuve	2
Tableau III : Mammifères de la Réserve de l’étang de l’Estagnol	3
Tableau IV : Mammifères du site naturel protégé des Salines de Villeneuve	4

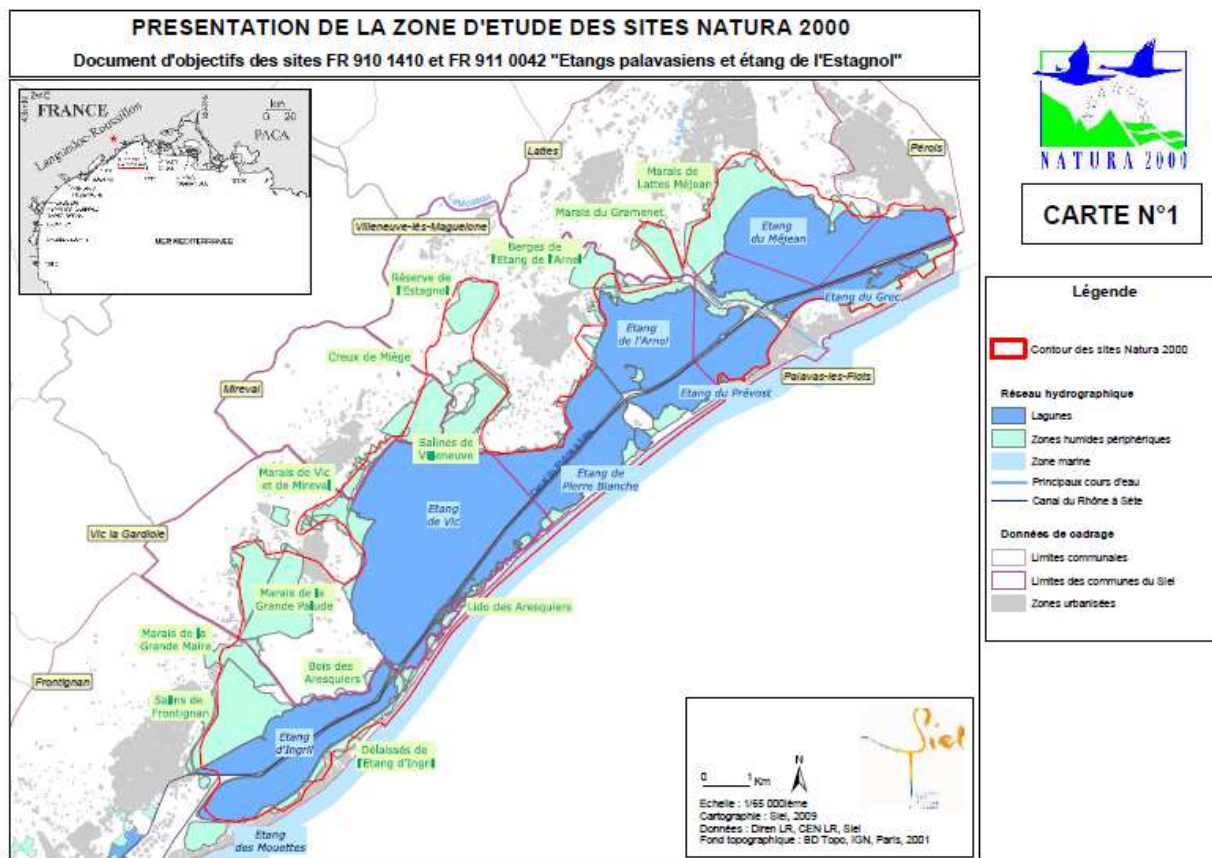
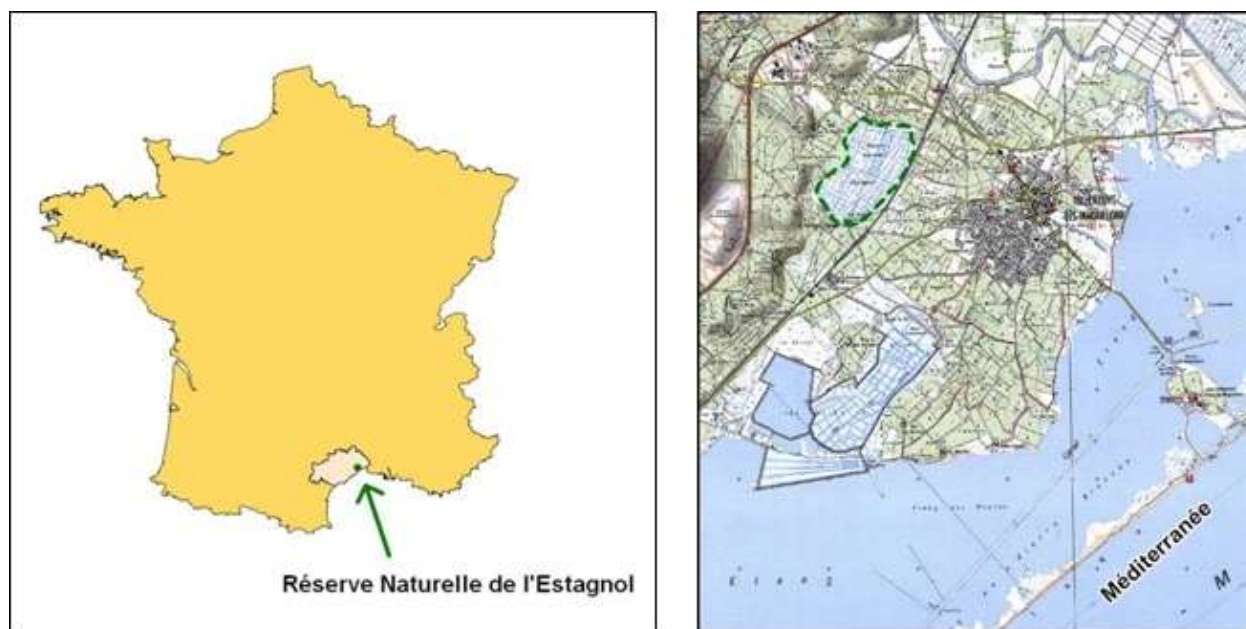


Figure 1 : Localisation du site Natura 2000 « Etangs palavasiens et étang de l'Estagnol »



Source: ONCFS

Figure 2 : Localisation de la Réserve naturelle nationale de l'Etang de l'Estagnol

1 INTRODUCTION

La Réserve Naturelle Nationale (RNN) de l'étang de l'Estagnol et le site naturel protégé des Salines de Villeneuve font partie des sites Natura 2000 « Etangs palavasiens et étang de l'Estagnol » (Figure 1). Situés au sud de Montpellier dans le département de l'Hérault (34), ils s'étendent aujourd'hui sur 6 600 hectares. Sept communes sont concernées : Frontignan, Vic la Gardiole, Mireval, Villeneuve-lès-Maguelone, Lattes, Pérols et Palavas-les-Flots. Les sites Natura 2000 sont constitués d'habitats d'intérêts communautaires méditerranéens : de lagunes côtières et de zones humides périphériques typiques qui justifient la création du Site d'intérêt communautaire (SIC) FR 9101410 « Etang palavasiens » au titre de la directive « Habitats ». Aussi, ils abritent une avifaune exceptionnelle d'où leur désignation de Zone de protection spéciale (ZPS) FR 9110042 « Etangs palavasiens et étang de l'Estagnol », au titre de la directive « Oiseaux » (SIEL 2012).

La RNN de l'Estagnol est une zone humide intérieure occupant une dépression fermée dans les calcaires de la Gardiole. A l'ouest des étangs palavasiens, elle se situe sur la commune de Villeneuve-lès-Maguelone (Figure 2). L'eau de l'étang, de faible salinité, est peuplée d'une vaste phragmitaie ceinturée et quadrillée de digues et de canaux à l'origine d'une mosaïque de milieux et d'habitats prioritaires peu représentés à l'échelle du site Natura 2000 (mares temporaires méditerranéennes,...). L'étang de l'Estagnol, d'une superficie de 78 hectares, a été classé réserve naturelle en 1975. Sa gestion a été confiée, dès sa création, à l'Office national de la chasse et de la faune sauvage (ONCFS) et son accès a été interdit au public. Depuis, elle a été intégrée à la Zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF) de type I pour l'avifaune et la flore, et Zone importante pour la conservation des oiseaux (ZICO). Au centre d'une zone largement fragmentée, la seule continuité écologique de la réserve se fait par le canal de La Bouffie jusqu'au site naturel protégé des Salines de Villeneuve, pour qui elle joue un rôle complémentaire notamment en ce qui concerne l'avifaune (GALLAIS 2013).

Le site des Salines de Villeneuve fait partie des zones humides situées en périphérie des étangs palavasiens. D'une superficie de 287 hectares, il est constitué d'anciens salins sur la commune de Villeneuve-lès-Maguelone, du marais du Vagaran sur la commune de Mireval et d'une partie du site de l'Etang de Vic (Figure 3). Les Salines ont été acquises en 1992 par le Conservatoire du littoral. A l'origine confiée à la commune de Villeneuve-lès-Maguelone, les Salines sont aujourd'hui co-gérées par le Conservatoire d'espaces naturels du Languedoc-Roussillon (CEN LR) – gestionnaire principal –, le Syndicat mixte des étangs littoraux (SIEL), la commune de Villeneuve et Thau Agglomération. Situé aux pieds du massif de la Gardiole, le site des Salines dont l'accès est autorisé au public sous réglementation, présente une mosaïque de milieux naturels. Evoluant entre eau douce et eau salée, de nombreuses espèces remarquables, notamment d'oiseaux, viennent s'y reproduire, s'alimenter et s'y reposer. Aussi, le site comprend une ZNIEFF de type I n°4008-0001 « Salins de Villeneuve et étang du Vagaran » et est inclus dans une ZNIEFF de type II n°4008, « Etang de Vic, l'Arnel, Pierre Blanche et Prévost » (BRL Ingénierie 2012).

Au sein de la « RNN Estagnol » de l'ONCFS, sous la direction de Régis GALLAIS, en collaboration avec deux salariés du CEN LR : Ludovic FOULC, Conservateur du site naturel



Figure 3 : Localisation du site naturel protégé des Salines de Villeneuve

Tableau I : Contribution du stage aux objectifs du plan de gestion de la Réserve naturelle nationale de l'étang de l'Estagnol

Plan de gestion RNN Estagnol			
Objectifs à long terme	n° 2.15	« Evaluer l'incidence de la gestion et des facteurs externes sur l'état de conservation de la réserve »	
	Enjeu	« Mammifères »	
Opération	CS	n°23	« Connaissance et suivi continu du patrimoine naturel »

Tableau II : Contribution du stage aux objectifs du plan de gestion du site naturel protégé des Salines de Villeneuve

Plan de gestion des Salines de Villeneuve		
Objectifs principaux	B	« Biodiversité et patrimoine naturel »
	B.2	« Maintenir le rôle de zone naturelle d'expansion des eaux »
	F	« Connaissance du patrimoine naturel »
Actions	F.1	« Améliorer les connaissances sur le patrimoine naturel du site et son fonctionnement »
	20	« Compléter les inventaires de la flore, de la faune et des habitats naturels »
	20.1	« Compléter les inventaires faunistique »

protégé des Salines de Villeneuve et Olivier SCHER, Responsable de projets conservation de la faune, et avec l'expertise scientifique de Françoise POITEVIN, Maître de conférences à l'Ecole pratique des hautes études (EPHE) « Biogéographie et Ecologie des Vertébrés » au Centre d'écologie fonctionnelle & évolutive (CEFE) UMR 5175 de Montpellier : j'ai été chargée de réaliser un inventaire des micromammifères sur la Réserve de l'étang de l'Estagnol ainsi que du site des Salines de Villeneuve, sa seule continuité écologique. L'objectif de cet inventaire, en plus de servir de base en termes de connaissances des espèces de micromammifères présentes sur les deux sites, est de mettre en évidence, ou non, une évolution des cortèges de micromammifères en fonction des caractéristiques des microhabitats échantillonnés. L'accomplissement de mon sujet de stage s'inscrit dans les objectifs à long terme n° 2.15 du plan de gestion de la RNN de l'Estagnol (Tableau I). Il répond également à l'opération CS n°23 qui consiste à mieux connaître les populations de mammifères de la réserve et plus particulièrement celles des micromammifères, dont peu d'observations ont été faites (GALLAIS 2013). De plus, ce suivi est intégré à l'action 20.1 du plan de gestion du site naturel protégé des Salines (Tableau II) où elle répond aux objectifs principaux du plan de gestion B.2 et F.1 (BRL Ingénierie 2012).

Les micromammifères sont constitués d'un ensemble de petits mammifères morphologiquement proches, non volants mais différents d'un point de vue taxonomique et de leurs exigences écologiques. De manière arbitraire, ils regroupent tous les rongeurs et insectivores dont la taille est inférieure à celle de l'écureuil roux (*Sciurus vulgaris*) (RIGAUX 2012), bien que cette définition reste discutée parmi les spécialistes. Il existe une diversité spécifique suffisamment forte chez les micromammifères pour leur permettre d'être présents dans presque tous les écosystèmes terrestres, et ce, du fait de leurs traits d'histoires de vie variés (MISTROT 2000). Aussi, ils ont un rôle dans la régulation des populations d'insectes, dans la dispersion de graines de végétaux et, grâce à leur taux élevé de reproduction, ils sont présents dans le régime alimentaire de nombreux prédateurs : reptiles, oiseaux et mammifères. Enfin, ce sont de bons indicateurs pour appréhender l'état et la qualité des milieux, la biodiversité et les réponses aux changements (MORO & GADAL 2008).

Sur Terre, il existe 1600 espèces de rongeurs et 350 d'insectivores appartenant au « groupe » des micromammifères. Ils représentent presque la moitié des 4000 espèces de mammifères présents dans le monde. En France, les micromammifères sont représentés par 14 insectivores et 28 de rongeurs (MORO & GADAL 2008). Dans la région Languedoc-Roussillon, 9 insectivores et 19 rongeurs sont connus (www.naturefrance.fr) pour un total de 51 espèces de mammifères recensées. Malheureusement, du fait de leurs mœurs discrètes, de leur petite taille et de leur activité essentiellement nocturne pour la plupart d'entre eux, leur observation est difficile. C'est pourquoi la connaissance des micromammifères présents sur les deux sites d'études reste vague et peu détaillée. Malgré de vieux inventaires qui attestent de la présence de certaines espèces, les micromammifères restent les espèces les moins connues de ces deux sites.

Mon rôle est d'actualiser les données concernant ce groupe sur les deux sites naturels inventoriés. Pour cela, j'ai mis en place un protocole standardisé qui pourra être répété dans le temps afin de permettre un suivi de l'évolution des cortèges de micromammifères en fonction des habitats échantillonnés. Ainsi, la méthode du piégeage en ligne a été choisie et mise en place sur l'Estagnol et sur les Salines. Elle présente l'avantage de pouvoir associer les espèces capturées à un milieu donné, ce que l'étude des pelotes de réjection de rapaces, souvent utilisée pour l'étude des micromammifères, ne permet pas.

Tableau III : Mammifères de la Réserve de l'étang de l'Estagnol

Classe	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine (2009)
Artiodactyla	Sanglier	<i>Sus scrofa</i>	LC
Carnivora	Genette	<i>Genetta genetta</i>	LC
Carnivora	Belette	<i>Mustela nivalis nivalis</i>	LC
Carnivora	Renard roux	<i>Vulpes vulpes</i>	LC
Chiroptera	Minioptère de Schreibers	<i>Miniopterus schreibersii</i>	VU
Chiroptera	Petit murin	<i>Myotis blythii</i>	NT
Chiroptera	Murin de Capaccini	<i>Myotis capaccinii</i>	VU
Erinaceomorpha	Hérisson d'Europe	<i>Erinaceus europaeus</i>	LC
Lagomorpha	Lapin de garenne	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	NT
Rodentia	Mulot sylvestre	<i>Apodemus sylvaticus</i>	LC
Rodentia	Campagnol provençal	<i>Microtus duodecimcostatus</i>	LC
Rodentia	Ragondin	<i>Myocastor coypus</i>	NA
Rodentia	Rat surmulot	<i>Rattus norvegicus</i>	NA
Rodentia	Ecureuil d'Europe	<i>Sciurus vulgaris</i>	LC
Soricomorpha	Musaraigne musette	<i>Crocidura russula</i>	LC
Soricomorpha	Taupe d'Europe	<i>Talpa europaea</i>	LC

Catégorie UICN	
Code	Signification
VU	Vulnérable
NT	Potentiellement menacé
LC	Non menacé
NA	Non applicable

Légende :

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 LA ZONE D'ETUDE

La RNN de l'étang de l'Estagnol offre une variété de milieux composée d'une vaste roselière, de zones d'eau libre, d'herbiers de phanérogames, de landes de scirpes, de phragmitaies, de pelouses méditerranéennes xériques et de boisements. Elle recense parmi ses 5 habitats inscrits à l'Annexe de la Directive européenne « Habitats, Faune et Flore » : les mares temporaires saumâtres à gazon méditerranéen, la végétation à salicornes annuelles et les prés salés (GALLAIS 2013). Les habitats prioritaires au nombre de deux sur la réserve, sont peu représentés à l'échelle du site Natura 2000.

Le site naturel protégé des Salines de Villeneuve présente des milieux d'importance communautaire comme les sansouires, les laisses d'étangs, et les prés salés sur une large étendue surfacique. Sur les 12 habitats naturels d'intérêt communautaire, deux sont prioritaires : les lagunes côtières qui représentent 43% de surfaces inventoriées sur le périmètre d'étude et les marais calcaires à *Cladium mariscus* qui ne représentent que 0.5% (BRL Ingénierie 2012).

Ces caractéristiques en font des zones d'intérêt, notamment pour l'avifaune et un terrain de chasse privilégié pour les rapaces, tel que le Busard des roseaux (*Circus aeruginosus*), le Milan noir (*Milvus migrans*) ou encore l'Effraie des clochers (*Tyto alba*) présents sur les sites. De plus la connexion des deux sites par le canal de La Bouffie permet de faciliter la circulation et les échanges de biodiversité. En ressort l'importance d'étudier les groupes faunistiques et floristiques de ces sites naturels conjointement afin de ne pas perdre d'informations et d'avoir une vue d'ensemble de l'état des populations.

2.2 L'ETAT DES CONNAISSANCES DES MICROMAMMIFERES SUR LA ZONE D'ETUDE

Concernant l'Estagnol, seules d'anciennes études témoignent de la présence de certaines espèces de mammifères. Une étude menée par le Laboratoire d'Eco-éthologie de l'Institut des Sciences et de l'Evolution (URA CNRS n°327) pour le compte de l'Office Nationale de la Chasse à la Réserve naturelle nationale de l'Estagnol (REQUIRAND & PARADIS 1993) et une étude menée par le Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés, EPHE Montpellier sur la réserve et une zone périphérique délimitée (POITEVIN 1997) ont permis de recenser 16 espèces de mammifères (Tableau III) dont 3 de micromammifères : la Musaraigne musette (*Crocidura russula*), le Campagnol provençale (*Microtus duodecimcostatus*) et le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*).

La micromammofaune répertoriée sur l'Estagnol à cette époque ne présente aucun intérêt patrimonial. Cependant, selon IARE 1999, la réserve s'avèrerait être un site privilégié pour la préservation des populations de micromammifères. Aussi, quatre espèces dont trois à caractères patrimoniaux ont été recensées par l'EPHE Montpellier dans la zone élargie de leur étude. Ces espèces : la Musaraigne des jardins (*Crocidura suaveolens*), le Campagnol amphibie (*Arvicola sapidus*), le Rat des moissons (*Micromys minutus*) et la Souris domestique (*Mus musculus domesticus*, espèce commune) pourraient probablement se trouver sur la réserve sans qu'elles aient

Tableau IV : Mammifères du site naturel protégé des Salines de Villeneuve

Classe	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine (2009)
Artiodactyla	Sanglier	<i>Sus scrofa</i>	LC
Carnivora	Belette	<i>Mustela nivalis nivalis</i>	LC
Carnivora	Renard roux	<i>Vulpes vulpes</i>	LC
Chiroptera	Sérotine commune	<i>Eptesicus serotinus</i>	LC
Chiroptera	Pipistrelle commune	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	LC
Chiroptera	Pipistrelle naine	<i>Pipistrellus pygmaeus</i>	LC
Erinaceomorpha	Hérisson d'Europe	<i>Erinaceus europaeus</i>	LC
Lagomorpha	Lapin de garenne	<i>Oryctolagus cuniculus</i>	NT
Rodentia	Mulot sylvestre	<i>Apodemus sylvaticus</i>	LC
Rodentia	Campagnol provençal	<i>Microtus duodecimcostatus</i>	LC
Rodentia	Campagnol agreste	<i>Microtus agrestis</i>	LC
Rodentia	Ragondin	<i>Myocastor coypus</i>	NA
Rodentia	Souris grise	<i>Mus musculus domesticus</i>	LC
Rodentia	Souris d'Afrique du Nord	<i>Mus spretus</i>	LC
Rodentia	Écureuil d'Europe	<i>Sciurus vulgaris</i>	LC
Soricomorpha	Musaraigne musette	<i>Crocidura russula</i>	LC
Soricomorpha	Pachyure étrusque	<i>Suncus etruscus</i>	LC

Légende :

Catégorie UICN	
Code	Signification
VU	Vulnérable
NT	Potentiellement menacé
LC	Non menacé
NA	Non applicable



Figure 4 : Piège non vulnérant à capture vivante de type INRA

pu être mises en évidence lors de leur prospection du fait de leur rareté. Une observation d'un Campagnol amphibie aurait été faite en 2009 par les Ecologistes de l'Euzière sur la réserve mais les prospections menées cette année à la recherche d'indices de présence de l'animal (crottes et crottiers), par mes soins, n'a pas permis de confirmer sa présence sur le site.

Sur les Salines, la présence de 17 espèces de mammifères (Tableau IV) a été établie grâce à deux études pour lesquelles aucun rapport n'a été rédigé. Sur les 7 espèces de micromammifères recensées : 5 étaient des rongeurs et 2 des insectivores. Parmi la classe des *Rodentia*, on retrouve le Mulot sylvestre et le Campagnol provençal auxquels viennent s'ajouter le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*), la Souris grise (*Mus musculus domesticus*) et la Souris d'Afrique du Nord (*Mus spretus*). La majorité des rongeurs identifiés l'ont été par l'étude de pelotes de réjection de Chouette effraie récoltées dans les bâtiments des Salines situés au centre du site et fréquemment visités par ce rapace nocturne. Cette étude a été réalisée en 2009 par le CEN LR et est venue compléter les données déjà acquises par les inventaires réalisées en 1995 par Françoise POITEVIN (études non officielles). Chez les Soricidés, la musaraigne musette est également présente sur le site naturel et la Pachyure étrusque (*Suncus etruscus*) : le plus léger mammifère du monde, se joint à la famille. Aussi, le site naturel protégé des Salines de Villeneuve compte parmi ses habitants de la micromammofaune une espèce patrimoniale : la Pachyure étrusque.

En outre, la présence du Campagnol amphibie a été confirmée tandis que celle de la Musaraigne aquatique (*Neomys fodiens*) reste probable. Les caractéristiques du site semblent propices à répondre à leurs exigences écologiques. Enfin, des observations ponctuelles de Rat des moissons auraient été faites à trois reprises sur les Salines par des naturalistes mais cette information n'a pas pu être confirmée par les prospections (basées sur la recherche de nids) conduites cette année. En complément de cette étude sur les micromammifères, j'ai pu réaliser ces prospections sur l'Estagnol et le site des Salines conjointement. Mais aucun des sites visités n'a permis de confirmer ces observations et aucun nid n'a été découvert.

2.3 LA METHODE D'INVENTAIRE

L'inventaire systématique des micromammifères de la Réserve et des Salines a été réalisé par piégeage en ligne standard à l'aide de pièges non vulnérants.

2.3.1 Type de pièges

Comme énoncé précédemment, les pièges utilisés sont des pièges non vulnérants. Dans un souci de conservation, ce choix permet d'éviter de trop impacter les populations de micromammifères. Additionné au fait de ne pas tuer l'animal, ces pièges ont l'avantage d'être plus efficaces pour la capture de micromammifères que les pièges mortels (LING-LING 1997). Les pièges à capture vivante permettent de mettre en évidence la richesse et la composition des communautés de micromammifères le long d'un gradient écologique (KELT 1996). Leur utilisation permet aussi de connaître le microbiotope de chaque espèce capturée et donc de répondre à notre objectif.

Les pièges utilisés dans le cadre de cette étude sont de type « INRA », soit des boîtes en aluminium de dimension 16 x 5 x 5 cm (Figure 4). Ils sont composés d'une porte à bascule. La fermeture de la porte est déclenchée par le passage de l'animal sur une plaque basculante.



Figure 5 : Piège de type INRA équipé d'un dortoir en plastique

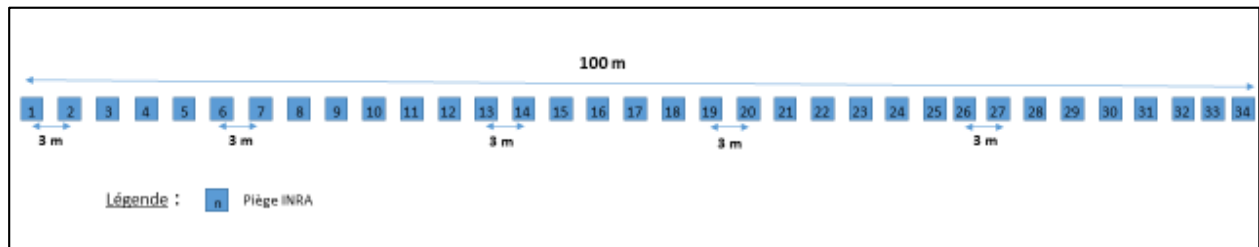


Figure 6 : Schéma du piégeage en ligne

Dans le couloir, la bascule est actionnée par le poids du micromammifère. Aussi, ils sont capables de capturer des petits mammifères allant de 5 grammes à 50 grammes (source BBtm).

Les espèces visées sont la plupart des micromammifères de surface (insectivores et rongeurs). Posés au sol, les pièges de type INRA sont peu efficaces pour la capture d'espèces ayant un mode de vie particulier tel que le rat des moissons qui se déplace en hauteur à l'aide de sa queue préhensile ou le campagnol provençal dont le mode de vie est souterrain. Leurs dimensions ne permettent pas la capture de micromammifères considérés de « grande taille » tels que les campagnols du genre *Arvicola* ou les grands muridés du genre *Rattus*.

Les pièges ont été équipés d'un dortoir en plastique de dimension 12,5 x 6,5 x 6,5 cm munis d'un bouchon (Figure 5). La présence d'un dortoir permet d'augmenter sensiblement les chances de survie des individus capturés (RIGAUX 2012).

Une centaine de pièges équipés de dortoirs (120) nous ont été mis à disposition par le Centre de biologie pour la gestion des populations (CBGP) de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) de Montpellier pour la réalisation de l'inventaire. Chacun des pièges a été numéroté.

2.3.2 Piégeage en ligne

L'objectif du stage est de mettre en évidence, par un inventaire systématique, les différentes espèces de micromammifères présentes sur les sites d'études. La densité ou l'abondance précises de celles-ci ne sont donc pas nécessaires à notre étude. Aussi, le procédé le plus adéquat pour un échantillonnage qualitatif sur milieu homogène est de disposer les pièges selon un transect (WILSON *et al.* 1996). On parle de piégeage en ligne.

Le piégeage en ligne permet un échantillonnage stratifié en fonction de la surface des différents habitats compris dans les zones d'études. De plus, la standardisation de la méthode de piégeage en ligne permet la comparaison entre les différents habitats échantillonnés (LE LOUARN & QUERE 2003). Chaque ligne (ou transect) a été positionné sur un milieu homogène afin de pouvoir étudier les cortèges de micromammifères en fonction des cortèges de végétaux et des caractéristiques des habitats.

Selon SPITZ 1969, l'écartement des pièges doit être fixé (à peu près) au quart du grand axe du domaine vital de l'espèce qui a le plus petit domaine vital. Le mulot sylvestre, dont la présence sur la réserve a été confirmée en 1997 par l'EPHE, peut voir son domaine vital varié entre 100 et 5000 m. Un domaine vital de 100 m semble être le plus petit domaine vital des espèces connues sur les sites d'étude. Ainsi l'espacement entre les pièges devrait être d'environ 3.5 mètres (Annexe I). Pour une standardisation plus aisée, ce nombre a été arrondi à 3 mètres par LE LOUARN et QUERE 2003.

Un nombre minimum de 30 pièges est nécessaire, peu importe l'écartement choisi. La longueur des lignes doit être rapportée à une longueur unitaire ordinaire (SPITZ 1969). Soit 3 mètres, que multiplient 30 pièges donnent 90 mètres. La longueur des transects a été arrondie à 100 mètres pour standardisation. Aussi, dans un habitat homogène : 34 pièges de type INRA ont été disposés à 3 mètres d'intervalles, sur un linéaire de 100 mètres (LE LOUARN et QUERE 2003) (Figure 6).

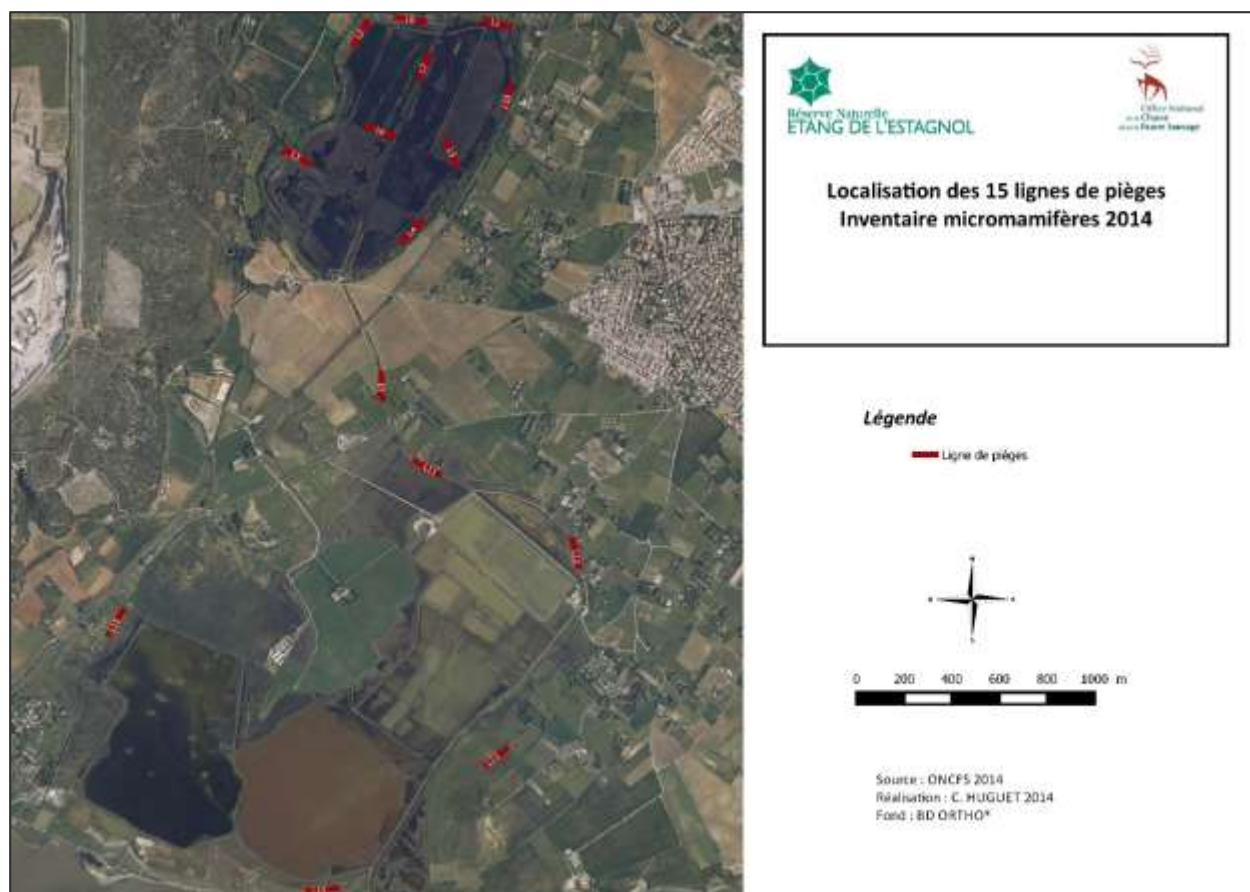


Figure 7 : Localisation des 15 lignes de pièges sur les zones d'études



Figure 8 : Piquet rouge en plastique

Le choix des transects s'est fait en favorisant la diversité des habitats présents sur la zone d'étude (phragmitaie, prés salés,...). Les transects ont été placés sur des milieux représentatifs de l'ensemble des habitats des sites et en fonction de leur potentialité d'accueil d'espèces patrimoniales. En intégralité, 10 lignes de pièges ont été placées sur la Réserve de l'Estagnol et 5 lignes de pièges ont été placées sur le site des Salines (Figure 7). Les lignes ont été numérotées de 1 à 15. La ligne n°9 a été placée sur le canal de La Bouffie qui représente une continuité écologique entre l'étang de l'Estagnol dont il fait partie et les Salines de Villeneuve. L'Annexe II de la page 28 reprend les caractéristiques des habitats associés aux lignes échantillonnées.

2.3.3 Positionnement des pièges

Les pièges doivent être positionnés de préférence sur des surfaces planes. Quand le sol était incliné, l'entrée du piège a été dirigée vers le bas de la pente. Ainsi, en cas de pluie cette position permet d'éviter un ruissellement de l'eau dans la chambre du piège. Des cerceaux de métal ont été utilisés pour permettre un meilleur ancrage au sol des pièges lorsque ceux-ci n'étaient pas suffisamment stables (à cause de la topographie du milieu par exemple) ou que les pièges se trouvaient à proximité immédiate de zones en eaux.

Les pièges ont été placés de préférence à proximité d'obstacles lorsque l'habitat le permettait, plutôt qu'en zone découverte et dépourvue de couvert végétal.

Des piquets rouges en plastique, de quarante centimètres de haut, ont été placés à proximité directe des pièges (Figure 8). Leur présence facilite la détection des pièges lors des relevés. Ils permettent également de conserver la position exacte des pièges lorsque ceux-ci doivent être enlevés la journée sur les sites fréquentés par le public (certaines lignes des Salines notamment). En effet, le GPS (Global Positioning System) ne permet pas une précision inférieure à trois mètres.

2.3.4 Période et fréquence des relevés

Les micromammifères ont, pour la plupart d'entre eux, une activité nocturne ou crépusculaire. De plus, pour ceux possédant plusieurs périodes d'activités, celle de nuit semble majoritaire. En conséquence, les pièges ont été déposés ouverts au coucher du soleil et relevés au lever du jour de manière à englober leur période d'activité. Ils ont été relevés quotidiennement pendant 3 jours consécutifs. Selon SPITZ 1969, cette durée permet de capturer 90 à 100 % des individus présents sur le linéaire de pièges.

Il est conseillé de réaliser les piégeages au printemps au moment des creux de populations, où seuls les individus survivants de l'année passée sont présents, ou en automne où sont notés les pics de densité de population, puisque l'automne suit la saison de reproduction (GOURDAIN *et al.* 2011). De plus en automne les conditions climatiques sont plus clémentes. En raison de la période de stage, les relevés ont été réalisés au début du printemps.

Les relevés ont été réalisés dans leur intégralité avant la mi-mai. En effet, il est préférable d'éviter les journées de forte chaleur (SCHMIDT 1994) afin de maximiser les chances de survie des individus capturés. De plus, il est conseillé d'éviter les nuits de pleine lune sans nuage où les micromammifères sortent moins car ils sont plus vulnérable vis à vis des prédateurs (KIRKLAND & SHEPPARD, 1994). Cette dernière condition est malheureusement difficile à mettre en œuvre en raison du programme de terrain chargé. Les 120 pièges ont permis de constituer 3 lignes de



Figure 9 : Appâts composés de morceaux de carottes et d'un mélange de farine et de sardines à l'huile



Figure 10 : Coton contenu dans les dortoirs

piégeage par semaine. Soit un total de 5 semaines de captures réalisées entre le 24 mars et le 24 avril 2014.

2.3.5 Appâts et Dortoir

Lors de longues sessions de capture, comme c'est le cas dans notre étude (les pièges étant laissés sans surveillance toute la nuit) il est nécessaire d'ajouter au piège de la nourriture ainsi qu'un dortoir afin d'éviter de mettre en danger l'animal (WILSON *et al.* 1996). En effet, les musaraignes perdent de la chaleur très rapidement en raison d'un rapport surface/volume proportionnellement élevé (SCHMIDT 1994). La présence d'un dortoir est donc indispensable pour les protéger des variations importantes de température extérieures qui sont, qui plus est, accentuées par le matériau du piège. Pour compenser cette perte de chaleur, les musaraignes ont un métabolisme élevé et doivent s'alimenter toutes les 3 à 4 heures (SCHMIDT 1994). La présence de nourriture (appâts) est donc indispensable à leur survie une fois capturées.

2.3.5.1 Les appâts

Lors de session de capture courte (relevée des pièges toutes les 3h), la présence d'appâts n'est pas indispensable. Les micromammifères vont entrer naturellement par exploration (WILSON *et al.* 1996). En effet, l'animal est instinctivement attiré par les « trous noirs » (SPITZ 1969). Cependant, la présence d'appâts peut augmenter considérablement les probabilités de capture (TANGUY & GOURDAIN 2011).

Les appâts doivent être placés en quantité suffisante pour palier à une attaque d'insectes (par exemple de fourmis) sans perdre de leur attractivité, c'est à dire en conservant une efficacité de capture supérieure à celle d'un piège sans appâts. De plus, les appâts doivent être disposés en quantité suffisante de manière à pouvoir assurer l'alimentation de l'individu capturé, le temps que le piège soit vérifié. L'objectif étant d'éviter qu'il meure de faim. Pour cela, l'équivalent d'une cuillère à soupe est généralement suffisant (WILSON *et al.* 1996).

Le mélange choisi pour réaliser l'appât est composé de farine de blé et de sardine à l'huile (DARINOT, DOREZ & LEROUGE 2004). Ce mélange permet d'attirer les espèces insectivores (TWIGG 1975), telles que les musaraignes, et de subvenir à leurs besoins une fois le piège refermé. Un morceau de carotte est ajouté à une boulette du mélange farine /sardine (Figure 9) afin d'assurer un apport hydrique aux individus capturés (MICHEL, BUREL & BUTET 2006).

Les appâts étaient jetés à la fin de chaque semaine de capture et renouvelés au début de la suivante. Ils étaient changés à l'ouverture des pièges s'ils avaient été consommés la nuit précédente.

2.3.5.2 Le dortoir

Le dortoir doit être sec et permettre à l'animal d'être suffisamment isolé des variations de températures extérieures (froid et chaud). Pour cela, un matériau « non absorbant », a été placé dans les dortoirs (LITTLE & GURNEL 1989) afin qu'ils puissent s'y blottir pour se protéger du froid. A défaut du coton cardé habituellement utilisé, trop onéreux, de l'ouate de polyester a été utilisé. Environ 60% du volume du dortoir en a été garni (Figure 10).

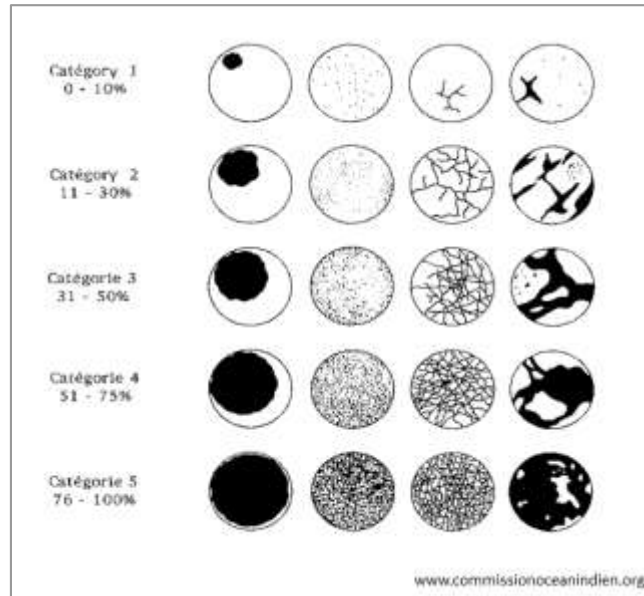


Figure 11 : Base des pourcentages de recouvrement



Figure 12 : Identification des individus dans un sac en plastique transparent

Le contenu des dortoirs était changé lorsque, souillée d'urine ou suite à une soirée pluvieuse, l'ouate de polyester était trop humide.

2.4 LES PARAMETRES DE TERRAIN

2.4.1 Les conditions météorologiques

Les conditions météorologiques peuvent affecter la capturabilité des individus (FLOWERDEW 1976). Lors de fines pluies, la probabilité de capture est plus élevée, tandis que lors de fortes pluies, la probabilité de capture est fortement réduite (WILSON *et al.* 1996). Aussi, les conditions météorologiques de la nuit de capture ont été relevées (température et couverture nuageuse/ précipitations) à l'aide du site internet de « Météo France » localisé sur Villeneuve-lès-Maguelones (Annexe III). De plus, l'influence de la visibilité de la Lune ayant été montrée comme un facteur affectant la capturabilité des micromammifères, par de nombreux chercheurs (KIRKLAND & SHEPPARD, 1994 par exemple), le pourcentage de visibilité de celle-ci a été noté à l'aide du site « www.lecalendrier.fr » localisé sur Montpellier (Annexe III).

2.4.2 Description de l'habitat

Localement, la description de la végétation, du sol et des cailloux est importante car elle peut directement affecter l'écologie de l'espèce (FLOWERDEW 1976). La hauteur moyenne de la végétation herbacée a été prise en compte et les pourcentages de recouvrement associés aux différentes strates (arborescente, arbustive et herbacée) ont été notés (Annexe IV). Les espèces végétales présentes sur le linéaire ont été listées avec leur pourcentage de recouvrement associé (Annexe V). En addition, une simple estimation du recouvrement du sol nu et de la granulométrie est suffisante pour la description du microbiote. Le pourcentage de recouvrement a été déterminé à l'aide des catégories de la Figure 11.

Nous avons également noté la distance séparant la ligne à la première source d'eau ainsi que l'humidité du sol qui semble aussi être un facteur important dans la répartition des micromammifères (Annexe IV). Les musaraignes (insectivores) sont moins sensibles, par exemple, que les rongeurs à la sécheresse du sol. En effet, de nombreux insectes sont présents sur milieux secs alors que la ressource alimentaire des rongeurs (végétation nécessitant une certaine ressource en eau) y est plus rare.

2.5 MANIPULATION ET IDENTIFICATION DES INDIVIDUS CAPTURES

Au moment des relevés, lorsque la porte du piège était fermée, il était placé dans un sac en plastique zip de congélation pour y séparer les deux compartiments (piège couloir et dortoir) afin d'en extraire l'animal. Une fois capturé et placé dans le sac en plastique transparent (Figure 12), l'individu était identifié à l'aide des critères de reconnaissance des micromammifères de France métropolitaine (RIGAUX & DUPASQUIER 2012).

Aucune mesure ou sexage des individus n'a été réalisée afin d'éviter de stresser d'avantage les individus. Ce type de données n'étant pas utile dans notre étude car aucun suivi de population n'est envisagé. Le bien-être de l'animal étant essentiel ! Si nécessaire, des mesures élémentaires

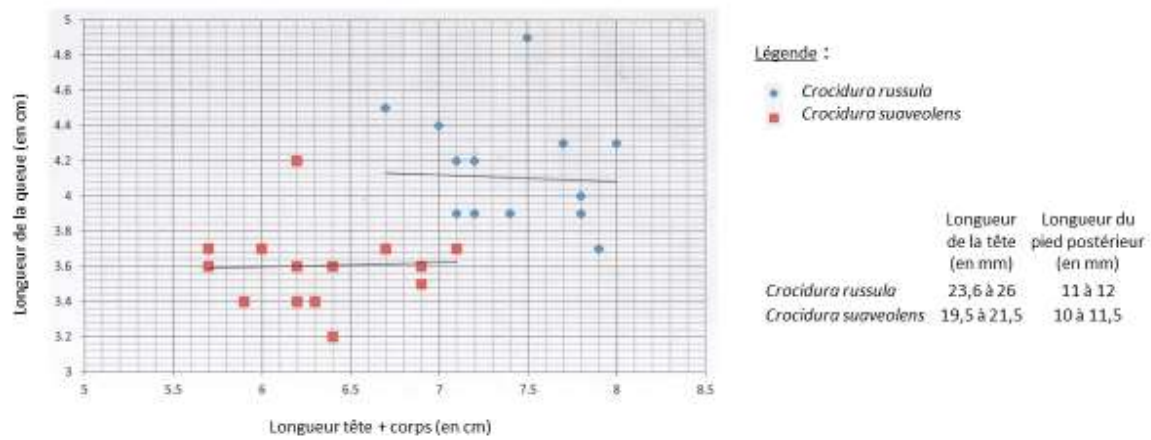


Figure 13 : Données biométriques de référence de la Crocidure musette et de la Crocidure des jardins



Figure 14 : Mesure de la tête d'une musaraigne



Figure 15 : Mesure du poids d'une musaraigne

de biométrie ont été effectuées. Seules les musaraignes ont subi des mesures morphologiques de la tête (T), du corps (TC : tête et corps), du pied postérieur (PP), de la queue (Q) ainsi qu'une mesure du poids (P) car l'identification en main des espèces de Crocidures est difficile. Ces données ont donc été regroupées pour identifier l'espèce de crocidure lorsque la détermination était incertaine de visu et comparées à un graphique de référence de données biométriques des deux crocidures (Figure 13). Les mesures métriques (en mm) ont été réalisées à l'aide d'un pied à coulisse (Figure 14) et la pesée à l'aide d'une balance portative à ressort (PESOLA allant jusqu'à 30g) (Figure 15).

Pour la sécurité du manipulateur, l'usage régulier sur le terrain de gel antiseptique sans rinçage a été utilisé pour prévenir de possible zoonoses. L'urine des micromammifères étant porteuse de nombreux germes.

La densité ou l'abondance précise des espèces rencontrées n'étant pas nécessaire à notre étude, les individus capturés n'ont pas été marqués avant d'être relâchés.

Une fois l'individu identifié au niveau de l'espèce, celle-ci était notée avec la date de capture, le numéro de la ligne ainsi que du piège où il avait été pris (Annexe VI). La dernière colonne « remarques » permettait de noter toutes les remarques qui pouvaient être utiles ou simplement observées lors de la manipulation (mesures, piège fermé sans individu capturé,...).

2.6 L'ANALYSE DES RESULTATS

2.6.1 L'effort de piégeage

Le nombre de nuits-pièges permet d'évaluer l'effort de piégeage (EP). Le nombre de nuits-piège s'obtient en multipliant le nombre de pièges par ligne (34 systématiquement) par le nombre de nuits pendant lesquelles ces lignes ont été posées (3 systématiquement) puis par le nombre de lignes posées (au nombre de 15). Aussi, l'effort de piégeage entre les sites est constant : chaque ligne est composée de 34 pièges et la capture assurée 3 nuits successives. Ceci permet la comparaison des cortèges de micromammifères et de la Richesse spécifique des lignes entre elles.

$$EP = \text{nombre de pièges par ligne} \times \text{nombre de nuits} \times \text{nombre de lignes}$$

Plus simplement, l'effort de piégeage s'exprime par la multiplication du nombre de pièges opérants et du nombre de nuits.

$$EP = \text{nombre de pièges} \times \text{nombre de nuits}$$

Le succès de piégeage (SP) correspond au nombre de piège opérationnel qui ont capturés pour un effort standard ramené à 100 nuits-pièges. Il permet d'évaluer le taux de réussite du protocole de piégeage mis en place.

$$SP = (\text{nombre de captures} / EP) \times 100$$

2.6.2 Richesse spécifique

La Richesse spécifique (S) est une mesure « simple » de la biodiversité. Son expression 'species Richness' apparaît pour la première fois dans l'ouvrage de McINTOSH en 1967. Elle est définie comme étant le nombre d'espèces dans la communauté, c'est-à-dire dans « l'ensemble des espèces que l'on peut détecter/capter sur un terrain d'étude donné avec telle méthode d'échantillonnage » (PRODON *et, al.*). Le terrain d'étude correspond aux différents transects et la méthode d'échantillonnage, au piégeage en ligne. La richesse spécifique est une première approche de la diversité des différentes lignes. Elle ne tient pas compte des différences entre les effectifs de chaque espèce ce qui s'accorde parfaitement avec notre développement en termes d'occupation des sites par les micromammifères (occupation du site par l'espèce : 1 ; site non occupé : 0). Les individus capturés n'ayant pas été marqués, nous ne pouvons raisonner en termes d'effectifs. La richesse spécifique répond à cette attente.

2.6.3 Analyses multidimensionnelles

Différentes analyses multidimensionnelles de la structure des communautés de micromammifères et des différents habitats échantillonnés ont été réalisées. Dans un premier temps, une Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) couplée à une Classification Hiérarchique Ascendante (CAH) sur les coordonnées factorielles fournies par l'AFC ont été réalisées entre les espèces de micromammifères et les sites d'études. L'AFC est une méthode statistique d'analyse descriptive des données mise au point par Jean-Paul BENZECRI en 1982. Elle permet de mettre en relation deux variables qualitatives. La CAH est une méthode de classification automatique des données. Elle permet de mettre en évidence les parentés entre variables en réalisant des groupes appelés « clusters ». Dans notre cas deux AFC couplées à une CAH ont été réalisées. La seconde permet de décrire la structure des cortèges floristiques des différents sites. Enfin, une Analyse en composantes principales (ACP) a été réalisée sur les variables physiques des sites afin d'étudier leur corrélation et impact sur les communautés de micromammifères en reliant les résultats de l'ACP à ceux des AFCs. Une ACP est également une analyse descriptive mais elle permet d'expliquer des variables quantitatives. Aussi, l'humidité du sol n'a pas pu être prise en compte dans l'étude des variables.

3 RESULTATS ET INTERPRETATION

3.1 EFFORT ET SUCCES DE PIEGEAGE

L'effort de piégeage est égal à $34 \times 3 \times 15$, soit un total de 1530 nuits-pièges. À ce résultat viennent se soustraire les pièges qui ont été inopérants de manière ponctuelle pour diverses raisons : captures d'animaux non ciblés (escargots, fourmis), pièges fermés sans individu attrapé, pièges restés ouverts malgré le passage d'un animal (appât grignoté), pièges défectueux ponctuellement pour d'autres raisons, pièges emportés par un animal (sanglier ou renard attirés par l'appât),... Aussi, 43 pièges ponctuellement inopérants se soustraient aux 1530 nuits-pièges, pour un effort de piégeage de 1487 nuits-pièges effectives.

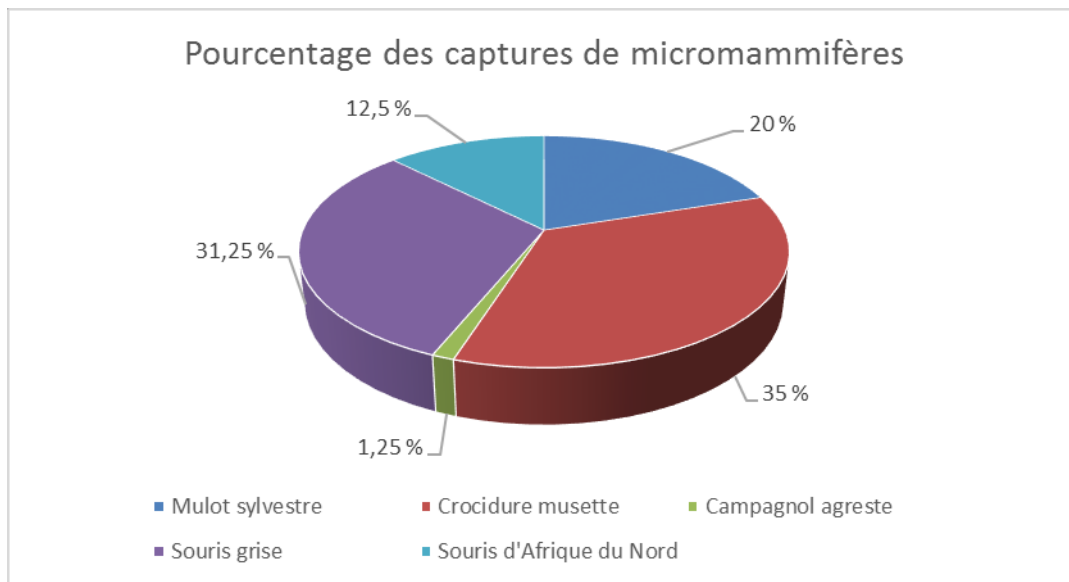


Figure 16 : Pourcentage de capture des cinq espèces de micromammifères rencontrées

L'effort de piégeage semble suffisamment important comparé à d'autres études telle que « l'Inventaire des micromammifères de la Réserve Naturelle Régionale des Partias » (RIGAUX 2012). Sur la Réserve des Partias, d'une superficie de 685 hectares, un effort de piégeage de 650 nuits-pièges a été réalisé (RIGAUX 2012). Tandis que sur notre zone d'étude, pour une superficie totale de 365 hectares, soit presque la moitié de la superficie de la RNR des Partias, plus du double de nuits-pièges ont été effectuées.

Pour un total de nuits-pièges s'élevant à 1487 et un nombre de captures atteignant les 80 prises, $SP_{\text{Zone d'étude}} = (80 / 1487) \times 100 = 5,38 \%$. Le succès de piégeage est assez faible. En comparaison de l'étude précédemment citée, réalisée à la RNR des Partias où $SP_{\text{RNR des Partias}} = (71 \text{ individus capturés} / 650 \text{ nuits-pièges}) \times 100 = 10,92 \%$, le succès de piégeage de la zone d'étude est deux fois plus faible que celui de la Réserve des Partias alors que l'effort de piégeage fourni est deux fois plus grand pour une surface deux fois plus petite. De nombreuses variables diffèrent entre les deux zones d'études. La Réserve des Partias est soumise à un effet prononcé de l'altitude, les cortèges floristiques et de micromammifères sont très différents de ceux de l'Estagnol et des Salines. Dominées par un climat méditerranéen plus sec, l'Estagnol et les Salines affichent à elles deux 5 espèces recensées contre 7 aux Partias dont les habitats de la zone d'étude permettent une biodiversité plus grande. Malgré tout, le succès de piégeage sur la zone d'étude reste bien trop faible comparé à l'effort de piégeage fourni.

3.2 LES DONNEES DE CAPTURES

Pour un total de 80 captures, 5 espèces ont été identifiées. Quatre de ces espèces font parties des rongeurs. Il y a tout d'abord la famille des Muridés qui est la plus représentée avec le Mulot sylvestre et deux espèces du genre *Mus*, la Souris grise sous sa forme sauvage (également appelée souris domestique) et la Souris à queue courte (autrement appelée Souris d'Afrique du nord). La dernière espèce de rongeurs est le Campagnol agreste. Il appartient à la famille des Cricétidés. La Crocidure musette, plus communément nommée Musaraigne musette, est la seule représentante des insectivores. Elle appartient à la famille des Soricidés. Les données de captures sont résumées dans le tableau de l'Annexe VII de la page 31. L'ensemble des espèces rencontrées sont communes dans la région Languedoc-Roussillon et possèdent le statut « LC » (Least Concern) sur la liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine (2009), ce qui signifie qu'elles ne sont pas menacées à cette échelle géographique. Aussi, aucune espèce à statut patrimonial n'a été contactée avec certitude sur la zone d'étude. Les fiches espèces situées en Annexe VIII à la page 32 résument les informations relatives au statut et à la répartition des micromammifères inventoriés sur la Réserve de l'Estagnol et sur la Salines.

La Crocidure musette est l'espèce qui a été le plus capturée. Il s'agit de la musaraigne la mieux connue de France de par son abondance et son anthropophilie modérée. Elle représente 35 % du total des captures (Figure 16). Généralement commensale à l'Homme, la Souris grise sous sa forme sauvage est la seconde espèce la plus rencontrée sur la zone d'étude. Elle représente 31,25 % du total des prises. Le Mulot sylvestre, un des rongeurs les plus communs selon Le LOUARN et QUERE 2003, représente 20 % des captures. La Souris d'Afrique du nord quant à elle, représente 12,5 % des captures. Enfin, le Campagnol agreste est très peu représenté sur la zone d'étude, un seul individu de cette espèce a été rencontré soit un pourcentage de 1,25 % des prises.

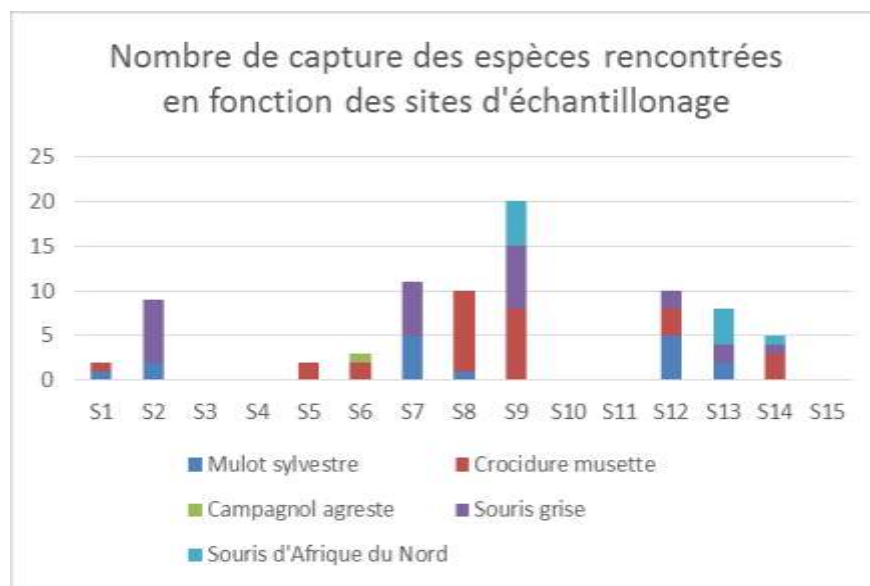


Figure 17 : Nombre de capture de chaque espèce de micromammifère rencontrée pour chaque site échantillonné

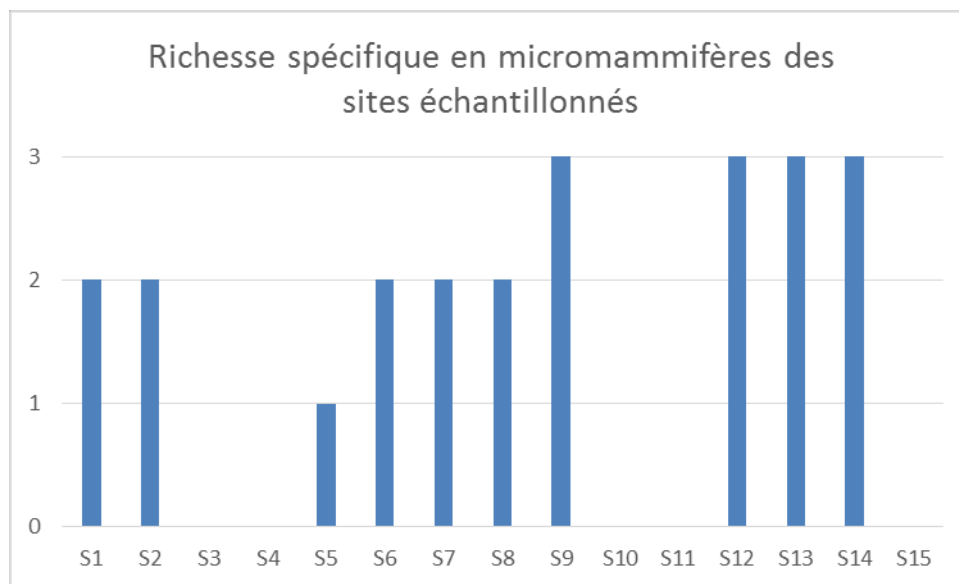


Figure 18 : Richesse spécifique des sites en micromammifères

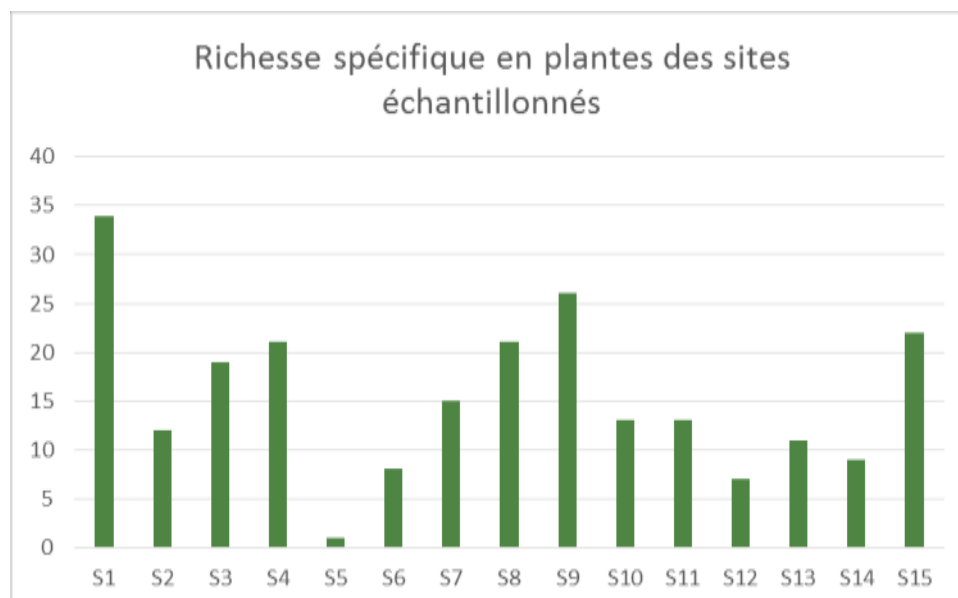


Figure 19 : Richesse spécifique des sites en plantes

Aussi, les rongeurs représentent 65 % des prises et les insectivores 35 % en raison de la présence d'une seule espèce représentante du groupe : la Crocidure musette.

Le nombre de captures de micromammifères diffèrent en fonction des espèces et des sites d'échantillonnage (Figure 17). Pour un total de 15 sites, 5 n'ont capturé aucun individu. Il s'agit des lignes 3, 4, 10, 11 et 15. Les sites 1, 5, 6 ont réalisé moins de cinq prises toutes espèces confondues. La ligne 9 est la ligne qui a été la plus productive avec un nombre total de capture s'élevant à 20 prises. Ces variations en nombre de captures peuvent s'expliquer par une multitude de facteurs. Dans un premier temps, les conditions météorologiques fluctuent d'une soirée de capture à l'autre, à l'instar du pourcentage de visibilité de la Lune, et affectent la capturabilité des micromammifères. Cependant, il est peu probable que ces fluctuations aient eu un impact sur les modèles d'occupation des sites. Aussi, elles ne seront pas traitées dans la suite du rapport. Néanmoins, les conditions biotiques et abiotiques des milieux échantillonnés conditionnent avec certitude les cortèges de micromammifères. Ces cortèges diffèrent entre sites. Les sites 1 et 8 sont composés des mêmes espèces de micromammifères à savoir du Mulot sylvestre et de la Crocidure musette. Les sites 2 et 7 abritent chacun le Mulot et la Souris grise. Enfin, les sites 9 et 14 hébergent les deux espèces de Souris ainsi que la Crocidure musette, tandis que le site 13 est le seul à fournir un habitat favorable aux 3 espèces de Muridés présents sur la zone d'étude.

3.3 RICHESSE SPECIFIQUE

3.3.1 Richesse spécifique en micromammifères par ligne

La Richesse spécifique la plus élevée est de 3. Le nombre maximal d'espèces de micromammifères observées sur les sites échantillonnés est donc relativement faible. Aucun des transects piégés ne contient la totalité des espèces de micromammifères détectées lors des prospections ou lors de travaux antérieurs.

Les sites les plus riches sont : le canal de La Bouffie (ligne 9) qui joint l'Estagnol aux Salines et les lignes 12, 13 et 14 situées au sud et sud-est des Salines de Villeneuve (Figure 18). Leur richesse spécifique est de 3. La ligne 9 est également celle qui a piégée le plus d'individus.

3.3.2 Richesse spécifique en plantes par ligne

Pour un maximum de 98 espèces de plantes répertoriées sur l'ensemble des sites, la ligne 1 possède la richesse spécifique en plantes la plus élevée avec un nombre de 34 espèces végétales rencontrées le long du transect de pièges (Figure 19). La ligne 9 est la seconde ligne la plus diversifiée avec un total de 26 espèces végétales. Les sites 4, 8 et 15 ont chacun plus de 20 espèces de plantes différentes. Les sites 5, 6, 12 et 14 ont une richesse spécifique de moins de 10. La ligne 5 est située en plein milieu de la vieille roselière où seul *Phragmites australis* est présent du fait de sa densité élevée. La ligne 6 est située en bordure de marais avancée d'un mètre dans les phragmites. Leur localisation explique la richesse spécifique peu élevée de ces transects tout comme celle des lignes 12 et 14 situées sur prés salés méditerranéens, habitats moins riches d'un point de vue spécifique que les autres types de milieux échantillonnés.

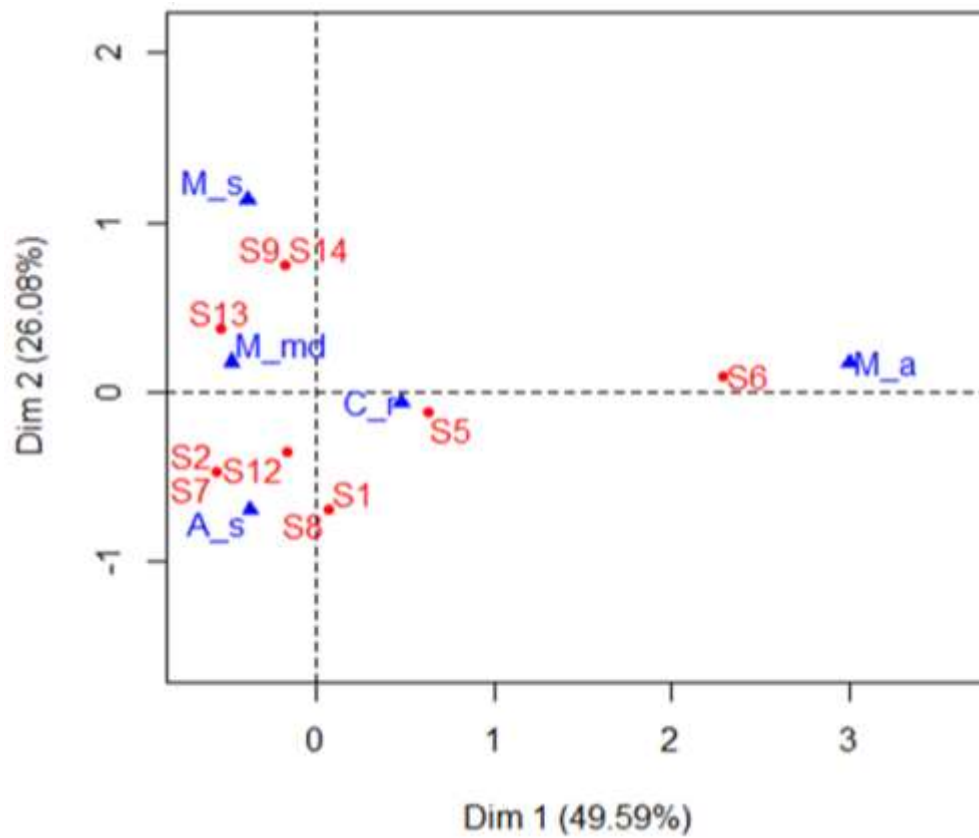


Figure 20 : Analyse Factorielle des Correspondances entre les espèces de micromammifères et les sites

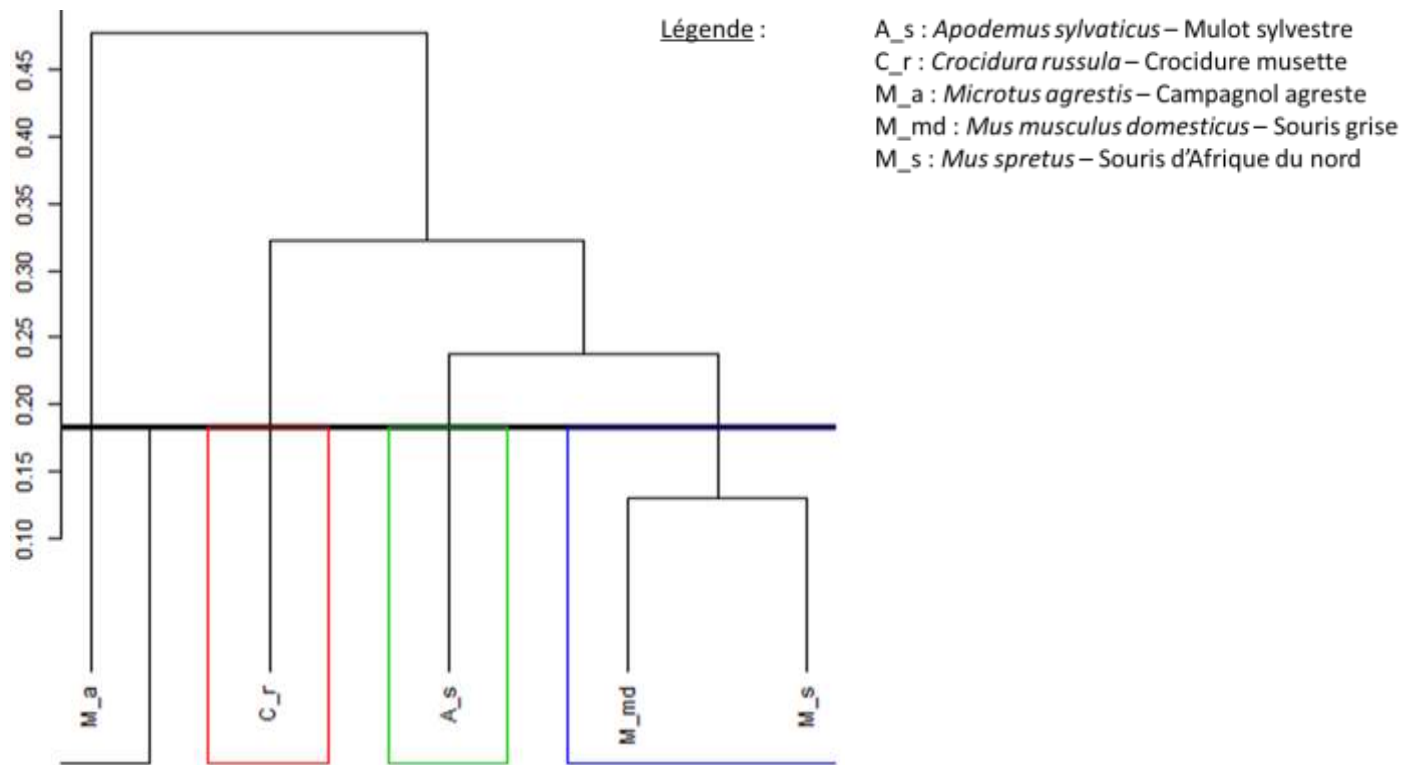


Figure 21 : Classification Hiérarchique Ascendante entre les espèces de micromammifères et les sites

3.4 CORRELATION ENTRE LES ESPECES DE MICROMAMMIFERES ET LES SITES ECHANTILLONNES

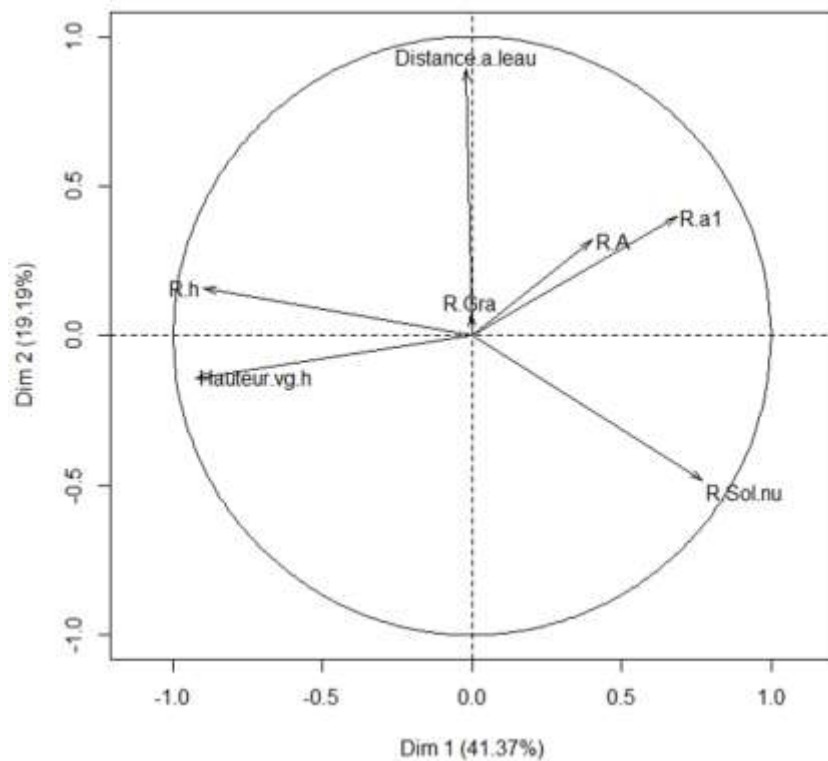
Sur la Figure 20, les axes de dimension 1 et 2 expliquent à plus de 75 % l'information. Cette valeur est très bonne. Le Campagnol agreste a une contribution très forte à l'axe de dimension 1. Il contribue à 68 % de l'information donnée par cet axe et s'oppose clairement aux autres micromammifères. Cette espèce est rare ou peu présente sur la zone d'étude, c'est la raison pour laquelle sa présence a un poids aussi fort sur le graphique de l'AFC. En effet, il n'a été contacté qu'une seule fois, et ce, sur le site 6, situé en bordure de roselière qui contribue à 79 % à l'information du même axe. Cependant, le poids du Campagnol agreste sur l'axe de dimension 2 est nul et ne permet pas de l'expliquer.

La Crocidure musette ne contribue à aucun des deux axes et les lignes possédant des caractéristiques capables d'expliquer le mieux sa répartition semblent être les sites 5, 1 et 8. Sur le site 5 situé en pleine roselière, seule la musaraigne avait été rencontrée. Sur le site 1, deux individus avaient été capturés. L'un appartenait à l'espèce de Crocidure et l'autre était un Mulot sylvestre. Enfin, sur le site 8, pour un total de 10 captures : 9 étaient des Crocidures musette et le dernier appartenait à l'espèce de Mulot (Annexe VII). Aussi, les spécificités des lignes 1 et 8 semblent expliquer en partie la répartition du Mulot sylvestre sur la Réserve.

Sur l'axe de dimension 2 de la Figure 20 qui permet d'expliquer 26 % de l'information, le Mulot sylvestre illustre 41 % de l'information de l'axe et s'oppose clairement aux deux espèces du genre *Mus*. Les sites qui semblent expliquer le mieux, de par les caractéristiques de leurs milieux, la répartition des mulots sur la zone d'étude sont les sites 2, 7 et 12. Il s'agit également des seuls sites où l'espèce végétale de Tamaris (*Tamarix sp*) ordonnée en strate arbustive) avait été décrite. Sur ces trois sites, aussi bien le Mulot que la Souris grise avaient été rencontrées. Sur la ligne 7, presque autant de captures de chaque espèce avaient été faites tandis que sur la ligne 2, trois fois plus de captures de Souris grise avaient été réalisées. Enfin, sur la ligne 12, le Mulot avait été capturé le plus de fois avec cinq captures contre deux pour l'espèce de Souris domestique, et la Musaraigne musette avait été capturée à trois reprises. Il s'agit d'un des sites les plus riches de la zone d'étude.

C'est la Souris d'Afrique du nord qui contribue essentiellement (avec 55 %) à expliquer l'information donnée par l'axe de dimension 2 de la Figure 20. Les sites qui semblent le plus contribuer à expliquer sa répartition sur la zone d'étude semblent s'opposer radicalement à ceux expliquant celle du Mulot sylvestre. Il s'agit de sites 9, 13 et 14. Les seuls où l'espèce a été contactée durant les séances de piégeage et dont la richesse spécifique est parmi les plus élevée de la zone d'étude (sûrement grâce à la présence de l'espèce de Souris à queue courte). La répartition de la Souris grise quant à elle, ne semble être expliquée par aucun site. En effet, cette espèce très commune sur l'ensemble du territoire français ne contribue que de 3 % à l'axe de dimension 2 et semble très bien s'adapter à tous les types de biotopes.

La CAH réalisée sur les espèces de micromammifères (Figure 21) sépare les espèces et les regroupe selon leurs exigences écologiques associées aux sites échantillonnés. Il est intéressant de remarquer que les groupements rejoignent la classification taxonomique des espèces. En effet, les Muridés sont groupés séparément de la Crocidure musette et du Campagnol agreste et les deux espèces de Souris appartenant au genre *Mus* sont associées plus spécifiquement ensemble.



Légende :

- R.Sol.nu : Recouvrement de Sol nu
- R.Gra : Recouvrement de pierres galets
- Hauteur.vg.h : Hauteur moyenne de la végétation herbacée
- Distance.a.leau : Distance à l'eau
- R.A : Recouvrement de la strate arborescente
- R.a : Recouvrement de la strate arbustive
- R.h : Recouvrement de la strate herbacée

Figure 22 : Analyse en composantes principales des variables physiques (sortie graphique "variables")

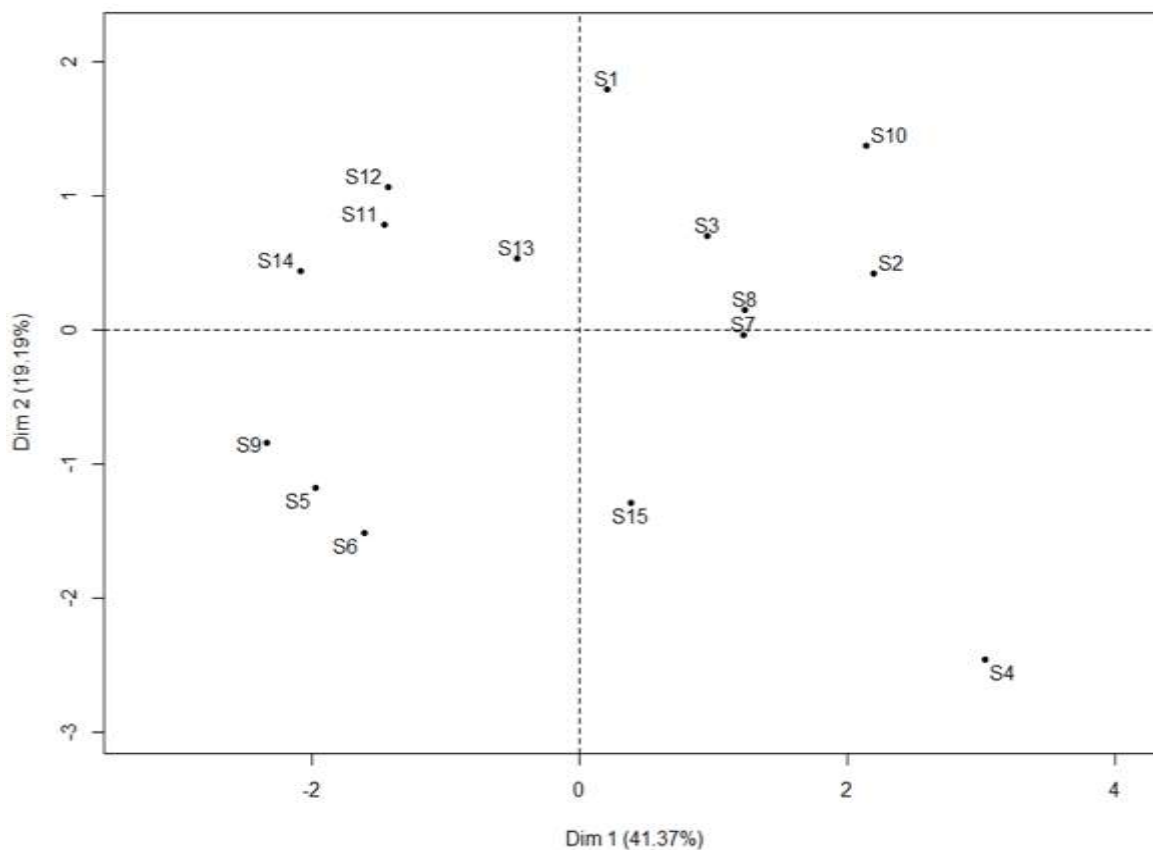


Figure 23 : Analyse en composantes principales des variables physiques (sortie graphique "sites")

Ces résultats peuvent s'expliquer par une corrélation entre les exigences écologiques qui sont taxonomiquement proches entre les espèces de micromammifères appartenant aux Muridés (Mulot et Souris) et plus précisément aux *Mus* rencontrées sur la zone d'étude.

3.5 LES VARIABLES DES SITES ECHANTILLONNES

3.5.1 Analyse des variables physiques des sites échantillonnés (ACP)

Sur l'ACP (Figure 22) la dimension 1 contribue à expliquer à 41 % les variables physiques et leurs corrélations. Sur cet axe, la strate herbacée, représentée par deux variables : son recouvrement et sa hauteur moyenne, contribue à 57 % à l'explication de l'information et s'oppose radicalement au recouvrement des strates arbustives et arborescentes qui contribuent à elles deux à expliquer 22 % de l'information et au recouvrement du sol nu sur les lignes qui y contribue à 21 %. La strate herbacée est donc une variable qui semble très importante pour expliquer les différences entre les sites. Le recouvrement de sol nu semble être tout aussi intéressant dans la caractérisation des habitats que le recouvrement des strates hautes de la végétation. De plus, sur l'axe de dimension 2 qui explique 19 % de l'information, la distance à l'eau (60 %) et le recouvrement des strates hautes (20 %) s'opposent ostensiblement au recouvrement de sol nu (17 %). Le recouvrement en granulométrie ne semble avoir qu'un très faible impact aussi bien sur le premier que sur le second axe.

Les sites 5, 6, 9, 11, 12 et 14 sont corrélés par la hauteur moyenne élevée de la végétation herbacée qui atteint la catégorie H5 et H6 (voir légende Annexe IV) et un recouvrement de la strate herbacée maximum (C5) qui semblent déterminants pour caractériser leur habitat (Figure 23). Le site 13 semble corrélé par les mêmes variables mais à plus faible échelle (hauteur (H4) et recouvrement (C4) de la végétation herbacée) et se trouve tiré par la variable recouvrement en granulométrie. Parmi eux, les sites 9, 12, 13 et 14 possèdent la richesse spécifique en micromammifères la plus élevée. Les sites 5 et 6 sont associés à un habitat de roselière peu riche en micromammifères et faiblement diversifiés d'un point de vue floristique (richesse spécifique inférieure à 8 espèces de plantes). De plus, il y a 6 mois, ces zones étaient immergées mais en raison d'une saison extrêmement sèche paradoxalement aux normales saisonnières, le marais s'est progressivement asséché et les micromammifères ont pu coloniser ces zones habituellement peu ou pas exploitables par ces animaux. Cet assèchement récent pourrait expliquer en partie la faible densité en micromammifère dans la roselière par rapport aux autres sites corrélés par la strate herbacée. Enfin, le site 11 possède une strate herbacée irrégulière. Il s'agit d'un pré à taureaux régulièrement pâturé où des touffes « buissonnantes » de Scirpe maritime (qui conditionnent la hauteur moyenne de la végétation herbacée) sont espacées par un recouvrement majoritaire de Plantain maritime à tendance tapissant. Cet écartement entre les zones hautes et denses de végétation herbacée (Scirpe maritime majoritairement) pourrait expliquer pourquoi cette ligne n'a permis de capturer aucun micromammifère.

Le site 15 et le site 4 sont corrélés par leur recouvrement en sol nu. Le site 4 a un poids fort, avec une contribution de 30 % à l'axe de la dimension 2 du fait d'un recouvrement maximal en sol nu le long du transect de pièges (C5). La ligne 15 semble tirée par la variable granulométrique. Aucun micromammifère n'a été capturé sur ces deux lignes de pièges.

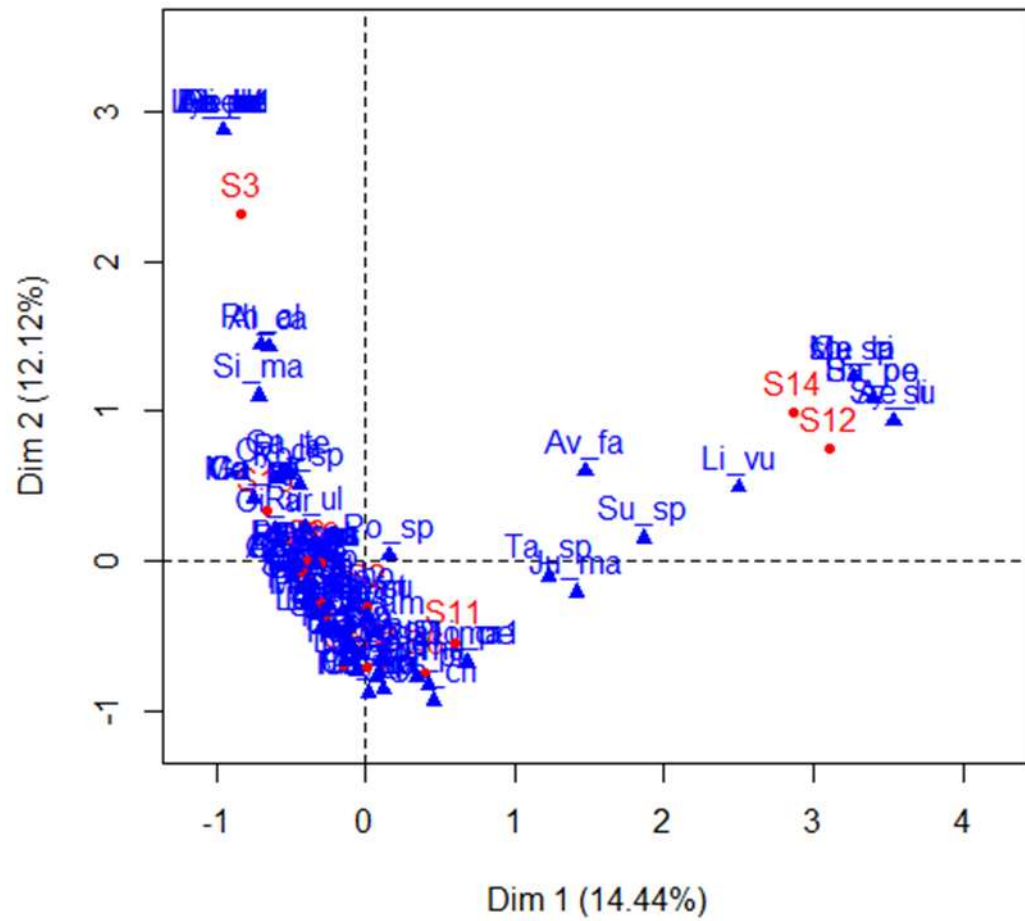


Figure 24 : Analyse Factorielle des Correspondances entre les espèces de plantes et les sites

Les sites 7 et 8 sont groupés par leur recouvrement en sol nu de catégorie 2 et leur recouvrement en strate arbustive de catégorie 3 pour le site 7 et 4 pour le site 8. Aussi, ils se retrouvent sur le graphique de la Figure 23 entre les deux variables qui s'opposent : le recouvrement en hautes strates et celui en sol nu. Ces deux sites ont plutôt bien capturé et présentent une richesse spécifique de 2.

Les sites 2 et 10 bien que possédant un pourcentage de recouvrement en sol nu non négligeable semblent être groupés par leur recouvrement en strate arborescente et arbustive qui les caractérisent d'autant plus. Le site 10 a une richesse spécifique de 0 en micromammifères et semble plus expliqué par la variable distance à l'eau que le site 2 qui a capturé les deux espèces de rongeurs les plus communes sur la zone d'étude : le Mulot sylvestre et la Souris grise et qui semble quant à lui majoritairement expliqué par le recouvrement en strate arborescente et arbustive que le site 10.

Le site 3 est expliqué par un mixte entre plusieurs variables : la distance à l'eau majoritairement car cette variable a un poids fort sur l'axe de dimension 2, puis par le recouvrement en sol nu et pour finir, plus faiblement par le recouvrement en granulométrie. La ligne de piège 3 n'a capturé aucun micromammifère.

Enfin, le site 1 est en majorité caractérisé par sa distance à l'eau. Il a capturé 2 individus, une Crocidure musette et un Mulot sylvestre.

3.5.2 Analyse des cortèges floristiques des sites échantillonnés (AFC)

Sur l'AFC permettant de corréler les cortèges floristiques aux sites échantillonnés (Figure 24), la distribution des espèces végétales forment un bel effet « Guttman » bien que les pourcentages des axes permettant d'expliquer l'information soient assez faibles. Sur l'axe de dimension 1 qui représente 14 % de l'information, les coordonnées des plantes permettent d'observer une évolution des cortèges allant de celui caractérisant le site 3 typique de zones rudérales à des cortèges de plantes caractéristiques de prés salés comme les sites 12 et 14 qui présentent des plantes typiques de sansouires (Salicorne vivace, Soude, Saladelle) (Annexe II). L'axe de dimension 2 qui représente 12 % de l'information, tire dans les coordonnées négatives vers des espèces affiliées à des zones situées à proximité de l'eau (Menthe aquatique, Scirpe maritime, Laiches). Il existe donc une certaine continuité écologique entre les habitats des différents sites où le piégeage en ligne a été effectué.

Afin que la corrélation entre les cortèges des milieux échantillonnés soit plus lisible, une CAH des sites a été réalisée (Figures 25 et 26) sur les plantes. Les sites 12 et 14 sont groupés (groupe 1) et séparés des autres par leur composition floristique vraisemblablement bien différente. Leurs cortèges floristiques sont typiques des zones de prés salés méditerranéens et leur richesse spécifique en micromammifères fait partie des plus élevées de la zone d'étude. Les sites 3 et 13 quant à eux ont des cortèges floristiques bien spécifiques et largement différents de ceux du reste des lignes inventoriées. Le transect 3 qui n'avait capturé aucun individu est caractérisé par des plantes typiques de zones rudérales et perturbées. Il est placé sur « la Digue de Péchiney », un lieu-dit de la Réserve de l'Estagnol. Cette digue est issue de travaux antérieurs lorsque les activités humaines sur la Réserve étaient importantes et a été créée à partir des décombres d'une carrière. Le sol probablement plus sec est recouvert par une granulométrie plus importante que le reste de la zone d'étude.

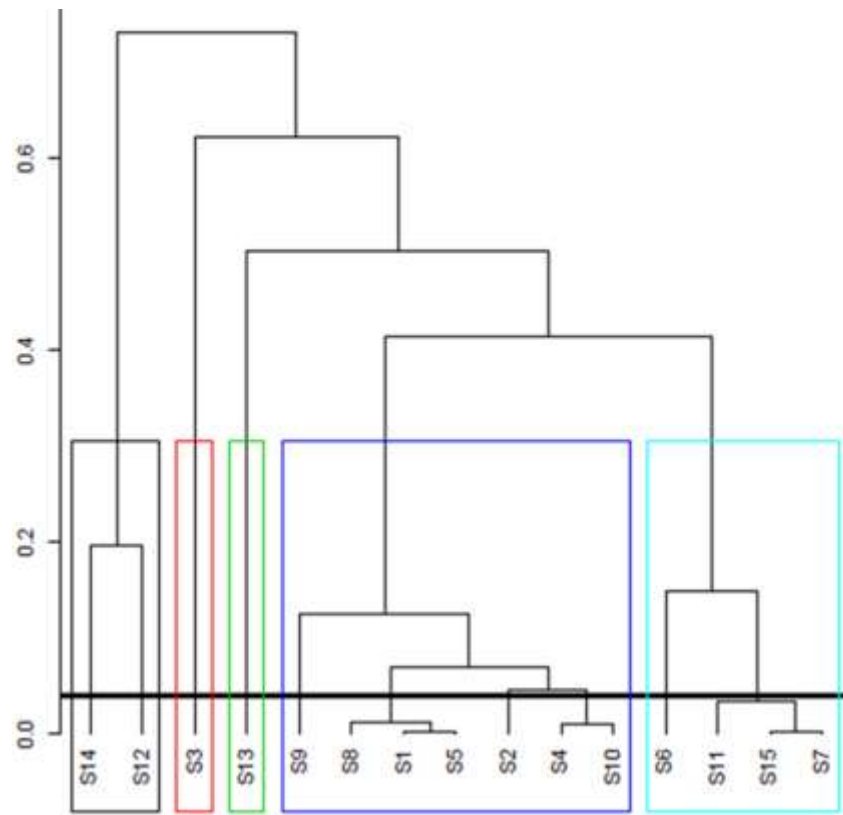


Figure 25 : Classification Hiérarchique Ascendante entre les espèces de plantes et les sites

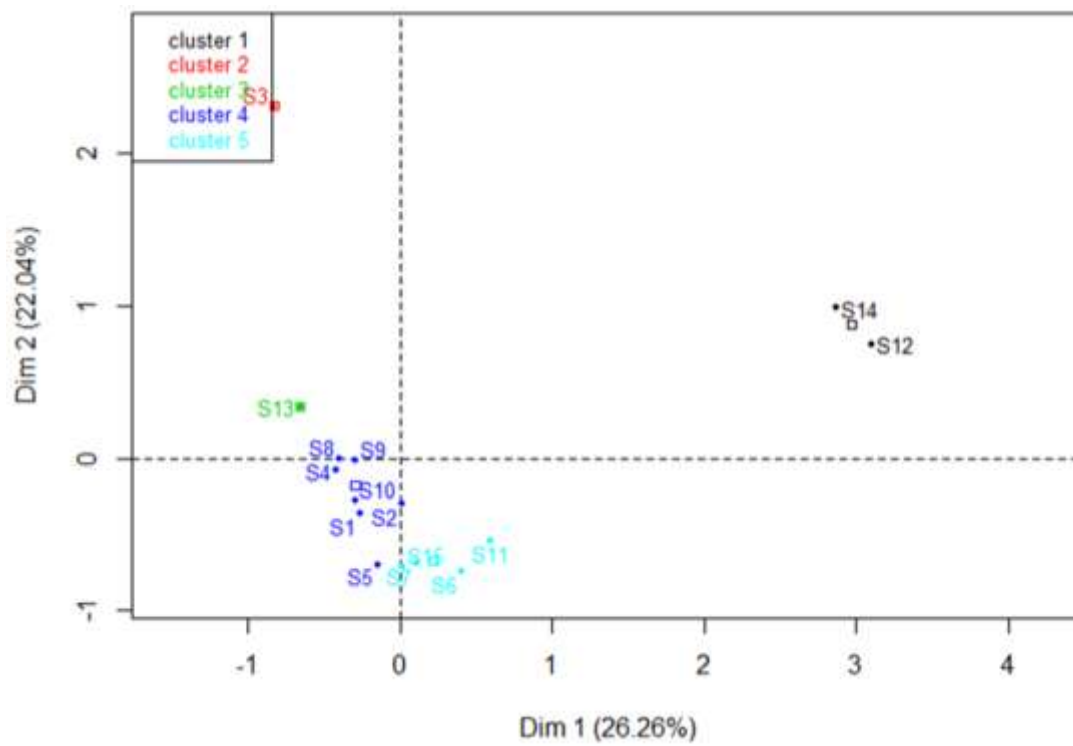


Figure 26 : Clusters de la Classification Hiérarchique Ascendante entre les espèces de plantes et les sites

La ligne 13 est située en plein milieu d'un champ laissé en jachère et appartenant au Conservatoire du littoral, qu'elle traverse de manière transversale. Caractérisé par la présence de Souci des champs, de Cirse des champs et de Mouron des champs, sa localisation en zone bocagère illustre sa position marginale dans la classification. Cet espace est entouré par des cultures agricoles (cultures de pois chiches entre autres). Aussi, les ressources alimentaires pour les rongeurs y sont abondantes (présence de nombreuses graines ou de jeunes pousses). Cette abondance non négligeable en éléments comestibles explique certainement la richesse spécifique équivalente aux zones de sansouires, bien que les cortèges de micromammifères y soient différents.

Suite à la CAH (Figure 25), deux grands groupes semblent se distinguer par leur composition floristique. Le groupe 4 (Figure 26) qui comprend trois grands sous-ensembles : le site 9, les sites 8, 1 et 5, et les sites 2, 4 et 10. Le site 9 est un site particulier car il est situé sur le canal de la Bouffie : zone de passage très restreinte et corridor écologique entre les Salines et l'Estagnol. Les associations végétales y sont donc plus distinctes des autres sites du groupe. La ligne 9 est la ligne qui avait capturé le plus de micromammifères sûrement par la surface limitée de la zone de capture située entre chemin et roubine entourée de champs agricoles. Sa richesse spécifique de 3 est parmi les plus élevées. Le sous-groupe 8, 1 et 5 est similaire au groupe de sites caractérisant les exigences écologiques de la Crocidure musette. Il s'agit de zones de pelouses pour les sites 1 et 8 et d'une zone située en pleine roselière pour la ligne 5 où le phragmite inondé y est dense. Pour le sous-groupe 2, 4 et 10, les sites 4 et 10, dont la richesse spécifique en micromammifères est nulle, semblent légèrement plus proches d'un point de vue des cortèges floristiques qui les composent que le site 2. Un rapprochement des sites de ce sous-groupe est également visible sur l'ACP de la Figure 23 par leur recouvrement en strate arbustive et arborescente. Le site 2 s'y distingue par un recouvrement en strate herbacée plus important.

Le groupe 5 (Figure 26) est composé de deux sous-groupes : le site 6 et les sites 11, 15 et 7. Le site 6, où le Campagnol agreste a été capturé, semble avoir un cortège floristique qui lui est propre car il se retrouve seul à l'extrémité de la classification. Dans le second sous-groupe du groupe 5, les trois sites semblent soumis, sur l'ACP réalisée sur les variables physiques (Figure 23), à des variables bien différentes. Le site 11 est fortement soumis à la distance à l'eau et le site 15 au recouvrement en sol nu sur sa ligne de capture. Bien que ces sites aient des cortèges floristiques qui paraissent être similaires, les micromammifères figurent répondre à d'autres facteurs (facteurs physiques). En effet, les sites 11 et 15 n'ont capturé aucun individu tandis que le site 7 affiche un nombre de 11 captures pour une richesse spécifique de 2. Ces différences pourraient être liées à la distance établie des lignes à la première source d'eau ainsi qu'au recouvrement en sol nu qui semble discriminant lorsqu'il est trop élevé.



Figure 27 : Crocidure suspectée d'être une Crocidure des jardins

4 DISCUSSION

4.1 LES ESPECES DE MICROMAMMIFERES SUR LA ZONE D'ETUDE

Comparé aux espèces de micromammifères présentes et potentiellement présentes sur la zone d'étude, seules les espèces les plus communes ont été rencontrées. Il s'agit de la Crocidure musette, de la Souris grise, du Mulot sylvestre, de la Souris d'Afrique du nord et du Campagnol agreste. Toutes les espèces rencontrées étaient déjà connues du site des Salines. Cependant, le Campagnol agreste n'a pas été retrouvé au cours de l'étude probablement en raison de la saison de capture où les densités de population sont au plus faible (composées des individus ayant passé l'hiver). La découverte du Campagnol agreste additionnée à celle des deux espèces de souris sur l'Estagnol vient renforcer les connaissances relatives à la micromammofaune de la Réserve.

Le Campagnol provençal (*Microtus duodecimcostatus*), en raison de son mode de vie souterrain n'a pas été capturé mais la présence de petites taupinières caractéristiques de l'espèce ont été observées sur la ligne 14 durant les captures et bien plus tard sur la ligne 15 au moment de la description des cortèges floristiques. Aussi, sa présence est confirmée à l'heure actuelle sur les Salines mais en attente de données concernant l'espèce sur l'étang de l'Estagnol. La Pachyure étrusque (*Suncus eustruscus*) qui avait été recensée sur les Salines n'a pas été capturée durant cette étude, probablement en raison de son poids trop faible pour le déclenchement des pièges voire de sa rareté. Cependant, l'examen des pelotes de réjection de Chouette Effraie collectées dans les bâtiments abandonnés du site des Salines, semble attester de sa présence (données à confirmer). Enfin, la présence de la Crocidure des jardins (*Crocidura suaveolens*) reste à confirmer sur le site des Salines. L'identification en main des micromammifères et celle des Crocidures en particulier est très délicate. Un individu de la ligne 14 (Figure 27) a fortement suscité l'interrogation. A l'instar de la Crocidure musette, la Crocidure des jardins affectionne particulièrement les milieux ouverts, chauds et secs en raison de leur abondance en coléoptères (LUGON-MOULIN 2003). Cependant, bien qu'une coexistence soit possible entre les deux espèces, la Crocidure des jardins souffre de l'avancée géographique de la Crocidure musette (LUGON-MOULIN 2003) : espèce probablement allochtone de la totalité de la France dont la colonisation aurait débuté depuis la péninsule ibérique (POITEVIN *et al.* 1986). De plus, le pourcentage élevé de capture de Crocidure musette sur la zone d'étude (35 %) pourraient s'avérer réducteur pour la Crocidure des jardins. Enfin, par son statut régional, cette dernière est considérée comme peu abondante dans l'Hérault (34) où se situe la zone d'étude. Sa probabilité d'occupation y est donc réduite.

4.2 LES ESPECES CAPTUREES ET LEURS EXIGENCES ECOLOGIQUES

4.2.1 La Crocidure musette (*Crocidura russula* (Hermann, 1780))

La Crocidure musette est l'espèce de micromammifère qui a été la plus capturée. Dans la bibliographie, elle affectionne particulièrement les milieux relativement secs et découverts (CAUBLLOT 2010) tels que les prairies pourvues de buissons (MACDONALD & BARRET 2005). Dans la zone d'étude les sites qui caractérisent le mieux ses exigences écologiques sont les sites 5, 1 et 8. D'après la CAH réalisée sur les espèces de plantes (Figure 25), ces 3 sites semblent posséder

des cortèges floristiques fortement similaires. De plus, les sites 1 et 8 se décrivent par des habitats de pelouses que des rangées de ronciers buissonnants viennent border. La Crocidure musette a été trouvée en faible effectif sur les deux sites de roselière. Elle est la seule espèce à avoir colonisé ces habitats difficiles et régulièrement inondés à l'exception du Campagnol agreste retrouvé à un unique emplacement : la ligne 6. Elle a également été capturée sur les sites 12 et 14 de sansouires plutôt secs et sur la ligne 9 où la densité et l'épaisseur de la strate herbacée étaient élevées. Il en est de même pour les lignes 1 et 8, où elle a été capturée sur des patchs dont la végétation herbacée était plus dense que sur le reste des transects échantillonnés. La présence de zones de pelouses suffisamment hautes et denses semble conditionner la répartition de la Crocidure musette sur la zone d'étude. Aussi, il est important pour favoriser les populations de Crocidure sur la réserve de ne pas surpâturer les pelouses situées en périphérie de la roselière de l'Estagnol.

Les populations de Crocidure musette sont sujettes à l'isolement en raison du morcellement des habitats (LUGON-MOULIN 2003). Il semble donc important de maintenir de grandes populations sur des surfaces réduites car de petites populations isolées risquent un appauvrissement génétique. Le maintien d'une continuité écologique entre l'Estagnol et les Salines par le canal de le Bouffie est donc essentiel.

4.2.2 Le Campagnol agreste (*Microtus agrestis* (Linnaeus, 1761))

Le Campagnol agreste a une préférence pour les biotopes nettement plus humides et plus couverts que ceux de la musaraigne à l'instar de la ligne 6. Il est fortement lié à une végétation dense et haute. Son régime alimentaire est composé des parties vertes des plantes, de jeunes pousses et de graines. La qualité et la quantité de nourriture sont les principaux facteurs influençant sa dynamique de population (LE LOUARN & QUERE 2011). L'assèchement du marais engendrant la réduction de son habitat et de sa ressource alimentaire, pourrait expliquer sa rareté. En effet selon LE LOUARN et QUERE 2011, dans les marais l'espèce est capable d'atteindre des densités de plusieurs centaines d'individus par hectare où il est sujet à peu de prédation grâce à la densité du couvert végétal.

Le Campagnol agreste semble donc avoir des exigences écologiques que seul le site 6 a su lui offrir. Le cortège floristique y est particulièrement bien distinct (Figure 25). L'humidité singulièrement élevée sur cette ligne de capture pourrait sûrement expliquer l'affiliation du Campagnol à ce site. Malheureusement la variable humidité n'a pu être prise en compte dans l'ACP des variables.

4.2.3 Le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus* (Linnaeus, 1758))

Le Mulot sylvestre est une espèce très ubiquiste sur l'ensemble de son aire de répartition (TABERLET 1986). Il s'adapte à une grande variété de milieux qui n'est pas totalement dépourvue de végétation herbacée (LE LOUARN & QUERE 2011). Sur la réserve et d'après la Figure X, les sites 2, 7 et 12 semblent expliquer le mieux les exigences écologiques de l'espèce. Ces trois sites sont les seuls où la présence de *Tamaris* (espèce végétale appartenant à la strate arbustive) a été référencée. Le Mulot semble donc sensible à la présence de *Tamaris* mais plus généralement à la présence d'une strate arbustive sur son habitat. Sur les sites 1 et 8, dont les spécificités semblent expliquer en partie la répartition du Mulot sylvestre sur la réserve, c'est au voisinage des ronciers que les Mulots avaient été capturés. Le nombre de captures y est plus faible qu'au voisinage des

Tamaris. De plus, sur la ligne 13 positionnée en diagonale d'un terrain champêtre laissé en jachère, les captures de Mulots ont été réalisées à proximité immédiate de la strate arbustive bordant le champ tandis que les souris ont été capturées même au centre du transect. La nécessité d'une strate arbustive pour le Mulot sylvestre est donc avérée sur la zone d'étude. Cette observation est confirmée dans la bibliographie où le Mulot est considéré comme une espèce pionnière. Selon CAUBLOT 2010, la présence d'arbustes est un élément favorable à la colonisation d'un milieu par le Mulot sylvestre. Aussi, encourager la présence d'une strate arbustive suffisante et plus spécifiquement de Tamaris permettrait de favoriser la croissance des populations de Mulots sylvestre. Sur la zone d'étude deux espèces de Tamaris ont été répertoriées, l'une étant envahissante.

Bien que très communes, les populations de Mulot sylvestre présentent un intérêt fort dans la conservation des populations de Genette (espèce rare et protégée) et autres mustélidés sur la réserve car le mulot se trouve à la base de leur régime alimentaire (LE LOUARN & QUERE 2011). Le seul individu de Genette observé sur l'Estagnol avait été capturé par accident en mars 2005, dans un piège à Ragondin placé non loin de la ligne 2 où le Mulot sylvestre a été recensé cette année.

En région méditerranéenne, la pluviométrie qui détermine la disponibilité en ressources alimentaires a un impact important sur la dynamique des populations de Mulots sylvestre (LE LOUARN & QUERE 2011). Aussi, cette année fortement marquée par la sécheresse a été défavorable aux populations du rongeur.

4.2.4 La Souris grise (*Mus musculus* (Linnaeus, 1758))

Habituellement commensale à l'Homme, les populations de Souris grise du sud de la France vivent en extérieur sur les zones littorales, on parle de sa forme sauvage (LE LOUARN & QUERE 2011). Dans le Languedoc, elle se retrouve en bordure d'étangs d'eau douce et de phragmitaies comme c'est le cas sur la zone d'étude. La Souris grise est omnivore donc moins sujette à de fortes fluctuations de ses populations en raison des conditions météorologiques difficiles de l'année en cours. Cette espèce s'adapte aisément à tous les types de milieux. Elle se retrouve aussi bien sur les habitats préférés par les crocidures que par les mulots. Seulement, elle semble vivre sur des milieux plus humides et plus ouverts que la Souris à queue courte (LE LOUARN & QUERE 2011).

4.2.5 La Souris d'Afrique du nord (*Mus spretus* (Lataste, 1883))

Contrairement à la Souris grise, la Souris à queue courte n'est jamais commensale de l'Homme. Sa distribution est limitée au sud de la France et l'espèce est commune dans son aire de répartition (LE LOUARN & QUERE 2011). Son faible besoin en eau lui permet d'occuper des biotopes plus secs que la forme sauvage de la Souris grise (LE LOUARN & QUERE 2011). La Souris d'Afrique du nord se rencontre en zone découverte où la strate herbacée est suffisante comme le confirme dans l'inventaire sa présence sur les lignes 9, 13 et 14. Elle semble également absente de l'étang de l'Estagnol. Cependant, ces données sur sa répartition sont à prendre avec précaution. En effet, elle n'a pu être différenciée de la Souris grise qu'à partir de la ligne 9 grâce à Olivier SCHER venu m'assister le temps d'une matinée. Aussi, sa présence est possible sur les lignes 2 et 7 où la Souris grise avait été identifiée. Des données relatives au suivi des reptiles sur

la réserve a permis d'identifier à posteriori la Souris à queue courte sous une plaque à reptile placé à 50 mètres de la ligne 7 et des photographies d'un individu de *Mus* capturé sur la ligne 2 semblent d'avantage correspondre à *Mus spretus* qu'à *Mus musculus domesticus*.

D'après LE LOUARN et QUERE 2011, la Souris à queue courte semble éviter la Souris grise cependant sur la zone d'étude à chaque fois que la première était capturée, la seconde l'était aussi, et lorsque leurs domaines vitaux se superposent : la Souris à queue courte, plus agressive, domine la Souris grise.

4.3 L'IMPACT DES VARIABLES HABITATS SUR LES CORTEGES DE MICROMAMMIFERES :

La strate herbacée a un poids élevé dans l'explication de la répartition des micromammifères sur la zone d'étude. Lorsque la hauteur moyenne de la végétation herbacée se trouve corrélée positivement à son recouvrement, comme c'est le cas pour les sites 9, 12, 13 et 14, le nombre d'espèces de micromammifères capturées sur les lignes est d'autant plus grand. Ces variables influencent donc de manière positive la richesse spécifique en micromammifères. Les espaces de roselières cumulent également ces deux variables mais diffèrent par leur composition floristique des autres sites, où la strate herbacée est de type pelouse. De plus, leur richesse spécifique végétale est bien plus faible : inférieure à 8 espèces pour la ligne 6 (bordure de roselière) tandis que la ligne 5 (vieille roselière) est composée exclusivement de phragmites. La richesse spécifique animale échantillonnée est de 2 sur la ligne 6 et de 1 sur la ligne 5. Sans oublier qu'il s'agisse de zones régulièrement inondées, une faible richesse spécifique végétale semble y être corrélée avec une diversité en micromammifère peu élevée. Hormis en roselière, cette corrélation se semble pas vérifiée sur la zone d'étude. En effet, les sites 12, 13 et 14 sont parmi les moins diversifiés d'un point de vue végétal.

Bien que les espèces de micromammifères inventoriées durant l'étude ne présentent pas d'intérêt patrimonial, les micromammifères plus largement, qu'ils soient rares ou communs fournissent divers services écosystémiques qu'il est important de conserver afin de favoriser la biodiversité aussi bien animale que végétale. Ils permettent de disperser les graines, de réguler les populations d'insectes et interviennent dans le régime alimentaire de nombreux prédateurs dont les oiseaux de proies pour qui les zones de pelouses ouvertes offrent un terrain de chasse privilégié. De ce fait, il est important de modérer le pâturage extensif sur les zones de pelouses afin de maintenir une strate herbacée suffisante au développement des communautés de micromammifères et d'assurer la pérennité d'un équilibre écologique.

L'association positive des variables « strate herbacée » et richesse spécifique en micromammifères nécessitent cependant l'existence d'une densité plus ou moins continue entre les espèces végétales qui la composent. A l'inverse, de la ligne 11 où la hauteur de la strate herbacée est irrégulière avec des bouquets « buissonnants » de Scirpe maritime espacés par un tapis de Plantain maritime. Le transect 11 n'a permis la capture d'aucun micromammifère. Cependant la discontinuité de la strate herbacée ne semble pas expliquer à elle seule l'absence de prise animale sur cette ligne mais permet de l'expliquer en partie.

Les variables relatives au recouvrement en sol nu et à la distance à l'eau des lignes de pièges montrent une opposition marquée entre elles et la présence de micromammifères. En effet, les sites 4 et 15 majoritairement expliqués par leur recouvrement en sol nu élevé n'ont permis d'attraper

aucun individu. De même, pour le site 10 et plus faiblement le site 11 qui ont une distance à l'eau maximale. Cependant, leur composition floristique pourrait également expliquer l'absence de capture. En effet, les sites 4 et 10 ont des cortèges floristiques très proches à l'instar des cortèges floristiques des sites 11 et 15.

La composition végétale des sites a assurément une influence sur les cortèges de micromammifères, seulement, les cortèges floristiques qui semblaient caractériser et permettre de regrouper certains sites ont été difficilement identifiables entre eux. Le détail des espèces végétales avec leur pourcentage de recouvrement associé ont été réalisées à des dates différentes de celles des dates de captures et à des périodes plus ou moins espacées. Aussi, les cortèges floristiques avaient évolués. Malgré tout, certaines tendances ressortent de la Figure 25 dont l'association des sites 12 et 14 aux cortèges floristiques caractéristiques de prés salés méditerranéens humides. Il s'agit d'habitats prioritaires fortement diversifiés en micromammifères pour la zone d'étude. En ressort également la composition végétale bien distincte du site 3 (zone rudérale et perturbée) et du site 13 (milieu champêtre). La caractéristique marginale du cortège floristique de la ligne 13 couplée à sa localisation rurale où l'abondance alimentaire est marquée, justifient sa richesse spécifique élevée en rongeurs. Quant au site 3 situé sur la digue de Péchiney, son habitat de type rudéral et son exposition plus forte à la prédation que le reste de la réserve (digue rase et milieu ouvert), semble expliquer l'absence de capture.

Chaque site est composé de communautés végétales différentes et décrivent des cortèges différents de micromammifères. Peu de sites affichent des cortèges en micromammifères similaires (sites 2 et 7 & 1 et 8). Il s'agit d'habitats où les cortèges floristiques sont proches. Aussi, les cortèges floristiques conditionnent les cortèges de micromammifères et leur diversité. Le site 13 par exemple, est le seul à fournir un habitat favorable aux 3 espèces de Muridés présents sur la zone d'étude. Si l'on prend en considération l'observation de taupinières de Campagnol provençal sur la ligne 14, son cortège est différent de celui de la ligne 9 (zone de passage et corridor écologique). Le choix des transects s'était fait en favorisant la diversité des habitats présents sur la zone d'étude comme le montre l'Annexe II de la page 28 où les codes CORINE biotopes sont présentés. Ainsi, chaque site a conditionné une communauté de micromammifères particulière dont les cortèges floristiques répondaient aux exigences écologiques des espèces.

La Réserve de l'Estagnol recense 5 habitats naturels d'intérêt communautaire dont les « Gazons à salicornes des hautes côtes méditerranéennes » (1310) présents sur la ligne 10. Le site des Salines en recense 12 dont les « Prés salés méditerranéens » (1410) présents sur les lignes 11, 12 et 14 (SIEL 2010). Sur la ligne 10, l'habitat communautaire est caractérisé par un tapis herbacé annuel, par conséquent le sol est dépourvu de végétation tant que les plantes annuelles qui le caractérisent n'ont pas recolonisées la zone, ce qui est discriminant pour les micromammifères. En plus d'être des habitats prioritaires, les prés salés méditerranéens sont de bons supports pour la micromammofaune. Ils répondent très bien aux exigences des espèces de micromammifères par la présence de formations de type prairial hautes et denses dominées par des graminées (SIEL 2010). En effet, la diversité en micromammifère de ces sites était parmi les plus élevées de la zone d'étude. Aussi, afin de favoriser ces habitats il est conseillé de réaliser un pâturage extensif en dehors des périodes d'inondation et de floraison, de gyrobroyer tous les 3 ans si le peuplement végétal devient menacé de fermeture par la colonisation de certaines espèces (roseaux, tamaris,...) et de maintenir une gestion hydraulique proche du fonctionnement naturel de ces zones, avec des inondations hivernales et des assecs estivaux (SIEL 2010).

4.4 LE PROTOCOLE DE PIÉGEAGE EN LIGNE

Sur la zone d'étude, l'effort de piégeage est bon mais le succès de piégeage semble faible comparé au nombre de nuits-pièges effectives. La période printanière correspond aux creux des populations de micromammifères. Le succès de piégeage reflète la capturabilité des micromammifères sur la zone d'étude. Il a déjà été confronté à celui de la Réserve des Partias dont les dimensions de l'habitat sont probablement trop différentes pour permettre une comparaison exploitable. Aussi, il est intéressant de pouvoir comparer le succès de piégeage réalisé au printemps avec celui de la même étude reconduite en automne au moment des pics de population par le Conservatoire d'espaces naturels. Logiquement, le succès de piégeage d'automne devrait être plus élevé que celui du printemps car à cette époque de l'année, les jeunes dispersent et leurs nombres sont au plus haut. La session d'octobre permettra de comprendre si l'absence de capture sur les lignes 3, 4, 10 et 15 est due à des conditions environnementales défavorables ou à une saison hostile de capture.

Ce protocole de capture standardisé a été mis en place dans le but d'être répétable et de pouvoir comparer l'évolution des cortèges de micromammifères dans le temps. Il s'avèrerait pertinent d'améliorer le protocole en ôtant de l'inventaire les sites qui se sont révélés infructueux afin de réduire l'effort de piégeage et d'en augmenter le succès lorsque l'absence de capture sera corrélée avec certitude à un habitat défavorable, comme c'est sûrement le cas pour le site 4 où le recouvrement en sol nu est prépondérant. Il serait également intéressant de multiplier le nombre de lignes de pièges sur les Salines afin d'homogénéiser l'effort de capture entre les deux sites protégés. En effet, alors que la surface des Salines est presque quatre fois supérieure à celle de l'Estagnol, celle-ci est inventoriée par deux fois moins de nuits-pièges et de lignes. Cela permettrait de pouvoir comparer le succès de capture entre les deux sites naturels de la zone d'étude.

Le positionnement des pièges peut jouer sur la probabilité de captures et donc de détection des micromammifères. Théoriquement, les lignes sont standardisées et capturent sur la même unité de surface. Cependant, la probabilité de capture est plus élevée en bordure liée à la circulation des individus entre deux habitats, comme sur le canal de la Bouffie (ligne 9) et plus faible en comparaison, au cœur d'une étendue comme sur les lignes 11 et 13 situées à la transversale d'un de grande parcelles ouvertes. Aussi, réajuster les positions des pièges en les alignant à la périphérie de ces espaces pourrait permettre de confirmer l'absence de micromammifère du site 11 par exemple et éventuellement d'augmenter les probabilités de captures relatives au site 13.

A l'avenir, il paraît important de décrire les caractéristiques biotiques et abiotiques des sites d'études durant les 3 jours consécutifs de piégeage afin de ne pas perdre d'informations et de maximiser la fiabilité des résultats et de l'analyse aux conditions réelles de capture des micromammifères. Malheureusement, de nombreuses autres variables non traitées dans ce rapport telles que le pourcentage de visibilité de la Lune, l'hygrométrie, la température, le vent, etc... peuvent influencer les captures de micromammifères.

5 CONCLUSION

L'inventaire réalisé conjointement sur la Réserve Naturelle Nationale de l'étang de l'Estagnol et sur le site naturel protégé des Salines de Villeneuve a permis d'identifier 5 espèces de micromammifères : la Crocidure musette (*Crocidura russula*), le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), la Souris grise (*Mus musculus*), la Souris d'Afrique du nord (*Mus spretus*) et le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*). Sur la zone d'étude, la Crocidure musette est associée à des habitats de végétation dense, le Mulot sylvestre à la présence d'une strate arbustive composée préférentiellement de Tamaris, le Campagnol agreste à une zone de marais humide et la Souris d'Afrique du nord à des milieux herbacés ouverts. Quant à la Souris grise, elle s'adapte à tous les types de milieux présents sur la zone d'étude. Les 3 micromammifères les plus capturées (Crocidure, Souris grise et Mulot) sont des espèces anthropophiles typiques de milieux assez dégradés et très anthropisés. Pendant longtemps l'Estagnol et les Salines ont été fortement influencées par les activités humaines (activités minières, salières,...). Aussi, la présence de ces espèces dans les différents cortèges et habitats témoigne d'un impact encore important de l'Homme sur la zone d'étude. Particulièrement sur l'Estagnol, où les cortèges sont presque essentiellement composés de ces trois espèces.

La strate herbacée conditionne la biodiversité de micromammifères. Plus son recouvrement et sa hauteur sont élevés, plus le site est riche. A l'inverse, la distance à l'eau et le recouvrement important de sol nu ne sont pas favorables. Certains habitats prioritaires, comme les prés salés, ou non comme le canal de la Bouffie : corridor écologique, ont été identifiés comme favorables à la présence de communautés de micromammifères diversifiés. Leurs caractéristiques semblent correspondre aux variables influençant positivement la richesse des sites. La reconduction de l'étude en automne va permettre de mieux cibler ces variables et les habitats influençant les cortèges de micromammifères.

Toutes les espèces de micromammifères rencontrées sur la zone d'étude sont des espèces communes. En effet, nombre d'espèces patrimoniales possèdent une écologie particulière : Rat des moissons (*Micromys minutus*), Musaraigne aquatique (*Neomys fodiens*),... qui rend presque impossible leur capture à l'aide de pièges de type "INRA" posés au sol. Aussi, une partie de la biodiversité en micromammifère n'est pas inventoriée par cette méthode. Il y a donc tout intérêt à intensifier la recherche d'espèces patrimoniales sur la zone d'étude et de rechercher des traces d'indices de présence du Campagnol provençal plus activement afin d'élargir les connaissances relatives aux modèles d'occupation des sites par l'ensemble des populations de micromammifères. L'examen des pelotes de réjection de Chouette Effraie reste une méthode indirecte intéressante et moins chronophage pour identifier la présence d'une espèce sur la zone d'étude mais elle ne permet pas d'associer aussi précisément l'habitat occupé à l'espèce que le piégeage en ligne.

6 BIBLIOGRAPHIE

- BRL Ingénierie. (2012). "Plan de Gestion Du Site Des Salines de Villeneuve n°34 295 - Communes de Mireval, Vic-La-Gardiole, Villeneuve-Lès-Maguelone". Conservatoire du littoral, 148.
- CAUBLLOT, Gaëlle (2010). Découvrir les rongeurs et insectivores du Limousin. Groupe Mammalogique et Herpétologique du Limousin, 96.
- DARINOT, Fabrice, Frédérick DOREZ, et Anne LEROUGE. (2004). "Contribution à l'inventaire des micromammifères du Marais de Lavours (Ain)." *Le Bièvre*, no. 19: 3 – 9.
- FLOWERDEW, J. R. (1976). "Chapitre 4 : Ecological methods." *Mammal Review*, no. 6. Techniques in Mammalogy: 123–59.
- GALLAIS, Régis. (2013). "Plan de gestion de la Réserve Naturelle Nationale de l'Estagnol 2013-2017". ONCFS, 150.
- GOURDAIN, Philippe, L. PONCET, P. HAFFNER, J-P SIBLET, F. OLIVEREAU, et S. HESSE. (2011). "Cartographie Nationale des Enjeux Territorialisés de Biodiversité remarquable (CARNET B) - Inventaire de la biodiversité remarquable (volet1. Faune) sur deux régions pilotes : La Lorraine et la région Centre ." n° V volet n° 1.
- IARE. (1999). "Plan de Gestion de La Réserve Naturelle de l'Estagnol". ONCFS.
- KELT, D., (1996). Ecology of small mammals across a strong environmental gradient in southern South America. *J. Mammal.* 77, 205–219.
- KIRKLAND, Gordon L. Jr. et Patricia Krim SHEPPARD, (1994). Proposed standard protocol for sampling small mammal communities. Special publication Carnegie Museum of Natural History. No 18 (277-283).
- LE LOUARN, Henri, et QUERE Jean-Pierre. (2003). Les Rongeurs de France - Faunistique et biologie. 2^{ème} édition revue et augmentée. *Editions Quae*, 256.
- LE LOUARN, Henri, et QUERE Jean-Pierre. (2011). Les Rongeurs de France - Faunistique et biologie. 3^{ème} édition revue et augmentée. *Editions Quae*, 311.
- LING-LING, Lee. (1997). "Effectiveness of Live Traps and Snap Traps in Trapping Small Mammals in Kinmen." *Acta Zoologica Taiwanica* 8 (2). Department of Zoology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan 106, ROC: 79 – 85.
- LITTLE, Josephine, et J. GURNEL. (1989). "Shrew captures and rodent field studies." *J. Zool. Lond.*, 218 : 329–31.
- LUGON-MOULIN, Nicolas (2003). Les musaraignes: biologie, écologie, répartition en Suisse. *Porte-plumes*, 308.
- MACDONALD, D. W., & BARRET, P. (2005). Guide complet des mammifères de France et d'Europe: plus de 200 espèces terrestres et aquatiques. *Delachaux & Niestlé*, 304.
- McINTOSH RP (1967) An index of diversity and relation of certain concepts to diversity. *Ecology*, 48, 392.

- MICHEL, Nadia, Françoise BUREL, et Alain BUTET. (2006). "How does landscape use influence small mammal diversity, abundance and biomass in hedgerow networks of farming landscapes ?" *Acta Oecologica*, no. 30. ELSEVIER: 11 – 20.
- MISTROT, Vincent. (2000). Les micromammifères, marqueurs de l'anthropisation du milieu. *Études rurales*, p. 195-206.
- MORO, D. et GADAL S., (2008). Stephanie. Benefits of habitat restoration to small mammal diversity and abundance in a pastoral agricultural landscape in mid-Wales. In : *Biodiversity and Conservation in Europe*. Springer Netherlands. p. 301-315.
- POITEVIN, Françoise (1997) – Inventaires faunistiques pour le peuplement des vertébrés terrestres et aquatiques (poissons, amphibiens, reptiles et mammifères) de la Réserve naturelle de l'Estagnol et de son bassin versant. EPHE.
- POITEVIN F., CATALAN J., FONS R. & CROZET H., (1986). Biologie évolutive des populations Ouest-européennes de crocidures. I - Critères d'identification et répartition biogéographique de *Crocidura russula* (Herman, 1780) et *Crocidura suaveolens* (Pallas, 1811). *Revue d'Ecologie (Terre & Vie)*, 41 : 299-314.
- PRODON Roger, POPY Simon et JACQUET Karine, Estimation de la richesse et de la diversité des communautés. U.E. EPHE « Méthodes écologiques », *Laboratoire de Biogéographie et Ecologie des Vertébrés EPHE (UMR 5175)*, 18.
- REQUIRAND Claude et PARADIS Emmanuel, (1993) – Les mammifères de l'étang de l'Estagnol (Hérault, France). 11p.
- RIGAUX Pierre (2012). Inventaire des micromammifères de la réserve naturelle régionale des Partias (Puy-Saint-André, Hautes-Alpes). *LPO PACA, Faune-PACA publication n°13*, 19 pp.
- RIGAUX, Pierre, et Charlene DUPASQUIER. (2012). *Clé d'identification "en main" des micromammifères de France métropolitaine*. Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères.
- SCHMIDT, Robert H. (1994). "Damage Prevention and Control Methods", Prevention and Control of wildlife damage edition.
- SIEL. (Janvier 2010). Document d'objectifs des sites Natura 2000 « Etangs palavasiens et étang de l'Estagnol » (Hérault) – ZPS FR 9110042 et SIC FR 9101410, 3 tomes.
- SPITZ, F. (1969). "L'échantillonnage des populations de petits mammifères." In *Problèmes d'Ecologie : L'échantillonnage des peuplements animaux des milieux terrestres*, Masson & Cie, 153 – 188. Paris: M. LAMOTTE et F. BOURLIERE.
- TABERLET, Pierre. (1986). "Etude de l'écologie des micromammifères à partir des pelotes de réjection de *Tyto Alba* (SCOPOLI, 1769) Application au Bas-Chablais (Haute-Savoie, France)." *Revue Ecologique (Terre Vie)* 41: 193–215.
- TANGUY, Arnaud, et Philippe GOURDAIN. (2011). "Guide méthodologique pour les inventaires faunistiques des espèces métropolitaines terrestres (volet2) - Atlas de la Biodiversité dans les communes (ABC)." MNHN - MEDDTL.

TWIGG, G.I. (1975). "Chapter 2 : Catching Mammals." *Mammal Review*, no. 5. Techniques in Mammalogy: 83–100.

WILSON, Don E., F. Russell COLE, James D. NICHOLS, Rasanayagam RUDRAN, and Mercedes S. FOSTER. (1996). *Measuring and Monitoring Biological Diversity - Standard Methods for Mammals*. Smithsonian Institution Press. Biological Diversity Handbook Series. Washington and London: Mercedes S. FOSTER.

SITES :

<http://www.lecalendrier.fr>

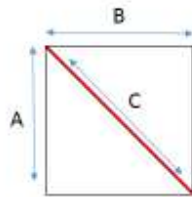
BBtm : <http://www.gare-btt.fr>

<http://www.meteofrance.com>

<http://www.naturefrance.fr>

7 ANNEXES

ANNEXE I : ECARTEMENT DES PIÈGES CALCUL



Légende :

- Grand axe du domaine vital (C)
- Domaine vital du Mulot sylvestre (100m²)

Calculs :

Avec A = 10m et B = 10m,

$$\begin{aligned}C^2 &= A^2 + B^2 \\C &= \sqrt{A^2 + B^2} \\C &= \sqrt{10^2 + 10^2} \\C &= 14,14 \text{ m}\end{aligned}$$

Avec C = 14,14m

$$\begin{aligned}\text{Ecartement des pièges} &= \frac{1}{4} \times C \\ \text{Ecartement des pièges} &= \frac{1}{4} \times 14,14 \\ \text{Ecartement des pièges} &= 3,5 \text{ m}\end{aligned}$$

ANNEXE II : FICHES HABITATS DES LIGNES DE PIEGES

Lignes	Photographie	Site naturel	Description	Code Corine
Ligne 1		Estagnol	Située entre 5 à 10 m des phragmites, en bordure de chemin le long de ronciers.	34.36 : Gazons à Brachypode de Phénicie
Ligne 2		Estagnol	Située en bord de roubine et au bord d'un grand espace découvert - Du piège 34 à 59 : Tamaris arbustif et arbres morts tandis que de 60 à 68 ronciers.	84.1 : Alignements d'arbres
Ligne 3	Photographie manquante	Estagnol	Située sur la digue de Péchiney.	87.2 : Zones rudérales
Ligne 4		Estagnol	Située en bord de roubine et en bord de chemin ouvert.	44.63 : Bois de Frênes riverains et méditerranéens
Ligne 5		Estagnol	Située au centre de la vieille roselière non pâturée.	53.111 : Phragmites inondées
Ligne 6		Estagnol	Située entre une roubine à 3m et le marais.	23.11 : Eau libre sans tapis de Charophytes
Ligne 7		Estagnol	Bordée par une roubine à 3m et par le marais de l'autre.	53.112 : Phragmitaies sèches
Ligne 8	Photographie manquante	Estagnol	Située sur la digue centrale entre deux roubines.	37.242 : Pelouses à Agrostide stolonifère et Fétuque faux roseau
Ligne 9		Estagnol	Située sur le canal de la Bouffie (corridor écologique entre l'Estagnol et les Salines).	Non répertoriée
Ligne 10	Photographie manquante	Estagnol	Située entre des phragmites peu denses et un roncier en bord de chemin.	15.1133 : Gazons à salicorne des hautes côtes méditerranéennes

Lignes	Photographie	Site naturel	Description	Code Corine
Ligne 11		Salines	Localisée proche de la départementale dans le parc à taureaux pâture.	15.53 : Prés méditerranéens halo-psammophiles
Ligne 12		Salines	Située en bordure d'habitation et en bord de roubine sèche.	15.58 : Formations à Juncus subulatus
Ligne 13		Salines	Bordée de champs et située en pleine parcelle laissée en jachère.	Non répertoriée
Ligne 14		Salines	Située dans la sansouire à proximité d'un chemin fréquenté par le public.	15.57 : Prés salés à chiendent et armoise
Ligne 15		Salines	Située sur une petite digue de 2/3m de large entre une roubine d'eau douce et un marais d'eau douce à phragmites basses.	Non répertoriée

ANNEXE III : PARAMETRES METEOROLOGIQUES RELEVES (1ERE SEMAINE DE CAPTURE)

Semaine	Date	Conditions météorologiques de la soirée de capture		
		Température	Temps	Pourcentage de visibilité de la lune
1	lundi 24 mars 2014	7°C	Pluvieux	44,78%
	mardi 25 mars 2014	7°C	Pluvieux	33,58%
	mercredi 26 mars 2014	6°C	Claire	23,11%

ANNEXE IV : RELEVES DES VARIABLES HABITATSLégende :

Pourcentage de recouvrement	0 à 10%	11 à 30 %	31 à 50 %	51 à 75 %	76 à 100 %	
C	1	2	3	4	5	
Hauteur Végétation (en cm)	[0 ; 5[	[5 ; 10[	[10 ; 15[	[15 ; 30[	[30 ; 50[	> ou = 50
H	1	2	3	4	5	6
Distance à l'eau (en m)	[0 ; 2[	[2 ; 5[	[5 ; 10 [	> ou = 10		
D	1	2	3	4		
Taille	pierres et galets, granulats grossiers, sable ou surface dure					
Qualitatif d'humidité	sec ou humide					

Lignes	Caractéristiques Habitats		
Ligne 1 Estagnol	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C0	sec
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée	H2	
	Distance à l'eau	D4	
	Recouvrement de la strate arborescente	C0	
	Recouvrement de la strate arbustive	C3	
	Recouvrement de la strate herbacée	C4	
Ligne 2 Estagnol	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C3	sec
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée	H1	
	Distance à l'eau	D2	
	Recouvrement de la strate arborescente	C3	
	Recouvrement de la strate arbustive	C2	
	Recouvrement de la strate herbacée	C4	
Ligne 3 Estagnol	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C2	sec
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C1	pierres
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée	H2	
	Distance à l'eau	D3	
	Recouvrement de la strate arborescente	C1	
	Recouvrement de la strate arbustive	C2	
	Recouvrement de la strate herbacée	C4	
Ligne 4 Estagnol	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C5	sec
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée	H1	
	Distance à l'eau	D1	
	Recouvrement de la strate arborescente	C0	
	Recouvrement de la strate arbustive	C1	
	Recouvrement de la strate herbacée	C2	
Ligne 5 Estagnol	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C1	humide
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée	H6	
	Distance à l'eau	D1	
	Recouvrement de la strate arborescente	C0	
	Recouvrement de la strate arbustive	C0	
	Recouvrement de la strate herbacée	C5	

Lignes	Caractéristiques Habitats		
Ligne 6 Estagnol	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C2	humide
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée	H6	
	Distance à l'eau	D1	
	Recouvrement de la strate arborescente	C0	
	Recouvrement de la strate arbustive	C0	
	Recouvrement de la strate herbacée	C5	
Ligne 7 Estagnol	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C2	sec
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée	H1	
	Distance à l'eau	D2	
	Recouvrement de la strate arborescente	C0	
	Recouvrement de la strate arbustive	C3	
	Recouvrement de la strate herbacée	C4	
Ligne 8 Estagnol	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C2	sec
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée	H2	
	Distance à l'eau	D2	
	Recouvrement de la strate arborescente	C0	
	Recouvrement de la strate arbustive	C4	
	Recouvrement de la strate herbacée	C4	
Ligne 9 Estagnol	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C0	humide
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée	H6	
	Distance à l'eau	D1	
	Recouvrement de la strate arborescente	C0	
	Recouvrement de la strate arbustive	C0	
	Recouvrement de la strate herbacée	C5	
Ligne 10 Estagnol	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C2	sec
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée	H1	
	Distance à l'eau	D4	
	Recouvrement de la strate arborescente	C1	
	Recouvrement de la strate arbustive	C3	
	Recouvrement de la strate herbacée	C3	

Lignes	Caractéristiques Habitats		
Ligne 11 Salines	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C1	sec
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée		H4
	Distance à l'eau		D4
	Recouvrement de la strate arborescente		C0
	Recouvrement de la strate arbustive		C0
	Recouvrement de la strate herbacée		C5
Ligne 12 Salines	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C1	humide
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée		H5
	Distance à l'eau		D4
	Recouvrement de la strate arborescente		C1
	Recouvrement de la strate arbustive		C0
	Recouvrement de la strate herbacée		C5
Ligne 13 Salines	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C2	sec
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C3	Gravier et granulats grossiers
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée		H4
	Distance à l'eau		D4
	Recouvrement de la strate arborescente		C0
	Recouvrement de la strate arbustive		C0
	Recouvrement de la strate herbacée		C4
Ligne 14 Salines	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C0	sec
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C0	-
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée		H5
	Distance à l'eau		D3
	Recouvrement de la strate arborescente		C0
	Recouvrement de la strate arbustive		C0
	Recouvrement de la strate herbacée		C5
Ligne 15 Salines	Sol	Catégorie de recouvrement de Sol nu	Qualificatif d'humidité
		C2	sec
	Granulométrie	Catégorie de recouvrement	Taille
		C1	cailloux / pierres
	Hauteur moyenne de la végétation herbacée		H1
	Distance à l'eau		D1
	Recouvrement de la strate arborescente		C0
	Recouvrement de la strate arbustive		C0
	Recouvrement de la strate herbacée		C4

ANNEXE V : EXEMPLE DE RELEVÉ FLORISTIQUE DE LA LIGNE 10

Strate	Nom vernaculaire	Nom latin	Catégorie de recouvrement
A	Frêne à feuilles étroites	<i>Fraxinus angustifolia</i>	C1
h	Gaillet commun	<i>Galium album</i>	C2
h	Graminées	<i>Poaceae sp</i>	C2
h	Grande Mauve	<i>Malva sylvestris</i>	C2
h	Iris des marais	<i>Iris pseudacorus</i>	C3
h	Laiche des rives	<i>Carex riparia</i>	C1
h	Laiteron maritime	<i>Sonchus maritimus</i>	C2
h	Phragmite	<i>Phragmites australis</i>	C3
h	Plantain intermédiaire	<i>Plantago major</i>	C1
a	Prunellier commun	<i>Prunus spinosa</i>	C3
a	Ronce	<i>Rubus ulmifolius</i>	C3
a	Rosier	<i>Rosa sp</i>	C3
h	Salicaire sp	<i>Lythrum sp</i>	C2

Légende :

Pourcentage de recouvrement	0 à 10%	11 à 30 %	31 à 50 %	51 à 75 %	76 à 100 %
C	1	2	3	4	5
Strate	Arborecent e A	Arbustiv e a	Herbacé e h		

ANNEXE VI : EXEMPLE DE RELEVÉ DE TERRAIN D'IDENTIFICATION DES MICROMAMMIFÈRES

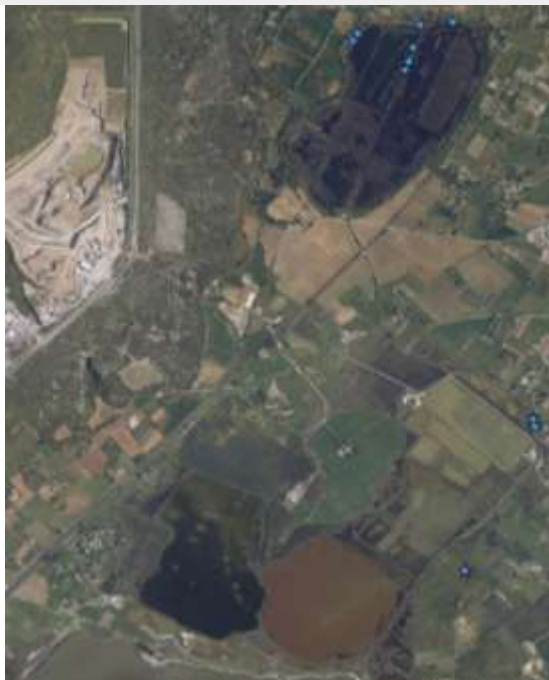
Date (soirée de capture)	Jour ¹ du relevé	Heure du relevé	N° de la ligne	n° du piège	Espèce(s) piégée(s)	Remarques
mardi 1 avril 2014	J2	9h	L7	42	Souris grise - <i>Mus musculus domesticus</i>	-
mardi 1 avril 2014	J2	9h	L7	46	-	Piège fermé
mardi 1 avril 2014	J2	9h	L7	47	Mulot sylvestre - <i>Apodemus sylvaticus</i>	Femelle
mardi 8 avril 2014	J2	8h20	L5	58	Crocidure musette - <i>Crocidura russula</i>	Q = 35mm ; T = 25mm ; TC = 70mm ; PP = 14.2 mm et Poids = 7g - Odeur d'ail
mercredi 9 avril 2014	J3	8h30	L5	100	-	Escargot

ANNEXE VII : NOMBRE DE CAPTURES PAR ESPECES DE MICROMAMMIFERES ET PAR SITES ECHANTILLONNES

Espèces		Sites															Nombre total de captures par espèce :
Nom vernaculaire	Nom scientifique	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	
Mulot sylvestre	<i>Apodemus sylvaticus</i>	1	2	0	0	0	0	5	1	0	0	0	5	2	0	0	16
Crocidure musette	<i>Crocidura russula</i>	1	0	0	0	2	2	0	9	8	0	0	3	0	3	0	28
Campagnol agreste	<i>Microtus agrestis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Souris grise	<i>Mus musculus domesticus</i>	0	7	0	0	0	0	6	0	7	0	0	2	2	1	0	25
Souris d'Afrique du Nord	<i>Mus spretus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	4	1	0	10
Nombre total de captures par site :		2	9	0	0	2	3	11	10	20	0	0	10	8	5	0	80

ANNEXE VIII : FICHES ESPECES DES MICROMAMMIFERES CAPTURES SUR LA ZONE D'ETUDE

Mammalia	Soricomorpha	Fiche espèce
<i>Crocidura russula</i> (Hermann, 1780) Crocidure musette		
	Biométrie de l'espèce	
	Longueur tête et corps : 44 - 86 mm Longueur de la queue : 24 - 47 mm Longueur du pied postérieur : 10 - 14 mm Poids : 5 - 13 g	
	Habitats	
	La Crocidure musette occupe des biotopes variés (ouverts à semi-ouverts). Elle se rencontre sur milieux secs et humides bien qu'elle préfère les habitats secs pourvus d'insectes.	
Statut		
<u>Statut national</u> : Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine (2009) - LC Statut régional : Largement distribuée entre 0 et 1000m		
Répartition		
En France et en Europe	Sur la Zone d'étude	
Elle occupe toute la France mais n'est pas présente en Corse.		
		
© INPN	© ONCFS	

Mammalia	Rodentia	Fiche espèce
<i>Apodemus sylvaticus</i> (Linnaeus, 1758) Mulot sylvestre		
	Biométrie de l'espèce	
	Longueur tête et corps : 71 - 104 mm Longueur de la queue : 75 - 101 mm Longueur du pied postérieur : 19 - 24 mm Poids : 19 - 30 g	
	Habitats	
	Le Mulot sylvestre occupe tous les biotopes pourvus de végétation et parsemés de buissons. Il se rencontre également dans les milieux semi-boisés à semi-ouverts.	
Statut		
<u>Statut national</u> : Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine (2009) - LC Statut régional : Commun		
Répartition		
En France et en Europe	Sur la Zone d'étude	
Il occupe toute la France y compris la Corse et est présent sur de nombreuses îles de la Manche et de l'Atlantique.		
		
© INPN	© ONCFS	

Mammalia	Rodentia	Fiche espèce
<i>Mus musculus</i> (Linnaeus, 1758) Souris grise ou Souris domestique		
	Biométrie de l'espèce	
	Longueur tête et corps : 60 - 110 mm Longueur de la queue : 65 - 96 mm Longueur du pied postérieur : 14 - 19 mm Poids : 14 - 32 g	
	Habitats	
	La Souris grise occupe des milieux naturels très diversifiés notamment dans le sud de son aire de répartition, près du littoral, où elle se retrouve sous sa forme sauvage.	
Statut		
<u>Statut national</u> : Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine (2009) - LC <u>Statut régional</u> : Antropophile et en extérieur sur le littoral		
Répartition		
En France et en Europe	Sur la Zone d'étude	
Elle occupe toute la France y compris la Corse et les îles de l'Atlantique.		
	© ONCFS	
© INPN		

Mammalia	Rodentia	Fiche espèce
Mus spretus (Lataste, 1883) Souris d'Afrique du Nord		
	Biométrie de l'espèce	
	Longueur tête et corps : 70 - 90 mm Longueur de la queue : 50 - 70 mm Longueur du pied postérieur : 15 - 18 mm Poids : 12 - 18 g	
	Habitats	
	Toujours à l'état sauvage, elle occupe des milieux herbacés ou buissonnants. Elle se rencontre également dans des forêts claires.	
Statut		
<u>Statut national</u> : Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine (2009) - LC <u>Statut régional</u> : Région méditerranéenne, milieux ouverts		
Répartition		
En France et en Europe	Sur la Zone d'étude	
Elle occupe la région méditerranéenne et est absente de Corse.		
		
© INPN	© ONCFS	

Mammalia	Rodentia	Fiche espèce
<i>Microtus agrestis</i> (Linnaeus, 1761) Campagnol agreste		
	Biométrie de l'espèce	
	Longueur tête et corps : 85 - 130 mm Longueur de la queue : 25 - 50 mm Longueur du pied postérieur : 15 - 21 mm Poids : 20 - 50 g	
	Habitats	
	Le Campagnol agreste occupe des milieux souvent humides avec un couvert herbacé épais. Il se rencontre principalement dans les habitats prairiaux et les boisements clairs.	
Statut		
<u>Statut national</u> : Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine (2009) - LC <u>Statut régional</u> : Commun		
Répartition		
En France et en Europe	Sur la Zone d'étude	
Il se retrouve dans toute la France à l'exception de la Corse et de la plupart des îles atlantiques. Il est rare dans les Alpes centrales.		
		
© INPN	© ONCFS	

TABEAU DES TACHES

Intervenant	Idée originale	Bibliographie	Mise en place du protocole	Collecte des données	Analyses statistiques	Rédaction
Principal	Régis GALLAIS	Camille HUGUET	Camille HUGUET	Camille HUGUET	Camille HUGUET	Camille HUGUET
Secondaire	Olivier SCHER et Françoise POITEVIN	Olivier SCHER et Françoise POITEVIN	-	-	Olivier SCHER (aide à l'interprétation)	Régis GALLAIS, Olivier SCHER et Françoise POITEVIN (aide à la relecture)

CALENDRIER DU STAGE

Période	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Bibliographie						
Expérimentation						
Statistiques						
Rédaction						

RESUME

La Réserve Naturelle Nationale de l'étang de l'Estagnol et le site naturel protégé des Salines de Villeneuve ont réalisé un inventaire des micromammifères afin de répondre aux objectifs de leurs plans de gestion. Le but du protocole est de caractériser les cortèges d'espèces présents en fonction des habitats échantillonnés. Pour cela, la méthode de piégeage en ligne et des pièges INRA ont été choisis. Quinze lignes composées de 34 pièges appâtés et espacés de 3 mètres le long d'un linéaire de 100 mètres ont capturé durant 3 soirées consécutives.

Sur 80 captures, 5 espèces (toutes communes) ont été identifiées : la Crocidure musette (*Crocidura russula*), le Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*), la Souris grise (*Mus musculus*), la Souris d'Afrique du nord (*Mus spretus*) et le Campagnol agreste (*Microtus agrestis*). Pour la plupart, ce sont des espèces anthropophiles, typiques de milieux dégradés.

Le recouvrement et la hauteur élevée de la strate herbacée ont une influence positive sur la présence de micromammifères, tandis que la distance à l'eau d'une ligne et le recouvrement important de sol nu exercent l'effet inverse. Chaque espèce présente une dépendance particulière à une variable spécifique de l'habitat et les communautés de micromammifères diffèrent toutes en fonction des cortèges floristiques. Aussi, privilégier une diversité d'habitats sur la zone d'étude est primordial pour favoriser la biodiversité des communautés de micromammifères.

Mots clefs : inventaire, micromammifères, piégeage en ligne, cortège, Réserve Naturelle Nationale de l'étang de l'Estagnol, site naturel protégé des Salines de Villeneuve