

# **Eco-éthologie de l'hermine (*Mustela erminea*, L. 1758)**

**Utilisation des structures paysagères dans une mosaïque  
composée de zones forestières, agricoles, urbanisées  
et revitalisées**

© Copyright by Carine Vogel, Neuchâtel (Suisse)

Toutes les photographies sont de l'auteur.

**Eco-éthologie de l'hermine  
(*Mustela erminea*, L. 1758)**

**Utilisation des structures paysagères dans une mosaïque  
composée de zones forestières, agricoles, urbanisées  
et revitalisées**

Par

**Carine Vogel**

Diplômée en biologie

**Thèse présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel  
pour l'obtention du grade de docteur ès sciences**

Date de la soutenance de thèse : 7 décembre 2006

Date de la présentation publique : 22 janvier 2007

## IMPRIMATUR POUR LA THESE

**Eco-éthologie de l'Hermine  
(*Mustela erminea* L.1758).  
Utilisation des structures paysagères dans  
une mosaïque composée de zones  
forestières, agricoles, urbanisées et revitalisées**

**Carine VOGEL**

UNIVERSITE DE NEUCHATEL

FACULTE DES SCIENCES

La Faculté des sciences de l'Université de Neuchâtel,  
sur le rapport des membres du jury

MM. C. Mermod (directeur de thèse),  
B. Betschart, L.-F. Bersier (Fribourg)  
et S. Debrot (Fribourg)

autorise l'impression de la présente thèse.

Neuchâtel, le 18 décembre 2006

Le doyen :

J.-P. Derendinger

UNIVERSITE DE NEUCHATEL  
FACULTE DES SCIENCES  
Secrétariat-décanat de la faculté  
Rue Emile-Argand 11 - CP 158  
CH-2009 Neuchâtel



*A Patrick*  
*A mes Parents, Christiane et Gérard Gehrig*



## Table des matières

|  |     |
|--|-----|
| <b>1. Introduction</b> .....                           | 9   |
| <b>2. Terrain d'étude</b> .....                        | 11  |
| <b>3. Matériel et Méthodes</b> .....                   | 21  |
| 3.1. Terrain.....                                      | 21  |
| ➤ Piégeage de mustélidés .....                         | 21  |
| ➤ Radio-téléométrie.....                               | 24  |
| ➤ Piégeage de micromammifères.....                     | 26  |
| ➤ Relevés météorologiques.....                         | 27  |
| 3.2. Laboratoire.....                                  | 29  |
| ➤ Anesthésie .....                                     | 29  |
| ➤ Biométrie .....                                      | 30  |
| ➤ Marquage .....                                       | 31  |
| ➤ Régime alimentaire .....                             | 32  |
| ➤ Ectoparasites.....                                   | 32  |
| 3.3. Analyse des données .....                         | 33  |
| ➤ Saisie des données .....                             | 33  |
| ➤ Analyse .....  | 33  |
| ➤ Système d'Information Géographique (SIG) .....       | 33  |
| <b>4. Résultats et Discussions</b> .....               | 35  |
| 4.1. Lieux de capture.....                             | 35  |
| 4.2. L'hermine et ses compétiteurs .....               | 49  |
| 4.3. Rythme d'activité.....                            | 57  |
| 4.4. Sex-ratio, classes d'âge et taux de captures..... | 65  |
| 4.5. Influence des conditions météorologiques .....    | 71  |
| 4.6. Morphométrie.....                                 | 75  |
| 4.7. Ectoparasites.....                                | 81  |
| 4.8. Micromammifères capturés.....                     | 83  |
| 4.9. Régime alimentaire .....                          | 89  |
| 4.10. Domaines vitaux et distances parcourues .....    | 93  |
| 4.11. L'hermine et les structures paysagères.....      | 97  |
| 4.12. Zones favorables .....                           | 111 |
| <b>5. Discussion générale</b> .....                    | 115 |
| <b>6. Conclusion</b> .....                             | 117 |
| <b>7. Résumé - Summary</b> .....                       | 119 |
| 7.1. Résumé .....                                      | 119 |
| 7.2. Summary .....                                     | 120 |
| <b>8. Remerciements</b> .....                          | 121 |
| <b>9. Bibliographie</b> .....                          | 123 |
| <b>10. Annexes</b> .....                               | 133 |



## 1. Introduction

L'hermine (*Mustela erminea*) a beaucoup été étudiée en Europe et dans d'autres régions du monde depuis les années 1940. A partir des années 1990, la Nouvelle-Zélande est devenue le centre le plus important de recherches sur les petits mustélidés (King 2005). Dans ce pays, l'hermine se trouve être un fléau pour les espèces endémiques puisqu'elle a été introduite à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et n'a pas pu être éradiquée depuis. Son contrôle est donc vital pour de nombreuses espèces d'oiseaux et de petits mammifères de cette île.

En Europe, des études sur les petits mustélidés ont été menées dans différents pays (Suède, Finlande, Grande-Bretagne, Hollande, France, Allemagne, etc.), de même qu'en Suisse où la situation de l'hermine est bien différente de celle de Nouvelle-Zélande. Dans notre pays, l'hermine est une espèce indigène dont les effectifs semblent diminuer (Meia 1995). Le canton de Neuchâtel, grâce au laboratoire d'Éco-Ethologie de son Université, a pris une part active dans la mise en commun des connaissances scientifiques sur les carnivores de Suisse et sur l'hermine en particulier. Le Val-de-Ruz a été l'une des régions les plus étudiées du canton et la situation de la population de l'hermine était bien connue dans les années 1970-1980 grâce à plusieurs travaux de recherche (Debrot 1982, Weber 1986, Meia 1990). Depuis, aucun bilan de population des petits mustélidés n'a été entrepris dans cette région. Vu les récents changements paysagers de cette vallée, une nouvelle étude de population des hermines pouvait être intéressante, d'autant plus qu'un projet de monitoring des petits carnivores de Suisse prenait naissance (Marchesi et al. 2004).

La présente étude a pour but de comparer les données obtenues pour le Val-de-Ruz entre 2001 et 2004 avec les études faites précédemment à l'Université de Neuchâtel. Une revue de la littérature scientifique internationale est également entreprise afin d'évaluer la situation de la population locale des hermines par rapport aux données connues actuellement.

Par choix pour ce travail, les résultats seront présentés sous la forme de chapitres directement suivis de leur discussion. Les thèmes principaux développés concernent les informations liées aux captures des hermines, telles que rythme d'activité, sex-ratio ou encore classes d'âge (chapitres 4.1 à 4.5), la morphométrie des individus capturés (chapitre 4.6), les ectoparasites (chapitre 4.7), les captures des micromammifères (chapitre 4.8), le régime alimentaire (chapitre 4.9) et l'utilisation de l'habitat par l'hermine dans la mosaïque paysagère d'une région fortement influencée par l'humain (chapitres 4.10 à 4.12). Une discussion générale sera présentée au chapitre 5 et permettra une vision globale de ce travail.

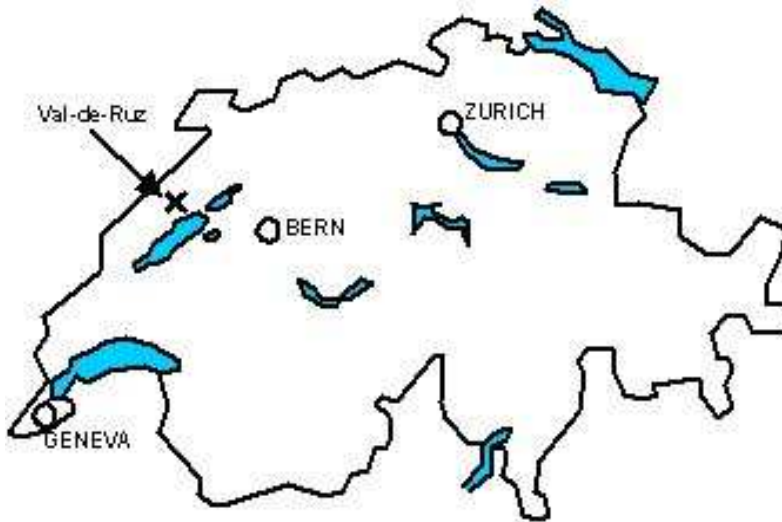
Une évaluation des sites de capture et des structures paysagères présentes dans le terrain d'étude est effectuée dans le but de mettre en évidence, si possible, un milieu type à privilégier pour la conservation de l'espèce *Mustela erminea*. Des zones favorables pour ces petits carnivores sont mises en évidence et des corridors spécifiques à la petite faune sont proposés.





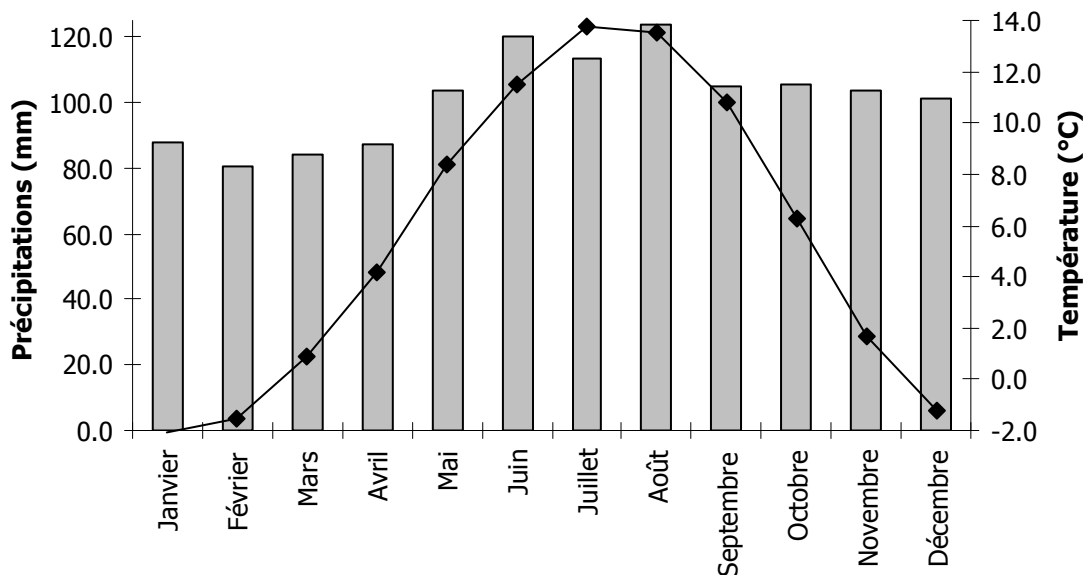
## 2. Terrain d'étude

L'étude faisant l'objet de ce rapport s'est déroulée dans la partie de basse altitude du Val-de-Ruz (canton de Neuchâtel), entre 665 et 865 mètres.



**Figure 1** Localisation géographique du Val-de-Ruz

Le Val-de-Ruz présente un climat plutôt humide (1223.6 mm/an en moyenne) et frais (5.6°C en moyenne). Les détails sont donnés dans la partie « Relevés météorologiques » du chapitre 3.1.



**Figure 2** Climatogramme du Val-de-Ruz basé sur les données météorologiques de la station de Chaumont



## 2. Terrain d'étude

L'aire d'étude, de 27 km<sup>2</sup>, s'étend sur les communes des Hauts-Geneveys, Fontaines, Engollon, Boudevilliers, Valangin et La Côtère (Fenin – Vilars – Saules). Le paysage est composé d'une mosaïque de cultures (73.2%), de peuplements boisés (9.2%) et de zones urbanisées (17.6%). Ces dernières comprennent les habitations et les voies de communication. Les régions habitées ne représentent qu'une petite partie du paysage (5.6%) alors que les voies d'accès (routes et autres chemins carrossables) sont en densité plus importante (12%).

Cette étude sur les hermines du Val-de-Ruz s'est divisée en deux temps, avec des modifications d'emplacements des pièges à l'intérieur du terrain d'étude. La première partie s'est déroulée du mois de juillet 2001 au mois de juin 2002. Ces onze premiers mois ont permis de faire un bilan des premiers sites de captures choisis et ont servi de base à la rédaction d'un travail de diplôme (Gehrig 2002).



**Figure 3** Est du Val-de-Ruz (Orientation E-SE. Savagnier, 563000 / 211600)



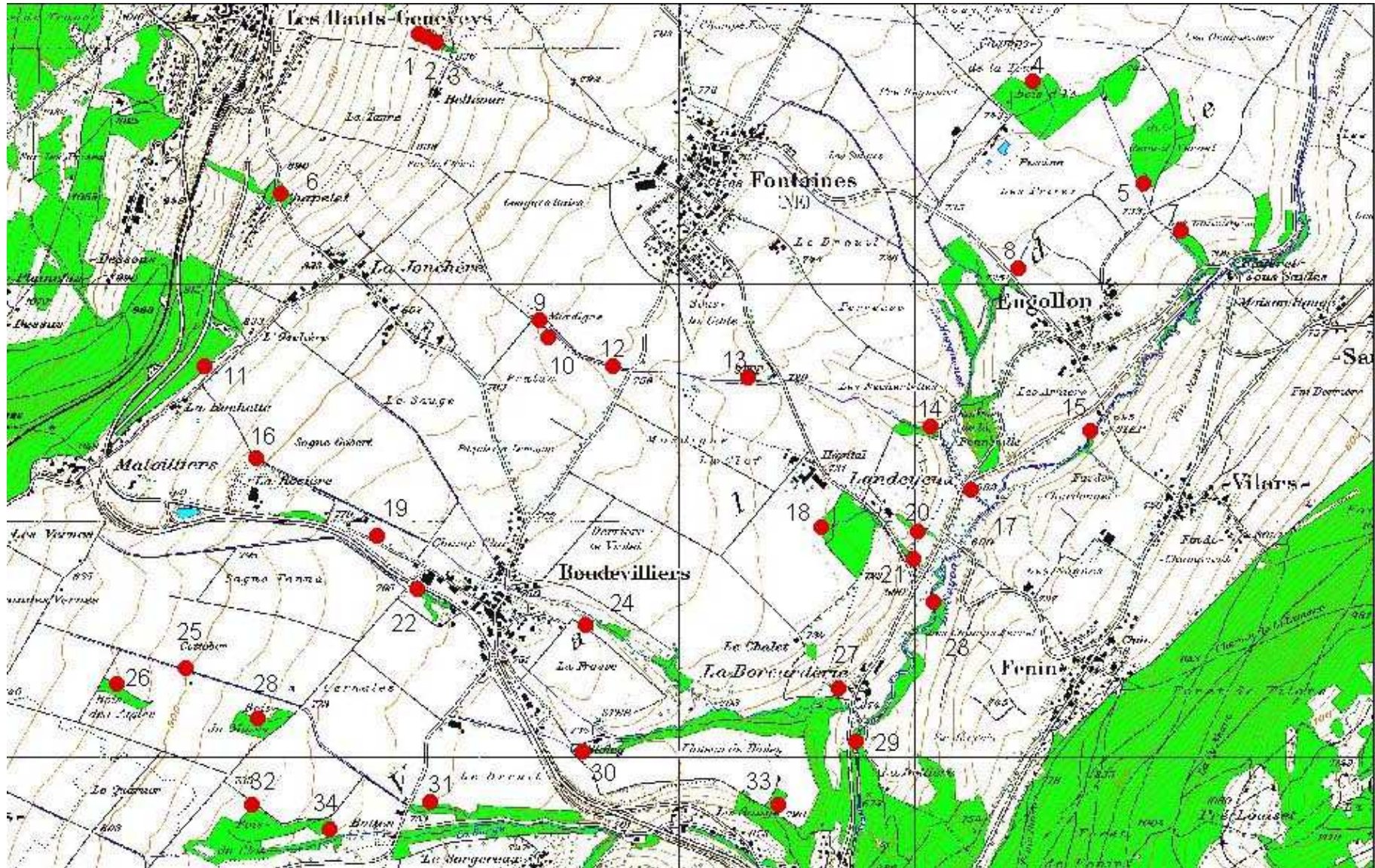
**Figure 4** Ouest du Val-de-Ruz (Orientation S-SE. La Jonchère 557700 / 210000 et Boudevilliers 558200 / 208600)



**Figure 5** Sud du Val-de-Ruz (Orientation E. Ferme de Bellevue 557950 / 210700, Fontaines 559050 / 210500, Engollon 560650 / 209800 et Saules 562000 / 209800)

N.B. : Les coordonnées ci-dessus ont été relevées sur la carte 1 :25'000 du Val-de-Ruz, N°1144.





**Planche 1** Emplacement des trente-quatre premiers sites de piègeage choisis pour la période de juillet 2001 à juin 2002

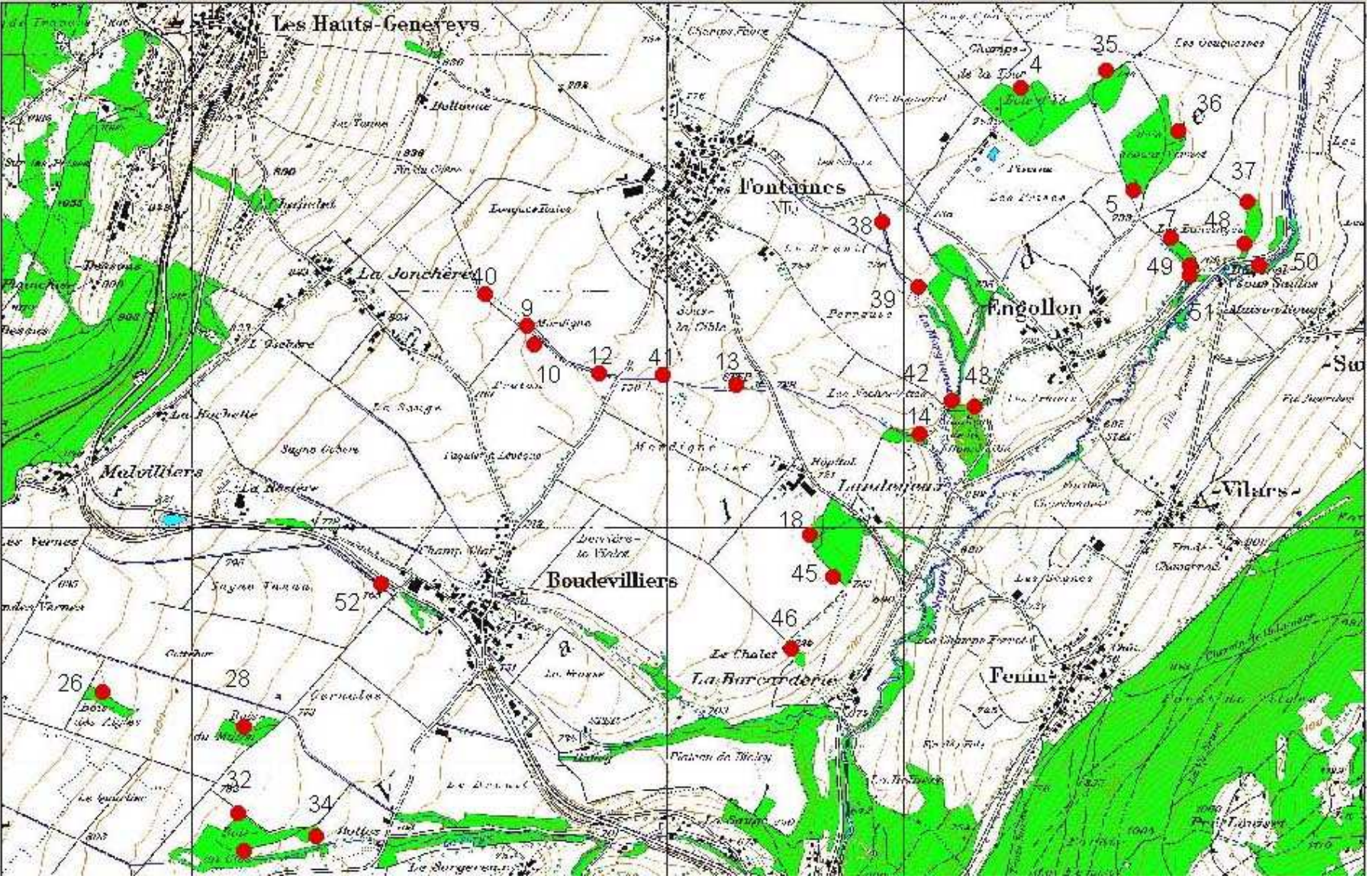
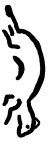


Planche 2 Emplacement définitifs des sites de piégeage (de juillet 2002 à décembre 2004)



Lors de la première étape (juillet 2001 – juin 2002), trente-quatre sites de piégeage potentiels ont d'abord été retenus sur carte, pour assurer une répartition homogène des pièges, en tenant compte des milieux connus comme favorables à la présence d'hermines, comme cela a été fait dans les travaux d'Erlinge (1977a, 1977b, 1977c), de Debrot (1982) et de Weber (1986). Puis, c'est sur le terrain que la topographie a déterminé l'emplacement exact du piège. La planche 1 présente la disposition des pièges durant cette période (Emplacements N° 1 à 34).

Lors de la seconde partie du travail (juillet 2002 – décembre 2004), certains emplacements ont dû être abandonnés pour les diverses raisons qui sont présentées dans l'Annexe 1. Cette nouvelle répartition a été l'occasion d'intensifier les piégeages dans les zones les plus favorables. La planche 2 présente la nouvelle carte ainsi dessinée.

Les emplacements de la planche 1 sont répartis de manière aléatoire, alors que ceux représentés par la planche 2 ont une répartition en îlots. Les détails de ces calculs sont présentés dans l'Annexe 3.

Trois critères environnementaux principaux ont été retenus pour l'emplacement des pièges et sont décrits ci-dessous. La description détaillée des emplacements avec la typologie de la végétation s'y trouvant est faite dans l'Annexe 1.

#### - La végétation

Les milieux abritant les pièges sont pour la plupart des milieux influencés par l'homme. Il s'agit principalement de reliques de haies ou de nouvelles plantations en forêt ou en bordure de cours d'eau. Plusieurs caractéristiques ont permis de classer ces milieux. Les associations végétales reconnues sont énumérées ci-dessous avec le code et la typologie utilisés par Delarze et al. (1998), ainsi qu'un résumé de leurs caractéristiques (Tableau 1).

**Tableau 1** Description des associations végétales présentes dans les sites de piégeage

| Code  | Nom latin                      | Nom français                          | Caractéristiques  |
|-------|--------------------------------|---------------------------------------|---|
| 2.1.4 | <i>Glycerio-Sparganion</i>     | Végétation des rives d'eau courante   | Sur les berges des petits cours d'eau dont les variations de niveau n'excèdent guère 60 cm d'amplitude mais subissant, malgré tout, des phases d'inondation ; végétation bien adaptée aux perturbations mécaniques et se régénérant rapidement ; présente surtout dans les régions calcaires de basse altitude. |
| 4.5.1 | <i>Arrhenatherion</i>          | Prairie de fauche de basse altitude   | Tapis herbacé dense et continu composé de graminées atteignant 70-100 cm de haut à la floraison.  |
| 4.5.3 | <i>Cynosurion</i>              | Pâturage de basse et moyenne altitude | Régulièrement pâturé, sur sols fertiles et bien drainés ; plantes adaptées au piétinement (stolons souterrains, rosettes au raz du sol).  |
| 4.6.4 | <i>Molinio-Arrhenatheretea</i> | Friche à <i>Arrhenatherum elatius</i> | Sur sols riches en nutriments et relativement secs, avec une espèce de graminées dominante ( <i>Arrhenatherum elatius</i> ou fromental élevé).  |
| 5.1.5 | <i>Aegopodion</i>              | Ourlet nitrophile mésophile           | Composé d'espèces à feuilles assez larges (adaptation à l'ombre) ne dépassant généralement pas 1 m de haut, sur sol frais et fertile.   |
| 5.2.2 | <i>Epilobion angustifolii</i>  | Coupe, clairière sur sol acide        | Végétation haute dominée par <i>Epilobium angustifolium</i> ou épilobe à feuilles étroites.   |



## 2. Terrain d'étude

|       |                          |   |  |
|-------|--------------------------|---|--|
| 5.3.3 | <i>Pruno-Rubion</i>      | Buissons mésophiles                     | Riches en espèces à fruits charnus de couleur noire ou rouge ; plantes à croissance rapide formant des haies ou des massifs buissonnants dans les terrains cultivés.   |
| 5.3.6 | <i>Salicion elaeagni</i> | Saulaie buissonnante alluviale          | Ne dépassant généralement pas 10 m de haut ; le long de cours d'eau, sur sol à granulométrie moyenne.  |
| 6.1.4 | <i>Fraxinion</i>         | Frênaie humide                          | Composées de diverses espèces à bois dur (frêne, chêne, orme, tilleul) ; souvent en mosaïque avec d'autres formations hygrophiles ; le plus souvent dans des régions trop humides pour le hêtre.   |
| 6.2.3 | <i>Galio-Fagenion</i>    | Hêtraie mésophile de basse altitude     | Dans des conditions tamponnées (ni trop sec, ni trop humide ; ni trop calcaire, ni trop acide) ; hêtres accompagnés de chênes, charmes, érables, frênes, merisiers et/ou résineux ; sous-bois d'arbustes disséminés ; strate herbacée d'importance variable. |
| 6.2.4 | <i>Lonicero-Fagenion</i> | Hêtraie de l'étage montagnard inférieur | Forêt dominée par le hêtre mais toujours mêlée de résineux, parfois de tilleuls et d'érables ; sous-bois pauvre en arbustes, riche en fougères dans les endroits frais.  |
| 7.1.1 | <i>Agropyro-Rumicion</i> | Endroit piétiné humide                  | Milieu herbacé d'apparence hétérogène due aux plantes stolonifères réparties en colonies ; sur sols argileux humides et riches en nutriments subissant des perturbations mécaniques.   |
| 8.2.1 | <i>Secalinetea</i>       | Cultures de céréales (panifiables)      | Généralement monocultures de plantes herbacées avec une période de rotation de moins d'une année ; végétation dépendant de la culture et de la date des semis ; surfaces régulièrement labourées, généralement sans plantes vivaces.                         |

### - Les conditions hydrographiques

Il a été tenu compte de la présence ou de l'absence d'eau superficielle à proximité immédiate du piège (éloignée d'au maximum une cinquantaine de mètres). Ces éléments hydrographiques peuvent être temporaires ou permanents et présenter une eau courante (ruisseau, rivière, canal) ou stagnante (étang).

### - La pression humaine

La proximité de l'humain se caractérise par des constructions en dur (ciment, béton, brique, asphalte, etc.), telles que bâtiments et voies d'accès. Les voies d'accès retenues se situent généralement à moins d'une cinquantaine de mètres des pièges et comprennent les types suivants :

Route principale : route cantonale ou communale, goudronnée, à trafic régulier et relativement important par rapport aux autres types de voies d'accès. Ces routes relient les villages entre eux ou mènent à des routes plus importantes. Ce type de route a été retenu dans la suite de ce travail jusqu'à un éloignement d'une centaine de mètres des pièges.

Route agricole : goudronnée, permet d'accéder aux champs et à de rares habitations retirées.

Chemin bétonné : permet exclusivement d'accéder aux champs. Son revêtement et sa localisation font que ce type de chemin est très fréquenté par les piétons, et leurs chiens, les cavaliers et les cyclistes.

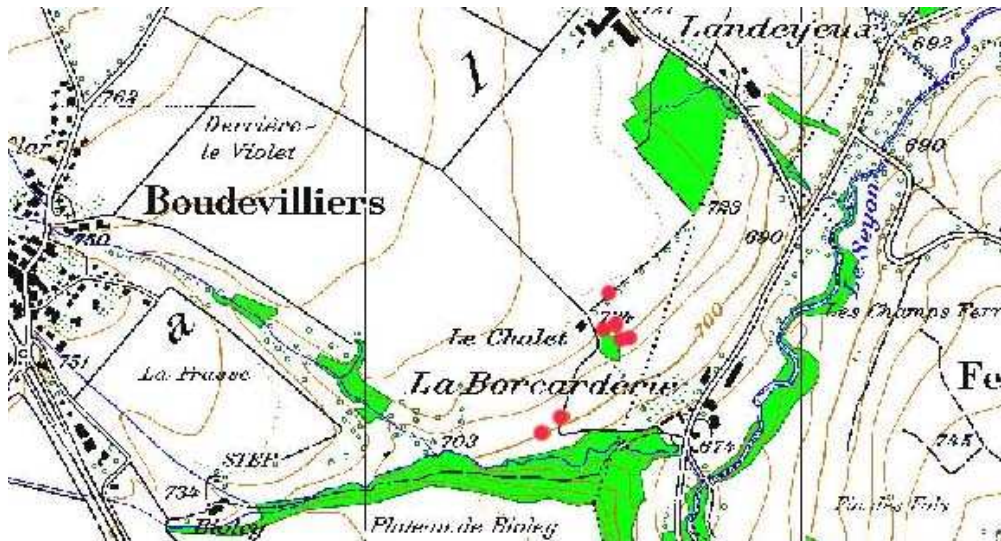
Chemin agricole : ni goudronné, ni bétonné, ce chemin est plus ou moins carrossable, en milieu ouvert, souvent fréquenté par les cavaliers.

Chemin forestier : même caractéristiques que le chemin agricole mais en milieu plus fermé (forêt).



La pression humaine est arbitrairement représentée par trois catégories. Une pression humaine forte correspond à la présence de routes principales et d'habitations jusqu'à une centaine de mètres du piège. Une pression moyenne est représentée par les routes agricoles, les chemins bétonnés et les cultures à moins d'une cinquantaine de mètres du piège. La pression est considérée comme faible lorsque des chemins agricoles ou forestiers (non bétonnés), des prairies et des forêts se situent à moins d'une cinquantaine de mètres du piège.

Au mois d'octobre 2003, trois pièges ont été ajoutés. Il s'agit de pièges posés en terrain entièrement découvert dans la zone du Chalet (Boudevilliers), sur le terrain de la Famille Balmer. Ces pièges sont dits *itinérants* parce qu'ils sont régulièrement déplacés afin de ne pas gêner les travaux des champs et le pâturage du bétail mais restent systématiquement dans la même zone et en terrain ouvert (Figure 6).



**Figure 6** Localisation des pièges itinérants

Pour l'analyse des résultats, le terrain d'étude a été divisé en six régions représentées par la planche 3. Les six régions sont les suivantes :

- Région 1 : « Boucle de Coffrane »
- Région 2 : Mordigne
- Région 3 : Engollon
- Région 4 : Bord du Seyon
- Région 5 : Landeyeux
- Région 6 : « Anciens sites »



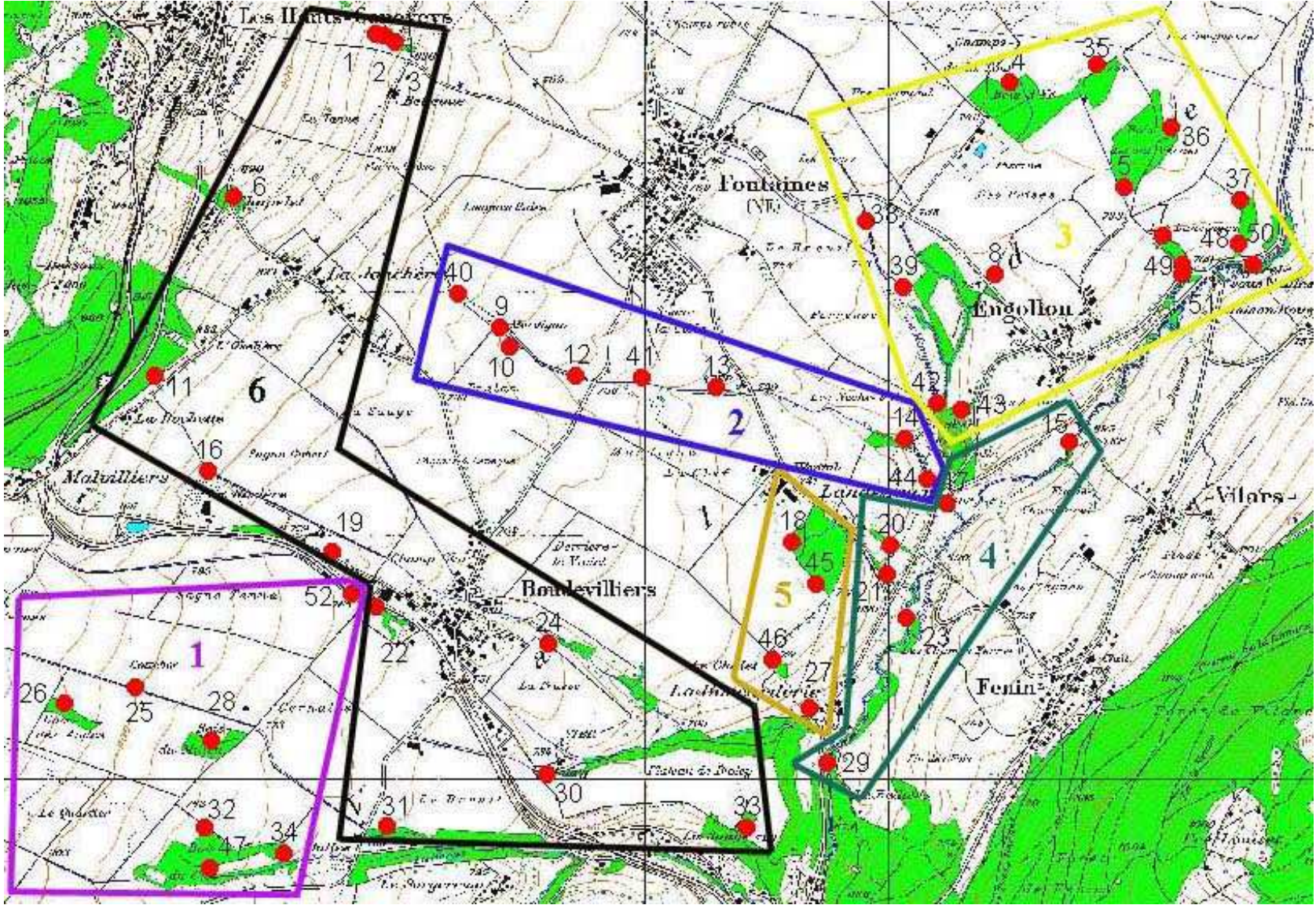
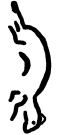


Planche 3 Terrain d'étude divisé en six régions



La région 1, nommée « Boucle de Coffrane » comprend les sept emplacements (N° 25, 26, 28, 32, 34, 47 et 52) situés à l'Ouest de l'autoroute A20, reliant Neuchâtel à La Chaux-de-Fonds. La végétation de cette région est composée à 71% de hêtraies et à 29% de buissons mésophiles. 29% des emplacements ont une présence d'eau superficielle. La pression humaine est forte pour 14%, moyenne pour 29% et faible pour 57% des emplacements.

La région 2 est la zone de Mordigne. Les huit emplacements (N° 9, 10, 12, 13, 14, 40, 41 et 44) sont situés le long du ruisseau de Mordigne qui se jette dans le Seyon. La végétation de cette région est composée à 37% de buissons mésophiles, 25% de végétation de clairière sur sol acides, 25% de pâturages et à 13% de hêtraies. 86% des emplacements ont une présence d'eau superficielle. La pression humaine est forte pour 38% des emplacements, moyenne pour 49% et faible pour 13% des emplacements.

La région 3 entoure le village d'Engollon. Les quinze emplacements (N° 4, 5, 7, 8, 35, 36, 37, 38, 39, 42, 43, 48, 49, 50 et 51) sont situés dans les environs de la localité d'Engollon. La végétation est composée à 20% de buissons mésophiles, 20% de buissons mésophiles et d'ourlets nitrophiles mésophiles, 20% de hêtraies, 13% d'ourlets nitrophiles mésophiles, 13% de saulaies buissonnantes, 7% de friches et 7% de frênaies. 47% des emplacements ont une présence d'eau superficielle et la pression humaine est forte pour 20%, moyenne pour 60% et faible pour 20% des emplacements.

La région 4 borde le Seyon et comprend les six emplacements de capture (N° 15, 17, 20, 21, 23 et 29) ayant un contact rapproché avec la rivière. 100% des emplacements ont donc une présence d'eau superficielle. La végétation est composée à 83% de buissons mésophiles et à 17% de buissons mésophiles et d'ourlets nitrophiles mésophiles. La pression humaine est forte pour tous les emplacements.

La région 5 comprend les quatre emplacements (N° 18, 27, 45 et 46) situés aux environs du Bois de Landeyeux et les trois pièges itinérants de la région du lieu-dit Le Chalet. Pour les quatre emplacements fixes, la végétation est à 50% composée de hêtraies, à 25% de buissons mésophiles et 25% des emplacements n'ont aucune végétation (piège posé dans les abords construits d'une ferme). 75% des emplacements ont une présence d'eau superficielle. La pression humaine est forte pour 25% des emplacements, moyenne pour 25% et faible pour 50% des emplacements.

La région 6 comprend tous les « anciens sites ». Ce sont les premiers sites de piégeage qui ont été abandonnés. Ces sites ont donc eu que très peu de contrôles. Il s'agit des douze pièges posés aux emplacements N° 1, 2, 3, 6, 11, 16, 19, 22, 24, 30, 31 et 33. La végétation de cette région est composée à 42% de buissons mésophiles, 33% de hêtraies, 17% de saulaies buissonnantes et à 8% de végétation des rives. 50% des emplacements ont une présence d'eau superficielle. La pression humaine est forte pour 48% et moyenne pour 52% des emplacements.





### 3. Matériel et Méthodes

#### 3.1. Terrain

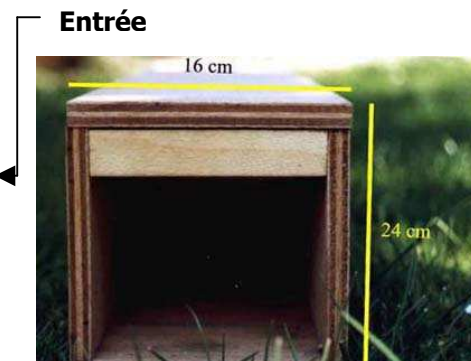
##### ➤ Piégeage de mustélidés

##### • Pièges

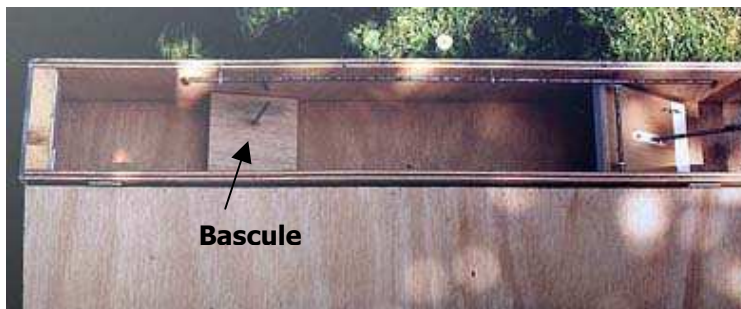
Les pièges utilisés sont de type « suédois ». Ce sont des pièges à bascule, en bois. Ils ont été spécialement construits pour cette étude selon le modèle d'Erlinge (dimensions : 85 x 16 x 24 cm) qui a servi aux recherches faites dans le Val-de-Ruz dans les années 1970 et 1980 (Debrot, 1981). Comme pour les études précédentes, une bande blanche a été peinte sur le bas de la porte pour permettre un contrôle aux jumelles afin de ne pas déranger les abords immédiats du piège et faciliter les contrôles nocturnes.



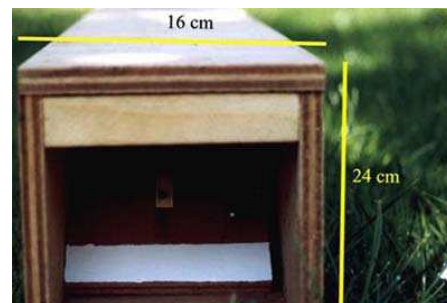
**Figure 7** Piège tendu, vu de dessus



**Figure 8** Piège tendu, vu de face (entrée ouverte)



**Figure 9** Piège détendu, vu de dessus



**Figure 10** Piège détendu, vu de face (entrée fermée)

##### • Appâts

Les appâts sont des souris de laboratoire préalablement tuées ou des têtes de poulet. Ce dernier type d'appât a été privilégié dès le troisième mois de capture.



- Piégeage

Les périodes de piégeage correspondent à quatre nuits consécutives par mois. Cette semaine de capture est fixée, le plus souvent, à la deuxième quinzaine du mois. Les séances de piégeage sont, sauf en de rares exceptions, régulièrement espacées dans l'année : une semaine avec les pièges tendus, trois semaines sans. Lorsqu'ils sont posés, les pièges sont contrôlés matin et soir, et également pendant la nuit lors des hivers particulièrement humides et rigoureux. Le piège ayant pris un animal sert au transport de celui-ci jusqu'au local de traitement. Il est à nouveau déposé à son emplacement au moment du lâcher de l'animal, mais n'est tendu que lors du contrôle suivant afin d'éviter que l'individu juste relâché ne se reprenne immédiatement.

- Emplacements

Les emplacements des pièges ont été choisis d'après les affinités connues de l'hermine pour un certain type d'environnement et sur la base de résultats des travaux précédents (Debrot 1981, Marchesi 1983, Weber 1986). Les sites sélectionnés sont des haies, des friches, des lisières de forêt ou encore des murgiers<sup>♦</sup>, de préférence à proximité de cours d'eau et non loin de cultures.

De plus près, les emplacements choisis doivent permettre la pose d'un piège stable et parfaitement horizontal, abrité d'un ensoleillement direct. Le piège est ensuite quelque peu camouflé avec du matériel végétal trouvé sur place.



**Figure 11** Murgier de Perreuse (emplacement N°39)



**Figure 12** Les Nécherlettes (emplacement N°14)

Les coordonnées X et Y des emplacements des pièges sont relevées par GPS. La coordonnée Z (altitude) est relevée sur la carte topographique au 1:25'000 du Val-de-Ruz (N° 1144). La précision du GPS utilisé concernant l'altitude dépend de plusieurs facteurs (couverture nuageuse, présence d'arbres ou encore position des satellites) et peut fortement varier. C'est la raison pour laquelle elle n'est pas utilisée ici.

---

<sup>♦</sup> Le murgier, ou morgier, (Pierrehumbert 1926) est un tas de cailloux provenant de l'épierrement des champs cultivés sur lequel de la végétation s'est installée. Sur les plus anciens, des arbres ont également poussé. Ces milieux sont très prisés par les hermines parce qu'ils offrent autant d'endroits frais et humides que chauds et secs et une quantité incroyable de coins et de recoins servant d'abris, de terrains de jeu pour les jeunes et de terrains de chasse.



Après les trois premiers mois de piégeage qui ont servi de test, quelques emplacements (emplacements N° 19, 22, 33) ont été abandonnés au profit de sites plus favorables (Annexe 1). Certains pièges ont été conservés dans la même zone mais déplacés de quelques mètres pour quitter le territoire d'une fourmilière (emplacement N° 18) ou encore pour profiter d'une zone visiblement plus favorable mais non remarquée lors de la première pose (emplacements N° 11, 23, 27). Des pièges ont également été ajoutés afin d'augmenter l'effort de piégeage dans des régions intéressantes (Mordigne, lieu de la première capture et de l'observation d'une famille d'hermines) ou dans des zones sensibles (Chatelard, lieu prévu pour la réintroduction de perdrix grises *Perdix perdix*, projet abandonné en 2002).

Lors de la première session de piégeage, soit du 16 au 20 juillet 2001, seuls vingt pièges ont été posés. Dès la deuxième session, du 20 au 24 août 2001, les trente pièges sont systématiquement tendus. Depuis le mois de septembre 2003, les trois pièges itinérants sont ajoutés (Figure 6).

Afin de limiter au maximum le transport et le temps de captivité des animaux, un local servant au traitement des individus capturés est d'abord loué à Boudevilliers, puis remplacé par une roulotte de chantier stationnée au lieu-dit Perreuse, proche de l'emplacement N°39. Ces locaux sont également utilisés pour le stockage du matériel entre les sessions de piégeage.

- Contrôle des pièges

D'une manière générale, les contrôles des pièges débutent à 7h le matin et deux heures avant le crépuscule pour les contrôles du soir. Cette variation dans le début des contrôles vespéraux influence le traitement des résultats. C'est pour cette raison qu'une moyenne d'une heure est ajoutée au nombre d'heures de jour avant les captures matinales dans l'analyse des résultats (chapitre 4.1). Pour les captures faites le soir, le nombre d'heures de jour est calculé depuis l'aube.



➤ **Radio-téléométrie**

• Matériel radio

Le matériel radio se compose d'un radio-récepteur (Type TRX-48S de Wildlife Materials Inc., USA) muni d'une antenne indépendante (Type Yagi à trois ou cinq éléments de Wildlife Materials Inc., USA). Le matériel étant nouveau, des essais de portée ont été effectués. Une première expérimentation en surface a été entreprise en terrain découvert (région des Hauts-Geneveys – Fontainemelon). Le signal a été perçu très nettement à une distance proche d'un kilomètre à vol d'oiseau. En zone boisée, la qualité de réception et la précision de localisation diminuent fortement à cause de la densité des obstacles rencontrés par le signal, sans toutefois que des mesures précises aient été effectuées. Par contre, dans 80 cm d'eau (Seyon), le signal est reçu à une distance de 200 m à un quart du volume maximum. Sous 50 cm de terre (argileuse et mouillée), le signal est reçu à une distance de 200 m à la moitié du volume maximum. Sous 70 cm de la même terre, ce n'est qu'à 100 m que le signal est reçu à la moitié du volume maximum. Malgré une baisse dans la qualité de réception, ces essais correspondent aux indications données par F.W. Anderka de Holohil Systems Ltd. (communication personnelle). Selon ce dernier, le signal n'est pas arrêté si l'animal est dans un environnement naturel. Le seul obstacle à la transmission du signal est une conduite en métal si le récepteur n'est pas dans le prolongement exact de ladite conduite.

Le modèle de collier émetteur utilisé (PD-2C fabriqué par Holohil Systems Ltd., Canada) pèse 4.2 g. Ceci correspond à un maximum de 3 % du poids d'une femelle adulte. La limite prescrite par les offices vétérinaires étant de 5 %, ce modèle de collier émetteur s'avère particulièrement bien adapté. Un fil entouré d'un tube de silicone Tygon® anti-allergène protégeant le cou de l'animal, fait office de collier (Figure 13 et Annexe 4). Les fréquences utilisées sont comprises entre 148.000 et 148.900 MHz. La longévité des émetteurs est garantie six mois.



**Figure 13** Schéma du collier émetteur, en taille réelle



**Figure 14** Femelle hermine portant un collier émetteur



- Localisation des individus

Le repérage d'un individu marqué se fait à l'aide de l'antenne portée horizontalement au-dessus de la tête, pour éviter des perturbations dans la réception du signal. Les tiges métalliques de l'antenne sont parallèles au sol. Par balayage, le signal maximal est trouvé exactement entre les deux points d'extinction du son. Ce signal maximal représente la direction à suivre pour se rapprocher de l'animal. Une fois proche de la source d'émission, l'antenne est tenue à hauteur de ceinture, les tiges métalliques perpendiculaires au sol. Ce qui permet une localisation plus fine. En actionnant l'atténuateur (interrupteur à côté de la fiche pour le câble d'antenne), il est possible de localiser très précisément l'animal suivi et ainsi de relever les coordonnées exactes de sa position.

- Méthode de repérage

L'idéal est de suivre un individu marqué durant vingt-quatre heures. Pour des raisons pratiques, ces vingt-quatre heures ont été divisées en trois périodes de huit heures, soit de 8h à 16h, de 16h à minuit (noté 24h dans la base de données) et de minuit (noté 0h) à 8h. Le suivi d'un individu se fait ainsi par une seule personne sur trois jours consécutifs. Pendant les mois chauds de l'été (juillet, août, septembre), la période 8h-16h a été supprimée, les hermines se déplaçant peu par températures élevées (C. Mermod, communication personnelle). Les individus suivis sont localisés toutes les dix minutes. A chaque localisation, les coordonnées sont relevées à l'aide du GPS.

Dès le mois d'août 2001, sept individus ont été munis d'un collier émetteur. Il était dorénavant impossible de faire des suivis individuels pendant les trois semaines séparant deux séances de piégeage. Des pointages ont donc été effectués entre 20h et 22h et entre 6h et 8h le lendemain. Durant ces deux périodes de deux heures, les individus sont recherchés activement depuis le point de leur dernière localisation. Ces recherches se font d'abord à pied, en s'éloignant progressivement du dernier point connu. Si aucun signal n'est perçu dans un rayon de deux cent mètres environ, des recherches en voiture, sur plusieurs kilomètres sont entreprises. L'individu ainsi repéré est suivi sur vingt-quatre heures dans les jours qui suivent, selon le rythme des trois fois huit heures décrit plus haut. Chaque semaine, les pointages et les suivis, dans la mesure où des signaux sont perçus, sont effectués. Cette méthode a été conservée durant toute la durée de l'étude.



➤ **Piégeage de micromammifères**

• Pièges

Les pièges utilisés sont de type Sherman, en aluminium et ont déjà servi à plusieurs reprises (Saucy, 1988). Par manque de temps et de main d'œuvre, seul du piégeage de surface a été effectué ; ceci uniquement à des fins d'identification de proies alternatives ou complémentaires au campagnol terrestre, *Arvicola terrestris scherman*. Les animaux capturés ne sont pas marqués et sont directement relâchés après identification de l'espèce.



**Figure 15** Exemple de pièges Sherman tendu en bordure d'un mur en pierres



**Figure 16** Exemple de pièges Sherman tendu dans de la végétation herbacée

• Appât

Comme appât, un mélange de foin coupé et de flocons d'avoine est très efficace.

• Piégeage

Ce piégeage a été entrepris durant la première année, à raison d'une séance de capture par saison météorologique\* (en août et novembre 2001, ainsi qu'en février et mai 2002). Une période de deux nuits, durant les séances de piégeages de mustélidés, est consacrée à la capture des micromammifères. En 2003, trois nuits par mois sont consacrées aux micromammifères, du mois de mars au mois juin, avec l'aide de deux étudiantes. Dans tous les cas, les pièges sont contrôlés matin et soir, plus si les conditions météorologiques l'exigent (très chaud ou très froid).

• Emplacements

Les pièges ont été posés à Chatelard le long de la lisière (emplacement N° 100) et à Mordigne. A Mordigne, le site de piégeage appelé *à l'extérieur* (N° 101) concerne les pièges tendus le long du chemin bétonné, côté sud du ruisseau. Le site appelé *à l'intérieur* (N° 102) comprend les pièges posés dans la dépression de terrain, depuis la sortie du canal souterrain.

---

\* Les saisons météorologiques sont les suivantes : printemps de mars à mai, été de juin à août, automne de septembre à novembre, hiver de décembre à février.



### ➤ Relevés météorologiques

Lors de chaque sortie dans le terrain, les informations météorologiques suivantes sont relevées :

- Température de l'air : La température est relevée au début de chaque présence dans le terrain.
- Couverture du ciel : Un *ciel clair* présente classiquement de 0 à 25 % de couverture nuageuse, un *ciel nuageux* de 25 à 50%, un *ciel très nuageux* de 50 à 75% et un *ciel couvert* de 75 à 100%. L'évaluation de la couverture nuageuse étant faite sans instrument, les *ciels nuageux* et *très nuageux* ont été regroupés sous le terme global de *ciel nuageux*. Ceci est valable pour les résultats du chapitre 4.1.
- Précipitations : La présence de bruine ou de brouillard, ainsi que les chutes de neige ou de pluie sont indiquées. Des précipitations faibles ou fortes sont distinguées ainsi que leur caractère intermittent ou permanent.
- Vent : La direction du vent est relevée grâce à une chambre à air présente sur le toit de l'hôpital de Landeyeux et la force du vent est estimée en degrés Beaufort (Bft) selon les critères ci dessous :

**Tableau 2** Echelle des degrés Beaufort et critères d'évaluation de la force du vent

| Echelle Beaufort (Bft) | Vitesse (km/h) | Effets observés   |
|------------------------|----------------|---|
| <b>0</b>               | 0 – 1          | Les fumées s'élèvent verticalement ; les drapeaux ne flottent pas                     |
| <b>1</b>               | 2 – 5          | Les fumées s'élèvent mais dévient légèrement de la verticale                          |
| <b>2</b>               | 6 – 11         | Le vent est perçu sur le visage   |
| <b>3</b>               | 12 – 19        | Les feuilles sont agitées ; les drapeaux commencent à flotter                         |
| <b>4</b>               | 20 – 28        | Les branches s'agitent ; la poussière tourbillonne                                    |
| <b>5</b>               | 29 – 38        | Les arbustes commencent à s'agiter  |
| <b>6</b>               | 39 – 49        | Les grosses branches s'agitent ; les câbles électriques sifflent                      |
| <b>7</b>               | 50 – 61        | Les jeunes troncs plient ; le vent nous pousse et nous entraîne                       |
| <b>8</b>               | 62 – 74        | Les rameaux cassent ; la marche est pénible   |
| <b>9</b>               | 75 – 88        | Le vent arrache les cheminées   |
| <b>10 (tempête)</b>    | 89 – 102       | Les arbres cassent ou sont déracinés  |
| <b>11</b>              | 103 – 117      | Les bâtiments non protégés sont gravement endommagés                                  |
| <b>12 (ouragan)</b>    | 118 – 133      | Tout ce qui est situé dans la trajectoire de l'ouragan est susceptible d'être détruit |

Pour les analyses des résultats (chapitre 4.1), des regroupements ont été effectués : un temps *calme* correspond à un vent de 0 à 1 Bft, une *brise* est comprise entre 2 et 3 Bft, un *vent* entre 4 et 5 Bft et un *fort vent* dès 6 Bft.

Des compléments d'information, tels que la présence de neige au sol, de gelée blanche ou de givre, sont ajoutés en fonction des situations. Les relevés personnels sont contrôlés et, le cas échéant, complétés par les relevés météorologiques officiels de M. Ch. Chiffelle de Boudevilliers de juillet 2001 à septembre 2003, date de la cessation d'activité de ce dernier, puis par les informations données par le site Internet [www.meteo-dombresson.com](http://www.meteo-dombresson.com). La description du climat du Val-de-Ruz est basée sur les données de la station météorologique la plus proche, à savoir celle de Chaumont (1073 m.) ([www.meteosuisse.ch](http://www.meteosuisse.ch)). Comme cette station se situe à une altitude plus élevée que celle du Val-de-Ruz, le climat peut différer quelque peu de celui du terrain d'étude. Les données des précipitations (mm) et de température (°C) ont été relevées du mois de janvier 1864 au mois de décembre 2005 et ont permis de dessiner le climatogramme du Val-de-Ruz (Figure 2).





### 3.2. Laboratoire

#### ➤ Anesthésie

Les mustélidés capturés sont ramenés au local où ils sont transférés du piège dans une « boîte de traitement ». Cette boîte en bois (Figure 17) possède une partie vitrée permettant de surveiller l'animal durant la narcose. Deux narcoses sont pratiquées. La première, gazeuse, à l'aide de Forene<sup>®</sup> (Isoflurane) insufflé dans la boîte de traitement, étourdit l'animal pendant une dizaine de secondes. La seconde, réalisée pendant ce laps de temps, est une injection intramusculaire de Ketalar<sup>®</sup> (concentration : 10 mg de kétamine base par ml pour les hermines et les belettes, 50 mg par ml pour les putois ; dose injectée : 0.5 ml par 100 g de poids corporel pour les hermines et les belettes, 0.1 ml par 100 g pour les putois). Cette anesthésie assure un sommeil profond d'une trentaine de minutes.



**Figure 17** Installation du matériel pour l'anesthésie gazeuse

La kétamine injectée assure une anesthésie dissociative (désaccouplement fonctionnel des systèmes thalamo-néocortical et limbique) et a des propriétés amnésiques bienvenues pour le traitement d'animaux sauvages. Ceux-ci ne se souviennent théoriquement pas des événements survenus directement avant la narcose (cf. notice d'instructions d'utilisation des produits).



#### ➤ Biométrie

Pendant le sommeil des animaux, plusieurs données sont relevées :

- Sexe et âge : Sont considérés comme *adultes* les individus en âge de se reproduire. Les *subadultes* sont majoritairement des jeunes de l'année, indépendants mais non reproducteurs. Les *juvéniles* sont les jeunes encore dépendants de leur mères.
- Signes distinctifs : Les marques ne disparaissant pas avec la mue, telles qu'oreilles abîmées, cicatrices, particularités de la truffe, etc.
- Poids (g) : La pesée se fait à l'aide d'un dynamomètre
- Longueur du corps TC (mm) : Du bout du museau à la dernière vertèbre sacrée. Cette mesure, de même que la suivante, est faite à l'aide d'une « planche à règles ».
- Longueur de la queue Q (mm) : La queue correspond aux vertèbres caudales uniquement, mesurée grâce à la « planche à règles ».
- Longueur de la patte postérieure PP (mm) : Du talon à la pointe des orteils, sans les griffes. Cette mesure est faite à l'aide d'un pied à coulisse.
- Etat des dents : Dents cassées, noircies, absentes, etc.
- Etat des mamelles chez les femelles : Développement ou non des mamelles indiquant une éventuelle période de lactation.
- Etat des testicules chez les mâles : Apparence ou non des testicules indiquant la période de reproduction ainsi qu'une estimation de l'âge.
- Ectoparasites : Lorsqu'ils sont présents, les ectoparasites sont prélevés à des fins de détermination.
- Poils : Les poils de quelques individus ont été prélevés. A la demande du laboratoire du Dr J.-B. Searle ([jbs@york.ac.uk](mailto:jbs@york.ac.uk)), des échantillons ont été envoyés au Department of Biology de l'Université de York où le Dr N. Martinkova mène des études génétiques.



**Figure 18** Matériel de mesure : deux dynamomètres de type pesola®, un pied à coulisse et une « planche à règles »



### ➤ Marquage

Les individus piégés sont systématiquement marqués à l'aide de transpondeurs, nommés également micro-chips, de Data Mars SA, Suisse. Ces transpondeurs sont injectés sous la peau du cou, au-dessus de l'épaule gauche, selon la technique pratiquée par les vétérinaires sur les animaux domestiques. Cette méthode a été préférée aux marques auriculaires pour plusieurs raisons : (1) Les transpondeurs sont inapparents, ne modifiant pas l'apparence extérieure de l'animal ; (2) ils ne causent aucune blessure, les marques auriculaires s'arrachant relativement facilement et (3) ne se perdent pas s'ils sont bien implantés.



**Figure 19** Insertion sous-cutanée d'un transpondeur

Les transpondeurs sont inactifs et seule l'énergie libérée par le lecteur (Mini Max de Data Mars SA, Suisse) les active et permet la lecture de leur code individuel.

**Figure 20** Matériel de marquage (lecteur, seringue à transpondeur et étiquettes avec le code individuel)



Dans la suite de ce travail, les différents individus seront nommés par la première lettre de leur sexe et les cinq derniers chiffres du code de leur transpondeur. Par exemple la femelle 756098100155323 capturée en novembre 2002 sera désignée comme suit : F 55323. Les quelques individus qui n'ont pas été marqués seront nommés par la lettre de leur sexe et deux chiffres seulement (ex. : M12).



#### ➤ Régime alimentaire

Les crottes récoltées dans les pièges et dans le terrain sont étiquetées et conservées dans de l'alcool 70% jusqu'à utilisation. Dans un premier temps, les fèces sont dilacérées sous la loupe et les divers fragments reconnaissables sont récoltés et conservés séparément : os et dents, poils, débris végétaux, restes d'insectes, etc.

Les os, les dents et les poils sont identifiés à l'aide de collections de références et de clefs de détermination (Pucek 1981, Debrot et al. 1982, Teerink 1991). Les poils sont montés sur lames pour microscope avec du vernis à ongle afin d'être déterminés grâce à leur medulla et aux empreintes de leurs écailles laissées sur le vernis.

#### ➤ Ectoparasites

Les ectoparasites récoltés sont étiquetés et conservés dans de l'alcool 70% jusqu'à détermination. Les tiques sont directement déterminées à la loupe, alors que les puces nécessitent une préparation. Elles doivent être éclaircies à l'aide de soude potassique (KOH) diluée à 10%, soit à froid (environ 24h), soit au bain-marie (environ 15 minutes), puis rincées avant d'être à nouveau conservées en alcool jusqu'à détermination. La détermination se fait au microscope après montage. Les puces, sorties de l'alcool doivent être trempées environ une minute dans de l'eau avant de pouvoir être montées entre lame et lamelle dans de la glycérine. Leur détermination se fait à l'aide de clefs (Smit 1966, Beaucournu et Launay 1990) et d'animaux de référence.



### 3.3. Analyse des données

#### ➤ Saisie des données

Les informations de terrain et de laboratoire sont saisies au fur et à mesure dans une base de données créée sous MS Access. MS Excel est utilisé pour la saisie des observations des autres vertébrés rencontrés, en particuliers les compétiteurs de l'hermine, ainsi que des kilomètres parcourus. Ce logiciel est également utilisé pour certains tests statistiques et certains graphiques.

#### ➤ Analyse

Pour l'analyse des captures (chapitre 4.1), l'unité de mesure du temps utilisée est l'*unité de piégeage* abrégée *UP*. Une UP correspond à un piège tendu durant vingt-quatre heures.

Les données de ce travail sont représentées sous forme d'états graphiques ou listés, selon les informations, directement à l'aide des fonctions de MS Access. Certains états présentent déjà des résultats regroupés, d'autres, au contraire, nécessitent une analyse plus approfondie par comparaison de plusieurs états. MS Excel a également été utilisé pour la création de quelques graphiques et calculs de statistique simples, de même que pour le transfert des données dans S-Plus. S-Plus a permis le traitement statistique des données de morphométrie et la comparaison entre les études précédemment menées sur l'hermine (chapitre 4.6).

L'analyse statistique est faite à l'aide de plusieurs tests en fonction du type de données à analyser. Les tests utilisés sont le test de Kruskal-Wallis, du Khi carré ( $\chi^2$ ), le test binomial et le test t de Student. Pour les tests de Kruskal-Wallis, du Khi carré ( $\chi^2$ ) et le test t de Student, la limite pour considérer les résultats comme significatifs est de 0.05. Pour le test du Khi carré, l'indice ajouté à la notation  $\chi^2$ , dans les tableaux des résultats, indique le nombre de degrés de liberté. Lorsque des moyennes sont indiquées, les valeurs sont suivies de plus ou moins un écart-type.

#### ➤ Système d'Information Géographique (SIG)

Ce système permet une cartographie et une géoréférence des sites de piégeage et des observations d'animaux, ainsi qu'une mise en commun de ces données avec d'autres informations numérisées, telles que les forêts, le réseau hydrographique, les haies, etc. (chapitre 4.11). A partir de cartes thématiques, il est possible d'effectuer des analyses qui permettent d'obtenir des proportions d'observations d'animaux à certaines distances de structures paysagères choisies. Ces outils permettent d'émettre des hypothèses sur les lieux favorables ou les couloirs utilisés par une espèce. Toutes les cartes de ce travail ont été élaborées grâce à un programme de SIG.

Trois programmes principaux permettent une analyse géographique des données : ArcInfo, ArcView et MapInfo. Pour ce travail, seul ArcView a été utilisé. Les données obtenues à l'aide des autres programmes sont converties en format directement utilisable par ArcView.





## 4. Résultats et Discussions

### 4.1. Lieux de capture

Comme des putois et des belettes ont également été observés durant cette étude, leurs captures sont signalées à titre indicatif uniquement. Seules les informations portant sur les hermines sont analysées.

#### Résultats :

Durant la période d'étude, à savoir de juillet 2001 à décembre 2004, 4608 UP ont été effectuées.

Plusieurs individus des trois espèces de petits mustélidés ont été capturés dans les pièges suédois : au total, quatre putois, quatre belettes et quarante-neuf hermines ont été attrapés. Huit recaptures d'hermines (14.0% de recaptures) ont eu lieu, amenant le total des captures de *Mustela erminea* à cinquante-sept. Le nombre total de captures de petits mustélidés s'élève ainsi à soixante-cinq. Une capture supplémentaire de belette a eu lieu dans un piège Sherman lors des captures de rongeurs dans la zone de « Mordigne intérieur » (emplacement N°102) et n'est donc pas prise en compte dans les décomptes des unités de piégeage pour les pièges suédois. Ainsi, le nombre d'UP moyen par capture de mustélidés est de  $70.89 \pm 42.09$  pour les trois espèces confondues et de  $80.84 \pm 45.22$  pour l'hermine. Le taux de captures par 100 UP est de 1.41 pour les mustélidés en général et de 1.24 pour les hermines.

Sur les cinquante-deux sites (détails au chapitre 2) retenus pour les pièges suédois, trente-deux, soit 61.5% des emplacements, ont piégé des mustélidés et vingt-neuf (55.8%) des hermines. Les emplacements et leur nombre respectif de captures de mustélidés et d'hermines sont présentés sur les planches 4 et 5 et dans le Tableau 3. Le Tableau 3, ci-dessous, présente chaque emplacement avec les caractéristiques qui seront utilisées pour l'évaluation du milieu.



**Tableau 3** Nombre respectif d'unités de piégeage (UP), de captures de mustélidés et d'hermines pour chaque emplacement. La végétation, la présence d'eau et l'importance de la pression humaine ont été ajoutées

| ID | Commune            | Lieu-dit               | Nb d'UP | Nb de captures de mustélidés | Nb de captures de mustélidés/ 100 UP | Nb de captures d'hermines | Nb de captures d'hermines/ 100 UP | Végétation <sup>o</sup>                          | Présence d'eau | Pression humaine <sup>o</sup> |
|----|--------------------|------------------------|---------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--|----------------|-------------------------------|
| 1  | Les Hauts-Geneveys | Le Chatelard (haut)    | 40      | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Buissons mésophiles                              | Non            | Moyenne                       |
| 2  | Les Hauts-Geneveys | Le Chatelard (milieu)  | 40      | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Buissons mésophiles                              | Non            | Moyenne                       |
| 3  | Les Hauts-Geneveys | Le Chatelard (bas)     | 40      | 1                            | 2.50                                 | 1                         | 2.50                              | Buissons mésophiles                              | Oui            | Moyenne                       |
| 4  | Engollon           | Bois d'Yé              | 152     | 3                            | 1.97                                 | 3                         | 1.97                              | Buissons mésophiles, ourlet nitrophile mésophile | Non            | Moyenne                       |
| 5  | Engollon           | Bois devant Vernet Sud | 152     | 3                            | 1.97                                 | 2                         | 1.32                              | Buissons mésophiles, ourlet nitrophile mésophile | Oui            | Moyenne                       |
| 6  | Les Hauts-Geneveys | Chapelet               | 44      | 1                            | 2.27                                 | 1                         | 2.27                              | Hêtraie  | Non            | Moyenne                       |
| 7  | Engollon           | Les Lancinges Ouest    | 152     | 1                            | 0.66                                 | 1                         | 0.66                              | Buissons mésophiles, ourlet nitrophile mésophile | Oui            | Moyenne                       |
| 8  | Engollon           | Engollon               | 40      | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Ourlet nitrophile mésophile                      | Oui            | Moyenne                       |
| 9  | Fontaines          | Mordigne (haut)        | 152     | 1                            | 0.66                                 | 1                         | 0.66                              | Saulaie buissonnante                             | Oui            | Moyenne                       |
| 10 | Fontaines          | Mordigne (milieu)      | 152     | 2                            | 1.32                                 | 2                         | 1.32                              | Clairière sur sol acide                          | Oui            | Moyenne                       |
| 11 | Boudexvilliers     | L'Oselière             | 44      | 1                            | 2.27                                 | 1                         | 2.27                              | Hêtraie  | Non            | Moyenne                       |
| 12 | Fontaines          | Mordigne (bas)         | 152     | 3                            | 1.97                                 | 3                         | 1.97                              | Buissons mésophiles                              | Oui            | Forte                         |
| 13 | Fontaines          | Ancienne STEP          | 156     | 2                            | 1.28                                 | 1                         | 0.64                              | Saulaie buissonnante                             | Oui            | Forte                         |
| 14 | Fontaines          | Nécherlettes           | 152     | 4                            | 2.63                                 | 4                         | 2.63                              | Hêtraie  | Oui            | Forte                         |
| 15 | La Côtière         | Les Arniers / STEP     | 40      | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Buissons mésophiles                              | Oui            | Forte                         |
| 16 | Boudexvilliers     | La Rosière             | 40      | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Végétation des rives                             | Oui            | Forte                         |
| 17 | Engollon           | Fin de Chardonnet      | 69      | 2                            | 2.90                                 | 1                         | 1.45                              | Buissons mésophiles                              | Oui            | Forte                         |
| 18 | Boudexvilliers     | Bois de Landeveux Nord | 156     | 3                            | 1.92                                 | 3                         | 1.92                              | Hêtraie  | Oui            | Moyenne                       |

| ID Commune        | Lieu-dit                | Nb d'UP | Nb de captures de mustélidés | Nb de captures de mustélidés/ 100 UP | Nb de captures d'hermines | Nb de captures d'hermines/ 100 UP | Végétation*                                      | Présence d'eau | Pression humaine |
|-------------------|-------------------------|---------|------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|--|----------------|------------------|
| 19 Boudexvilliers | Champ Clak              | 4       | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Saulaie buissonnante                             | Non            | Forte            |
| 20 Fontaines      | Pont de Espin           | 40      | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Buissons mésophiles                              | Oui            | Forte            |
| 21 Engallon       | Poël de Ratte           | 73      | 2                            | 2.74                                 | 2                         | 2.74                              | Buissons mésophiles                              | Oui            | Forte            |
| 22 Boudexvilliers | Boudexvilliers          | 4       | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Saulaie buissonnante                             | Oui            | Forte            |
| 23 Valangin       | Les Champs Ferret       | 69      | 2                            | 2.90                                 | 2                         | 2.90                              | Buissons mésophiles                              | Oui            | Forte            |
| 24 Boudexvilliers | La Erasse               | 44      | 1                            | 2.27                                 | 1                         | 2.27                              | Hêtraie  | Oui            | Moyenne          |
| 25 Boudexvilliers | Cottebor                | 73      | 3                            | 4.11                                 | 3                         | 4.11                              | Buissons mésophiles                              | Oui            | Moyenne          |
| 26 Boudexvilliers | Bois des Aigles         | 156     | 1                            | 0.64                                 | 1                         | 0.64                              | Hêtraie  | Non            | Faible           |
| 27 Valangin       | La Borcarderie          | 44      | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Aucune   | Oui            | Forte            |
| 28 Boudexvilliers | Bois du Milieu          | 156     | 3                            | 1.92                                 | 2                         | 1.28                              | Hêtraie  | Non            | Faible           |
| 29 La Côtère      | La Bellière             | 40      | 1                            | 2.50                                 | 0                         | 0.00                              | Buissons mésophiles, ourlet nitrophile mésophile | Oui            | Forte            |
| 30 Boudexvilliers | Bioley                  | 16      | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Buissons mésophiles                              | Oui            | Moyenne          |
| 31 Boudexvilliers | Le Breuil               | 44      | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Hêtraie  | Oui            | Forte            |
| 32 Boudexvilliers | Bois du Clos            | 144     | 4                            | 2.78                                 | 4                         | 2.78                              | Hêtraie  | Non            | Moyenne          |
| 33 Boudexvilliers | La Saugé                | 4       | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Buissons mésophiles                              | Non            | Forte            |
| 34 Boudexvilliers | Bottes                  | 156     | 1                            | 0.64                                 | 1                         | 0.64                              | Hêtraie  | Non            | Faible           |
| 35 Engallon       | Les Marquettes          | 112     | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Buissons mésophiles                              | Non            | Moyenne          |
| 36 Engallon       | Bois devant Vernet Nord | 112     | 1                            | 0.89                                 | 1                         | 0.89                              | Buissons mésophiles                              | Non            | Moyenne          |
| 37 Engallon       | Les Lancinges Est       | 112     | 0                            | 0.00                                 | 0                         | 0.00                              | Ourlet nitrophile mésophile                      | Non            | Forte            |
| 38 Fontaines      | Le Breuil               | 112     | 1                            | 0.89                                 | 1                         | 0.89                              | Frênaie  | Oui            | Moyenne          |
| 39 Fontaines      | Perreuse                | 112     | 2                            | 1.79                                 | 2                         | 1.79                              | Friche   | Non            | Moyenne          |



| ID           | Commune        | Lieu-dit  | Nb. d'UP    | Nb. de captures de mustélidés | Nb. de captures de mustélidés / 100 UP | Nb. de captures d'hermines | Nb. de captures d'hermines / 100 UP | Végétation <sup>o</sup>       | Présence d'eau | Pression humaine <sup>*</sup> |
|--------------|----------------|---|-------------|-------------------------------|--|----------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------|-------------------------------|
| 40           | Boudrevilliers | Murgier de la Jonchère                              | 112         | 5                             | 4.46                                   | 4                          | 3.57                                | Buissons mésophiles           | Non            | Moyenne                       |
| 41           | Fontaines      | Sous la Cible                                       | 108         | 4                             | 3.70                                   | 4                          | 3.70                                | Clairière sur sol acide       | Oui            | Moyenne                       |
| 42           | Engollon       | Forêt de Bonneville Ouest                           | 112         | 0                             | 0.00                                   | 0                          | 0.00                                | Hêtraie                       | Non            | Faible                        |
| 43           | Engollon       | Forêt de Bonneville Est                             | 112         | 0                             | 0.00                                   | 0                          | 0.00                                | Hêtraie                       | Oui            | Faible                        |
| 44           | Engollon       | Le Morguenet  | 33          | 0                             | 0.00                                   | 0                          | 0.00                                | Buissons mésophiles           | Oui            | Faible                        |
| 45           | Boudrevilliers | Bois de Landeveux Sud                               | 112         | 1                             | 0.89                                   | 1                          | 0.89                                | Buissons mésophiles           | Non            | Faible                        |
| 46           | Boudrevilliers | Le Chalet   | 112         | 1                             | 0.89                                   | 0                          | 0.00                                | Hêtraie                       | Oui            | Faible                        |
| 47           | Boudrevilliers | Dans le Bois du Clos                                | 112         | 0                             | 0.00                                   | 0                          | 0.00                                | Hêtraie                       | Non            | Faible                        |
| 48           | Engollon       | Les Lancinges Sud-Est                               | 79          | 0                             | 0.00                                   | 0                          | 0.00                                | Pâturage                      | Non            | Forte                         |
| 49           | Engollon       | Les Lancinges Sud-Ouest                             | 79          | 1                             | 1.27                                   | 0                          | 0.00                                | Pâturage                      | Non            | Moyenne                       |
| 50           | Engollon       | Bayerel Est   | 79          | 2                             | 2.53                                   | 2                          | 2.53                                | Buissons mésophiles           | Oui            | Faible                        |
| 51           | Engollon       | Bayerel Ouest                                       | 79          | 0                             | 0.00                                   | 0                          | 0.00                                | Hêtraie                       | Oui            | Forte                         |
| 52           | Boudrevilliers | Sagne Tanna   | 79          | 2                             | 2.53                                   | 2                          | 2.53                                | Buissons mésophiles           | Oui            | Forte                         |
| <b>Total</b> |                |   | <b>4608</b> | <b>65</b>                     | <b>1.41</b>                            | <b>57</b>                  | <b>1.24</b>                         |                               |                |                               |
|              | Boudrevilliers | 3 pièges itinérants <sup>Δ</sup> (région du Chalet) | <b>180</b>  | <b>0</b>                      | <b>0.00</b>                            | <b>0</b>                   | <b>0.00</b>                         | Ouverte (pâturages, cultures) | Non            | Faible                        |

<sup>o</sup> Les noms des associations végétales font référence à Delarze (1998). La description de chaque association est donnée dans le chapitre 2.

<sup>\*</sup> Pression humaine forte : routes principales, habitations ; moyenne : routes agricoles, chemins bétonnés, cultures ; faible : chemins agricoles et forestiers (non bétonnés), prairies, forêts. Les détails sont décrits dans le chapitre 2.

<sup>Δ</sup> Les trois pièges itinérants ont été ajoutés au tableau uniquement à titre informatif (voir discussion pour plus de détails).



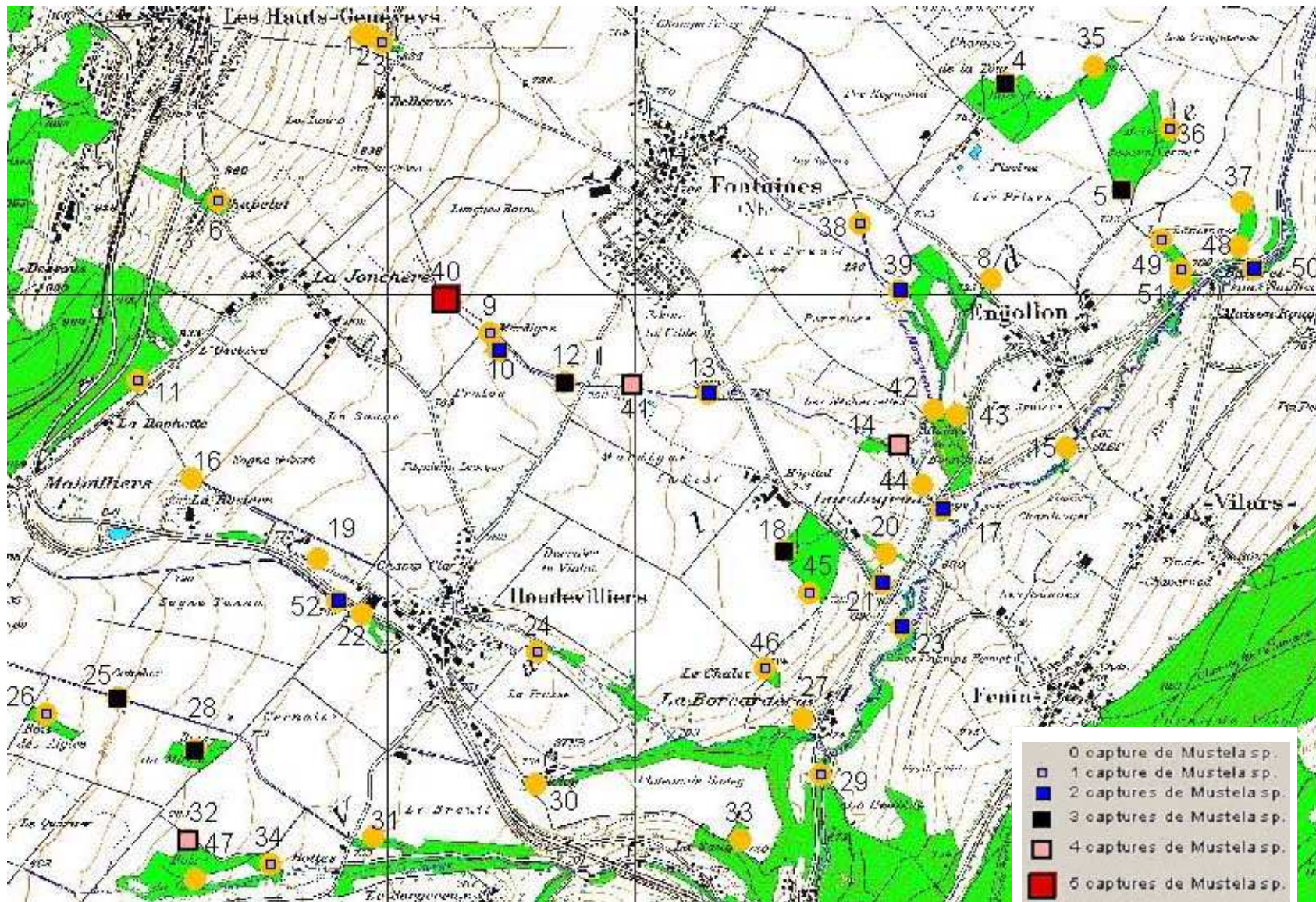


Planche 4 Nombre de captures de mustélidés (*Mustela* sp.) pour chaque emplacement

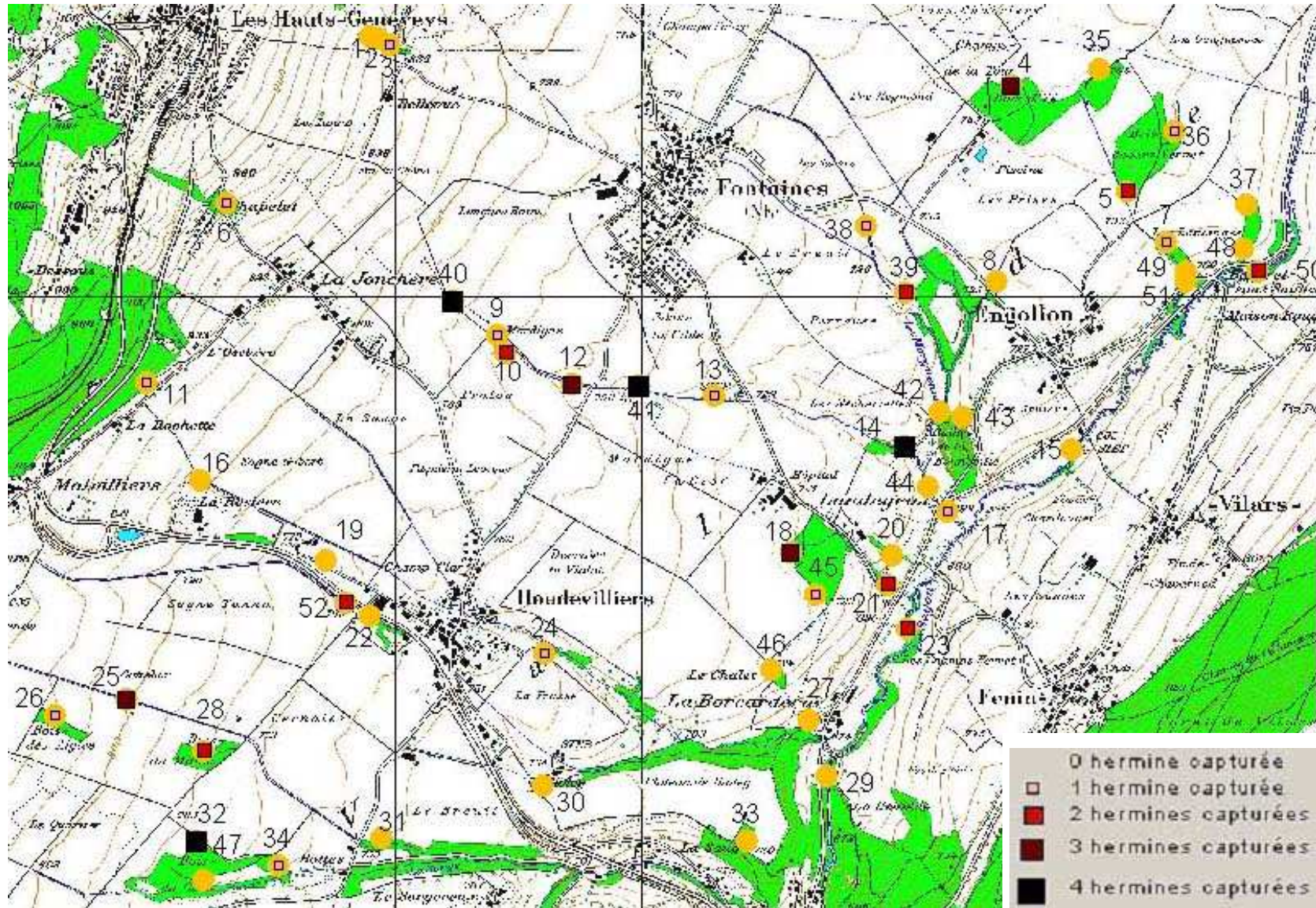
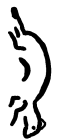


Planche 5 Nombre de captures d'hermines pour chaque emplacement



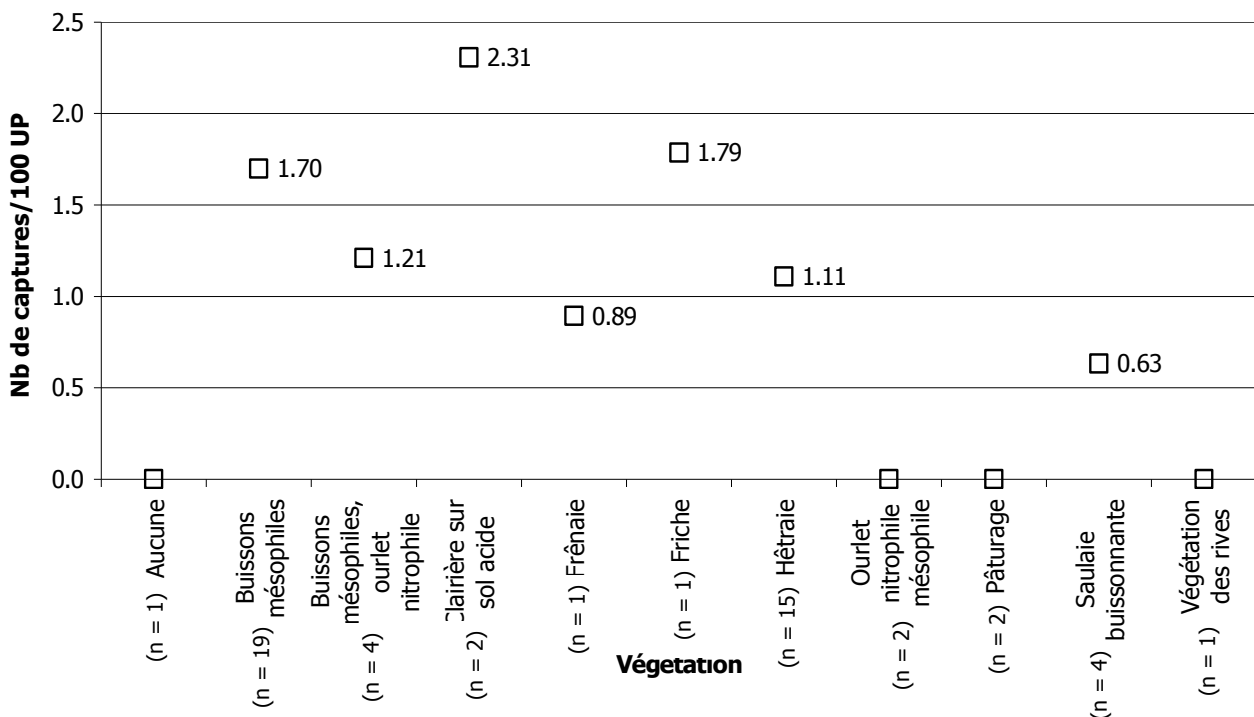
Selon le Tableau 3, les meilleurs sites sont les mêmes pour les captures de mustélidés et pour celles d'hermines (nombre de captures par 100 UP). Ce sont les emplacements N° 25, 40 et 41.

Les caractéristiques de ces emplacements sont les suivantes :

- Emplacement N° 25 : Canal partiellement revitalisé entouré de champs cultivés. Deux petites forêts, l'une au Sud-Ouest (Bois des Aigles) et l'autre au Sud-Est (Bois du Milieu), sont distantes de moins de trois cents mètres. Un chemin bétonné longe le canal.
- Emplacement N° 40 : Ancien murgier arborisé servant de relais dans un paysage d'agriculture relativement intensive, pas d'élément hydrographique superficiel.
- Emplacement N° 41 : Zone revitalisée possédant un étang recréé alimenté par un ruisseau. La végétation y est haute et un grand murgier (environ vingt mètres de long) est présent. C'est le murgier qui abrite le piège. Toute la zone est entourée de champs cultivés.

Pour savoir si l'environnement du site de piégeage influence favorablement ou défavorablement la présence des hermines, les trois composantes paysagères choisies ont été évaluées : le type de végétation dans lequel le piège se trouve, la présence ou l'absence d'eau à proximité immédiate et l'importance de la pression humaine.

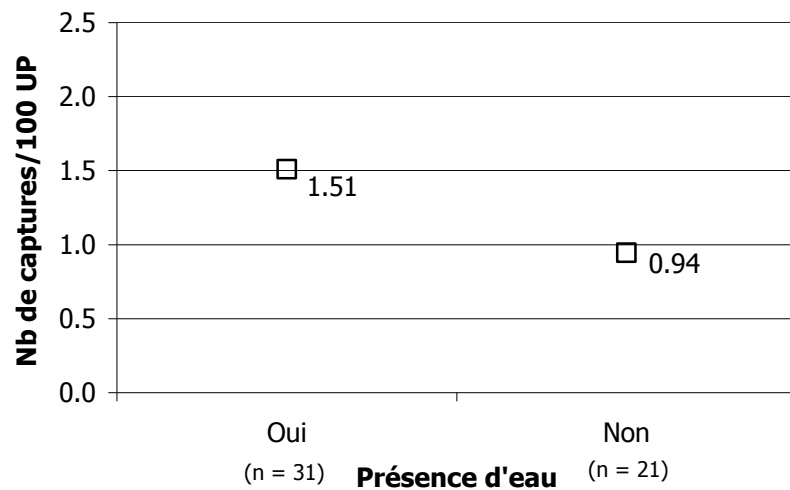
La Figure 21, la Figure 22 et la Figure 23 présentent le nombre de captures d'hermines par 100 UP pour les trois composantes paysagères mentionnées ci-dessus.



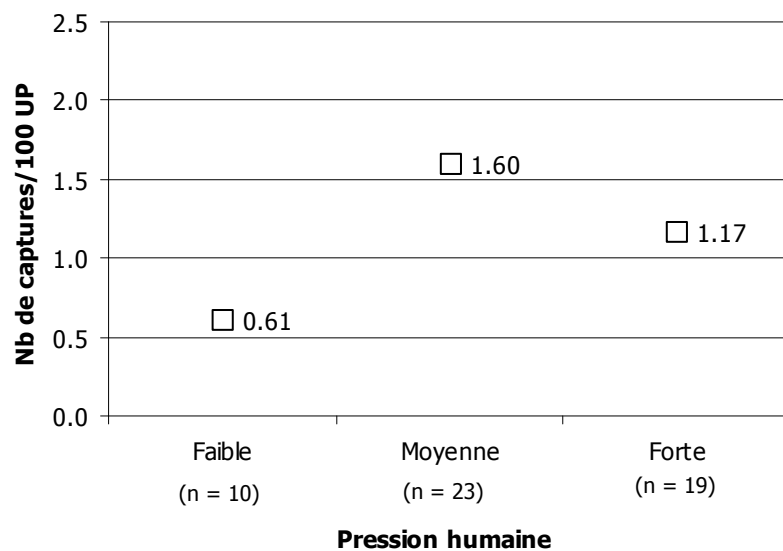
**Figure 21** Nombre de captures d'hermines par 100 UP pour chaque type de végétation



#### 4.1. Lieux de capture



**Figure 22** Nombre de captures d'hermines par 100 UP en présence ou en absence d'eau. La présence d'eau comprend les eaux stagnantes (étangs) et courantes (canaux, ruisseaux, rivière) présentes de manière permanente ou temporaire.



**Figure 23** Nombre de captures d'hermines par 100 UP en fonction de l'importance de la pression humaine

Afin d'évaluer la qualité des différents sites de captures, le test statistique de Kruskal-Wallis a été utilisé. Avec un K de 0.41, aucune des caractéristiques paysagères n'influence significativement le nombre de captures d'hermines.



En regardant la carte des sites de piégeage à une plus grande échelle, une évaluation du milieu peut être effectuée en tenant compte des régions décrites au chapitre 2. Pour ce faire, une comparaison des six régions est entreprise en tenant compte du nombre d'emplacements sans capture d'hermines.

**Tableau 4** Nombre d'emplacements sans aucune capture d'hermines selon les différentes régions du terrain d'étude

| Région       | Nombre total d'emplacements | Nombre d'emplacements sans capture | % des emplacements sans captures |
|--------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| <b>1</b>     | 7                           | 1                                  | 14.3                             |
| <b>2</b>     | 8                           | 1                                  | 12.5                             |
| <b>3</b>     | 15                          | 8                                  | 53.3                             |
| <b>4</b>     | 6                           | 3                                  | 50.0                             |
| <b>5</b>     | 4                           | 2                                  | 50.0                             |
| <b>6</b>     | 12                          | 8                                  | 66.7                             |
| <b>Total</b> | <b>52</b>                   | <b>23</b>                          | <b>46.0</b>                      |

Les régions 1 et 2 semblent plus favorables que les autres. La région 1 est la région avec le plus de hêtraies (71% de la surface). La région 2 est la seule sur sol acide. Ces zones ne sont pas les plus buissonneuses, avec respectivement 29% et 37% de la surface. La région 1 a majoritairement des sites de piégeage sans présence d'eau superficielle (71% des emplacements), alors que c'est le contraire pour la région 2 (86% des emplacements avec une présence d'eau superficielle). La pression humaine tend vers une pression faible pour la région 1 et vers une pression forte pour la région 2. Il est intéressant de chercher à savoir si ces paramètres jouent un rôle dans l'attractivité de ces régions sur les hermines. Ainsi, les comparaisons entre le nombre d'emplacements avec captures et le nombre d'emplacements sans capture d'hermines en fonction des trois paramètres retenus sont représentées ci-dessous.

**Tableau 5** Nombre d'emplacements avec et sans captures d'hermines en fonction du type de végétation

| Végétation                                       | Nombre d'emplacements avec captures | Nombre d'emplacements sans capture |
|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| Aucune   | 0                                   | 1                                  |
| Buissons mésophiles                              | 11                                  | 8                                  |
| Buissons mésophiles, ourlet nitrophile mésophile | 3                                   | 1                                  |
| Clairière sur sol acide                          | 2                                   | 0                                  |
| Frênaie  | 1                                   | 0                                  |
| Friche   | 1                                   | 0                                  |
| Hêtraie  | 9                                   | 6                                  |
| Ourlet nitrophile                                | 0                                   | 2                                  |
| Pâturage   | 0                                   | 2                                  |
| Saulaie buissonnante                             | 2                                   | 2                                  |
| Végétation de rives                              | 0                                   | 1                                  |
| <b>Total</b>                                     | <b>29</b>                           | <b>23</b>                          |



#### 4.1. Lieux de capture

Les données pour certaines associations végétales étant très faibles, des regroupements ont été effectués afin d'obtenir des valeurs suffisamment élevées pour effectuer un test statistique. Ainsi, en tenant compte des similitudes de végétation lors des regroupements, seules les forêts (frênaies et hêtraies) peuvent être comparées aux végétations buissonnantes (Tableau 6). Les tableaux ci-dessous, présentent les résultats des tests du Khi carré concernant l'évaluation de l'attractivité des emplacements des pièges selon les différents types de végétation (Tableau 6), en présence ou en absence d'eau (Tableau 7) et selon l'importance de la pression humaine (Tableau 8) aux différents emplacements des pièges.

**Tableau 6** Résultats du test du Khi carré ( $\chi^2$ ) pour les emplacements avec et sans captures d'hermines en fonction du type de végétation.

| Végétation                             | Nombre d'emplacements avec captures | Test du Khi carré ( $\chi^2_1$ ) | Nombre d'emplacements sans capture | Test du Khi carré ( $\chi^2_1$ ) |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Buissons mésophiles, ourlet nitrophile | 15                                  | 0.0000                           | 11                                 | 0.0001                           |
| mésophile, friche                      |                                     |                                  |                                    |                                  |
| Frênaie, hêtraie                       | 10                                  | 0.0001                           | 6                                  | 0.0001                           |
| <b>Total</b>                           | <b>25</b>                           |                                  | <b>17</b>                          | <b>0.0002</b>                    |

Ni les forêts, ni les végétations buissonnantes n'influencent significativement les captures d'hermines.

**Tableau 7** Résultats du test du Khi carré ( $\chi^2$ ) pour les emplacements avec et sans captures d'hermines en fonction de la présence ou de l'absence d'eau.

| Présence d'eau | Nombre d'emplacements avec captures | Test du Khi carré ( $\chi^2_1$ ) | Nombre d'emplacements sans capture | Test du Khi carré ( $\chi^2_1$ ) |
|----------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Oui            | 16                                  | 0.0066                           | 13                                 | 0.0083                           |
| Non            | 13                                  | 0.0083                           | 10                                 | 0.0105                           |
| <b>Total</b>   | <b>29</b>                           |                                  | <b>23</b>                          | <b>0.0338</b>                    |

La présence ou l'absence d'eau n'influence pas significativement les captures d'hermines.

**Tableau 8** Résultats du test du Khi carré ( $\chi^2$ ) pour les emplacements avec et sans captures d'hermines en fonction de l'importance de la pression humaine.

| Pression humaine | Nombre d'emplacements avec captures | Test du Khi carré ( $\chi^2_2$ ) | Nombre d'emplacements sans capture | Test du Khi carré ( $\chi^2_2$ ) |
|------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Forte            | 7                                   | 1.2205                           | 12                                 | 1.5389                           |
| Moyenne          | 17                                  | 1.3577                           | 6                                  | 1.7118                           |
| Faible           | 5                                   | 0.0597                           | 5                                  | 0.0753                           |
| <b>Total</b>     | <b>29</b>                           |                                  | <b>23</b>                          | <b>5.9638</b>                    |

Il n'y a aucune différence significative entre les différentes intensités de pression humaine.



En comparant uniquement les pressions humaines forte et moyenne, les résultats sont les suivants (Tableau 9) :

**Tableau 9** Résultats du test du Khi carré ( $\chi^2$ ) pour les emplacements avec et sans captures d'hermines en fonction d'une pression humaine forte ou moyenne

| Pression humaine | Nombre d'emplacements avec captures | Test du Khi carré ( $\chi^2_1$ ) | Nombre d'emplacements sans capture | Test du Khi carré ( $\chi^2_1$ ) |
|------------------|-------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Forte            | 7                                   | 0.9047                           | 12                                 | 1.1407                           |
| Moyenne          | 17                                  | 1.0518                           | 6                                  | 1.3262                           |
| <b>Total</b>     | <b>24</b>                           |                                  | <b>18</b>                          | <b>4.4234</b>                    |

Il existe une différence significative : une pression humaine forte est défavorable à la capture d'hermine.

### Discussion :

Par comparaison avec les travaux faits précédemment au Val-de-Ruz, le nombre moyen d'UP par capture d'hermines (80.84) durant cette étude est dans les plus élevés. Weber (1986) a obtenu le nombre le plus bas avec 25.9 UP/capture. Viennent ensuite Debrot (1982) avec 49.5 UP/capture et Vermot (1998) avec 96 UP/capture. Dans les autres régions de Suisse, Debrot (1982) a obtenu 40.2 UP/capture à la Brévine, Hebeisen (2003) 113.6 pour une région de plus haute altitude au Val-de-Ruz et Marchesi (1983) 23.2 dans les Préalpes vaudoises. En Nouvelle-Zélande, King et McMillan (1982) signalent de 9 à 125 UP par capture d'hermines selon les fluctuations de population.

Cependant, selon Alterio (1998) repris et complété par Cuthbert et Sommer (2002), le taux de captures ne peut pas être utilisé valablement comme index d'abondance pour comparer des zones à densité de proies différentes. En effet, selon ces auteurs, le nombre de captures dépend du nombre de proies disponibles. Lorsque la densité des proies est faible, les captures d'hermines sont plus élevées. Debrot (1981 et 1983) a obtenu des résultats différents en capturant plus d'hermines lorsque les densités de population d'*Arvicola terrestris scherman* étaient élevées.

En comparant les valeurs pour le Val-de-Ruz, la densité de population des hermines entre 2001 et 2004 semble plutôt faible. Comme, selon Debrot (1982), les populations du Val-de-Ruz ne fluctuent pas ou très peu, il est à craindre que la population d'hermines au Val-de-Ruz diminue depuis une vingtaine d'années.

Un taux de captures d'hermines par 100 UP de 1.24 se situe en dessous de la moyenne nationale (2.44 captures/100 UP). Pour le Val-de-Ruz, Hebeisen (2003) a obtenu 0.88 captures/100 UP, Vermot (1998) 1.04, Debrot (1982) 2.02 et Weber (1986) 3.86. A la Brévine, Debrot (1982) a obtenu 2.49 captures/100 UP et Marchesi (1983) 4.32 dans les Préalpes vaudoises. L'effort de piégeage important dans cette étude confirme la relative faible densité de population actuelle évoquée ci-dessus. Par rapport aux travaux menés en Nouvelle-Zélande, cette étude se situe également en dessous de la valeur moyenne de 2.40 captures/100 UP données par les recherches ci-dessus. Cuthbert et Sommer (2002) ont obtenu 0.82 captures par 100 UP en été et 0.37 au printemps, Purdey et al. (2004) ont eu un nombre de captures variant de 0.6 à 7.8 captures par 100 UP en été, selon les mois et les



#### 4.1. Lieux de capture

régions étudiées. Ce qui montre que les valeurs peuvent fortement varier en fonction de la période à laquelle est entreprise l'étude.

Dans le Tableau 3, plus le nombre de captures par 100 UP est élevé, plus le site de piégeage est efficace. Le site le plus étonnant est l'emplacement N° 25. Cette zone est très fréquentée par les véhicules agricoles, les cavaliers, les cyclistes, les promeneurs et leurs chiens puisque le chemin bétonné longe directement le canal. Le piège était posé très proche du chemin, trop proche même puisqu'il a disparu à trois reprises. La forte fréquentation humaine de cet endroit ne semble pas défavorable à la présence des hermines. En effet, deux observations directes d'hermines en déplacement ont été faites aux environs de l'emplacement N° 25 lors des tournées de contrôle des pièges. Cependant, la plupart des mouvements ont certainement lieu lorsque les alentours sont peu fréquentés par les humains. En 1973, Jensen et Jensen parlaient déjà de captures fréquentes d'hermines proches des bâtiments ou de zones d'élevage de canards et de faisans, au Danemark.

Les trois pièges itinérants ont été ajoutés au Tableau 3 uniquement à titre informatif. Comme ces pièges n'ont pas été présents durant toute la durée de l'étude et qu'ils ont un statut particulier puisqu'ils ont été déplacés en fonction des activités agricoles, ils n'ont pas été inclus dans les statistiques. Malgré le fait que ces pièges n'aient pas permis de captures d'hermines, les milieux ouverts, et les cultures en particulier, peuvent occasionnellement être attractifs pour les hermines puisqu'une observation de chasse a été effectuée dans un champ de maïs (jeunes plantes de 10 à 20 cm de haut) lors de suivis télémétriques le 15 juillet 2004. Des traces sur neige en milieu ouvert ont également été observées dans la région de Mordigne (558470/209790) et de Perreuse (560000/210200) durant l'hiver 2002-2003, ainsi que dans la région d'Engollon, Les Arniers (560400/209500, C. Mermod, communication personnelle)

La Figure 21 montre que les friches et les buissons sont favorables aux hermines. Certaines études (Erlinge 1981, Buret 1983, Debrot et Mermod 1983, Marchesi 1983, Vermot 1998) montrent que les milieux variés sont intéressants pour l'étude des hermines. Les milieux couverts et non banalisés, les haies ou encore les lisières, semblent favorables pour de nombreux petits animaux, proies ou prédateurs (Delattre 1987, Meia 1995, Pasitschniak-Arts et Messier 1998, Brooks 2000, Raoul et al. 2001, Hebeisen 2003). Les pièges itinérants (Tableau 3) montrent que les milieux ouverts ne paraissent pas aussi attractifs. Par contre, la Figure 21 montre clairement une dominance de l'attractivité de la végétation des clairières sur sol acide pour la capture d'hermines. Il semble donc que l'environnement global d'une région ait plus d'importance que la végétation à proximité immédiate du piège. La suite de ce travail (chapitre 4.11) présentera le comportement de l'hermine vis-à-vis de certaines structures paysagères et définiront, si possible, les zones les plus favorables du terrain d'étude (chapitre 4.12).

La Figure 22 démontre une prédominance des captures dans les sites présentant des éléments hydrographiques superficiels. Le putois est un petit mustélidé bien connu pour être attiré par les éléments hydrographiques superficiels, surtout lorsque les amphibiens sont abondants (Eiberle et Matter 1985a, Weber 1988, 1989a et 1989b). A la différence du putois, les hermines ne sont pas significativement attirées par l'eau superficielle (Tableau 7).



La Figure 23 montre que la pression humaine n'est pas un facteur dissuasif pour l'hermine. On s'attend traditionnellement à voir un nombre plus important d'animaux dans les zones éloignées de la pression humaine. Cependant, on connaît trop bien les ennuis engendrés par l'augmentation de prédateurs dans les villes (renards et blaireaux en Suisse, ours et autres prédateurs dans d'autres pays). Ceci montre bien que la société humaine n'effraie pas les prédateurs. Elle aurait même tendance à les attirer par les déchets qu'elle laisse à l'abandon. D'ailleurs, les sites privilégiés par certains biologistes pour de l'affût nocturne se situent en périphérie des camps dans les réserves africaines, de préférence proche des zones de collecte des déchets (G. Berthoud communication personnelle). Cette proximité humaine a été mise en évidence par Weber (1989b) qui a observé des putois dormir et même élever leurs jeunes dans des bâtiments ou des écuries. Hebeisen (2003) a également suivi par télémétrie des animaux dans des loges pour le bétail. Le test statistique du Khi carré (Tableau 9) confirme qu'une pression humaine d'importance moyenne est même favorable à la présence des hermines.

Les tests statistiques portant sur les autres composantes paysagères retenues ne montrent aucun résultat significatif. Aussi, est-il difficile de dire quel facteur est important pour l'hermine, plusieurs facteurs combinés entrant certainement en ligne de compte. En plus de la disponibilité en proies et en partenaires sexuels selon la saison, les milieux offrant des abris (pour le repos, l'élevage des jeunes et la protection contre les prédateurs) et des zones à explorer (trous de toute sorte pouvant abriter des proies) sont privilégiés. Le murgier est un exemple typique de ce type de milieu et semble en effet attractif pour les petits mustélidés. Dans la présente étude, trois des cinq captures de belettes (60%) et 18 captures d'hermines (31.6%) ont été faites dans ou à proximité immédiate de murgiers. Cela expliquerait, au moins en partie, l'attractivité des emplacements N° 40 et 41 mise en évidence dans le Tableau 3.

Comme dit plus haut, d'autres facteurs qui ne sont pas en relation directe avec l'environnement proche du piège jouent probablement un rôle sur la présence de l'hermine. Par exemple la présence de couloirs (corridors) reliant deux ou plusieurs zones favorables, la présence de forêts ou d'eau dans un rayon plus grand que celui entourant immédiatement le piège pourraient influencer les densités des populations locales (voir chapitre 4.11).

Selon le Tableau 4, les régions 1 et 2 sont les plus favorables pour la capture d'hermines. Leur végétation si différente l'une de l'autre pourrait influencer le nombre ou la présence de certaines espèces proies.

Il est connu que les hermines dépendent des rongeurs (Erlinge 1973, 1974) et que les populations des différentes espèces de rongeurs sont influencées, entre autre, par le type de végétation. Selon de nombreux auteurs (Klimov 1940, Day 1968, Erlinge 1975a et b, Fitzgerald 1977, Erlinge 1981, Pulliainen 1981, King 1983a, Delattre 1983 et Jedrezejewski et Jedrezejewska 1993), l'hermine est décrite comme un prédateur spécialiste. Elle devrait donc mettre ses faveurs sur un environnement favorisant sa proie principale. Ceci ne semble pas le cas dans cette étude puisque les tests statistiques (Tableau 6 à Tableau 8) ne démontrent aucun site significativement plus favorable que les autres. Ceci, par contre, corrobore les résultats de Debrot (1982) qui démontrent que l'hermine n'a pas le même comportement d'alimentation



#### 4.1. Lieux de capture

selon les régions étudiées : à la Brévine, les hermines démontrent un comportement de prédateurs spécialistes avec de fortes fluctuations de populations suivant celles de la proie principale (*Arvicola terrestris scherman*) et au Val-de-Ruz, les hermines fluctuent beaucoup moins et présentent un régime alimentaire plus généraliste. Certains auteurs ont également décrit l'hermine comme un prédateur à tendance généraliste (King et Moors 1979, Raymond et Bergeron 1986, Weber 1986, Korpimäki et al. 1991, Lodé 1991, Tapper 1992, Klemola et al. 1999 et King et al. 2001). Le chapitre 4.9 sur le régime alimentaire complétera cette discussion.



## 4.2. L'hermine et ses compétiteurs

Les compétiteurs de l'hermine n'ont pas été étudiés spécifiquement. Seules les observations faites durant les sorties dans le terrain ont été enregistrées.

### Résultats :

Certains compétiteurs supposés de l'hermine ont été régulièrement observés. Les plus fréquents sont les buses variables *Buteo buteo* (572 observations), les faucons crécerelles *Falco tinnunculus* (302 observations), les hérons cendrés *Adrea cinerea* (175 observations), les milans noirs *Milvus nigrans* (176 observations) et royaux *M. milvus* (69 observations), de manière saisonnière, ainsi que les renards *Vulpes vulpes* (51 observations). Moins fréquemment, d'autres espèces de compétiteurs ont été rencontrées, telles que le faucon hobereau *Falco subbuteo*, l'épervier d'Europe *Accipiter nisus*, le busard Saint-Martin *Circus cyaneus*, le grand corbeau *Corvus corax*, la belette *Mustela nivalis*, le putois *Mustela putorius*, la fouine *Martes foina* ou encore le blaireau *Meles meles*. Les chats domestiques ou harets *Felis catus* (non recensés) n'ont pas été souvent rencontrés mais il est connu qu'ils sont très présents dans les abords des fermes et des villages. Ils peuvent donc également entrer en compétition avec les hermines. De plus, dix-neuf observations, visuelles et sonores, de rapaces nocturnes ont été recensées. Elles concernent des hiboux moyen-ducs *Asio otus*, des chouettes hulottes *Strix aluco* et des effraies des clochers *Tyto alba*. Tous ces compétiteurs, aviens ou terrestres, sont des prédateurs de micromammifères (Weber et al. 2002) et ont pour proie principale ou annexe une ou plusieurs espèces de rongeurs.

Dans ce chapitre, une comparaison est faite entre le nombre moyen de captures d'hermines, le nombre moyen de captures de rongeurs et le nombre moyen d'observations des compétiteurs pour chaque mois, années séparées et années confondues.

Dans les figures qui suivent, les données *hermines* concernent les cinquante-sept captures et deux hermines inconnues observées dans le terrain d'étude. Sont considérés comme *compétiteurs* de l'hermine les *mammifères* et les *oiseaux* prédateurs observés dont les espèces sont nommées ci-dessus. Les *rongeurs* recensés sont ceux qui ont été capturés dans les pièges suédois. Dans ces figures, les moyennes des valeurs sont représentées ainsi que leur intervalle de confiance à 95%.

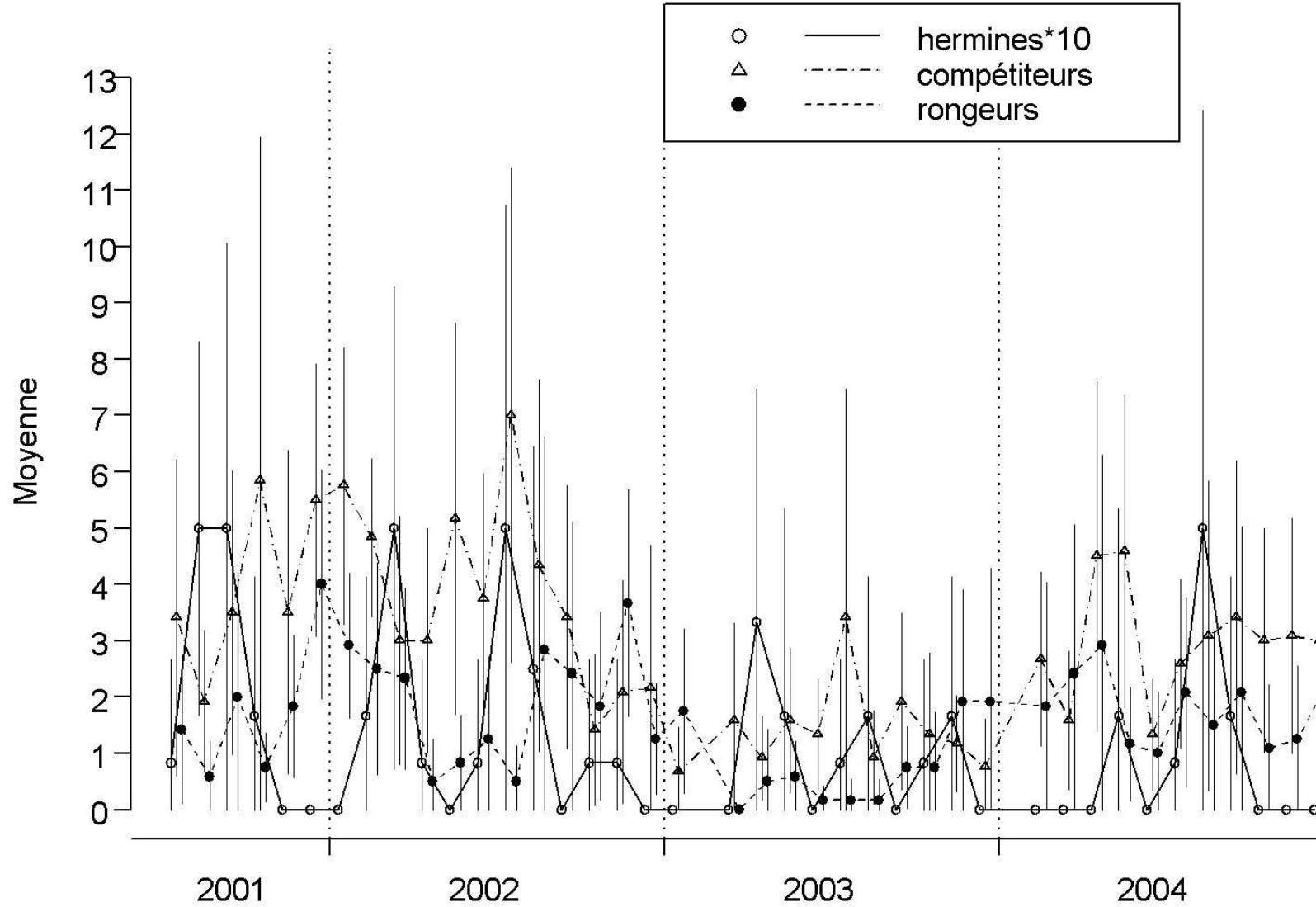
Pour la Figure 24 et la Figure 26, le nombre de relevés est de 12 pour chaque mois, sauf les mois de février 2003 et janvier 2004. Pour des raisons d'enneigement, aucune séance de capture n'a pu être effectuée à ces dates-là. Ainsi, le nombre total de données (N) est de 480.

Pour la Figure 25 et la Figure 27, le nombre de relevés est de 24 pour les mois de janvier et février et de 36 pour tous les autres mois (N = 480).

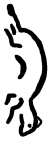
Les oiseaux migrateurs sont observés de manière irrégulière au Val-de-Ruz. Par exemple, les observations de milans noirs passent de quatre en automne (zéro en hiver) à huitante-trois au printemps et huitante-neuf en été, alors que les milans royaux sont plus fréquents au printemps (trente-quatre observations) et en automne (vingt-deux) par rapport à l'été (onze) et à l'hiver (deux observations).

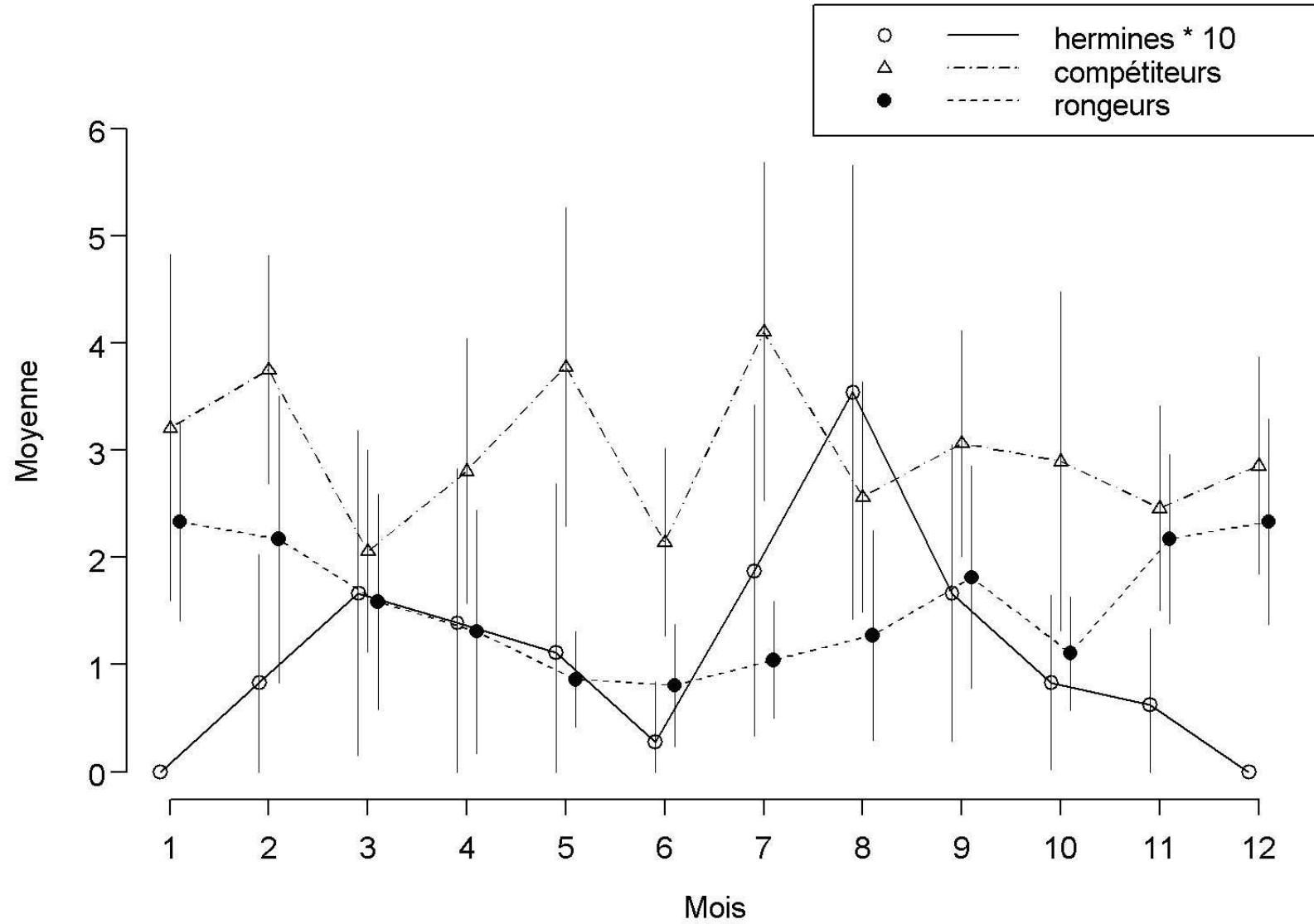
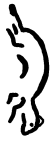


Note : Pour rendre les figures 24 à 27 plus lisibles, les données hermines ont été multipliées par dix et les valeurs des différents groupes faunistiques sont reliées entre elles.

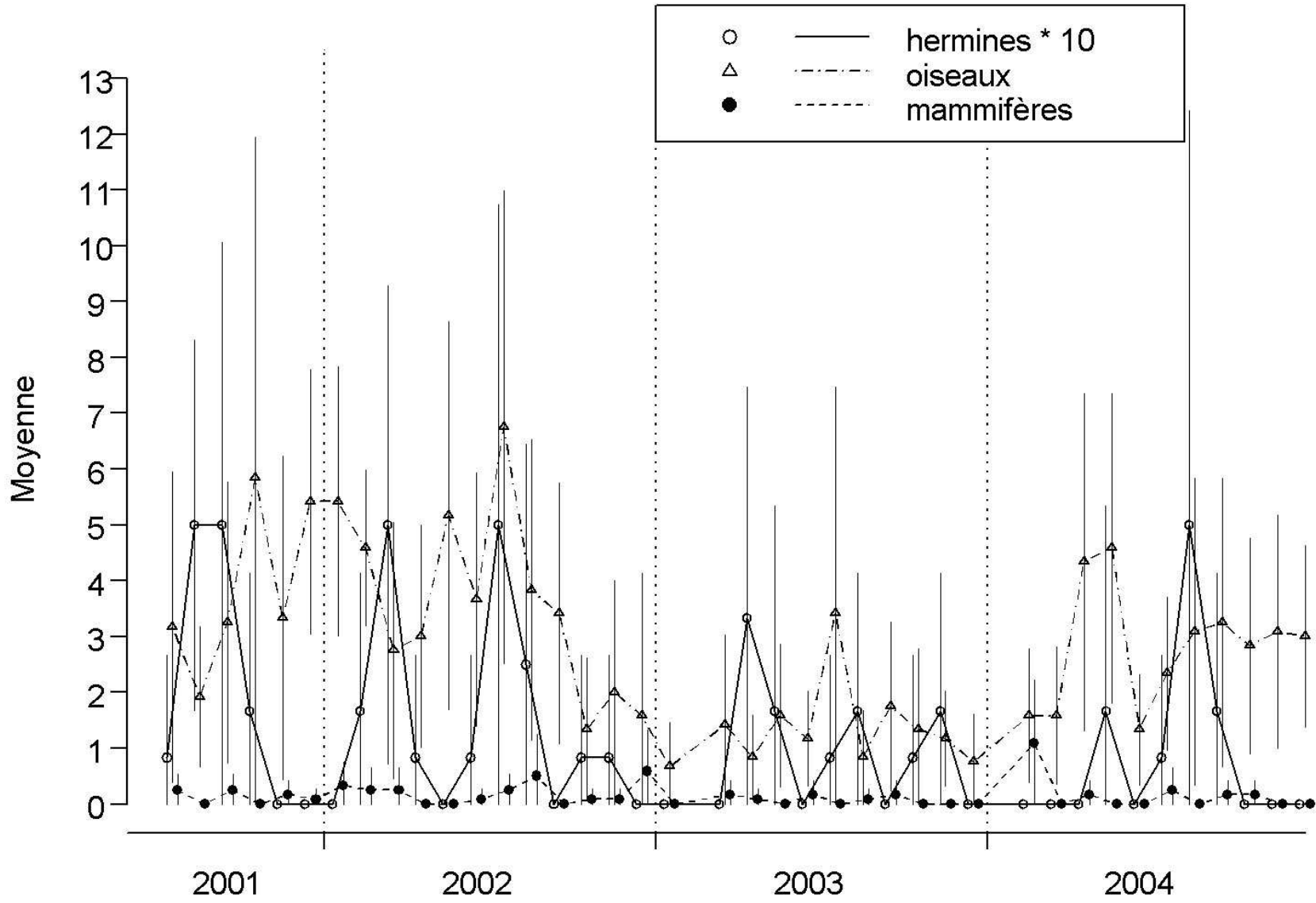
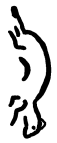


**Figure 24** Moyennes mensuelles des hermines, des rongeurs capturés et des compétiteurs observés. Les barres verticales indiquent l'intervalle de confiance à 95% de la moyenne.

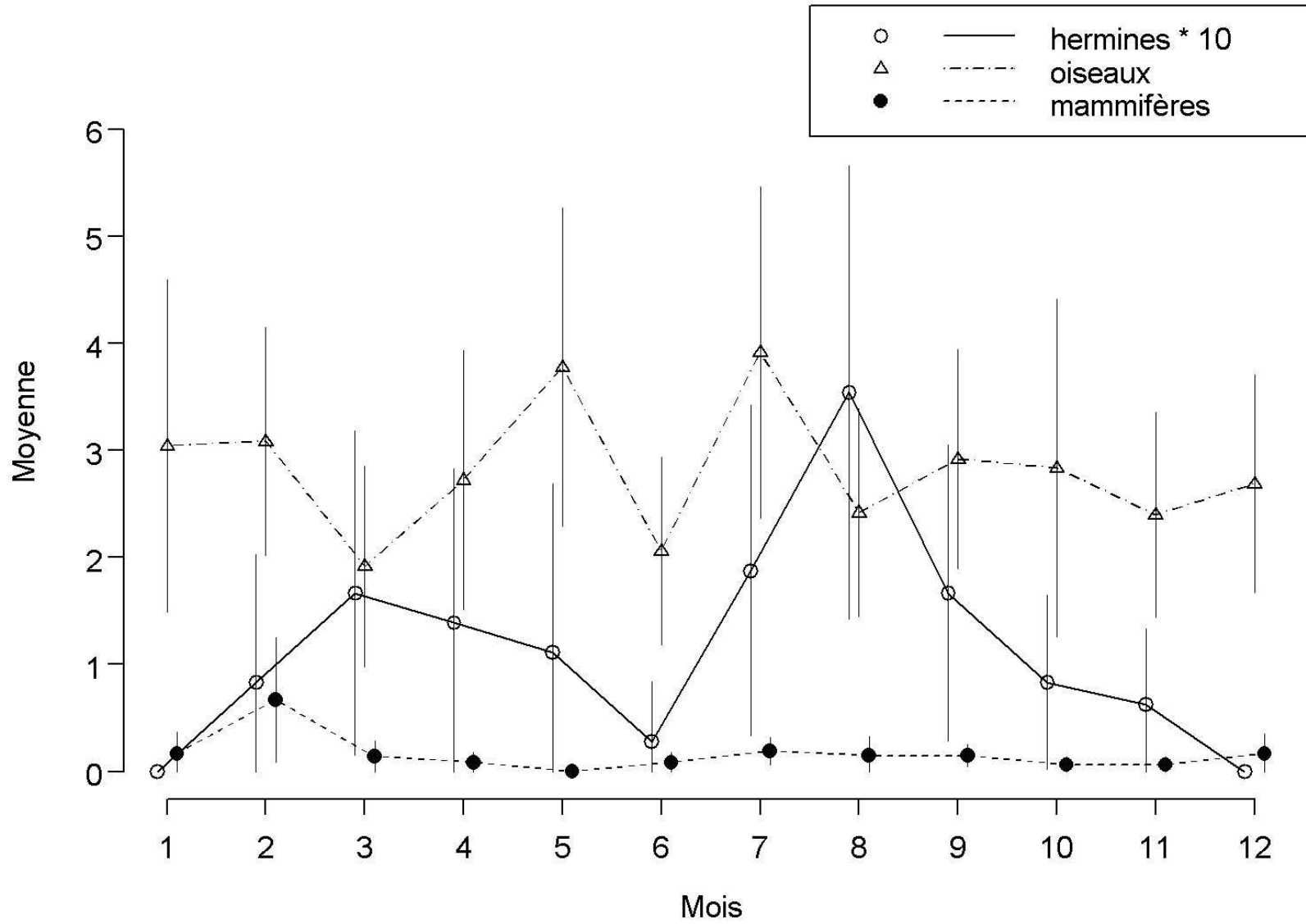
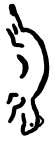




**Figure 25** Moyennes pour chaque mois, années confondues, des hermines, des rongeurs capturés et des compétiteurs observés. Les barres verticales indiquent l'intervalle de confiance à 95% de la moyenne.



**Figure 26** Moyennes mensuelles des hermines, des oiseaux et des mammifères compétiteurs observés. Les barres verticales indiquent l'intervalle de confiance à 95% de la moyenne.



**Figure 27** Moyennes pour chaque mois, années confondues, des hermines, des oiseaux et des mammifères compétiteurs observés. Les barres verticales indiquent l'intervalle de confiance à 95% de la moyenne.

### **Discussion :**

Dans les figures présentées ci-dessus, les valeurs moyennes observées sont relativement faibles. Il n'est donc pas aisé d'en tirer des conclusions. Certaines tendances peuvent, cependant, être dessinées.

On constate que, globalement, les observations des compétiteurs de l'hermine diminuent entre 2001 et 2004, avec une chute relativement importante durant l'hiver 2002-2003. Toute l'année 2003 présente un nombre d'observations plus faible que les autres années (Figure 24).

Le nombre moyen de captures de rongeurs dans les pièges suédois ne montre aucune corrélation directe avec la présence des prédateurs. Cependant, la fin de l'année 2002 et l'année 2003 présentent également une baisse des rongeurs capturés.

Dans la littérature, plusieurs théories sont présentées : Alterio et al. (1999) ont mis en évidence que le taux de captures des hermines dépend de la disponibilité en proies ; Powel et Zielinski (1983), King (1981a, 1983b), Erlinge (1983a et b, 1986), Korpimäki et Norrdahl (1991), Jedrzejewski et al. (1995), ainsi que King et al. (2003) mettent en évidence l'impact des petits mustélidés, ou d'autres prédateurs, sur les populations de micromammifères ; Debrot (1982) et Weber et al. (2002) pensent quant à eux que ce sont les populations de rongeurs qui régulent celles des prédateurs.

Sur la base des résultats de la présente étude, il n'est pas possible d'affirmer que la population des hermines fluctue en relation avec celle des rongeurs, comme cela a été mis en évidence par les auteurs cités ci-dessus. De plus, une analyse de ces fluctuations, pour être représentative, devrait être faite à partir d'une étude menée sur un plus grand nombre d'années et sur un nombre plus important de captures.

La Figure 24 présente un taux moyen de captures d'hermines stable, et relativement bas, sur toute la durée de l'étude.

La Figure 25 montre les moyennes des observations pour chaque mois, toutes les années confondues. Le taux de captures des hermines est le plus élevé aux mois d'août et de septembre, période correspondant à la dispersion des jeunes mâles d'abord, puis des jeunes femelles et/ou à une nouvelle période de recherche de partenaires sexuels. Cependant, ces périodes semblent plus tardives que celles qui sont décrites dans la littérature (Debrot 1982, Sandell 1985, Tapper 1992, Meia 1995, Samson et Raymond 1998). Ces auteurs décrivent la période de naissance des hermines entre la fin du mois de mars et celle du mois de juin, avec la période de dispersion des jeunes débutant trois mois après leur naissance, soit à partir du mois de juillet déjà.

Une autre période semble intéressante pour les captures d'hermines : le mois de mars, correspondant à la période de reprise de la spermatogenèse (van Soest et van Bree 1970, Danilov et Tumanov 1972) et d'une augmentation des déplacements des mâles (Klimov 1940, Erlinge 1973, Debrot et Mermod 1983).

Les rongeurs sont nettement moins capturés à la fin du printemps et au début de l'été. Ce qui peut être une conséquence de la raréfaction de la nourriture et d'une pression de prédation importante en début de printemps. La fin de l'été montre une augmentation du taux de captures liée probablement aux conséquences d'une



nouvelle période de reproduction. En Suisse, les populations de rongeurs atteignent leur maximum en automne (Mermod 1969, Debrot 1982, Saucy 1988, Claude 1995, Vogel 1995a). Le même phénomène a été observé en Suède (Erlinge et al. 1983), dans le parc national de Bialowieza en Pologne (Jedrzejewski et Jedrzejewska 1993) et en Nouvelle Zélande (King 1983b).

En 1964, Mermod (1969) a observé une baisse brutale et importante de la population d'*Apodemus flavicollis* dès le mois d'octobre. Quasiment le même phénomène s'est produit à l'automne 1967. Mermod explique cette brusque diminution de population en partie par des facteurs météorologiques mais surtout par une diminution de la disponibilité en ressources alimentaires. La diminution du nombre moyen de captures de rongeurs pour les mois d'octobre de la présente étude (Figure 25) est peut-être due à une situation similaire.

Le taux de compétiteurs est très élevé durant les mois de février, mai et juillet, et est lié à l'arrivée des prédateurs migrateurs (voir ci-dessous discussion de la Figure 27).

La Figure 26 montre que la diminution des compétiteurs évoquée à la Figure 24 est en fait due à une baisse importante de la présence des oiseaux à partir de l'été 2002. Leur présence durant l'hiver 2001-2002 est nettement plus élevée que durant les hivers suivants. Cette présence de prédateurs aviens est certainement en relation avec une importante population de rongeurs qui était mise en évidence par le nombre moyen élevé de captures de micromammifères durant l'hiver 2001-2002 (Figure 24). Les fluctuations importantes des observations d'oiseaux sont dues à leur capacité de se déplacer très rapidement (Weber et al. 2002), bien plus rapidement que les mammifères, pour rechercher de meilleurs terrains de chasse quand les rongeurs se font rares ou que la compétition augmente.

L'observation des mammifères compétiteurs reste relativement stable, et faible, sur toute la durée de l'étude.

La Figure 27 confirme que les informations livrées par la Figure 25 sont fortement influencées par les oiseaux. Seuls les mois de février sont légèrement influencés par les observations de mammifères (renards et fouines en particulier). Les variations des observations d'oiseaux au printemps et en été confirment l'hypothèse émise à la Figure 25 : ce sont bien les oiseaux migrateurs, et les milans en particulier, qui font fortement varier la courbe des compétiteurs. En février, c'est le nombre de hérons cendrés qui augmente fortement. Ces derniers ont une présence irrégulière dans le terrain d'étude et la plupart du temps inversement proportionnelle à la présence des milans. A noter que les milans royaux ne semblent pas nicheurs au Val-de-Ruz, au contraire des milans noirs ([www.vogelwarte.ch](http://www.vogelwarte.ch)) et les hérons cendrés.

Comme les prédateurs aviens sont beaucoup plus faciles à observer que les mammifères, la présence des mammifères est, dans tous les cas, sous-estimée.

Les résultats présentés ici ne permettent pas de confirmer ce qui a été observé dans d'autres pays, ni au Val-de-Ruz dans les études précédentes, en ce qui concerne la relation proies-prédateurs et les fluctuations de leurs populations respectives. Il n'y a en effet aucune relation significative ( $r_s = 0.16$ ,  $p = 0.32$ ) entre le nombre moyen de rongeurs capturés par mois et le nombre moyen d'oiseaux compétiteurs de l'hermine observés. Il n'y a également aucune relation entre le taux de captures d'hermines et les compétiteurs aviens observés.



#### 4.2. L'hermine et ses compétiteurs

Le nombre de captures d'hermines qui diminue de 2001 à 2004 pourrait confirmer la baisse générale du nombre de prédateurs dans la région comme le montre la Figure 24 ou pourrait représenter la diminution normale d'une population qui aurait subi un pic de croissance l'année précédant le début de l'étude. Cette hypothèse n'est pas retenue, vu ce qui a été discuté au chapitre 4.1. Ces phénomènes cycliques ont été richement décrits par les auteurs cités plus haut. Selon Meia (1995), les effectifs de la population d'hermines en Suisse sont actuellement en diminution. Il reste à espérer que la diminution observée du nombre de captures n'est pas représentative d'un éventuel déclin local.



### 4.3. Rythme d'activité

Le rythme d'activité est déterminé par l'heure de capture. L'heure exacte de la capture d'un animal n'est généralement pas connue, excepté si le piège est muni d'une caméra, d'un piège photographique ou d'un détecteur électronique de fermeture. Ce qui n'a pas été le cas dans cette étude. Ainsi, et comme c'est le cas traditionnellement, l'heure de capture correspond à l'heure du contrôle du piège. Comme la capture s'est faite avant l'heure relevée, les valeurs données dans ce chapitre sont considérées comme des maxima.

Dans la première partie de ce chapitre, les individus sont classés selon le jour et le mois de leur capture, sans tenir compte de l'année, le but étant de rechercher des variations saisonnières. Dans la seconde partie, les résultats de télémétrie sont présentés. Une recherche de différences saisonnières entre les périodes d'activité est entreprise.

#### Résultats :

Les captures d'hermines se répartissent de la manière suivante : sept captures le matin et cinquante le soir. Avec un Khi carré de 32.46, il y a une différence significative en faveur des captures vespérales.

L'heure de capture de chaque individu permet de déterminer le nombre d'heures de nuit et de jour écoulées avant la capture. Le nombre d'heures de jour est calculé à partir de l'heure d'aurore (document CCO<sup>♦</sup>) et le nombre d'heures de nuit à partir de l'heure de crépuscule (document CCO). Les individus découverts dans un piège avant le crépuscule sont considérés comme des captures précédées d'aucune heure de nuit.

Des valeurs moyennes ont été calculées pour le nombre d'heures de jour et de nuit précédant les captures. Les détails sont présentés dans l'Annexe 5.

Le Tableau 10 présente le récapitulatif saisonnier du nombre de captures d'hermines, du nombre moyen d'heures de nuit et de jour avant capture, ainsi que la différence entre ces moyennes.

**Tableau 10** Récapitulatif saisonnier des moyennes des heures de nuit et de jour précédant les captures d'hermine

| Saison    | Nb de captures d'hermines | Moyenne des heures de nuit avant capture* | Moyenne des heures de jour avant capture | Différence |
|-----------|---------------------------|---|--|------------|
| Printemps | 15                        | 4h33±5h04                                 | 12h18±3h27                               | 7h45       |
| Eté       | 26                        | 8h17±0h47                                 | 13h26±2h43                               | 5h09       |
| Automne   | 14                        | 5h41±6h43                                 | 10h33±3h13                               | 4h52       |
| Hiver     | 2                         | 13h15±0h00                                | 5h20±5h18                                | 7h55       |

\* Dans le calcul de ces moyennes, les captures sans heure de nuit n'ont pas été prises en compte

Comme les heures d'aurore et de crépuscule ne correspondent en général pas au heures de lever et de coucher du soleil, les captures d'hermines ont également été analysées en fonction de ce paramètre, relevé précisément pour le terrain d'étude à

♦ Document fourni par le Centre de Coordination Ouest (CCO) pour l'étude et la protection des chauves-souris, p.a. Musée d'Histoire Naturelle, La Chaux-de-Fonds.



#### 4.3. Rythme d'activité

l'aide du GPS. Un test binomial a été effectué pour chaque saison. Les résultats sont présentés dans le Tableau 11.

**Tableau 11** Nombre de captures saisonnières d'hermines avant le coucher et avant le lever du soleil

| Saison       | Nb de captures avant le coucher du soleil | Nb de captures avant le lever du soleil | Test binomial                    |
|--------------|---|---|----------------------------------|
| Printemps    | 10  | 5                                       | $P = 0.151$                      |
| Eté          | 26  | 0                                       | $P < 0.01$                       |
| Automne      | 12  | 2                                       | $P = 0.006$                      |
| Hiver        | 2   | 0                                       | Pas assez de données             |
| <b>Total</b> | <b>50</b>                                 | <b>7</b>                                | <b><math>P &lt; 0.001</math></b> |

Comme chaque période de contrôle des pièges débute à 7h le matin et deux heures avant le crépuscule, la durée entre les périodes de contrôle ne sont pas les mêmes pour toutes les saisons. Le Tableau 12 et le Tableau 13 montrent respectivement la durée moyenne de jour, ou de nuit, en fonction de la saison. Pour chaque situation, le nombre de captures par heure a été calculé.

**Tableau 12** Nombre de captures saisonnières d'hermines et durée des périodes entre les contrôles du matin et du soir

| Saison       | Durée moyenne de jour* | Nb de captures avant le coucher du soleil | Nb de captures / heure |
|--------------|------------------------|---|------------------------|
| Printemps    | 14h22±1h04             | 10  | 0.70                   |
| Eté          | 15h30±0h43             | 26  | 1.70                   |
| Automne      | 12h16±1h09             | 12  | 0.98                   |
| Hiver        | 11h20±0h00             | 2   | 0.18                   |
| <b>Total</b> | <b>13h22±1h54</b>      | <b>50</b>                                 | <b>3.75</b>            |

\* Il s'agit du nombre moyen d'heures de jour entre le début du contrôle du matin et de celui du soir

**Tableau 13** Nombre de captures saisonnières d'hermines et durée des périodes entre les contrôles du soir et du matin

| Saison       | Durée moyenne de nuit* | Nb de captures avant le lever du soleil | Nb de captures / heure |
|--------------|------------------------|---|------------------------|
| Printemps    | 9h38±1h04              | 5                                       | 0.52                   |
| Eté          | 8h30±0h43              | 0                                       | 0.00                   |
| Automne      | 11h44±1h09             | 2                                       | 0.17                   |
| Hiver        | 12h40±0h00             | 0                                       | 0.00                   |
| <b>Total</b> | <b>10h38±1h54</b>      | <b>7</b>                                | <b>0.66</b>            |

\* Il s'agit du nombre moyen d'heures de nuit entre le début du contrôle du soir et de celui du matin

La moyenne des captures obtenues par heure de jour est de 3.75 et celle des captures par heure de nuit est de 0.66.

**Tableau 14** Récapitulatif du nombre de captures d'hermines par heure de jour et par heure de nuit

| Saison    | Nb de captures / heure de jour | Nb de captures / heure de nuit |
|-----------|--------------------------------|--------------------------------|
| Printemps | 0.70                           | 0.52                           |
| Eté       | 1.70                           | 0.00                           |
| Automne   | 0.98                           | 0.17                           |
| Hiver     | 0.18                           | 0.00                           |



Selon le test t de Student, les différences entre ces nombres de captures ne sont pas significatives.

Les résultats des captures sont complétés ci-dessous par les données télémétriques. 703 relevés de télémétrie ont été effectués, totalisant plus de 113 heures de présence dans le terrain. 51.1% (359) des relevés n'ont pas permis le repérage des individus munis de collier. Les 344 relevés (48.9%) avec perception du signal servent de base à toutes les analyses des données de télémétrie. Sur ces 344 relevés, 172 (50%) concernent des hermines dites *au repos*. Il s'agit, en fait, d'individus ne se déplaçant pas (réel repos entre deux périodes de déplacement, allaitement, collier perdu, animal décédé, etc.). Les raisons du manque de déplacement ne sont pas toujours connues. Les 172 relevés d'hermines qui ne sont pas au repos sont utilisés pour une comparaison saisonnière des mouvements, d'abord sexes confondus (Tableau 15), puis sexes séparés. Quatre mâles et neuf femelles ont été suivis.

**Tableau 15** Comparaison saisonnière du nombre de relevés télémétriques d'hermines en mouvement, sexes confondus

| Saison       | Nb de relevés avec mouvement | Nb total de relevés avec signal perçu | Proportion (%) |
|--------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| Printemps    | 3                            | 5                                     | 60.0           |
| Été          | 113                          | 205                                   | 55.1           |
| Automne      | 45                           | 111                                   | 40.5           |
| Hiver        | 11                           | 23                                    | 47.8           |
| <b>Total</b> | <b>172</b>                   | <b>344</b>                            | <b>50.0</b>    |

Les résultats concernant les quatre mâles en mouvement sont basés sur 86 relevés télémétriques et sont présentés dans le Tableau 16 et le Tableau 17.

**Tableau 16** Proportion des relevés télémétriques des mâles en mouvement par rapport à tous les relevés télémétriques concernant les mâles

| Saison       | Nb de relevés de mâles en mouvement | Nb total des relevés de mâles | Proportion (%) |
|--------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------|
| Printemps    | 2                                   | 2                             | 100.0          |
| Été          | 36                                  | 52                            | 69.2           |
| Automne      | 40                                  | 78                            | 51.3           |
| Hiver        | 8                                   | 18                            | 44.4           |
| <b>Total</b> | <b>86</b>                           | <b>150</b>                    | <b>57.3</b>    |

**Tableau 17** Proportion des relevés télémétriques des mâles en mouvement de jour, respectivement de nuit, par rapport à tous les relevés télémétriques concernant les mâles de jour, respectivement de nuit

| Saison       | Nb de relevés de mâles en mouvement de jour | Nb total des relevés de mâles de jour | Proportion (%) | Nb de relevés de mâles en mouvement de nuit | Nb total des relevés de mâles de nuit | Proportion (%) |
|--------------|---|---------------------------------------|----------------|---|---------------------------------------|----------------|
| Printemps    | 2   | 2                                     | 100.0          | 0   | 0                                     | -              |
| Été          | 32  | 42                                    | 76.2           | 4   | 10                                    | 40.0           |
| Automne      | 20  | 34                                    | 58.8           | 20  | 44                                    | 45.5           |
| Hiver        | 7   | 18                                    | 38.9           | 0   | 5                                     | 0.0            |
| <b>Total</b> | <b>61</b>                                   | <b>98</b>                             | <b>62.2</b>    | <b>24</b>                                   | <b>52</b>                             | <b>46.2</b>    |



#### 4.3. Rythme d'activité

Les résultats concernant les neuf femelles en mouvement sont basés sur 86 relevés télémétriques et sont présentés dans le Tableau 18 et le Tableau 19.

**Tableau 18** Proportion des relevés télémétriques des femelles en mouvement par rapport à tous les relevés télémétriques concernant les femelles

| Saison       | Nb de relevés de femelles en mouvement | Nb total des relevés de femelles | Proportion (%) |
|--------------|--|----------------------------------|----------------|
| Printemps    | 1                                      | 3                                | 33.3           |
| Été          | 77                                     | 153                              | 50.3           |
| Automne      | 5                                      | 33                               | 15.2           |
| Hiver        | 3                                      | 5                                | 60.0           |
| <b>Total</b> | <b>86</b>                              | <b>194</b>                       | <b>44.3</b>    |

**Tableau 19** Proportion des relevés télémétriques des femelles en mouvement de jour, respectivement de nuit, par rapport à tous les relevés télémétriques concernant les femelles

| Saison       | Nb de relevés de femelles en mouvement de jour | Nb total des relevés de femelles de jour | Proportion (%) | Nb de relevés de femelles en mouvement de nuit | Nb total des relevés de femelles de nuit | Proportion (%) |
|--------------|--|--|----------------|--|--|----------------|
| Printemps    | 1  | 3  | 33.3           | 0  | 0  | -              |
| Été          | 62   | 105                                      | 59.0           | 15   | 48                                       | 31.3           |
| Automne      | 3  | 27                                       | 11.1           | 2  | 6  | 33.3           |
| Hiver        | 3  | 5  | 60.0           | 0  | 0  | -              |
| <b>Total</b> | <b>69</b>                                      | <b>140</b>                               | <b>49.3</b>    | <b>17</b>                                      | <b>54</b>                                | <b>31.5</b>    |

Pour résumer, 62.2% des relevés concernent des mâles actifs de jour contre 42.6% actifs de nuit. 49.3% des relevés montrent des femelles actives de jour contre 31.5% de nuit. 71.8% des relevés de mâles en mouvement ont eu lieu de jour. 80.2% des relevés de femelles en mouvement ont eu lieu de jour.

Le nombre d'individus actifs de jour, respectivement de nuit, et la durée de leurs périodes d'activité sont présentés dans le Tableau 20 pour les mâles et dans le Tableau 21 pour les femelles. Toutes ces valeurs étant très faibles, elles sont présentées sans test statistique.

**Tableau 20** Nombre de mâles actifs de jour, respectivement de nuit, et durée de leurs périodes d'activité

| Saison       | Nb d'individus mâles actifs de jour | Durée de l'activité de jour (minutes) | Nb d'individus mâles actifs de nuit | Durée de l'activité de nuit (minutes) |
|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|
| Printemps    | 1                                   | 15                                    | 0                                   | 0                                     |
| Été          | 2                                   | 240                                   | 2                                   | 20                                    |
| Automne      | 1                                   | 165                                   | 1                                   | 185                                   |
| Hiver        | 1                                   | 40                                    | 0                                   | 0                                     |
| <b>Total</b> | <b>5</b>                            | <b>460</b>                            | <b>3</b>                            | <b>205</b>                            |

**Tableau 21** Nombre de femelles actives de jour, respectivement de nuit, et durée des leurs périodes d'activité

| Saison       | Nb d'individus femelles actives de jour | Durée de l'activité de jour (minutes) | Nb d'individus femelles actives de nuit | Durée de l'activité de nuit (minutes) |
|--------------|---|---------------------------------------|---|---------------------------------------|
| Printemps    | 1                                       | 5                                     | 0                                       | 0                                     |
| Été          | 6                                       | 475                                   | 1                                       | 170                                   |
| Automne      | 3                                       | 20                                    | 1                                       | 10                                    |
| Hiver        | 1                                       | 15                                    | 0                                       | 0                                     |
| <b>Total</b> | <b>11</b>                               | <b>515</b>                            | <b>2</b>                                | <b>180</b>                            |



Le Tableau 22 est un tableau comparatif des durées des périodes d'activité de jour, respectivement de nuit, en fonction des sexes.

**Tableau 22** Comparaison des durées moyennes de l'activité de jour, respectivement de nuit, pour chaque sexe

| Saison       | Durée moyenne de l'activité de jour par mâle (minutes) | Durée moyenne de l'activité de nuit par mâle (minutes) | Durée moyenne de l'activité de jour par femelle (minutes) | Durée moyenne de l'activité de nuit par femelle (minutes) |
|--------------|--|--|---|---|
| Printemps    | 15 ± 0   | 0  | 5 ± 0   | 0   |
| Été          | 120 ± 113  | 10 ± 7   | 79 ± 96   | 170 ± 0   |
| Automne      | 165 ± 0  | 185 ± 0  | 6 ± 2   | 10 ± 0  |
| Hiver        | 40 ± 0   | 0  | 15 ± 0  | 0   |
| <b>Total</b> | <b>460</b>   | <b>205</b>   | <b>515</b>  | <b>180</b>  |

Selon le test de Kruskal-Wallis, ( $K = 1.62$ ), il n'y a aucune différence significative dans les mouvements saisonniers des hermines mâles et femelles.

#### Discussion :

Le Tableau 10 présente une différence saisonnière entre les heures de nuit et les heures de jour avant capture s'élevant à 7h45. Cette différence diminue progressivement jusqu'à l'automne (4h52) puis s'inverse complètement avec une différence de 7h55 en faveur des heures de nuit durant l'hiver. Malgré le peu de données hivernales cette tendance met en évidence un changement de rythme d'activité de l'hermine. Ces changements corroborent les résultats de Debrot et al. (1985) qui ont remarqué, uniquement par captures, que les hermines du canton de Neuchâtel étaient plus nocturnes en hiver et plus diurnes en été. Ces auteurs ont mis en évidence trois périodes de changements de rythme : une au mois de novembre pour les deux sexes, une en février-mars pour les mâles et une entre avril et juin pour les femelles. Bäumlér (1971) avait déjà remarqué un changement de rythme au début du mois de mars, l'activité passant de la nuit à la journée.

Le faible nombre de données de la présente étude ne permet pas de distinguer des changements aussi précis dans les rythmes d'activité. Malgré ces changements saisonniers de rythme, les résultats du test du Khi carré du chapitre 4.3, page 57 montrent que, globalement, les hermines sont plus diurnes, puisque le nombre de captures vespérales est significativement plus élevé que le nombre de captures matinales.

Un test binomial a été effectué pour tester le nombre de captures obtenues avant le coucher et avant le lever du soleil en fonction de la saison (Tableau 11). Il s'avère qu'en été et en automne, le nombre de captures avant le coucher du soleil est significativement plus important que le nombre de captures avant le lever du soleil. Le test sur le total des captures, influencé par le grand nombre de captures estivales, est également significatif, ce qui confirme le résultat du test du Khi carré précédemment cité. Ceci rappelle les résultats de l'étude de Kavanau et Ramos (1975). Ces chercheurs se sont intéressés aux comportements de seize espèces de carnivores en fonction de différents cycles de lumière afin d'observer l'influence de la lumière sur l'activité locomotrice. Ces auteurs suggèrent que le système visuel de *Mustela frenata* est le mieux adapté pour la pénombre mais convient également pour la lumière du jour. Par contre, cette espèce est remarquablement, voire totalement, inactive de nuit. Il semblerait que *Mustela erminea* soit, tout comme *Mustela frenata*, nettement moins active de nuit et spécialement en été.



### 4.3. Rythme d'activité

On peut s'attendre à obtenir plus de captures lorsque les durées entre les périodes de contrôle sont plus longues. Les tableaux 12 à 14 présentent le nombre de captures saisonnières en fonction de la durée moyenne du jour et de la nuit entre les périodes de contrôle des pièges. Le dernier tableau montre bien que le nombre de captures est plus important pour une heure de jour que pour une heure de nuit, et ceci tout au long de l'année. Cette différence est plus importante en été et en automne, sans toutefois être significative selon le test t. Ces résultats montrent également que les hermines sont plus diurnes que nocturnes mais que leur activité nocturne n'est pas nulle, en particulier en hiver et au printemps. Cependant, les faibles données hivernales ne permettant pas de mettre en évidence les observations faites par Debrot et al. (1985) et Erlinge (1979b). Selon ce dernier auteur, les hermines suivies par télémétrie deviennent plus actives de nuit en février, consacrant 32% du temps de nuit à leur activité locomotrice contre 18% du temps de jour. En mai, l'activité locomotrice représente 29% du temps de nuit contre 38% du temps de jour et cette même activité occupe 80% du temps de jour en octobre.

Les données télémétriques de la présente étude ne montrent aucune différence dans les proportions saisonnières du taux d'activité locomotrice (hermines en mouvement), ni globalement (Tableau 15), ni pour les mâles (Tableau 16). Par contre, les femelles présentent une diminution d'activité en automne (Tableau 18). Les comparaisons entre les activités diurnes et les mouvements nocturnes présentent une plus grande proportion de relevés télémétriques d'hermines mâles en mouvement de jour que de nuit (Tableau 17) et ceci pour toutes les saisons. Les femelles (Tableau 19) présentent une diminution de leurs activités diurnes en automne, ces activités restant majoritaires le reste de l'année. Une fois de plus, les valeurs télémétriques étant très faibles à certaines saisons, les tendances discutées ci-dessus sont à prendre avec précaution.

Cuthbert et Sommer (2002) ont également obtenu des résultats non significatifs avec une activité de jour pour les mâles de 27.2% et de 31.3% pour les femelles. Les femelles sont plus actives de nuit et moins de jour que les mâles, mais les deux sexes sont actifs de jour et de nuit. Selon cette étude, les mâles ont un taux d'activité de 37.9% au printemps et de 22.8% en été, la différence entre les saisons n'étant pas significative.

Les nombres d'individus mâles (Tableau 20) et femelles (Tableau 21) actifs de jour, respectivement de nuit, étant très faibles, une analyse statistique est faite sur la durée moyenne des activités diurnes et nocturnes. Aucune différence saisonnière n'a pu être mise en évidence.

Il est possible que ce rythme d'activité soit calqué sur celui des espèces proies. C'est la raison pour laquelle les rythmes d'activité de plusieurs espèces de rongeurs sont présentés ci-dessous. La plupart des rongeurs semble principalement nocturne. Cependant, leur rythme d'activité est polyphasique, c'est-à-dire qu'il y a alternance de phases de repos et de phases d'activité sur vingt-quatre heures, selon un horaire plus ou moins régulier. La période d'activité maximale se situe souvent au moment du coucher du soleil ou juste après. Un deuxième pic d'activité, moins accentué celui-ci, a lieu au moment du lever du soleil (Saint Girons 1966).

Il semblerait, toujours selon Saint Girons (1966), que *Microtus arvalis* ait un rythme d'activité très proche de celui de *Clethrionomys glareolus*. Ces rongeurs sont plus diurnes en hiver et leurs périodes principales d'activité se situent aux moments du coucher et du lever du soleil. *Apodemus sylvaticus* et *A. flavicollis* ne présentent



aucune activité diurne à l'extérieur de leurs abris. Leur maximum d'activité se situe après le coucher du soleil, puis leur rythme est polyphasique jusqu'à leur rentrée dans les abris avant le lever du soleil. *Arvicola terrestris scherman* semble, quant à lui, uniquement nocturne.

Ashby (1972) a également mis en évidence un rythme saisonnier chez les rongeurs. Ces derniers sont influencés de manière importante par les changements rapides d'intensité lumineuse. Par exemple, les mulots (*Apodemus sp.*) et les campagnols roussâtres (*Clethrionomys glareolus*) restent sous terre, et probablement actifs, pendant les périodes de pleine lumière. Les campagnols agrestes (*Microtus agrestis*) et les campagnols roussâtres sont plus nocturnes en été et plus diurnes le reste de l'année.

Malgré ces tendances plutôt diurnes ou plutôt nocturnes, l'activité des rongeurs reste toujours polyphasique, ce qui les rend disponibles pour les prédateurs à tout moment, ou presque.





#### 4.4. Sex-ratio, classes d'âge et taux de captures

Les captures d'hermines sont analysées dans un premier temps en fonction des sexes, puis des âges et finalement présentées de manière globale. Deux classes d'âge ont été retenues : les *adultes* regroupe les individus reproducteurs, et les *sub-adultes* ceux qui n'ont pas encore atteint l'âge de la première période de reproduction.

##### Résultats :

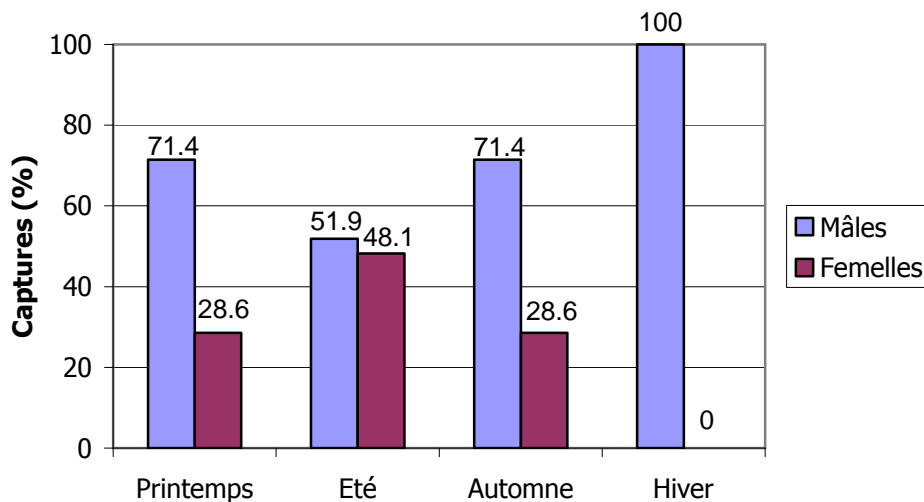
Trente-six mâles et vingt et une femelles ont été capturés. Ce qui représente une sex-ratio de 1.7 mâles pour 1 femelle. Le Tableau 23 détaille ces captures en fonction de la saison.

**Tableau 23** Nombre de captures de mâles et de femelles hermines en fonction de la saison

| Saison       | Nb de captures de mâles | Nb de captures de femelles |
|--------------|-------------------------|----------------------------|
| Printemps    | 10                      | 4                          |
| Eté          | 14                      | 13                         |
| Automne      | 10                      | 4                          |
| Hiver        | 2                       | 0                          |
| <b>Total</b> | <b>36 (63.2%)</b>       | <b>21 (36.8%)</b>          |

Un test binomial est effectué sur les totaux des captures et donne une probabilité  $p = 0.07$  pour un test bilatéral et  $p = 0.035$  pour un test unilatéral. Dans ce dernier cas, les mâles sont significativement plus capturés que les femelles.

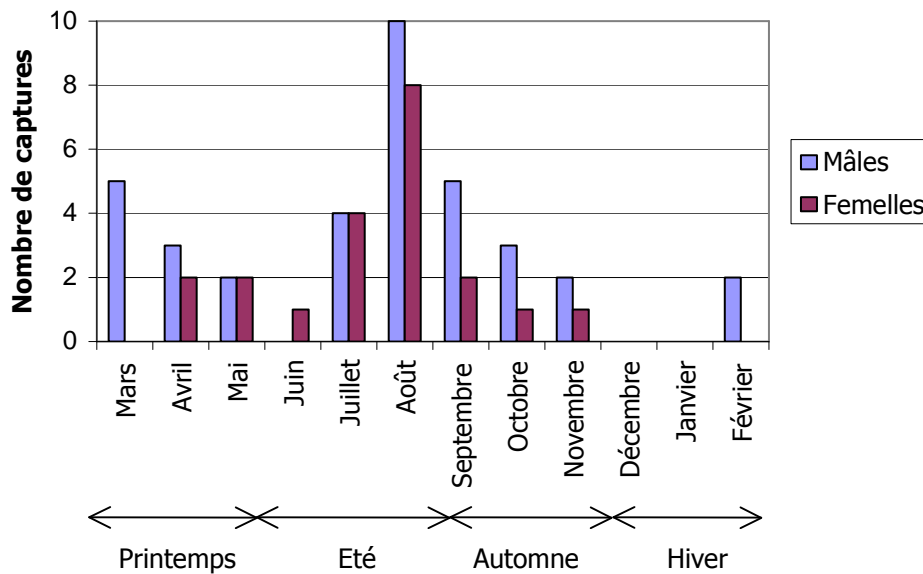
La Figure 28 présente graphiquement les résultats du Tableau 23 sous la forme de proportions.



**Figure 28** Proportion de mâles et de femelles capturés en fonction de la saison



Le détail mensuel des captures saisonnières est donné par la Figure 29.



**Figure 29** Nombre de captures de mâles et de femelles selon les mois de chaque saison pour les années 2001 à 2004

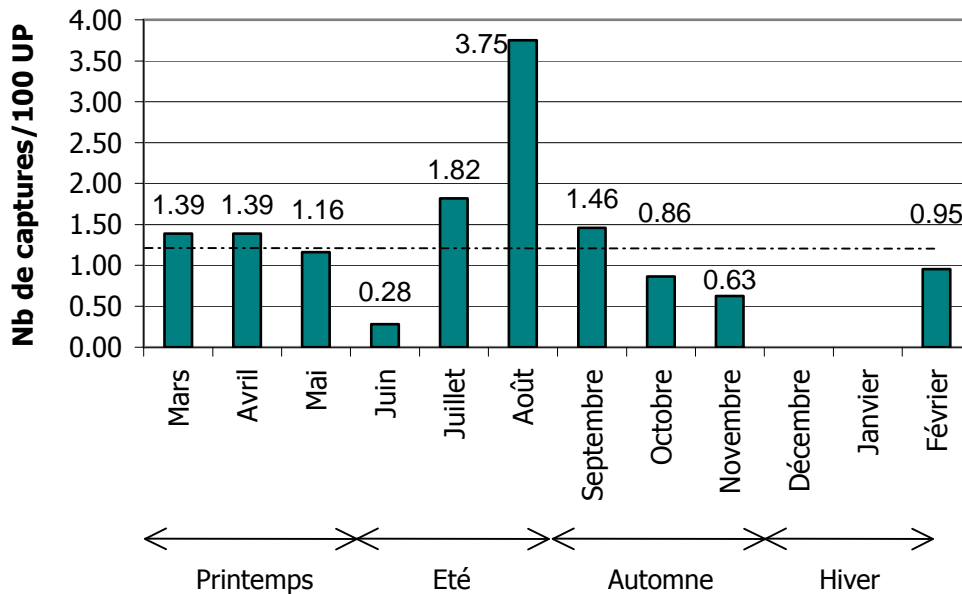
En ce qui concerne les classes d'âge, les mâles adultes représentent quinze des trente-six captures, soit 41.7%. Ces individus présentaient des testicules apparents, signe extérieur d'une activité reproductrice. Ces captures s'échelonnent du mois de février au mois d'août.

Sur les vingt et une captures de mâles sans testicules apparents, quinze animaux ont été identifiés comme subadultes. Les six autres individus, identifiés comme adulte mais ne présentant pas de testicules apparents, ont été capturés au mois de mars, avril, août, septembre et octobre. Il est possible que ces individus, qui devraient être en période de reproduction durant cette période de l'année, soient en fait des subadultes suffisamment grands et lourds pour paraître adultes.

Neuf des vingt et une captures de femelles (42.9%) concernent des femelles allaitantes. Ces captures ont eu lieu entre les mois d'avril et de septembre. Aucune femelle gestante ou accompagnées de jeunes n'a été capturée. Sur les douze captures de femelles non allaitantes, cinq concernent des subadultes. Cela signifie que sept individus sont adultes mais sans jeune au moment de leur capture. Ces captures ont eu lieu durant les mois de mai, juillet, août, septembre et novembre.



Sans distinction de sexe ou d'âge, les captures sont représentées par mois pour chaque saison à la Figure 30.



**Figure 30** Nombre de captures d'hermines par 100 unités de piégeage (UP) pour chaque mois. La ligne horizontale indique la valeur moyenne de 1.24 captures / 100 UP

Le total des captures par 100 UP pour le printemps est de 3.94, pour l'été de 5.85, pour l'automne de 2.95 et de 0.95 pour l'hiver.

Sur la durée de l'étude, le nombre annuel de captures d'hermines diminue. Le nombre de captures par 100 UP est de 2.21 pour 2001, 1.45 pour 2002, 0.95 pour 2003 et 0.78 pour 2004. 2001 a été la meilleure année avec quinze captures en seulement six mois (de juillet à décembre). 2002 a permis vingt captures. Douze captures ont eu lieu en 2003, avec l'ajout de trois pièges itinérants à partir du mois de septembre, et finalement seulement dix captures ont été faites en 2004. Ces données ont été comparées statistiquement aux valeurs théoriques attendues. Les résultats du test du Khi carré sont présentés dans le Tableau 24.

**Tableau 24** Nombres effectif et théorique de captures par année ainsi que résultats du test du Khi carré

|  | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|--|------|------|------|------|
| <b>Nb de captures</b>                            | 15   | 20   | 12   | 10   |
| <b>Nb de captures théorique</b>                  | 9    | 18   | 18   | 18   |
| <b>Test du Khi carré (<math>\chi^2_3</math>)</b> | 4.00 | 0.22 | 2.00 | 3.56 |

Avec un Khi carré de 9.78, les résultats sont significatifs. Ce qui signifie que les fréquences de captures qui diminuent entre 2001 et 2004 ne sont pas dues au hasard.

Le nombre de recaptures de cette étude étant faible (14% du total des captures), il n'est cité ici qu'à titre informatif. Huit recaptures ont été effectuées : quatre recaptures de mâles subadultes, trois de mâles adultes et une de femelle adulte.



### Discussion :

La sex-ratio de cette étude en faveur des mâles (1.7 : 1) semble tout à fait normale si elle est comparée aux données de la littérature. Déjà Stubbe (1969) et Gerell (1970), puis King (1975) et Simms (1979b) ont capturé une majorité de mâles dans leurs études portant sur différentes espèces de petits mustélidés. Ce plus grand nombre de mâles capturés a lieu même par excédent de femelles. Caughley (1977) a attribué cette différence à la capacité d'apprentissage de chaque individu capturé. Cette théorie a été reprise et étayée par King et al. en 2003. King (1981a) parle également d'une capture sélective en faveur des mâles en Nouvelle-Zélande, de même que Marchesi (1983) dans les Préalpes vaudoises. Ce dernier attribue ce fait à la méthode de travail. Buskirk et Lindstedt (1989) attribuent une sex-ratio différente de 1 : 1 en faveur des mâles au dimorphisme sexuel des territoires. Des territoires plus grands exposent davantage les mâles aux pièges. La différence du taux de captures paraît effectivement lié à la taille, puisque, toujours d'après ces auteurs, la sex-ratio dans les captures de petits mustélidés est plus biaisée que chez les grandes espèces. Do Linh San (2004) confirme cette théorie puisqu'il présente une sex-ratio de 1 : 1.14 en faveur des femelles chez le blaireau (*Meles meles*).

Dans la présente étude, la valeur de 63.2% de captures de mâles est comprise entre les valeurs données par Stubbe (1969) avec 68.6%, par King (1975) avec 62% et par King et McMillan (1982) avec 58%. Purdey et al. (2004) signalent un taux de captures de mâles de 55% en été, valeur approchée par les captures estivales de la présente étude (51.9%).

Le test binomial unilatéral effectué sur le total des captures de mâles et de femelles du Tableau 23 est envisageable vu ce qui a été cité ci-dessus. Ainsi, dans l'étude actuelle également, les mâles sont significativement plus capturés que les femelles.

Le Tableau 23, la Figure 28 et, pour les détails mensuels, la Figure 29 montrent que les mâles sont plus facilement capturés que les femelles à toutes les saisons, sauf en été. Il est probable que ce taux de captures plus élevé chez les mâles soit en relation avec les déplacements que ces derniers effectuent durant la période de reproduction. D'après les mâles capturés et l'apparence de leurs testicules, la période de reproduction s'étend de février à août, ce qui correspond au nombre important des captures printanières de mâles, également mis en évidence par Simms (1979b), et aux captures estivales. Les captures automnales correspondent à la dispersion des jeunes mâles ou à une nouvelle période de reproduction (voir discussion du chapitre 4.3). Les dix individus capturés à cette saison (septembre, octobre, novembre) sont des subadultes. Il s'agit de jeunes recherchant un territoire pour s'établir. Entre les mois de décembre et de mars, seuls des mâles ont été capturés. Ceci corrobore les résultats de King (1980a) et King et Moody (1982c) qui ont remarqué que les femelles étaient plus difficiles à capturer en hiver. Comme leurs résultats proviennent d'une compilation de différentes études, aucune indication n'est donnée quant à la quantité de neige présente au sol et au fait que les femelles passeraient plus de temps sous la neige que les mâles. L'absence de captures de mâles au mois de juin reste par contre inexplicable, puisque ce mois se situe en pleine période de reproduction. Les captures ne dépendent pas uniquement des partenaires sexuels mais également d'autres facteurs tels que les conditions météorologiques ou la disponibilité en proies (Caughley 1977, Debrot 1984, Alterio et al. 1999). Le mois de juin est également la période de croissance des hermines de l'année. Les mâles ont



peut-être, à cette période, une activité reproductrice plus souterraine afin de féconder les mères allaitantes, voire les jeunes femelles au nid (Müller 1970). King (1975) signale un autre aspect : plus les pièges sont grands, plus ils avantagent les mâles qui ont une taille plus élevée que les femelles et qui semblent moins méfiants. Les pièges suédois utilisés dans cette étude n'étant pas de très grande taille par rapport aux hermines, cet aspect n'est certainement pas un facteur dominant, comme il pourrait l'être lors de l'utilisation des « grandes bornettes » dont la taille est de 85 x 16 x 24 cm et qui permet la capture de mustélidés de taille moyenne (Debrot 1982). A noter qu'aucune hermine n'a été prise par les pièges Sherman qui, eux, sont de trop petite taille (détails au chapitre 3.1).

Les territoires des femelles étant moins étendus que ceux des mâles (chapitre 4.10), il est possible que les pièges soient trop espacés les uns des autres pour favoriser leur capture, comme cela a été mis en évidence par Marchesi (1983). Spitz (1963) expose, dans son étude sur les petits mammifères, que tous les individus ont la même chance de capture pour autant que les domaines vitaux renferment plusieurs pièges. Les pièges doivent être distants d'au maximum un demi-rayon du domaine vital. King (1980a) remarque que la proportion de femelles capturées ne change pas avec l'éloignement des pièges. King et al. (2003) présentent une probabilité de première capture égale pour toutes les hermines.

Fog (1969) a obtenu la majorité de ses captures entre les mois de mai et de septembre. Dans la présente étude, les hermines capturées durant cette période représentent 66.7% des cinquante-sept captures. King (1981b) a également obtenu un taux maximum de captures par 100 UP en été, ce qui est aussi le cas de la présente étude (Figure 30). Le mois d'août a le taux de captures le plus élevé et présente le plus grand nombre de captures des deux sexes (Figure 29). L'été a permis la capture de quasiment autant de femelles que de mâles (Figure 28). La répartition des pièges pour cette étude ne semble donc pas défavorable à la capture des femelles.

Debrot (1982), Sandell (1985), Tapper (1992), Meia (1995) et Samson et Raymond (1998), comme présentés au chapitre 4.3, décrivent la période de dispersion des jeunes débutant trois mois après leur naissance, soit à partir du mois de juillet pour les mâles et un peu plus tard pour les femelles. Ceci pourrait expliquer l'accroissement du nombre de captures durant le mois de juillet, mais surtout celui du mois d'août (Figure 29). Des femelles avec des mamelles développées sont présentes dans le terrain d'étude d'avril à septembre mais la majorité des femelles (87.5%) capturées en août ne sont pas allaitantes. Il s'agit probablement de jeunes femelles en recherche d'un territoire, ce qui correspond aux informations données par les auteurs cités ci-dessus.

De décembre à mars, aucune capture de femelles n'a eu lieu. Probablement que lors de la saison froide, les femelles mettent à profit leur petite taille pour se faire plus souterraines que les mâles. En février-mars, les mâles débutent leur période de reproduction et augmentent leurs déplacements (Klimov 1940, Erlinge 1973, Debrot et Mermod 1983). Avril, mai et juin correspondent, pour les femelles, à la période de nourrissage des jeunes. Leurs mouvements augmentent pour la recherche de nourriture. Par contre, aucune femelle gestante ou accompagnées de jeunes n'a été capturée. Les femelles gestantes diminuent probablement leurs déplacements,



#### 4.4. Sex-ratio, classes d'âge et taux de captures

surtout en fin de gestation. Sept femelles étaient adultes, mais sans jeunes, au moment de leur capture en mai, juillet, août, septembre et novembre. Soit ces femelles n'ont pas été fécondées, soit leurs jeunes avaient déjà été sevrés depuis suffisamment longtemps pour que les mamelles aient un aspect normal lors de leur capture. Ceci est possible pour la fin de l'été et pour l'automne, mais peu probable pour la capture du mois de mai. Aucun juvénile (individu dépendant de la mère) n'a été pris.

King et McMillan (1982) ont obtenu en Nouvelle-Zélande entre 8.2 et 10.7 nouvelles captures par 100 UP, ce qui est nettement plus élevé que les résultats de la présente étude. Ces auteurs ont également retrouvé plus de mâles adultes marqués (45%) que de jeunes mâles (9%). En ce qui concerne la présente étude, les mâles ont été plus recapturés que les femelles, mais une différence entre les classes d'âge ne peut pas être mise en évidence.



## 4.5. Influence des conditions météorologiques

### Résultats :

Quatre paramètres météorologiques ont été retenus : la couverture nuageuse, la présence ou l'absence de précipitations, la force du vent et la température de l'air. La description détaillée de ces paramètres est faite au chapitre 3.1. Le nombre de captures ainsi que le nombre de relevés télémétriques d'hermines en mouvement ont été comparés en fonction des différents paramètres météorologiques. Les quatre tableaux ci-dessous (Tableaux 25 à 28) présentent les résultats des captures et des tests du Khi carré ( $\chi^2$ ) pour chacun des paramètres météorologiques choisis.

**Tableau 25** Nombre de captures d'hermines en fonction de la couverture nuageuse et test du Khi carré ( $\chi^2$ )

| Ciel         | Nb de captures d'hermines | Nb de contrôles des pièges | Nb théorique de captures | Test du Khi carré ( $\chi^2_2$ ) |
|--------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Clair        | 9                         | 122                        | 18.79                    | 5.10                             |
| Nuageux      | 28                        | 110                        | 16.95                    | 7.21                             |
| Couvert      | 20                        | 138                        | 21.26                    | 0.08                             |
| <b>Total</b> | <b>57</b>                 | <b>370</b>                 |                          | <b>12.39</b>                     |

Avec un Khi carré de 12.39, la couverture nuageuse influence significativement les captures d'hermines.

**Tableau 26** Nombre de captures d'hermines en fonction de la présence ou de l'absence de précipitations et test du Khi carré ( $\chi^2$ )

| Précipitations | Nb de captures d'hermines | Nb de contrôles des pièges | Nb théorique de captures | Test du Khi carré ( $\chi^2_1$ ) |
|----------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Oui            | 21                        | 125                        | 19.26                    | 0.08                             |
| Non            | 36                        | 245                        | 37.74                    | 0.04                             |
| <b>Total</b>   | <b>57</b>                 | <b>370</b>                 |                          | <b>0.12</b>                      |

Avec un Khi carré de 0.12, les précipitations ne jouent aucun rôle sur le nombre de captures d'hermines.

**Tableau 27** Nombre de captures d'hermines en fonction de la force du vent et test du Khi carré ( $\chi^2$ )

| Vent         | Nb de captures d'hermines | Nb de contrôles des pièges | Nb théorique de captures | Test du Khi carré ( $\chi^2_2$ ) |
|--------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| Calme        | 22                        | 189                        | 29.12                    | 1.74                             |
| Brise        | 22                        | 132                        | 20.34                    | 0.14                             |
| Vent         | 13                        | 49                         | 7.55                     | 3.94                             |
| <b>Total</b> | <b>57</b>                 | <b>370</b>                 |                          | <b>5.82</b>                      |

Avec un Khi carré de 5.82, la force du vent n'influence pas les captures d'hermines.

**Tableau 28** Nombre de captures d'hermines en fonction de la température de l'air et résultats du test du Khi carré ( $\chi^2$ )

| Température (°C) | Nb de captures d'hermines | Nb de contrôles des pièges | Nb théorique de captures | Test du Khi carré ( $\chi^2_3$ ) |
|------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------|
| ≤ 0              | 2                         | 73                         | 11.25                    | 7.60                             |
| 1 – 10           | 16                        | 150                        | 23.11                    | 2.19                             |
| 11 – 20          | 32                        | 116                        | 17.87                    | 11.17                            |
| 21 – 30          | 7                         | 31                         | 4.78                     | 1.04                             |
| <b>Total</b>     | <b>57</b>                 | <b>370</b>                 |                          | <b>22.00</b>                     |

Avec un Khi carré de 22.00, la température joue un rôle significatif sur le nombre de captures d'hermines.



#### 4.5. Influence des conditions météorologiques

Les mouvements des hermines, sexes confondus, sont analysés par rapport à la couverture nuageuse (Tableau 29), la force du vent (Tableau 30), la présence ou l'absence de précipitations (Tableau 31) et la température de l'air (Tableau 32).

**Tableau 29** Proportion des relevés télémétriques avec mouvements par rapport au nombre total des relevés en fonction de la couverture nuageuse du ciel et test du Khi carré ( $\chi^2$ )

| Ciel         | Nb de relevés avec mouvement | Nb total des relevés avec signal perçu | Nb théorique de relevés | Test du Khi carré ( $\chi^2_2$ ) |
|--------------|------------------------------|--|-------------------------|----------------------------------|
| Clair        | 81                           | 158                                    | 79.00                   | 0.05                             |
| Nuageux      | 58                           | 121                                    | 60.50                   | 0.10                             |
| Couvert      | 33                           | 65                                     | 32.50                   | 0.01                             |
| <b>Total</b> | <b>172</b>                   | <b>344</b>                             |                         | <b>0.16</b>                      |

Avec un Khi carré de 0.16, la couverture nuageuse n'influence pas les mouvements des hermines.

**Tableau 30** Proportion des relevés télémétriques avec mouvements par rapport au nombre total des relevés en fonction de la force du vent et test du Khi carré ( $\chi^2$ )

| Vent          | Nb de relevés avec mouvement | Nb total de relevés avec signal perçu | Nb théorique de relevés | Test du Khi carré ( $\chi^2_2$ ) |
|---------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Calme         | 65                           | 132                                   | 65.61                   | 0.01                             |
| Brise         | 98                           | 177                                   | 87.98                   | 1.14                             |
| Vent          | 7                            | 33                                    | 16.40                   | 5.39                             |
| Pas de donnée | 2                            | 2                                     |                         |                                  |
| <b>Total</b>  | <b>172</b>                   | <b>344</b>                            |                         | <b>6.54</b>                      |

Avec un Khi carré de 6.54, la force du vent influence significativement les mouvements des hermines.

**Tableau 31** Proportion des relevés télémétriques avec mouvements par rapport au nombre total des relevés en fonction de la présence ou de l'absence de précipitations et test du Khi carré ( $\chi^2$ )

| Précipitations | Nb de relevés avec mouvement | Nb total de relevés avec signal perçu | Nb théorique de relevés | Test du Khi carré ( $\chi^2_1$ ) |
|----------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Oui            | 140                          | 280                                   | 140.00                  | 0.002                            |
| Non            | 32                           | 64                                    | 32.00                   | 0.008                            |
| <b>Total</b>   | <b>172</b>                   | <b>344</b>                            |                         | <b>0.01</b>                      |

Avec un Khi carré de 0.01, les précipitations n'influencent pas les mouvements des hermines.

**Tableau 32** Proportion des relevés télémétriques avec mouvements par rapport au nombre total des relevés en fonction de la température de l'air et test du Khi carré ( $\chi^2$ )

| Température (°C) | Nb de relevés avec mouvement | Nb total de relevés avec signal perçu | Nb théorique de relevés | Test du Khi carré ( $\chi^2_3$ ) |
|------------------|------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| ≤ 0              | 8                            | 25                                    | 12.43                   | 1.58                             |
| 1 – 10           | 45                           | 95                                    | 47.22                   | 0.11                             |
| 11 – 20          | 59                           | 106                                   | 52.69                   | 0.76                             |
| 21 – 30          | 58                           | 116                                   | 57.66                   | 0.002                            |
| Pas de données   | 2                            | 2                                     |                         |                                  |
| <b>Total</b>     | <b>172</b>                   | <b>344</b>                            |                         | <b>2.44</b>                      |

Avec un Khi carré de 2.44, la température n'influence pas les déplacements des hermines suivies par télémétrie.



Les valeurs annuelles pour le Val-de-Ruz, calculées à partir des données de la station météorologique de Chaumont, sont les suivantes :

**Tableau 33** Valeurs climatiques annuelles pour le Val-de-Ruz

|                                 | 2001   | 2002   | 2003  | 2004   | Pour les 141 années<br>de mesures (1864-2005) |
|---------------------------------|--------|--------|-------|--------|---|
| <b>Température moyenne (°C)</b> | 6.1    | 5.4    | 7.3   | 6.3    | <b>5.6</b>                                    |
| <b>Précipitations (mm/an)</b>   | 1456.4 | 1530.0 | 934.9 | 1312.8 | <b>1223.6</b>                                 |

### **Discussion :**

Selon les tests statistiques effectués, la couverture nuageuse et la température ont une influence sur le nombre de captures. Un ciel nuageux, de même qu'une température comprise entre 11 et 20°C, est favorable à la capture des hermines. En ce qui concerne l'analyse des relevés télémétriques, seule la force du vent semble jouer un rôle important sur l'activité des hermines. Un fort vent inhiberait leurs déplacements. Peut-être que, lors de telles conditions météorologiques, les odeurs des proies et des partenaires sexuels sont rapidement dissipées ou les hermines ont de la peine à orienter leurs recherches à l'aide du sens de l'odorat et diminuent leurs mouvements dans le but d'économiser de l'énergie pour des jours meilleurs.

Aucune tendance ne peut être mise en évidence en comparant les valeurs annuelles de 2001 à 2004 par rapport aux moyennes des cent quarante et une années de mesure. 2002 est l'année la plus froide et la plus humide, 2003 est la plus chaude et la plus sèche, mais le nombre des captures d'hermines diminue chaque année.

Selon Eiberle et Matter (1985a), les hivers prolongés avec des pluies abondantes et peu de neige ont un impact négatif sur la population de putois. Selon les mêmes auteurs (1985b), les hivers doux, pluvieux et les grandes quantités de neige sur plusieurs années ont une influence négative sur les populations de belettes et d'hermines. Les conditions météorologiques des étés ne semblent, par contre, n'avoir aucune influence.

Hansson (2000) relève l'influence de l'épaisseur et de la qualité de la neige sur le taux de prédation des prédateurs généralistes et des prédateurs spécialistes sur les petits rongeurs. Les zones comportant des quantités importantes de neige sont limitées en ressources alimentaires et présentent moins de prédateurs généralistes. Les régions avec de rudes conditions climatiques semblent favoriser les populations de prédateurs spécialistes tels que les petits mustélidés. Cette constatation laisse craindre pour les populations de petits mustélidés si les influences du réchauffement climatique se font sentir sous nos latitudes rendant, à terme, le climat plus doux et de plus en plus favorable aux prédateurs généralistes avec lesquels entreront inévitablement en compétition les petits mustélidés.

Nyenhuis (2001) confirme les théories citées ci-dessus en montrant qu'au Nord-Ouest de l'Allemagne les précipitations de décembre ont une influence négative sur les populations d'hermines. Il en est de même pour des températures basses en avril. Les précipitations ont également un effet négatif en août quand les populations de proies et de prédateurs atteignent leurs maxima. Par contre, cet auteur contredit Eiberle et Matter puisque les précipitations de juin semblent avoir un effet favorable sur les prédateurs en général.



#### 4.5. Influence des conditions météorologiques

Selon Marchesi et al. (2004), les hermines diminuent dans les régions à faibles précipitations du Nord du Jura, ce qui ne correspond pas au Val-de-Ruz qui semble être une région à précipitations relativement abondantes (chapitre 2). Toujours selon ces auteurs, les hermines seraient distribuées avec un optimum de température/altitude situé à environ 1'500 m. Si cet optimum tend à s'élever en altitude avec les modifications climatiques actuelles et futures, les populations d'hermines des altitudes moyennes pourraient effectivement voir leurs effectifs diminuer.

D'autres facteurs, tels que la pression atmosphérique, le taux de diverses sources de pollution de l'air, de l'eau ou des sols, ou encore la température au sol ou du sous-sol n'ont pas été pris en compte et influencent probablement directement ou indirectement la survie des hermines.



## 4.6. Morphométrie

Pour rappel, les données morphométriques relevées sont les suivantes : poids (g), longueur du corps TC (mm), longueur de la queue Q (mm) et longueur de la patte postérieure PP (mm). Les détails sont présentés au chapitre 3.1.

### Résultats :

Les données morphométriques moyennes des hermines capturées sont données dans le Tableau 34 pour les différentes classes d'âge en fonction du sexe.

**Tableau 34** Moyennes des données morphométriques des hermines capturées en fonction du sexe et de la classe d'âge, sans tenir compte des huit recaptures, ni de deux individus mâles non mesurés (N = 47). Les mesures sont en millimètres

| Sexe    | Age       | Variable                         | n  | Moyenne | Ecart-type |
|---------|-----------|----------------------------------|----|---------|------------|
| Femelle | Adulte    | Longueur du corps                | 15 | 236.5   | 7.5        |
| Femelle | Adulte    | Longueur de la patte postérieure | 15 | 37.6    | 1.4        |
| Femelle | Adulte    | Longueur de la queue             | 15 | 91.3    | 4.2        |
| Femelle | Adulte    | Poids                            | 15 | 158     | 13.2       |
| Femelle | Subadulte | Longueur du corps                | 5  | 228.6   | 4.7        |
| Femelle | Subadulte | Longueur de la patte postérieure | 5  | 37.1    | 2.1        |
| Femelle | Subadulte | Longueur de la queue             | 5  | 80.4    | 4.2        |
| Femelle | Subadulte | Poids                            | 5  | 142     | 8.4        |
| Mâle    | Adulte    | Longueur du corps                | 16 | 267.4   | 7          |
| Mâle    | Adulte    | Longueur de la patte postérieure | 16 | 43.8    | 3.6        |
| Mâle    | Adulte    | Longueur de la queue             | 16 | 100.4   | 13.2       |
| Mâle    | Adulte    | Poids                            | 16 | 249.4   | 33.5       |
| Mâle    | Subadulte | Longueur du corps                | 11 | 255.9   | 7.6        |
| Mâle    | Subadulte | Longueur de la patte postérieure | 11 | 42.8    | 1.9        |
| Mâle    | Subadulte | Longueur de la queue             | 11 | 104.2   | 7.2        |
| Mâle    | Subadulte | Poids                            | 11 | 212.3   | 16.6       |

Ces données ont été comparées, à l'aide du test t, aux données des travaux suivants (les abréviations entre parenthèses seront reprises dans le Tableau 35) : Debrot 1982, régions du Val-de-Ruz et de la Brévine (VDR-B) ; Marchesi 1983, régions de la Forclaz (FOR), de l'Hongrin (HON), de la Veveyse (VEV) et du Mont Chevreuils (MCH); Weber 1986, région du Val-de-Ruz (WEB); Donzé 1986, régions de l'Ajoie (AJO), du Grand-St. Bernard (GSB), de la Brévine (BRE) et du Val-de-Ruz (DON) ; Vermot 1998, région du Val-de-Ruz (VER) ; Hebeisen 2003, région du Val-de-Ruz (HEB) (altitude plus élevée que les travaux précédemment faits au Val-de-Ruz).

Seules les différences significatives des comparaisons avec les données de la présente étude sont résumées dans le Tableau 35. Le symbole « + » est utilisé lorsque les valeurs de l'étude citée sont supérieures à celles de la présente étude et le symbole « - » lorsqu'elles sont inférieures.



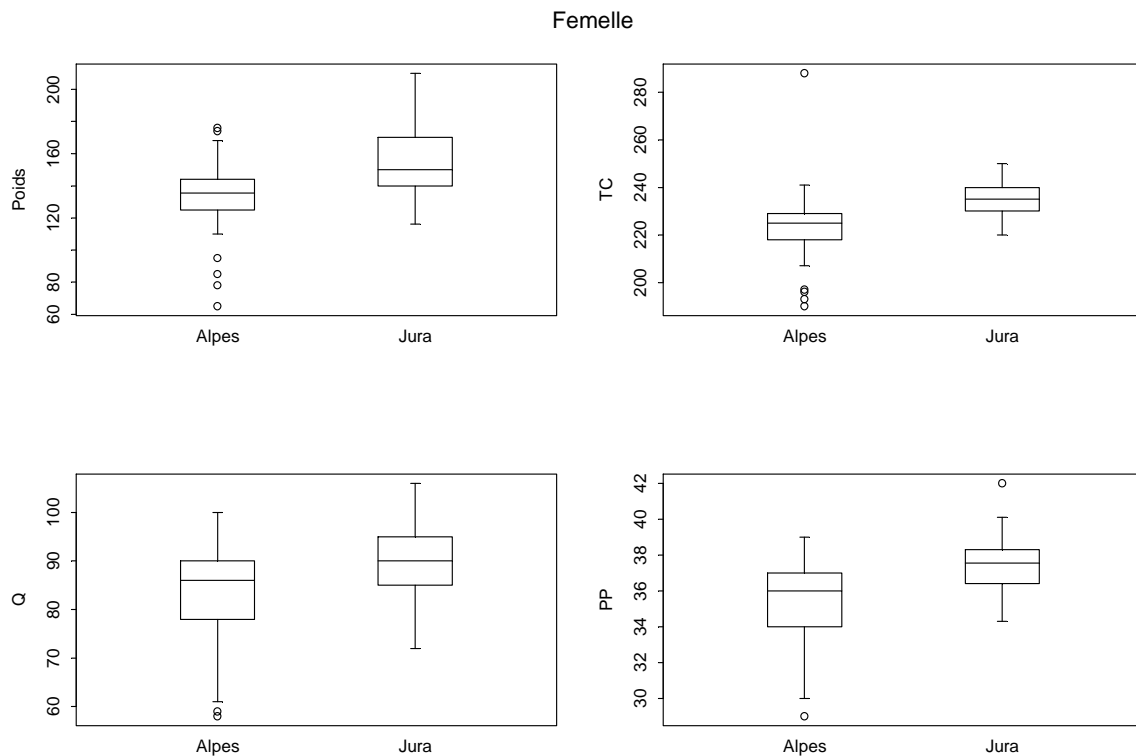
#### 4.6. Morphométrie

**Tableau 35** Résumé des résultats significatifs des comparaisons entre les recherches faites précédemment sur les hermines suisses et la présente étude

|   | VDR-B | FOR | HON | VEV | MCH | WEB | AJO | GSB | BRE | DON | VER | HEB |
|---|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Femelles adultes</b>                     |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Longueur du corps                           | +     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Longueur de la patte postérieure            |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Longueur de la queue                        |       |     |     | -   |     |     |     |     |     |     |     | -   |
| Poids                                       |       |     |     |     | -   |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>Femelles subadultes</b>                  |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Longueur du corps                           |       |     |     | -   |     |     |     | -   |     |     |     |     |
| Longueur de la patte postérieure            | +     |     |     |     |     |     |     | -   |     |     |     |     |
| Longueur de la queue                        |       |     |     |     | +   | +   |     | -   |     | +   |     |     |
| Poids                                       |       |     |     |     |     |     |     | -   |     | -   |     |     |
| <b>Mâles adultes</b>                        |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Longueur du corps                           |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Longueur de la patte postérieure            | +     |     |     |     |     | +   |     | -   |     |     |     |     |
| Longueur de la queue                        | +     |     |     |     |     | +   |     | -   |     |     |     | -   |
| Poids                                       |       |     |     |     |     |     |     | -   |     |     |     |     |
| <b>Mâles subadultes</b>                     |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Longueur du corps                           |       |     |     |     |     | +   |     |     |     | -   |     |     |
| Longueur de la patte postérieure            | +     |     |     |     |     | +   |     |     |     |     |     |     |
| Longueur de la queue                        |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | -   |
| Poids                                       |       |     |     |     |     |     |     |     |     | -   |     |     |
| <b>Femelles (classes d'âges regroupées)</b> |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Longueur du corps                           |       |     |     | -   |     |     |     | -   |     |     |     |     |
| Longueur de la patte postérieure            |       |     |     | -   |     |     |     | -   |     |     |     |     |
| Longueur de la queue                        |       |     |     |     |     |     |     | -   |     | -   |     |     |
| Poids                                       |       |     |     | -   | -   |     |     | -   |     |     |     |     |
| <b>Mâles (classes d'âges regroupées)</b>    |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Longueur du corps                           |       |     |     |     | -   |     |     |     |     |     |     | -   |
| Longueur de la patte postérieure            |       |     |     |     |     |     |     |     |     | +   |     |     |
| Longueur de la queue                        |       |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Poids                                       |       |     |     |     |     |     |     |     |     | -   |     |     |



En regroupant les données par régions géographiques, afin de comparer les données provenant des Alpes et du Jura, aucune différence significative n'a été relevée pour les mâles. Les femelles adultes sont plus lourdes et ont des pattes postérieures plus grandes dans le Jura que dans les Alpes. Les jeunes femelles du Jura sont également plus lourdes et c'est leur taille de corps qui est supérieure. Tous âges confondus, toutes les variables des femelles sont significativement supérieures dans le Jura par rapport aux données prises dans les Alpes (Figure 31).



**Figure 31** Comparaison des données morphométriques entre les femelles capturées dans les Alpes et celles prises dans le Jura. TC : longueur du corps, Q : longueur de la queue, PP : longueur de la patte postérieure

### Discussion :

D'une manière globale, les résultats significatifs montrent que les hermines de cette étude ont des mensurations plus élevées que celles des animaux capturés dans les Alpes. Lorsque les données de cette étude sont significativement inférieures à d'autres, elles le sont le plus souvent par rapport aux études de Debrot (1982) et de Weber (1986) faites dans la même région et à la Brévine. D'une manière générale, les mâles capturés par Weber ont des mensurations supérieures à celles prises par Debrot, sauf en ce qui concerne les pattes postérieures. Plusieurs explications peuvent être émises : (1) les hermines diminuent en taille depuis les années huitante, (2) les données sont biaisées par le matériel de mesure, (3) les différences individuelles entre les chercheurs dans la prise des mesures sont importantes et influencent les résultats. Les deux dernières propositions semblent improbables puisque le matériel est le même pour toutes les études et que les chercheurs ont travaillé ensemble (C. Mermoud, communication personnelle), à moins qu'il ne s'agisse



d'erreurs systématiques. Reste la première proposition. Il paraît difficile pour une espèce de modifier significativement ses données morphométriques en une vingtaine d'années, alors que son environnement n'a, quant à lui, pas significativement changé. Cependant, le renouvellement de la population des hermines étant assez rapide, cette hypothèse ne peut pas être totalement exclue.

Vu ce qui précède, le regroupement des données pour les deux grandes régions montagneuses de Suisse, les Alpes et le Jura, semble judicieux pour effectuer des comparaisons. Dans ce cas de figure, seules les femelles ont des mensurations significativement plus élevées dans le Jura que dans les Alpes. Les Alpes ayant des altitudes plus élevées que le Jura, les conditions climatiques sont plus rigoureuses. La différence de taille entre les femelles des deux régions géographiques pourrait étayer la théorie d'Erlinge (1979a) et de Moors (1980) qui stipulent que les petites femelles, en particulier sous l'influence de climats difficiles, sont favorisées parce que leurs besoins énergétiques minimaux quotidiens sont moins élevés que ceux des grandes femelles et parce qu'elles sont probablement plus efficaces dans la capture de petites proies, ce qui leur permet d'investir plus d'énergie dans la reproduction. Raymond et al. (1984), de même que Sandell (1985 et 1989) ont obtenu des résultats conformes à la théorie de l'exploitation différentielle des proies liée au dimorphisme sexuel. Par contre, le manque de différence significative entre les mâles du Jura et des Alpes ne confirme pas les conditions climatiques défavorables des Alpes par rapport à celles du Jura, selon l'hypothèse de Shubin et Shubin (1975) qui stipulent que les mâles sont plus grands dans les habitats les plus défavorables.

Comme c'est le cas pour la présente étude, Sandell (1985) a capturé des mâles une fois et demi à deux fois plus lourds que les femelles. Selon cet auteur, la taille plus grande des mâles est due à la sélection sexuelle, les plus grands ayant plus de chances de s'accoupler puisqu'ils ont plus de succès dans la compétition. La petite taille des femelles assure une meilleure efficacité pour la chasse dans les galeries et moins de pertes d'énergie pendant la reproduction, assurant ainsi plus de ressources pour l'élevage des jeunes. Toujours selon Sandell (1989), les mâles hermines ont une taille proche de l'optimum pour leur survie alors que les femelles, qui subissent des pressions différentes entre les périodes de reproduction et de non-reproduction, sont poussées loin de leur optimum. Dans ce cas, le dimorphisme sexuel doit être principalement un effet de la sélection en faveur des femelles de petite taille.

Meia et Mermod (1992), de même que Meia (1995) signalent une forme d'hermine naine (*Mustela erminea minima*) présente dans les hautes vallées des Alpes. Cette sous espèce pourrait confirmer la théorie de Rosenzweig (1967) qui présente la température et la latitude comme de bons prédicateurs de la taille.

Selon Vershinin (1972), l'importante différence de taille entre les mâles et les femelles conduit à des différences d'habitudes alimentaires diminuant la compétition intra-spécifique. Selon Simms (1979a), King et Moody (1982b), King (1991) et King et al. (2001), la taille des hermines est en relation avec la taille de leurs proies. Selon cette théorie, le régime alimentaire des hermines des Alpes devrait différer de celui des hermines du Jura et, par-là même, expliquer la différence de taille trouvée précédemment. Dans les Préalpes (Marchesi 1983), le régime alimentaire de l'hermine est composé d'*Arvicola terrestris*, *Pitymis sp.*, *Microtus sp.* et *Clethrionomys glareolus*, ce qui ne différencie pas fondamentalement du régime alimentaire des



hermines du Jura. Les détails concernant le régime alimentaire seront présentés au chapitre 4.9.

King (1991) stipule que selon la taille des proies vertébrées présentes, il est possible de déterminer la taille des hermines d'une région. Les hermines de Nouvelle-Zélande se nourrissent depuis plus d'un siècle sur des proies plus grandes que ne le faisaient leurs ancêtres européens et la sélection a favorisé des individus plus grands que prévu, particulièrement les femelles (King et Moody 1982b). King et al. (2001) complètent cette hypothèse en démontrant que les formes les plus petites de l'extrême Nord de la Nouvelle-Zélande sont des prédateurs spécialisés sur les rongeurs, alors que les individus les plus grands, vivant dans les climats plus chauds, ont une taille suffisante pour chasser le lapin ou des oiseaux.

Powell et King (1997) présentent le degré de dimorphisme sexuel comme pouvant aussi varier sur le court-terme. Quand les proies sont temporairement abondantes, la sélection sexuelle favorise un plus grand taux de croissance chez les mâles que chez les femelles. La longueur condylo-basale moyenne est plus grande chez les hermines nées après une année riche en graines que chez les hermines nées durant les années pauvres en graines. Plus de graines signifie plus de nourriture pour *Mus musculus*, l'une des proies principales de l'hermine de Nouvelle-Zélande.

Par comparaison, le poids et la taille des hermines de cette étude se situent près de la limite inférieure de la fourchette donnée par Meia (1995) pour les hermines suisses, autant pour les mâles (210 à 370 mm pour 85 à 320 g.) que pour les femelles (210 à 310 mm pour 100 à 205 g.). Les femelles de la présente étude sont également plus légères que celle d'Angleterre (mâles : 320g, femelles : 215 g.) présentées par Tapper (1992). Toutes les données morphométriques des hermines de Hollande (van Soest et van Bree 1970) sont supérieures, parfois très nettement, aux données obtenues dans la présente étude.

La Loi de Bergmann stipule que l'accroissement de la taille d'une espèce est fonction de la latitude. Il semble que l'hermine subisse de grandes variations de taille en Europe et ne suive pas cette loi (Erlinge 1987). Selon cet auteur, les hermines du centre de l'Europe sont significativement plus grandes que celles du Sud de la Suède et celles de cette région sont plus grandes que celles du Nord du pays.





## 4.7. Ectoparasites

### Résultats :

Sur les quarante-neuf hermines capturées, seize (32.7%) étaient les hôtes d'ectoparasites, à savoir sept femelles et neuf mâles. Quatre femelles et quatre mâles portaient des puces, ceci entre les mois d'avril et d'octobre. Quatre femelles et six mâles portaient des tiques durant les mêmes mois. Une femelle, en juin, et un mâle en avril étaient porteurs des deux types de parasites. Un seul mâle était l'hôte de quelques poux (ou mallophages) et un autre d'acariens. Ces parasites n'ont pas été déterminés. 56% des hermines parasitées sont des mâles.

Sur les quatre putois capturés, un mâle et une femelle portaient des tiques durant le mois de septembre, ce qui porte le taux d'infestation à 50% pour *M. putorius*. Aucune des cinq belettes n'avait d'ectoparasites.

Le taux saisonnier d'infestation des hermines par les puces est de 21.4% au printemps, 7.4% en été et 20% en automne. Pour les tiques, les chiffres saisonniers sont respectivement de 7.1%, 18.5% et 28.6% des individus capturés. Toutes saisons confondues, 19.0% des femelles sont porteuses de puces contre 11.1% des mâles. Les porteuses de tiques représentent également 19.0% des femelles et les porteurs de tiques 16.7% des mâles. Pour toutes les espèces d'ectoparasites confondues, l'automne est la saison où les hermines parasitées se trouvent en plus grande proportion (50% des captures), suivie de l'été (26.9%) et du printemps (20%). Sans surprise, aucun ectoparasite n'a été trouvé en hiver.

C'est en 2001 et 2004 que les taux d'infestation sont les plus élevés atteignant respectivement 40.0% et 36.4% des hermines capturées. Les années 2002 et 2003 présentent des taux respectifs de 21.1% et 25.0%.

Les espèces de tiques identifiées (*Ixodes ricinus* et *I. hexagonus*) sont des espèces courantes (O. Rais, communication personnelle). Tous les stades de développement (larves, nymphes et adultes) ont été trouvés sur les mustélidés capturés. *Ixodes hexagonus* est une espèce facilement récoltée par les hermines lors de leurs passages dans les galeries de rongeurs.

Les espèces de puces identifiées sont, d'une part, *Ctenophthalmus agyrtes impavidus* connue pour se trouver sur les micromammifères à nid souterrain, sur *Mustela erminea* et sur *M. nivalis* et d'autre part, *Ctenophthalmus b. bisoctodentatus* se trouvant sur *Talpa sp.*, *M. erminea* et *M. nivalis*, selon Smit (1966) et Beaucournu (1990).

Le nombre d'ectoparasites par hôte est relativement faible. Tous les porteurs étaient infestés d'un à trois ectoparasites. Seule une femelle hermine portaient plus de puces et une femelle putois étaient l'hôte de plus d'une trentaine de larves de tiques.

Une recherche est faite afin de savoir si le taux d'infestation varie selon la localisation des captures des hôtes. Le Tableau 36 présente le taux d'infestation en fonction des différentes régions du terrain d'étude.



**Tableau 36** Taux d'infestation des hermines par les ectoparasites en fonction des régions du terrain d'étude

| Région | Nombre de captures d'hermines | Nombre d'hermines avec puces | %    | Nombre d'hermines avec tiques | %    | % total d'hermines infestées |
|--------|-------------------------------|------------------------------|------|-------------------------------|------|------------------------------|
| 1      | 13                            | 5                            | 38.5 | 4                             | 30.1 | 69.2                         |
| 2      | 19                            | 3                            | 15.8 | 2                             | 10.5 | 26.3                         |
| 3      | 12                            | 1                            | 8.3  | 4                             | 33.3 | 41.7                         |
| 4      | 5                             | 3                            | 60.0 | 2                             | 40.0 | 100.0                        |
| 5      | 4                             | 0                            | 0.0  | 0                             | 0.0  | 0.0                          |
| 6      | 4                             | 0                            | 0.0  | 2                             | 50.0 | 50.0                         |

Avec des valeurs si faibles, aucun test statistique n'est effectué.

#### Discussion :

Les valeurs saisonnières d'infestation par les puces sont inférieures à celles données par King et Moody (1982d) pour la Nouvelle-Zélande. Ces auteurs parlent de 34% des femelles et 20% des mâles porteurs de puces. Dans la présente étude, les femelles sont également plus infestées que les mâles, probablement parce qu'elles passent plus de temps dans les galeries de micromammifères. Le taux d'infestation par les tiques ne change pas pour les femelles mais augmente pour les mâles. C'est en été que les mâles sont les plus touchés par les tiques, peut-être parce qu'à cette saison ils passent plus de temps sous terre, comme expliqué au chapitre 4.4.

Les espèces de tiques et de puces déterminées dans cette étude correspondent à celles trouvées en Suisse par Debrot et Mermod (1982), Marchesi (1983), Donzé (1986), Vermot (1998) et à celles de tiques trouvées par Hebeisen (2003), ce dernier n'ayant pas eu de puces sur ses hermines.

La région 4 est nettement la plus touchée puisque toutes les hermines capturées étaient les hôtes d'ectoparasites. Il s'agit de la zone bordant le Seyon. Tous les sites de captures sont proches d'eau superficielle. La végétation est composée uniquement de buissons et d'ourlets, aucun piège n'étant disposé dans des milieux ouverts ou des forêts. La région 1 présente le moins d'emplacements (29%) avec une présence d'eau superficielle et un petit pourcentage relatif (29%) de végétation buissonnante mais présente le deuxième taux de parasitisme le plus élevé. Une relation entre le nombre d'hermines porteuses d'ectoparasites et la présence d'eau ne peut pas être mise en évidence. Il en est de même en ce qui concerne les caractéristiques de la végétation. Peut-être que la présence de micromammifères et en particulier des espèces souterraines, variant selon les régions, influence le taux de parasitisme des hermines circulant dans les galeries. Pour vérifier cette hypothèse, une étude sur ces espèces serait nécessaire, le présent travail ne pouvant fournir aucune information à ce sujet.



#### 4.8. Micromammifères capturés

Les résultats des captures de micromammifères seront présentés globalement puis analysés séparément selon qu'ils proviennent de captures faites dans les pièges Sherman ou dans les pièges suédois.

##### Résultats :

Les nombres pour chaque espèce présentées dans le Tableau 37 comprennent à la fois les individus pris dans les pièges Sherman et dans les pièges suédois. Une comparaison entre les captures matinales et les captures vespérales est entreprise.

**Tableau 37** Nombre d'individus de chaque espèce de micromammifères capturés en fonction de la période de la journée

| Espèce                         | Matin      | Soir       | Total      |
|--------------------------------|------------|------------|------------|
| <i>Apodemus sp.</i>            | 711        | 39         | 750        |
| <i>Clethrionomys glareolus</i> | 53         | 37         | 90         |
| <i>Microtus arvalis</i>        | 55         | 31         | 86         |
| <i>Insectivora</i>             | 17         | 7          | 24         |
| <b>Total</b>                   | <b>836</b> | <b>114</b> | <b>950</b> |

Avec un Khi carré de 615.82, la différence est hautement significative en faveur des captures matinales. Ce résultat est nettement influencé par les captures d'*Apodemus sp.*. Sans cette espèce, la valeur du test du Khi carré est de 13.71 et la différence reste significative.

Ci-dessous, les captures seront traitées séparément en fonction du type de piège dans lequel elles ont eu lieu. La région 2, possède trois emplacements (N° 100, 101 et 102) qui ont servi uniquement à la pose de pièges Sherman. Un total de 886 UP a permis la capture de 211 micromammifères, soit 117 *Apodemus sp.*, 76 *Microtus arvalis*, 7 *Crocidura russula*, 7 *Sorex sp.* et 4 *Clethrionomys glareolus*. Les résultats de ces captures sont présentés en fonction des saisons (Tableau 38) et de l'année (Tableau 39).

**Tableau 38** Nombre saisonnier de micromammifères capturés dans les pièges Sherman

| Saison       | Nb d'UP    | Captures de micromammifères dans les pièges Sherman | Nombre de micromammifères dans les pièges Sherman par 100 UP |
|--------------|------------|---|--|
| Printemps    | 433        | 14  | 3.23   |
| Eté          | 223        | 60  | 26.91  |
| Automne      | 112        | 78  | 69.64  |
| Hiver        | 118        | 59  | 50.00  |
| <b>Total</b> | <b>886</b> | <b>211</b>  | <b>23.81</b>   |

Avec un Khi carré de 66.11, le nombre de captures est significativement plus élevé en automne et en hiver que le reste de l'année.



#### 4.8. Micromammifères capturés

**Tableau 39** Nombre annuel de micromammifères capturés dans les pièges Sherman

| Année        | Nb d'UP    | Captures de micromammifères dans les pièges Sherman | Nombre de micromammifères dans les pièges Sherman par 100 UP |
|--------------|------------|---|--|
| 2001         | 230        | 126   | 54.78  |
| 2002         | 236        | 71  | 30.08  |
| 2003         | 420        | 14  | 3.33   |
| <b>Total</b> | <b>886</b> | <b>211</b>  | <b>23.81</b>   |

Avec un Khi carré de 45.04, le nombre de captures diminue significativement entre 2001 et 2003.

Les résultats qui suivent correspondent aux micromammifères pris dans les pièges suédois. Ces résultats sont présentés dans le Tableau 40 pour les différentes régions du terrain d'étude.

**Tableau 40** Captures de micromammifères dans les pièges suédois, par région

| Région       | Nb d'UP     | Captures de micromammifères | Nombre de micromammifères par 100 UP |
|--------------|-------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1            | 876         | 182                         | 20.78                                |
| 2            | 1017        | 159                         | 15.63                                |
| 3            | 1596        | 215                         | 13.47                                |
| 4            | 331         | 46                          | 13.90                                |
| 5            | 424         | 68                          | 16.04                                |
| 6            | 364         | 69                          | 18.96                                |
| <b>Total</b> | <b>4608</b> | <b>739</b>                  | <b>16.04</b>                         |

Le test du Khi carré donne un résultat de 2.51. Il n'y a donc pas de région significativement plus favorable à la capture des micromammifères.

Le Tableau 41 présente les captures de micromammifères dans les pièges suédois en fonction de la saison.

**Tableau 41** Captures saisonnières de micromammifères dans les pièges suédois

| Saison       | Nb d'UP     | Captures de micromammifères | Nombre de micromammifères par 100 UP |
|--------------|-------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| Printemps    | 1064        | 135                         | 12.69                                |
| Été          | 1280        | 136                         | 10.63                                |
| Automne      | 1424        | 245                         | 17.21                                |
| Hiver        | 840         | 223                         | 26.55                                |
| <b>Total</b> | <b>4608</b> | <b>739</b>                  | <b>16.04</b>                         |

Avec un résultat de 8.96, le test du Khi carré montre qu'il y a une différence significative en faveur des captures hivernales.



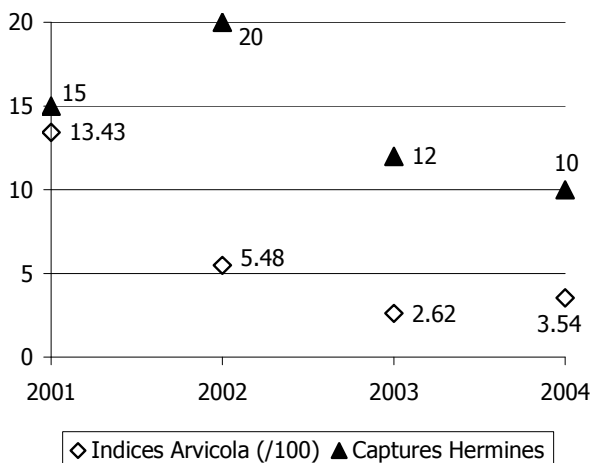
Dans le tableau suivant, les captures sont présentées en fonction de l'année.

**Tableau 42** Captures annuelles de micromammifères dans les pièges suédois

| Année        | Nb d'UP     | Captures de micromammifères | Nombre de micromammifères par 100 UP |
|--------------|-------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| 2001         | 680         | 123                         | 18.09                                |
| 2002         | 1378        | 275                         | 19.96                                |
| 2003         | 1260        | 107                         | 8.49                                 |
| 2004         | 1290        | 234                         | 18.14                                |
| <b>Total</b> | <b>4608</b> | <b>739</b>                  | <b>16.04</b>                         |

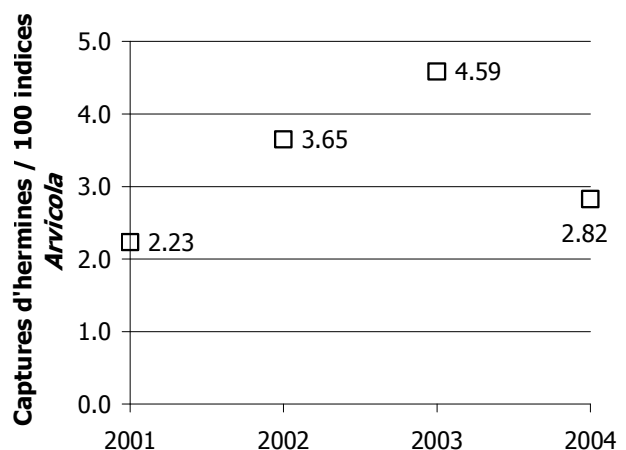
Avec un Khi carré de 5.00, il n'y a pas de différence significative entre les taux annuels de captures. Pour comparer avec le taux de captures dans les pièges Sherman, un test statistique est effectué uniquement sur les années 2001 à 2003. Dans ce cas, le Khi carré vaut 4.88 et n'est pas significatif non plus.

Comme seul du piégeage de surface a été entrepris durant cette étude et que l'hermine suisse semble être principalement un prédateur du campagnol terrestre, du moins en montagne (Debrot 1982, Marchesi 1986, Weber 1986), des données concernant *Arvicola terrestris scherman* sont recherchées. Aucune donnée récente n'est disponible pour la région du Val-de-Ruz. Pour une tentative de comparaison, des informations collectées en 2001 dans la région de la Chaux-de-Fonds (Blant et al. 2004) ont été utilisées. Ces données ont été complétées par les valeurs collectées dans la même région entre 2002 et 2004 (M. Blant, communication personnelle). Ainsi, toute la durée de l'étude sur les hermines est couverte par les indices d'abondances d'*Arvicola terrestris*. La Figure 32 présente le nombre d'indices d'*Arvicola terrestris* divisé par 100 et le nombre de captures d'hermines pour les années 2001 à 2004. La Figure 33 représente le nombre de captures d'hermines par 100 indices d'*Arvicola terrestris* pour les mêmes années. Dans cette figure, les indices d'*Arvicola* pour 2001 ont été divisés par deux pour être proportionnels aux six mois de captures d'hermines.



**Figure 33** Nombre annuel de captures d'hermines par 100 indices d'*Arvicola terrestris scherman*

**Figure 32** Nombre d'indices d'*Arvicola terrestris scherman* divisé par 100 et de captures d'hermines par année



### Discussion :

Comme le montre le Tableau 37 et le test du Khi carré, les captures de micromammifères ont lieu principalement le matin. Ces animaux ont un rythme d'activité plutôt nocturne, du moins en surface. Ceci ne correspond pas au rythme d'activité des hermines (chapitre 4.3) qui sont plutôt diurnes. Cette différence peut être étonnante si on considère que l'hermine est un prédateur spécialisé sur les rongeurs, mais pas impossible vu le rythme polyphasique des rongeurs décrit au chapitre 4.3. L'analyse du régime alimentaire (chapitre 4.9) permettra de savoir quelles sont les espèces proies les plus prisées.

Par rapport aux pièges suédois, les pièges Sherman ont capturé plus de musaraignes (*Crocidura russula* et *Sorex sp.*) et de campagnols des champs (*Microtus arvalis*). Les mulots (*Apodemus sp.*) et les campagnols roussâtres (*Clethrionomys glareolus*) sont majoritairement pris dans les pièges suédois. Ces différences de captures sont certainement plus liées au milieu dans lequel se trouvent les pièges qu'aux pièges eux-mêmes. En effet, les pièges suédois se trouvent principalement dans de la végétation buissonnante ou arborescente correspondant particulièrement bien aux espèces forestières, ou vivant en lisière, que sont les mulots et les campagnols roussâtres (Claude 1995, Vogel 1995a et 1995b).

Les captures automnales et hivernales de micromammifères dans les pièges Sherman (Tableau 38) et dans les pièges suédois (Tableau 41) sont significativement plus élevées que le reste de l'année. Ces résultats illustrent une période de reproduction qui peut avoir lieu en été et/ou en automne et qui est documentée par de nombreux auteurs (Mermod 1969, Debrot 1982, Saucy 1988, Claude 1995, Vogel 1995a) (chapitre 4.2). La densité des rongeurs au printemps et au début de l'été est plus faible à cause du manque de nourriture disponible à la sortie de l'hiver et à une forte pression de prédation (cf. chapitre 4.3).

Le nombre de captures de micromammifères par 100 UP diminue significativement entre 2001 et 2003 dans les pièges Sherman (Tableau 39) mais pas dans les pièges suédois (Tableau 42). Si la diminution enregistrée dans les pièges Sherman était la conséquence d'un crash de population consécutive à une explosion démographique ayant eu lieu une ou quelques années auparavant, elle se ferait également sentir de manière significative dans les pièges suédois. Comme les pièges Sherman sont placés dans un environnement plus ouvert que les pièges suédois, cette diminution pourrait être due à un facteur touchant de manière différentielle les milieux ou les espèces s'y trouvant. Une diminution aussi nette des captures d'hermines dans les zones des emplacements N° 101 et 102 ne peut pas être mise en évidence puisque la zone de Mordigne a pris deux hermines en 2001 et 2002, puis une seule en 2003 et 2004, soit rien de bien démonstratif.

Pour les captures dans les pièges suédois (Tableau 40), les différentes régions du terrain d'étude ne jouent aucun rôle dans les captures de micromammifères.

La Figure 32 montre une diminution des indices de présence du campagnol terrestre de 2001 à 2003, puis une légère augmentation en 2004. Selon les données fournies par M. Blant, l'accroissement du nombre d'indices a eu lieu de 1997 à 2001, passant, pour les vingt-sept zones surveillées, de 154.8 indices en 1997 à un état de pullulation (1343.4 indices) en 2001, puis diminuant jusqu'à atteindre 261.7 indices en 2003. L'augmentation de 2004 (354.1 indices) se confirme en 2005



(611.2 indices). Le nombre de captures par 100 indices de présence d'*Arvicola terrestris* (Figure 33) montre que le nombre d'indices de campagnols terrestres diminue plus vite que le nombre de captures d'hermines de 2001 à 2003.

Les comparaisons entre les indices d'*Arvicola* et les captures d'hermines sont artificielles puisque les valeurs des rongeurs sont issues d'une région subissant des pullulations alors que celles des prédateurs proviennent d'une région dont la population ne fluctue que très faiblement.

Dans le terrain d'étude, les indices d'*Arvicola* ont toujours été faibles par rapport au Haut Jura. Probablement que cette espèce n'est pas la proie principale des hermines. Le chapitre 4.9 donne les détails du régime alimentaire de ces petits mustélidés.





#### 4.9. Régime alimentaire

Les résultats concernant les belettes et les putois seront simplement présentés sans faire l'objet d'une discussion, le nombre d'échantillons (trois pour les belettes et un seul pour les putois) n'étant qu'anecdotique.

##### Résultats :

Trois fèces de belettes ont présenté des poils d'*Apodemus*, de *Microtus* et d'*Arvicola*, ainsi que des restes d'insectes. Le seul échantillon de putois a révélé des poils d'*Apodemus* et de *Mustela*, très probablement des poils de nettoyage, des restes de batraciens et d'oiseaux, autre que la tête de poulet servant d'appât.

Quatre échantillons provenant d'hermines présentaient des poils dont l'analyse laisse quelques doutes. Il pourrait s'agir, pour trois échantillons, de poils de *Crocidura sp.* ou d'*Eliomys quercinus*. Cette dernière espèce peut ne pas être retenue, puisqu'elle semble absente du terrain d'étude (C. Mermod, communication personnelle). Les poils du quatrième échantillon ressemblent à ceux de *Clethrionomys glareolus* mais sans certitude. Ces déterminations ne seront pas comptabilisées dans la suite du chapitre. Le Tableau 43 présente le contenu identifié des fèces en fonction de la région dans laquelle les hermines ont été capturées.

**Tableau 43** Synthèse du régime alimentaire de *M. erminea* selon la région de capture, n représente le nombre d'échantillons par région et les chiffres dans le tableau l'occurrence dans les échantillons

|                            | Région 1 (n = 7) | 2 (n = 11) | 3 (n = 6) | 4 (n = 2) | 5 (n = 1) | Total |
|----------------------------|------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| <i>Apodemus sp.</i>        | 4                | 4          | 4         | 1         | 1         | 14    |
| <i>Microtus sp.</i>        | 3                | 8          | 5         | 2         | 1         | 19    |
| <i>Arvicola terrestris</i> | 6                | 4          | 5         | -         | -         | 15    |
| <i>Insecta</i>             | 1                | 1          | 1         | 1         | -         | 4     |

Le test de Kruskal-Wallis, donnant un K de 3.77, confirme l'absence de différence significative entre le régime alimentaire des hermines dans les différentes régions du terrain d'étude. En tenant compte des occurrences totales pour chaque genre de rongeurs (*Apodemus*, *Microtus* et *Arvicola*), le test du Khi carré donne  $\chi^2_2 = 0.88$  et ne démontre aucune préférence alimentaire de la part des hermines.

L'analyse du régime alimentaire de *Mustela erminea* (cf. Annexe 6) selon le sexe et selon les périodes de la journée (matin ou soir) ne présente également aucune différence : les seize échantillons provenant des mâles et les onze provenant des femelles contiennent des restes d'*Apodemus*, de *Microtus*, d'*Arvicola* et d'insectes, que la capture ait eu lieu le matin ou le soir. Les restes d'*Apodemus* et d'*Arvicola* sont présents à toutes les saisons. Celles de *Microtus* sont absentes en hiver et celles d'insectes ne sont présentes qu'en été et en automne. Des traces d'*Apodemus*, de *Microtus*, d'*Arvicola* et d'insectes ont été trouvées toutes les années, sauf en 2001 où les insectes et *Apodemus* étaient absents.



##### **Discussion :**

Les hermines sont connues, du moins en Europe continentale, pour être des prédateurs spécialisés des rongeurs et en particulier des campagnols (Klimov 1940, Erlinge 1979a et 1981, Debrot 1980, 1983 et 1984, Buret 1983, Marchesi 1983, Debrot et al. 1984, Delattre 1987, Sidorovich 2000). Ce régime alimentaire peut varier en fonction des régions du monde. En Finlande (Ylonen 1989), il est démontré que les belettes et les hermines peuvent avoir un impact négatif sur l'activité et la densité de *Clethrionomys glareolus*. Cette espèce n'a pas été rencontrée de manière importante dans le régime alimentaire durant les études menées au Val-de-Ruz et est absente du régime alimentaire des hermines anglaises (Tapper 1976). Les hermines américaines de Californie et de l'Ontario du Sud (Simms 1979a, Powell et Zielinski 1983), se nourrissent respectivement de *Microtus montanus* et de *M. pennsylvanicus*. En Arctique central (Simms 1978), l'hermine se nourrit principalement de Lemmings et d'oiseaux. En Nouvelle-Zélande, les oiseaux occupent une part importante du régime alimentaire de l'hermine (King et Moody 1982a, Moors 1983, Murphy et Dowding 1994 et 1995, Cuthbert et al. 2000, Smith et Jamieson 2003), de même qu'en Angleterre (Day, 1968, Tapper 1976). En Hongrie (Lanszki et al. 1999), les oiseaux sont consommés en été et en automne où ils sont complémentaires des proies principales que sont les rongeurs.

Les Lagomorphes sont localement des proies appréciées, comme par exemple en Grande-Bretagne (Day 1968, Tapper 1976, Moors 1975, McDonald et al. 2000), en Nouvelle-Zélande (Murphy et Dowding 1994 et 1995, King et al. 1996 et 2001, Cuthbert et al. 2000), en Hollande (Brugge 1977, Mulder 1990), en Allemagne (Nyenhuis 1998) ou encore en France (Lodé 1991).

En Europe de l'Est (Pleska 1989, Sidorovich 2000), les proies principales de l'hermine sont des rongeurs, en particulier *Microtus sp.* et *Arvicola terrestris*. *Microtus sp.*, *Clethrionomys glareolus* et, dans une moindre mesure, *Apodemus sylvaticus* sont des proies principales des hermines en Suède (Erlinge 1973 et 1975b), en Grande-Bretagne (King 1980b), dans l'Ouest de la France (Lodé 1991) et en Pologne (Jedrezejewski et Jedrezejewska 1993). La consommation de *Microtus*, en Finlande (Korpimäki et al. 1991), est positivement corrélée à l'abondance hivernale de ces campagnols. Le changement pour d'autres proies se fait lors de changements de l'utilisation de l'habitat ou lors de faible densité de campagnols (Klemola et al. 1999). L'absence de campagnols en Nouvelle-Zélande est compensée par la consommation de souris (*Mus musculus*) (Murphy et Dowding 1995, King et al. 1996, King 2002, King et al. 2003, Smith et Jamieson 2003). Cette dernière espèce est connue pour vivre de fortes fluctuations de populations, comme les campagnols terrestres dans certaines régions d'Europe continentale et comme les lemmings en zones arctiques.

Dans la présente étude, les espèces proies ne subissent pas de fluctuations importantes, comme cela a été présenté aux chapitres 4.2 et 4.8. C'est l'une des raisons pour lesquelles le régime alimentaire des hermines varie peu en fonction des saisons et des années. Les résultats ne permettent pas de mettre en évidence une différence de régime alimentaire entre les sexes ou en fonction de la période de la journée durant laquelle l'hermine est capturée. Les quelques variations entre les régions de captures ne permettent aucune conclusion. Il est intéressant de noter qu'*Arvicola terrestris* n'est pas présent dans tous les échantillons, alors qu'il est



souvent considéré comme la proie principale de l'hermine jurassienne. Par contre *Apodemus* et *Microtus* font partie des restes les plus fréquemment rencontrés.

Comme vu dans le chapitre 4.6, les hermines femelles sont morphologiquement plus petites et mieux adaptées à la vie souterraine que les mâles. Les proportions de proies dans le régime alimentaire des deux sexes devraient donc varier, tout au long de l'année ou seulement à certaines saisons, comme l'ont montré Erlinge (1978 et 1979b), Stubbe et al. (1989) et McDonald (2002). Cette tendance ne peut pas être mise en évidence ici, puisque le nombre d'occurrences dans les fèces est sensiblement identique entre les sexes pour chaque espèce de rongeur. La présente étude confirme les résultats de Raymond et Bergeron (1986) au Canada et de Murphy et al. (1998) en Nouvelle-Zélande, selon lesquels les mâles et les femelles hermines consomment les mêmes proies.

Les restes des insectes retrouvés dans les fèces concernent des insectes présents dans les pièges, attirés par l'appât et certainement consommés en même temps que celui-ci. Les insectes sont présents dans seulement quatre échantillons et uniquement d'août à novembre. Les poils de *Mustela* qui ont été retrouvés dans neuf échantillons d'hermines et dans celui du putois proviennent très probablement du nettoyage de l'animal lui-même. La variété des restes alimentaires identifiés est relativement pauvre.

Dans certains habitats alpins (Martinoli et al. 2001), en plus des petits rongeurs, qui sont la proie principale, des restes de fruits ont été découverts. La quantité de ces résidus augmente significativement en juillet et en août pour diminuer en septembre et en octobre. L'hermine complète ainsi son régime carnivore lorsque les fruits sont mûrs et en abondance.





#### 4.10. Domaines vitaux et distances parcourues

##### Résultats :

Sur vingt individus munis d'un collier émetteur, treize ont pu être repérés par télémétrie. Le Tableau 44 présente les individus suivis ainsi que les distances parcourues mesurées en ligne droite et en suivant les structures paysagères lorsque c'est possible. Le périmètre et l'aire du plus petit polygone convexe délimité par les pointages télémétriques ont été ajoutés lorsque au moins trois localisations géographiquement différentes ont été enregistrées.

**Tableau 44** Distances parcourues et domaines vitaux des treize individus suivis pas télémétrie

| Individu | Début du suivi | Fin du Suivi | Nb de localisations | Distance max. en ligne droite (m) | Distance en suivant le paysage (m) | Périmètre (m) | Aire (ha) |
|----------|----------------|--------------|---------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------|-----------|
| F 47257  | 21.08.01       | 21.08.01     | 10                  | 90                                | En forêt                           | -             | -         |
| F 49609  | 28.08.01       | 06.09.01     | 52                  | 170                               | 280                                | 394           | 0.54      |
| F 44564  | 31.01.02       | 13.02.02     | 5                   | 10                                | 12                                 | 23            | 0.001     |
| F 53427  | 18.06.02       | 13.11.02     | 52                  | 450                               | 600                                | 926           | 1.52      |
| F 57893  | 24.10.02       | 02.12.02     | 27                  | Toujours au même point            |                                    | -             | -         |
| F 55323  | 20.11.02       | 21.11.02     | 3                   | 195                               | 210                                | -             | -         |
| F 58168  | 28.04.03       | 05.05.03     | 4                   | 115                               | En forêt                           | -             | -         |
| F 56055  | 15.08.03       | 22.09.03     | 2                   | 445                               | 490                                | -             | -         |
| F 57184  | 14.07.04       | 20.07.04     | 36                  | 995                               | 1'260                              | 2'130         | 15.16     |
| M 46499  | 20.07.01       | 29.08.01     | 39                  | 485                               | 850                                | 1014          | 2.84      |
| M 52155  | 22.08.01       | 13.02.02     | 98                  | 430                               | 600                                | 922           | 3.37      |
| M 54807  | 19.11.03       | 01.12.03     | 33                  | 320                               | 370                                | 649           | 0.42      |
| M 56480  | 04.05.04       | 04.05.04     | 3                   | 415                               | 440                                | -             | -         |

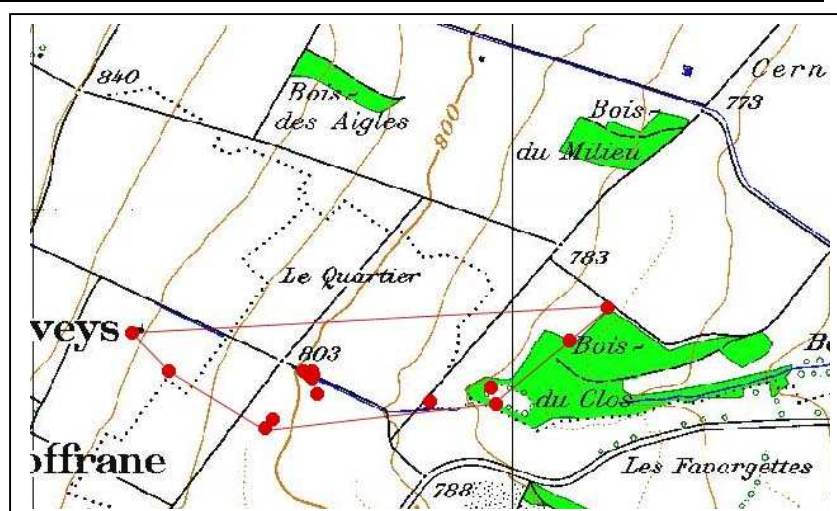
Sexes confondus, la distance moyenne parcourue en ligne droite est de  $343.33 \pm 262.70$  m et la distance moyenne en suivant les structures paysagères de  $511.20 \pm 351.20$  m. Le périmètre moyen des domaines vitaux est de  $865.43 \pm 659.15$  m et leur aire moyenne de  $3.41 \pm 5.33$  ha. Pour les sexes séparés, les valeurs sont résumées dans le tableau suivant.

**Tableau 45** Distances parcourues et domaines vitaux des mâles et des femelles suivis par télémétrie

| Sexe                  | Distance max. en ligne droite (m) | Distance en suivant le paysage (m) | Périmètre (m)       | Aire (ha)       |
|-----------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------|-----------------|
| Mâles                 | $412.50 \pm 68.62$                | $565.00 \pm 212.99$                | $861.67 \pm 189.83$ | $2.21 \pm 1.57$ |
| Femelles              | $308.75 \pm 319.89$               | $475.33 \pm 436.97$                | $868.25 \pm 919.19$ | $4.31 \pm 7.26$ |
| Femelles sans F 57184 | $210.71 \pm 172.27$               | $318.40 \pm 232.30$                | $447.67 \pm 453.89$ | $0.69 \pm 0.77$ |

La Figure 34 représente le cas particulier de l'individu F 57184.

**Figure 34** Relevés télémétriques et domaine vital (plus petit polygone convexe) de l'individu F 57184



### **Discussion :**

Traditionnellement, le territoire d'un animal correspond à toute zone défendue (Noble 1939). Ces zones peuvent être l'endroit où se déroule l'élevage des jeunes ou peuvent simplement constituer l'environnement proche d'un abri ou d'une source de nourriture. Le domaine vital correspond à une région domicile dans laquelle l'animal cherche sa nourriture. Ce domaine vital se modifie durant la vie de l'animal et dépend de son sexe, de son âge et de la saison (Burt 1943). Les domaines vitaux des individus peuvent se superposer et n'ont pas de forme géométrique définie (Spitz 1963). Ce qui rend artificiels les calculs traditionnels par polygones convexes, ne donnant qu'une idée très approximative de la forme et de la taille des domaines vitaux. Lockie (1966) définit le domaine vital non défendu comme un système moins organisé que le territoire défendu pour la plupart des petits mammifères mais possédant d'importants moyens de défense dans le système social des petits carnivores. Cet auteur rappelle également que la taille des territoires ne dépend pas uniquement de la disponibilité en proies mais aussi du nombre d'animaux entrant en compétition. Grant et al. (1992) définissent pour les carnivores un domaine vital non défendu 5.4 fois plus grand que le domaine vital défendu. Goszczynski (1986) a remarqué que les mustélidés couvrent de plus grandes distances que les canidés ou les félidés de même poids. Cette conclusion est corroborée par McDonald et Murphy (2000) qui stipulent que les mustélidés occupent un espace très grand par rapport à leur petite taille. Les surfaces explorées par les hermines peuvent fortement varier en fonction des sexes, des saisons ou encore des milieux dans lesquels sont faites les études.

En Nouvelle-Zélande, le domaine vital moyen des femelles varie de  $69 \pm 8$  ha pour quatre femelles (Murphy et Dowding 1995) à  $124 \pm 21$  ha pour cinq femelles (Murphy et Dowding 1994). Celui des mâles varie de  $93 \pm 7$  ha pour trois mâles (Murphy et Dowding 1995) à  $206 \pm 73$  ha pour 4 mâles (Murphy et Dowding 1994). Alterio (1998) a obtenu des valeurs similaires avec  $94 \pm 13$  ha pour sept femelles et  $223 \pm 45$  ha pour quatre mâles. Cuthbert et Sommer (2002) ont mesuré de petits domaines vitaux pour des hermines de Nouvelle-Zélande, 16 ha pour les mâles et 9.4 ha pour les femelles, dans une colonie de Macareux (*Puffinus huttoni*). Smith et Jamieson (2003) ont obtenu des domaines vitaux de  $108.43 \pm 26.52$  ha pour neuf hermines de plaine et  $57.27 \pm 4.63$  ha pour deux hermines d'habitats alpins. Le domaine vital moyen de quatre femelles (habitats alpins et de plaine combinés) est de  $49.88 \pm 7.73$  ha et de  $127.27 \pm 30.42$  pour sept mâles.

Dans le Nord de l'Europe, le territoire hivernal des femelles varie de 3.7 à 16.8 ha avec une moyenne de 7.4 ha. Celui des mâles varie entre 28.6 et 40.3 ha avec une moyenne de 34.2 ha (Nyholm 1959). Vaisfeld (1972) a obtenu des domaines vitaux entre 11 et 160 ha. Sandell (1985) a mesuré le territoire de mâles. Il obtient environ 17 ha en automne et en hiver et jusqu'à cinquante fois plus du printemps à la mi-septembre.

Au Canada, Robitaille et Raymond (1995) ont obtenu entre 1.0 et 87.4 ha par mâle et Simms (1979b) une moyenne de 20 à 25 ha par mâle et de 10 à 15 ha par femelle. Pour simple anecdote, leurs 327 captures en vingt-deux mois fait rêver...

En Suisse, Meia (1995) parle de domaines vitaux de 4 à 50 ha. Les domaines vitaux calculés dans la présente étude sont inférieurs à ces valeurs. Seule la femelle



F 57184 a parcouru des distances nettement supérieures aux autres individus suivis. C'est la raison pour laquelle les valeurs moyennes des femelles (Tableau 45) ont été estimées avec et sans cet individu. Sans F 57184, les surfaces parcourues par les femelles sont, comme la littérature l'indique, inférieures à celles parcourues par les mâles. Debrot et Mermod (1983) décrivent des domaines vitaux, généralement linéaires, le long de haies et de ruisseaux, biais dû à la disposition des pièges. Cependant, dans la présente étude, des traces hivernales et des relevés télémétriques en plein champ et en forêt ont été observées (chapitre 4.1). Ceci contredit en partie la forme des domaines vitaux décrits par ces auteurs.

Les données de la présente étude corroborent les conclusions de King et al. (2001) et confirment que les domaines vitaux des hermines en Nouvelle-Zélande sont plus grands que dans l'hémisphère Nord.

Taylor et Tilley (1984) ont travaillé sur deux îles éloignées respectivement de 800 m et 1'100 m des côtes de Nouvelle-Zélande. Ces îles se situent à des distances atteignables à la nage par les hermines. Purdey et al. (2004) ont estimé plusieurs distances parcourues minimales moyennes :  $2.9 \pm 1.7$  km pour huit mâles suivis par télémétrie,  $3.1 \pm 2.0$  km pour cinq mâles capturés vivants et  $1.7 \pm 2.2$  km pour quatre mâles terminant leur vie dans un piège mortel. La distance moyenne pour les quinze mâles est de  $2.6 \pm 1.4$  km et de  $4.1 \pm 2.6$  km pour deux femelles. La plus longue distance parcourue par un mâle muni d'un collier est de 4 km. Les estimations des distances parcourues à partir de données télémétriques sont de 2.3 à 6 km pour les femelles et de 1.0 à 4 pour les mâles. Cette étude montre que les femelles peuvent parcourir des distances supérieures aux mâles, ce qui est le cas de l'individu F 57184. Cette femelle présentait deux tétines développées lors de sa capture. L'importance de ses déplacements est sans aucun doute liée à un comportement de chasse dépendant de la présence de jeunes au nid. Cette femelle a également été observée de visu dans un champ de maïs alors qu'elle portait une proie. Ces observations confirment l'affirmation d'Aubert et al. (1985) sur le fait que la distance entre deux localisations de télémétrie n'est qu'une sous-estimation de l'activité locomotrice. Vaisfeld (1972) présente la longueur d'un trajet journalier de chasse comprise entre 0.4 et 8.8 km selon l'abondance des proies, le type d'habitat, l'épaisseur et la qualité de la couverture neigeuse. King et McMillan (1982) ont mesuré les déplacements entre la capture et la recapture des individus compris entre 0.4 et 1.6 km. La dispersion des jeunes mâles peut les amener à parcourir plus de 20 km mais les distances maximales obtenues pour les mâles sont de 2.8 km par jour, 4.4 km en deux jours et 20.0 km en cinq jours. Ce qui, une fois de plus, est bien supérieur aux résultats de la présente étude.

La distance moyenne en ligne droite entre les emplacements abritant les pièges de la présente étude est évaluée à  $361.20 \pm 235.22$  mètres. Ce qui permet de penser que les pièges ne sont pas trop éloignés les uns des autres, même pour la capture des femelles.





### 4.11. L'hermine et les structures paysagères

Pour ce chapitre, toutes les données récoltées lors de cette étude (captures, observations directes, traces et suivis télémétriques d'hermines) ainsi que les informations recensées par le Centre Suisse de Cartographie de Faune (CSCF) pour le Val-de-Ruz sont utilisées. Un total de 756 données est comparé aux informations paysagères fournies par l'Office cantonal pour la conservation de la nature.

#### Résultats :

La planche 6 présente les cours d'eau de la région de captures ainsi que les localisations des observations d'hermines. 24.47% des 756 observations ont été effectués à dix mètres ou moins d'un cours d'eau, 40.08% à vingt mètres ou moins et 52.65% à cinquante mètres ou moins. Les relevés télémétriques à proximité des cours d'eau représentent respectivement 31.29%, 55.31% et 59.22%, en fonction de la distance.

9.66% des observations et 13.13% des données télémétriques ont été relevées à l'intérieur d'une forêt. 16.93% des observations et 27.37% des données télémétriques à moins de dix mètres d'une forêt, 18.12%, et respectivement 28.21% à moins de vingt mètres, 20.77% et 30.17% à moins de cinquante mètres, 43.78% et 51.68% à moins de deux cents mètres.

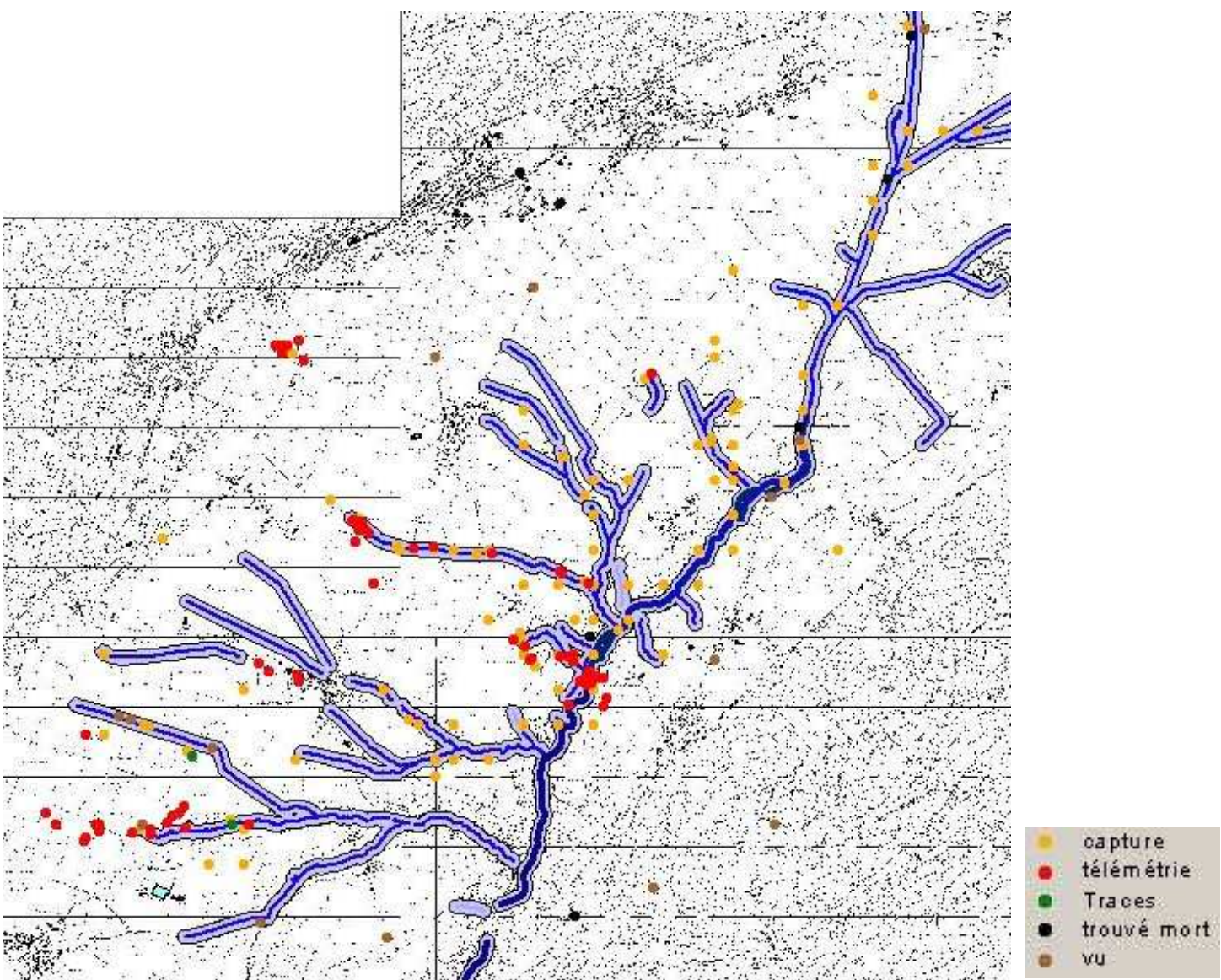
La planche 7 présente la relation qu'ont les hermines vis-à-vis des haies. 17.46% des observations et 25.42% des repérages télémétriques ont été faits à dix mètres ou moins d'une haie, respectivement 24.47% et 34.64% à vingt mètres ou moins et 33.47% et 39.94% à cinquante mètres ou moins d'une haie.

Les éléments paysagers ponctuels comprennent les blocs erratiques, les éléments ligneux isolés, qu'ils soient feuillus ou résineux, les buissons isolés et les bosquets. Ces éléments sont présentés sur la planche 8 où ils sont mis en évidence à l'aide de contours colorés représentant une distance de vingt mètres autour de l'élément ponctuel. 0.26% des observations (0.56% des données télémétriques) ont été prises à moins de dix mètres autour d'un élément ponctuel, 1.19% (0.84%) à moins de vingt mètres et 14.02% (14.25%) à moins de cinquante mètres.

La planche 9 présente deux types de voies d'accès : les routes communales, y compris les routes agricoles, et les routes plus importantes (routes cantonales et autoroute A20 reliant Neuchâtel à La Chaux-de-Fonds). 24.21% des observations (43.02% des repérages télémétriques) se situent à dix mètres ou moins d'une route communale, 30.95% (54.47%) à vingt mètres ou moins et 50.93% (71.29%) à cinquante mètres ou moins. Les données proches des autres types de voies d'accès sont nettement inférieures : 6.22% (9.78%) et 11.90% (10.06%) à respectivement moins de dix et moins de vingt mètres.

Les mesures de compensation écologique (planche 10) représentent des surfaces agricoles mises en jachère et non exploitées durant quelques années, puis remises en culture. Les données informatisées fournies par l'Office pour la conservation de la nature correspondent à des surfaces qui étaient en jachère à l'époque de la numérisation des données. Ces mesures de compensation sont probablement identiques en superficie, puisque la proportion de terres en jachère par rapport au reste des terres d'un même propriétaire est définie légalement, mais leur localisation





**Planche 6** Cours d'eau et total des observations d'hermines pour le Val-de-Ruz



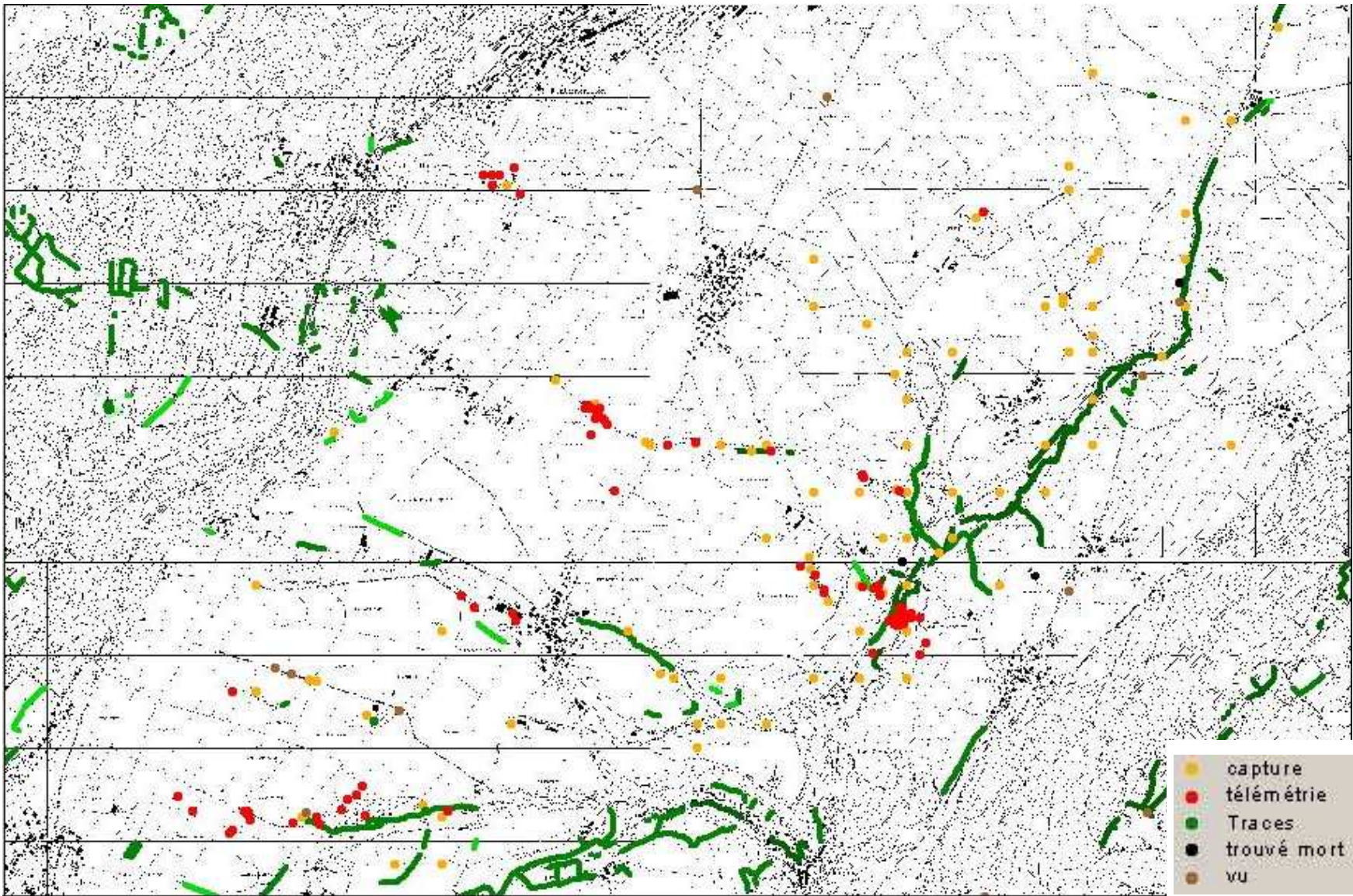
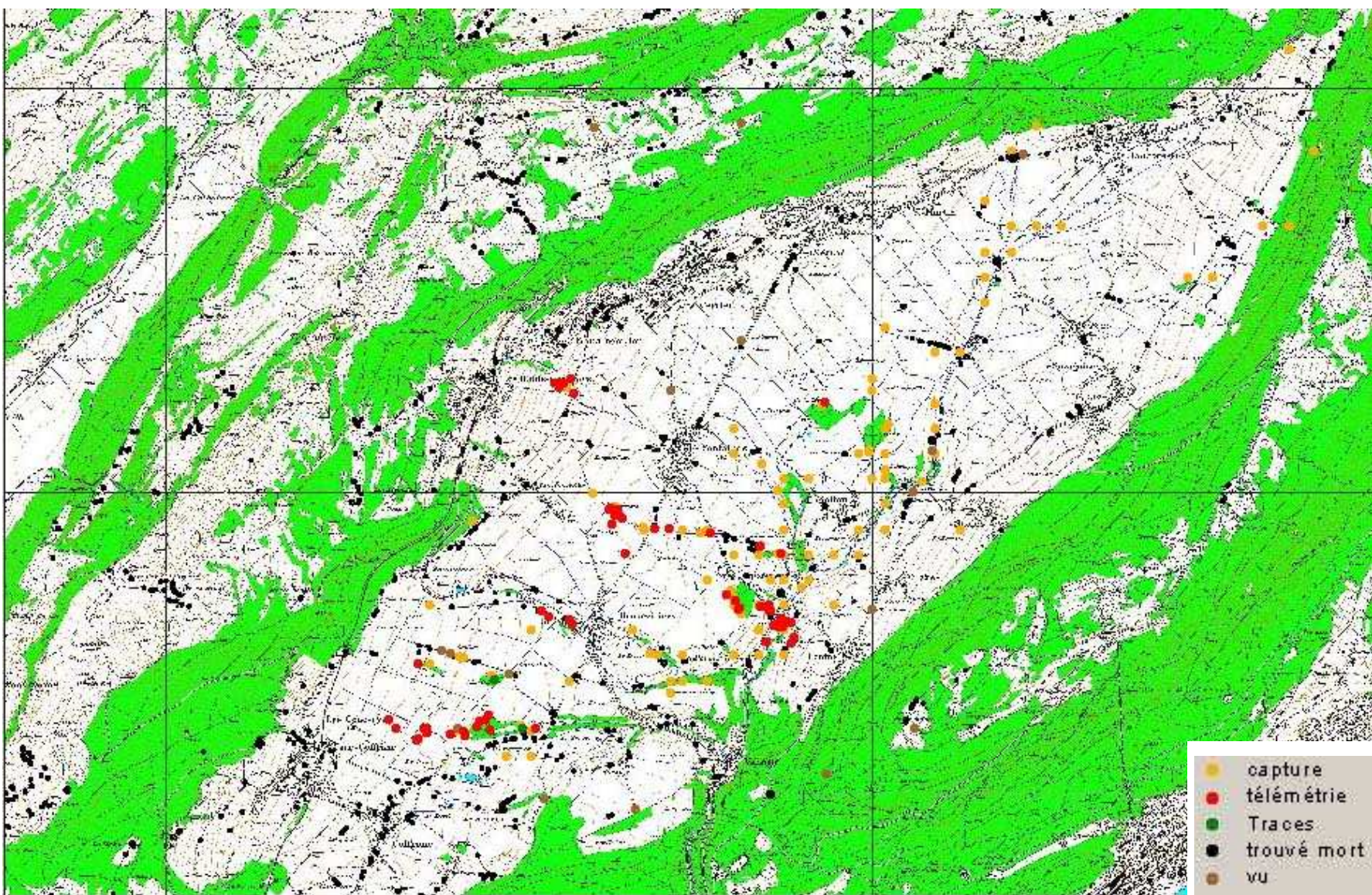
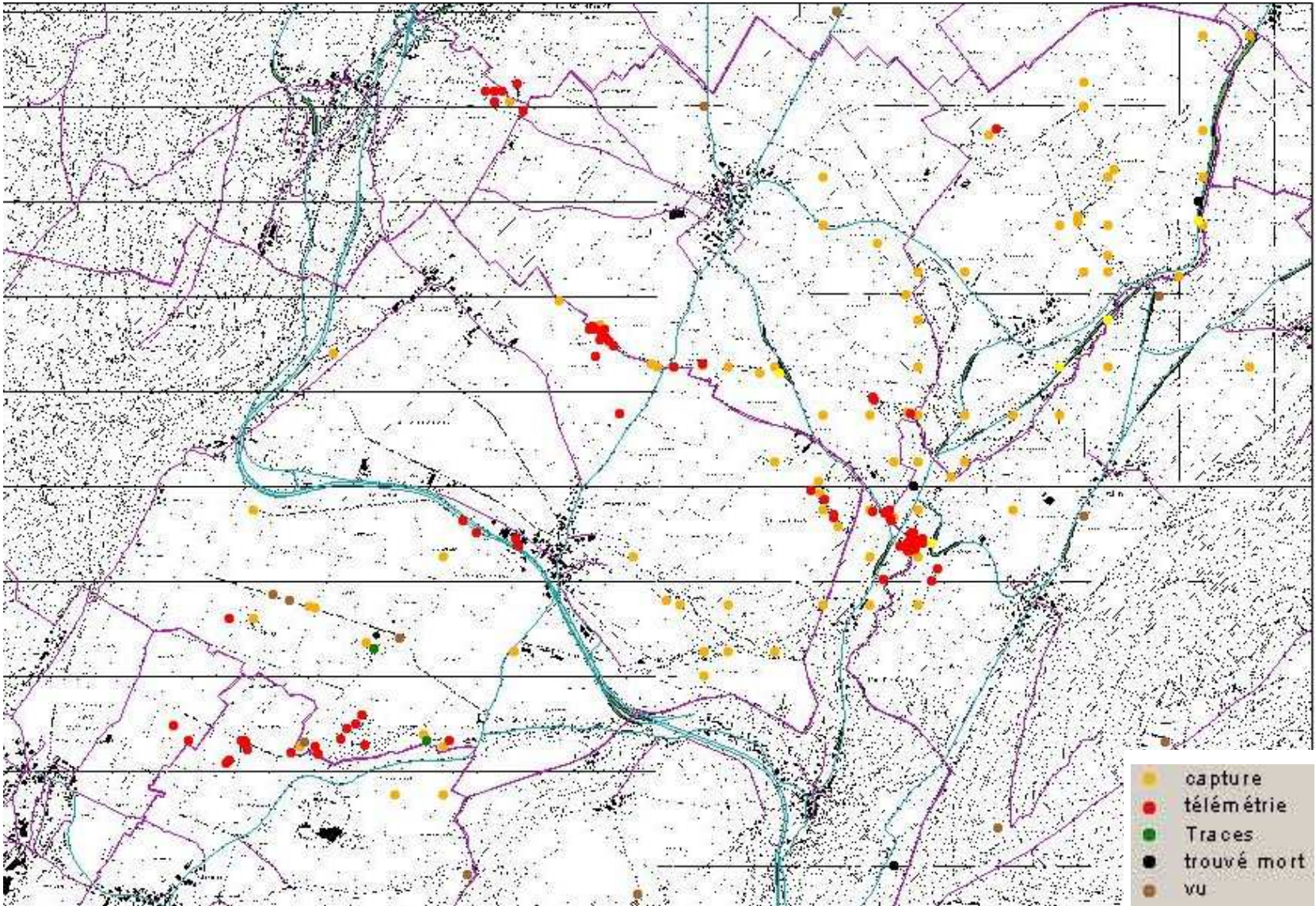


Planche 7 Haies et total des observations d'hermines pour le Val-de-Ruz



**Planche 8** Eléments paysagers ponctuels (en noir) mis en évidence par un contour coloré de vingt mètres de large et total des observations d'hermines pour le Val-de-Ruz





**Planche 9** Routes communales (rose), routes plus importantes (bleu clair) et total des observations d'hermines pour le Val-de-Ruz

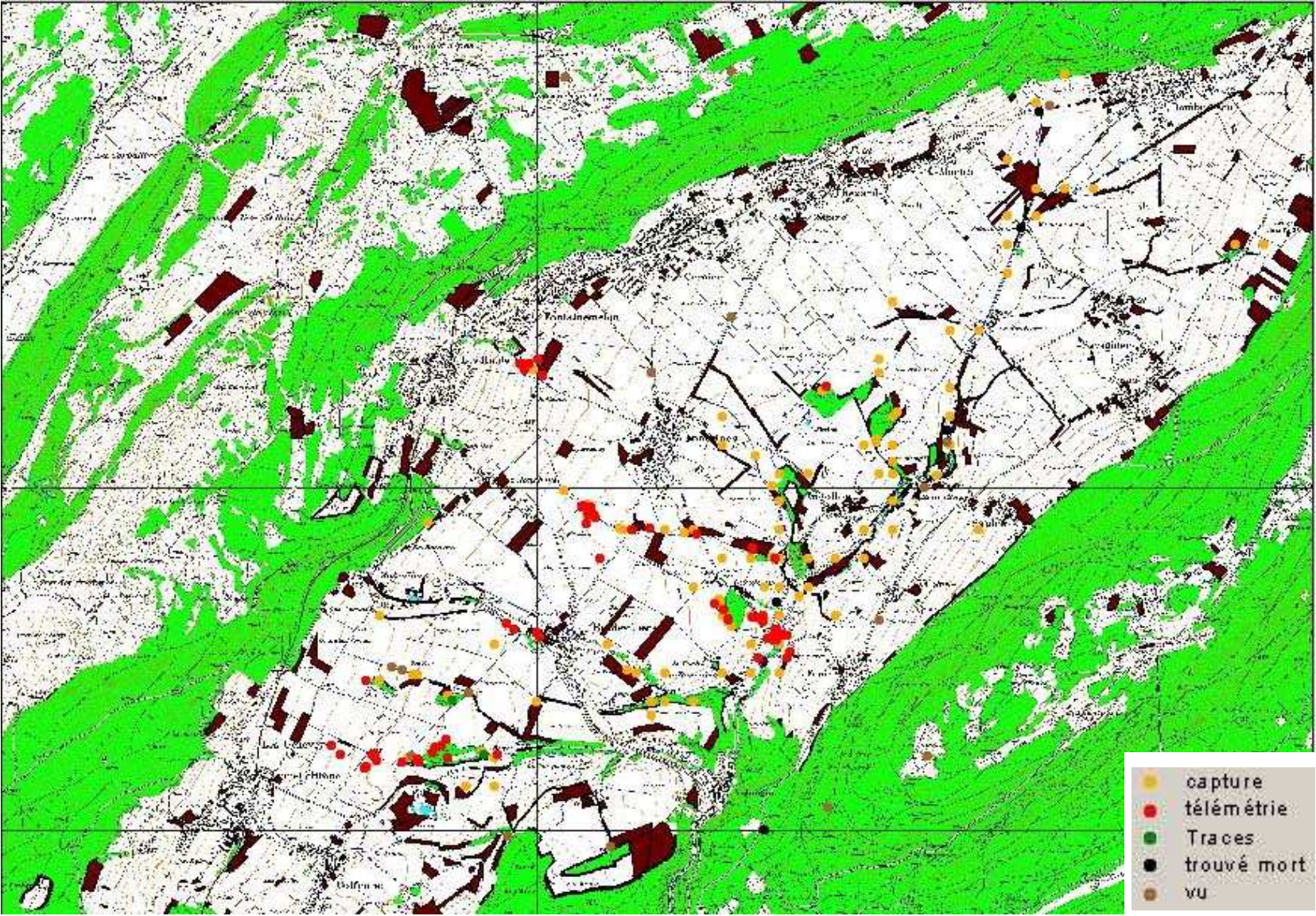
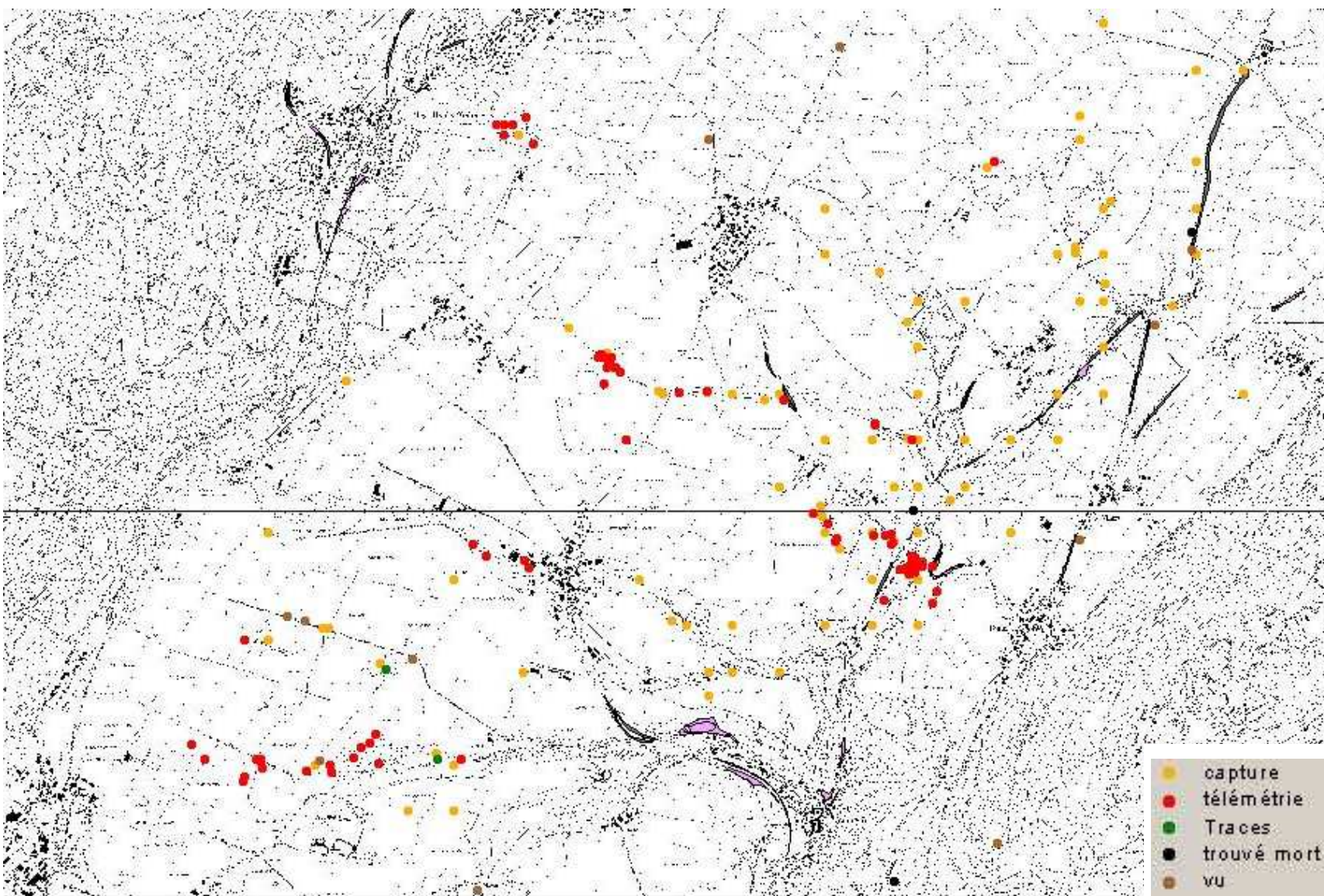
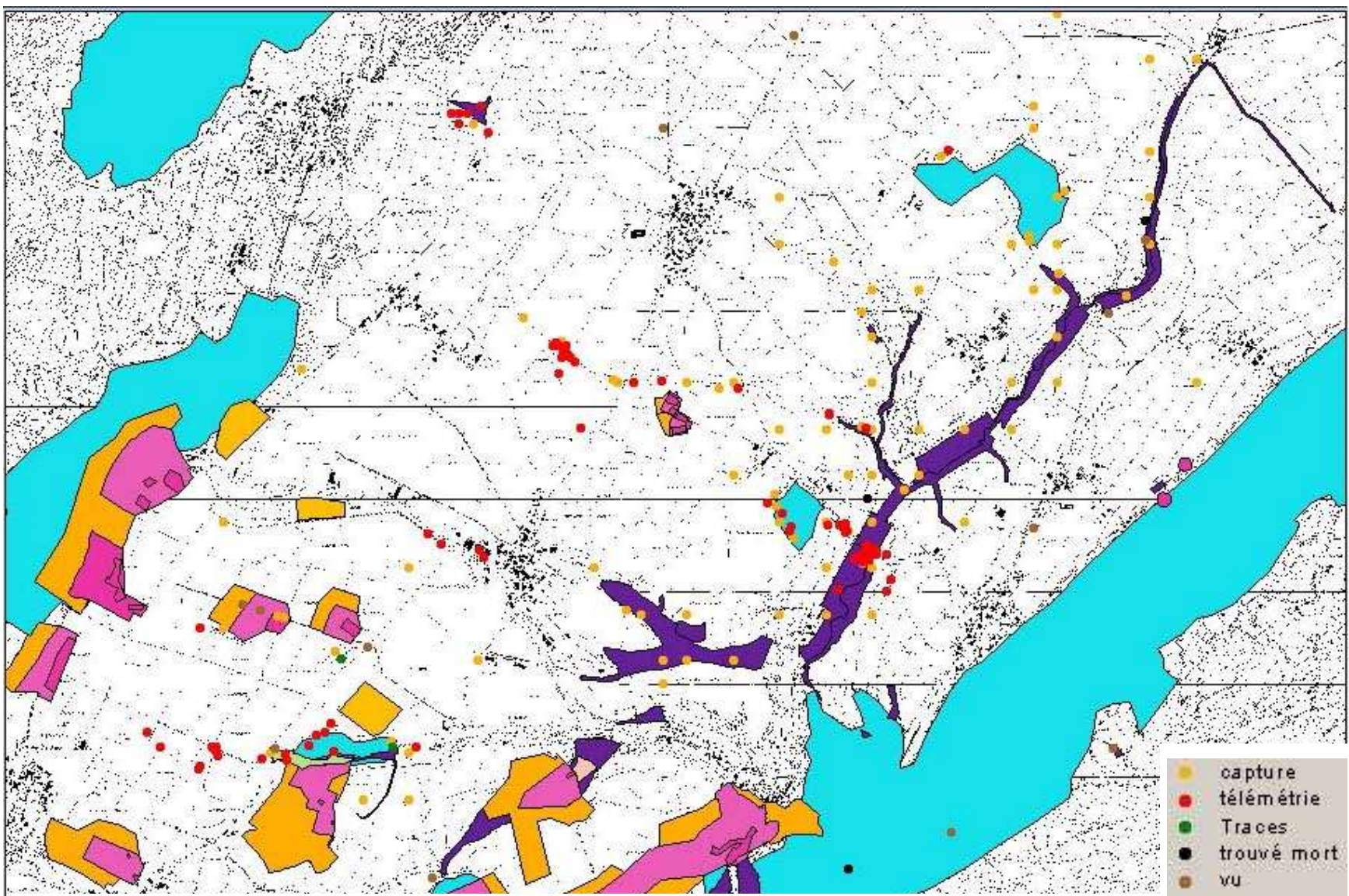


Planche 10 Mesures de compensation écologique et total des observations d'hermines pour le Val-de-Ruz



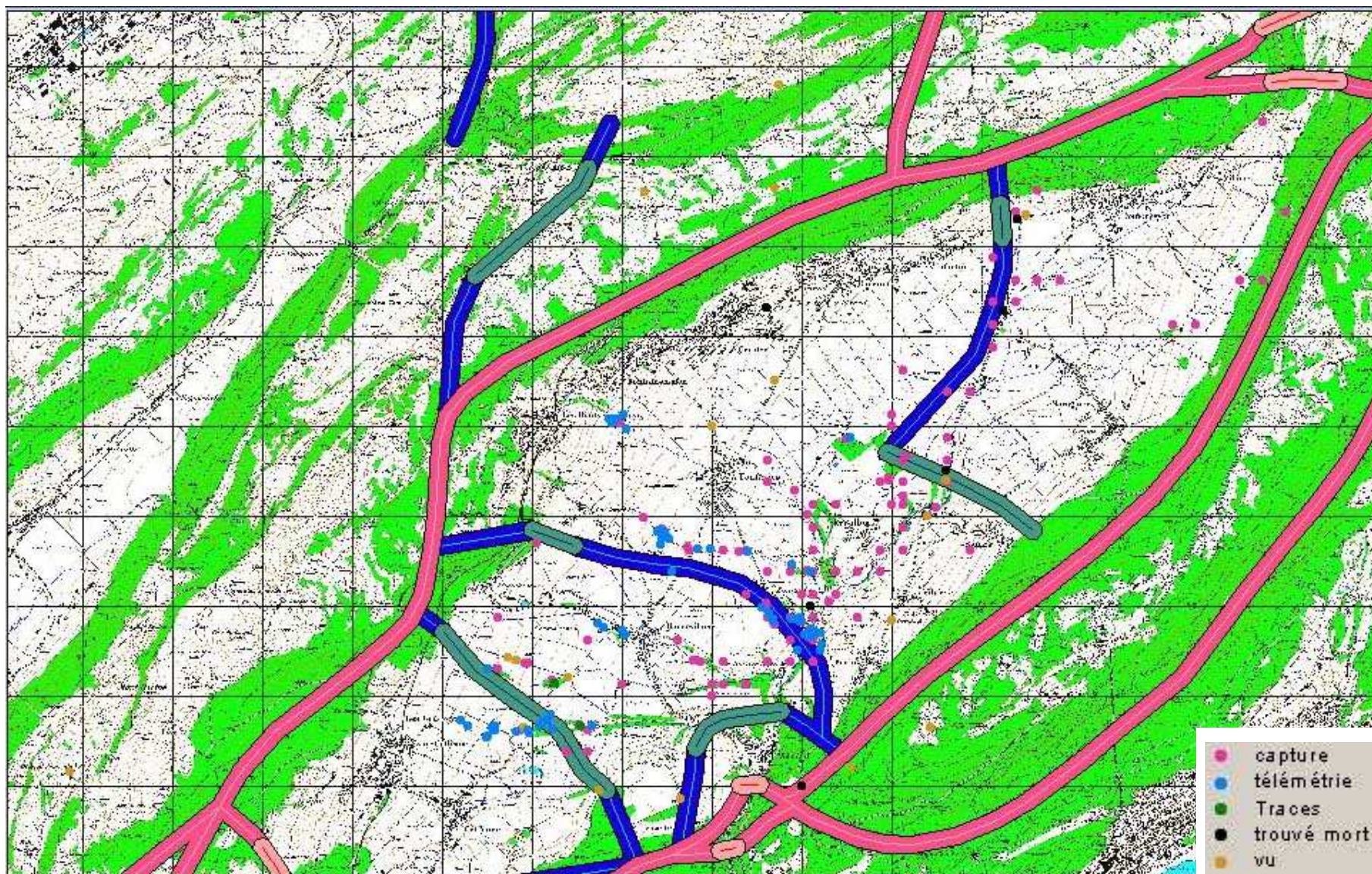


**Planche 11** Talus naturels (rose), talus des routes cantonales (gris) et total des observations d'hermines pour le Val-de-Ruz



**Planche 12** Zones protégées (zones de captage en rose et orange, zones d'importance écologique en bleu clair, zones sous protection communale en violet et total des observations d'hermines pour le Val-de-Ruz





**Planche 13** Corridors faunistiques élargis de cent mètres de part et d'autre du couloir donné (corridors locaux localisés en vert, locaux probables en bleu, supra-régionaux localisés en rose pâle et supra-régionaux probables en rose soutenu) et total des observations d'hermines pour le Val-de-Ruz

peut changer en fonction de l'actualité agricole. 11.49% des observations (11.17% des pointages télémétriques) se trouvent à l'intérieur d'une surface mise en compensation. 13.89% (12.60%) sont localisées à dix mètres ou moins, 20.11% (13.13%) à vingt mètres ou moins et 38.40% (22.90%) à cinquante mètres ou moins.

Sur le même modèle, une analyse des données par rapport aux talus naturels et aux talus des routes cantonales a été entreprise (planche 11). Seuls 2.78% des observations ont été faites à dix mètres ou moins des talus routiers. Les observations dans les talus, ainsi que les données télémétriques, varient entre 0.26% et 0.56% et atteignent 0.84% lorsque l'éloignement augmente jusqu'à cinquante mètres. A noter que peu de talus sont présents dans le terrain d'étude.

Les zones de captage d'eau potable peuvent être intéressantes puisque l'impact humain y est restreint (pas de fumure, pas de pâture, pas de culture, etc.). Aucune hermine n'a cependant été observée dans les cinquante mètres entourant des points de captage d'eau.

Une analyse des observations des hermines par rapport aux zones protégées (planche 12) paraît utile pour évaluer leur contribution dans la sauvegarde de cette espèce. Les zones sous protection communale comptabilisent 23.28% des observations et 34.36% des repérages télémétriques. 25.40% des observations (36.31% des données télémétriques) ont été obtenues à moins de dix mètres de ces zones, 27.38% (36.31%) à moins de vingt mètres et 40.48% (48.88%) à moins de cinquante mètres.

Les zones d'importance écologique n'abritent que 3.17% des observations (1.40% des relevés télémétriques) et les biotopes cantonaux 0.26% des observations et 0.56% des relevés télémétriques. En s'éloignant de cinquante mètres, les valeurs sont respectivement de 6.35% (4.19%) pour les zones d'importance écologique et de 0.66% (0.84%) pour les biotopes cantonaux. Ces zones ne sont pas particulièrement représentées dans l'aire d'étude actuelle.

Des corridors faunistiques (planche 13) ont été définis selon des degrés de certitude de localisation et d'importance géographique variables. Comme ces couloirs ne sont pas définis très précisément, l'évaluation de leur usage par les hermines s'est faite sur une distance de cent mètres de part et d'autre du corridor. Ainsi, les corridors localisés et probables d'importance supra-régionale regroupent 0.13% des observations et aucun repérage télémétrique. Les corridors d'importance locale qui ont été localisés concernent 3.57% des observations et 2.23% des suivis télémétriques et les corridors probables d'importance locale respectivement 8.99% et 13.41%.

#### **Discussion :**

Les avis sur l'importance des structures paysagères pour les animaux en général et pour l'hermine en particulier sont partagés. Fornasari et al. (2000) affirment que les petits mustélidés ont des spécialisations dans leurs habitudes alimentaires mais pas dans l'utilisation de l'habitat, au contraire des mustélidés de moyenne et de grande taille. Cette affirmation rejoint celle de Marchesi et al. (2004) qui stipule que « l'utilisation du sol et en particulier la structuration du paysage (haies, bocages) ne semble pas être un facteur prépondérant » (sic) pour les hermines. Ceci est en contradiction avec de nombreuses études plus anciennes (Aspsov et Popov 1940,



Quartier 1976, Erlinge 1977a et 1986, Thomson et Faireley 1978, Delattre 1987, Samson et Raymond 1998, Vermot 1998) qui mettent en évidence l'importance de certaines structures pour certaines espèces comme par exemple l'utilisation par les hermines des haies, des talus, des clôtures, des canaux, des murets et des bordures. Aunapuu et Oksanen (2003) ont démontré que les hermines de Norvège ont des préférences paysagères et sélectionnent leur habitat. Le même phénomène se produit en Nouvelle-Zélande (McDonald et Murphy 2000).

Vu le nombre relativement important de données disponibles pour le Val-de-Ruz, il est intéressant de savoir si certains éléments paysagers peuvent jouer un rôle dans la conservation d'un environnement favorable aux hermines. Les différentes structures paysagères présentées dans les résultats sont discutées ci-dessous les unes après les autres.

En multipliant par cinq (passant de dix à cinquante mètres) la distance d'éloignement par rapport aux cours d'eau, la proportion d'hermines observées n'est que doublée (multiplié par 2.15 pour le total des observations et par 1.89 pour les relevés télémétriques). Ceci pourrait montrer un certain attrait de la part de ces mustélidés pour les cours d'eau et infirmer la supposition de Marchesi et al. (2004) ; citation : « La tranche altitudinale dans laquelle l'hermine est la mieux représentée est caractérisée par la présence de pâturages (et l'absence de rivières ?) (...) ». Cependant, les résultats de cette analyse sont biaisés par le fait que les cours d'eau ont été privilégiés dans le choix des sites de captures pour plusieurs études (Debrot 1982 ou Weber 1986, par exemple). En particulier, de nombreux pièges ont été disposés le long du Seyon. Il est donc difficile avec ces résultats d'évaluer l'attractivité réelle des cours d'eau sur les hermines. Jedrezejewska et Jedrezejewski (1998) ont mis en évidence l'importance de la présence d'eau dans l'habitat de l'hermine. Mowat et Poole (2005) confirment que l'hermine est présente dans une large palette de paysages mais semble plus abondante dans les écosystèmes humides.

Les forêts sont classiquement décrites comme non attractives pour les hermines (Debrot et Mermoud 1983, Bayne et Hobson 1998, Hebeisen 2003, Marchesi et al. 2004). Cependant, environ 10% des données ont été prises à l'intérieur de peuplements boisés. Ces milieux ne sont donc pas à négliger dans les prochaines études sur les petits mustélidés. En s'éloignant progressivement (de dix, de vingt, de cinquante et finalement de deux cents mètres) des peuplements boisés, les observations n'augmentent proportionnellement que très peu. Il existerait donc bien une certaine attractivité des boisements sur les hermines. Pour les analyses à plus grande distance, il y a un risque que les hermines soient attirées par d'autres structures paysagères. A noter que les peuplements boisés présents dans le terrain d'étude sont toujours de petite taille (maximum 4.5 ha) et que les grands massifs forestiers n'ont pas été étudiés. Les résultats de la présente étude peuvent être mis en relation avec ceux de King et al. (2003) qui décrivent l'hermine comme abondante dans les forêts de hêtres de Nouvelle-Zélande. Mowat et Poole (2005) attestent également de la présence des hermines dans tous leurs relevés forestiers. Quelques années auparavant, Klemola et al. (1999) ont remarqué que les hermines de Finlande utilisent les habitats boisés principalement lorsque les populations de campagnols sont en faible densité. Une étude de l'utilisation des différentes structures paysagères du Val-de-Ruz en fonction de la disponibilité en proies pourrait être



utile pour mieux connaître les besoins des hermines et guider la qualité des aménagements du territoire dans le but de favoriser la conservation de cette espèce.

Plus du quart des relevés télémétriques a été effectué à moins de dix mètres des haies. Ces structures paysagères sont particulièrement importantes pour les hermines. En octobre 2006, une hermine a été observée explorant les abords de la piste de course de l'hippodrome de l'IENA à Avenches et utilisant systématiquement les haies pour ses déplacements, ne quittant ces structures que pour de courtes escapades exploratrices en terrain découvert.

Les éléments paysagers ponctuels ne paraissent pas particulièrement intéresser les hermines. Cependant, les passages des animaux à proximité de telles structures sont si courts qu'ils en deviennent difficiles à enregistrer. En juillet 2005, à nouveau à Avenches, une hermine a été observée suivant de très près les gros blocs de pierre alignés et empêchant le parage de véhicules sous certains ponts d'autoroute. L'alignement des blocs a permis à l'hermine de passer d'un environnement buissonneux à un autre sans longue exposition en terrain découvert. Ceci confirme les observations faites par Hebeisen (2003) sur des hermines se déplaçant plus ou moins exclusivement à couvert.

43% des observations ont été enregistrés à moins de dix mètres de routes communales. Ces résultats sont également biaisés puisque ces routes sont des lieux de passage obligatoires pour accéder aux différents sites de piégeage. Un si grand nombre d'observations proches des routes communales n'est pas étonnant vu la densité importante de ces voies d'accès. Ces routes peuvent également servir de structures guidant le déplacement des animaux de petite taille, particulièrement lorsque les voies d'accès sont bordées de haies ou de murgiers. Il en est de même en ce qui concerne les talus des routes cantonales qui peuvent concentrer de relativement fortes populations de rongeurs dans des zones restreintes et devenir attractifs pour les petits prédateurs.

Etonnamment, les mesures de compensation ne sont pas particulièrement attractives. Peut-être que ces surfaces sont trop petites ou trop peu de temps « au repos » pour que les proies des petits carnivores les exploitent favorablement et attirent les prédateurs dans ces zones.

Les bords du Seyon sont sous la protection des communes et comptabilisent beaucoup d'informations sur les hermines. Comme dit plus haut, de nombreux sites de captures ont été sélectionnés le long de ce cours d'eau et, de ce fait, biaisent les résultats obtenus. En effet, aucun suivi télémétrique actuel ne permet de définir les bords du Seyon comme axe privilégié pour les déplacements des hermines. Ce qui n'empêche pas que cette rivière et ses berges boisées devraient être considérées comme un corridor de bonne qualité, au moins de la Scierie Debrot à Valangin où les contacts avec les forêts de pente du Sud du Val-de-Ruz sont possibles. Le prolongement vers le Nord, le long du Torrent est déjà considéré comme corridor local probable mais quelques aménagements protecteurs (haies, murgiers) pour la petite faune seraient nécessaires. Il pourrait être utile de réévaluer ces aménagements afin d'augmenter son efficacité pour la petite faune. Le tracé de ce corridor est présenté à la fin de ce chapitre (Figure 35).



Les corridors, tels que définis officiellement, ne semblent pas attractifs pour les hermines. Comme ces couloirs sont dessinés pour et par la grande faune, ils ne sont certainement pas bien adaptés aux animaux de petite taille. Si l'hermine peut être considérée comme une espèce-clef, ou comme emblème de la petite faune du Val-de-Ruz, il serait intéressant de pouvoir définir des couloirs mieux adaptés ou du moins des zones favorables à la conservation de cette petite faune (voir chapitre 4.12).

Dans les résultats de ce chapitre, il est à noter que les proportions des données télémétriques sont en général supérieures aux proportions données par le total des observations. Le suivi des animaux par télémétrie semble donc donner une bonne estimation de l'utilisation de leur environnement. Il est étonnant que les résultats concernant les mesures de compensation et les zones d'importance écologique contredisent ce qui a été énoncé ci-dessus, vu que la végétation de ces endroits est souvent haute, rendant difficile toute observation directe.

De nombreuses études récentes ont été menées sur les effets de la fragmentation du paysage sur les animaux. Pour Duchesne et al. (1999), la fragmentation de l'habitat est l'un des facteurs principaux causant la perte de diversité biologique en milieu agricole. Ce que confirment Swihart et al. (2003) rappelant que la majorité des modifications paysagères a eu lieu il y a un siècle environ et coïncide avec l'extinction de plusieurs espèces. Crooks (2002) confirme que la fragmentation et l'isolement de l'habitat sont les deux facteurs paysagers dominants qui influent sur l'abondance et la distribution des prédateurs. Dans la même optique, Schneider (2001) propose d'utiliser la gestion du paysage comme une alternative à la régulation des prédateurs. La présence de bordures est une propriété du paysage ayant peu d'impact sur l'abondance d'une espèce selon Bayne et Hobson (1998), ce que contredit l'étude de Pasitschniak-Arts et Messier (1998) qui a mis en évidence des abondances relatives de petits mammifères significativement plus élevées le long des bordures, particulièrement au printemps. Selon Brooks (2000), les populations vivant dans un environnement comportant des bordures ont des répartitions moins denses et plus variables dans l'espace et le temps que les populations vivant dans des milieux sans bordures.

La présence des zones cultivées ou pâturées a également une influence sur le comportement des animaux. Millan de la Pena et al. (2003) ont remarqué que l'intensité de l'agriculture n'affecte pas la richesse et la composition spécifique de la communauté des petits mammifères mais peut modifier la fréquence des espèces. Les paysages à faible proportion de prairies permanentes rendent stable la disponibilité des proies pour les prédateurs, alors que les paysages à forte proportion de prairies permanentes la rendent instable conduisant à des variations cycliques des populations de micromammifères (Raoul et al. 2001) et des hermines, comme l'a démontré Debrot (1982). Gehring et Swihart (2003) ont remarqué que la plupart des grands prédateurs évitent les champs cultivés alors que le paysage agricole semble particulièrement attractif pour les prédateurs généralistes, le renard en particulier (Storch et al. 2005).

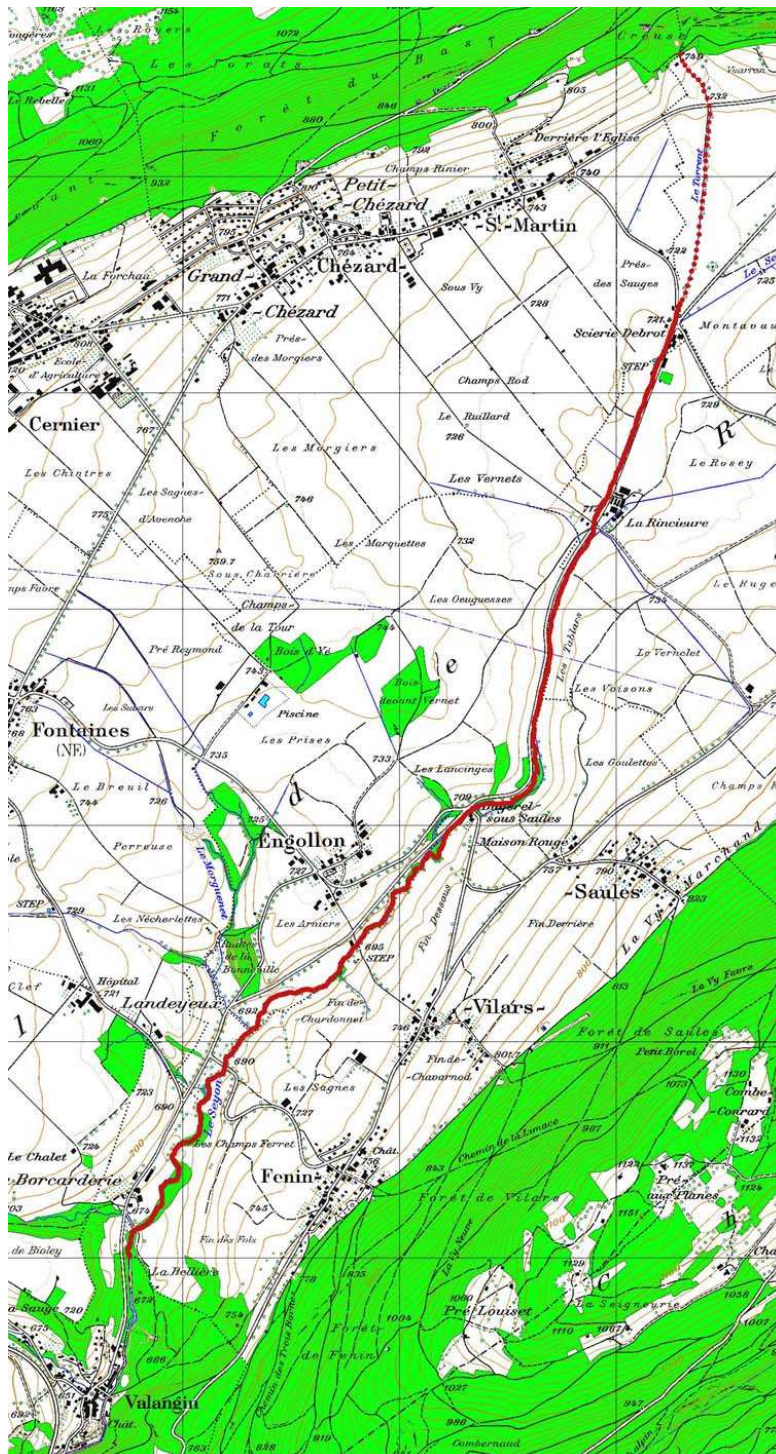
Pour Hansson (2000), les conditions climatiques de la région étudiée ont une influence bien plus grande que le paysage sur le nombre de campagnols et sur la proportion de prédateurs généralistes et spécialistes.



#### 4.11. L'hermine et les structures paysagères

Toujours est-il que la plupart des chercheurs sont unanimes sur le fait qu'il est important qu'il existe des connections paysagères pour maintenir le contact entre les populations et ainsi assurer la conservation des espèces et leur survie sur le long-terme (Gehring et Swihart 2004, Hilty et Merenlender 2004 ). Pour les carnivores, les corridors doivent être larges et riches en végétation (Hilty et Merenlender 2004). Duchesne et al. (1999) parlent de corridors de largeur minimale de 900 m.

Pour un petit carnivore comme l'hermine, ces dimensions ne sont pas nécessaires. Cependant, l'aménagement des couloirs pourrait favoriser leur utilisation pour les déplacements à longue distance. Les haies, de même que les murgiers (chapitre 4.1), les murs et les lisières (Hebeisen 2003) sont à privilégier lors de la revitalisation de sites et la création de nouveaux corridors.



**Figure 35** Tracé du corridor faunistique longeant le Seyon et assurant une traversée sécurisée du Val-de-Ruz ainsi que des liens avec les massifs forestiers bordant la vallée.



### 4.12. Zones favorables

Afin de mettre en évidence le(s) milieu(x) le(s) plus favorable(s) pour les hermines, trois zones contenant quasiment le même nombre de pièges et présentant des caractéristiques paysagères communes (présence d'eau) et différentes (présence de peuplements boisés, de haies, de murgiers) sont comparées.

La première zone correspond aux rives du ruisseau de Mordigne, depuis son apparition en surface (emplacement N°9) jusqu'au Seyon. Il s'agit d'un ruisseau dont les abords sont plantés de buissons et d'arbres. Un étang a été recréé et plusieurs grands murgiers sont présents le long du ruisseau. Les peuplements boisés sont totalement absents. Le murgier de la Jonchère (emplacement N°40) a été ajouté puisqu'il est très proche géographiquement.

La zone des Lancinges contient les pièges placés en bordure du Bois devant Vernet et des deux Bois des Lancinges (Est et Ouest) ainsi qu'un piège (emplacement N° 50) de l'autre côté de la route cantonale, au bord du Seyon, et un (emplacement N° 51) proche de l'étang, en bordure de la réserve naturelle de Bayerel. Les haies sont absentes mais un petit tas de cailloux est présent à l'extrémité Nord de chacun des bois des Lancinges. Un canal relie la lisière Ouest du Bois Devant Vernet à celle du Bois des Lancinges Ouest.

La « boucle de Coffrane » comprend deux étangs, un canal et plusieurs peuplements boisés (Bois du Clos, Bois du Milieu et Bois des Aigles) ainsi que deux pièges à proximité d'une route à grand trafic (emplacements N° 22 et 52). Des haies sont présentes à Cottabord, le long de la route agricole et du canal. Un petit murgier est situé au Nord-Ouest du Bois des Aigles.

#### Résultats :

La première zone contient neuf emplacements et a permis la capture de vingt hermines, soit 2.22 hermines par emplacement. Les Lancinges comprennent huit emplacements et ont permis la capture de six hermines, soit 0.75 hermines par emplacement. La dernière zone contient également neuf emplacements qui ont pris treize hermines, soit 1.44 hermines par emplacement.

Aucun animal suivi n'a été repéré dans la région des Lancinges (planche 14), bien qu'un individu ait été muni d'un collier dans la région du Bois d'Yé. Les relevés télémétriques sont particulièrement concentrés le long du ruisseau de Mordigne avec quelques pointages en plein champ, alors qu'ils sont répartis en forêt et en terrain découvert dans la « boucle de Coffrane »

#### Discussion :

En tenant compte de la discussion du chapitre 4.11, il semble que les revitalisations faites au Val-de-Ruz sont favorables pour les hermines dans la mesure où elles comportent des aménagements variés (buissons, murgiers, points d'eau, etc.) à proximité d'espaces ouverts et de boisements plus denses.

La proposition de considérer le ruisseau de Mordigne comme corridor pour la petite faune peut être faite. En prolongeant ce corridor vers le Nord, en utilisant le murgier de la Jonchère et celui des Vulpillières comme relais, il serait possible de rejoindre le petit bois du Chatelard ou celui du Chapelet, plus à l'Ouest, dans le but d'atteindre les forêts de pente du Nord du Val-de-Ruz. Le ruisseau de Mordigne se jetant dans le



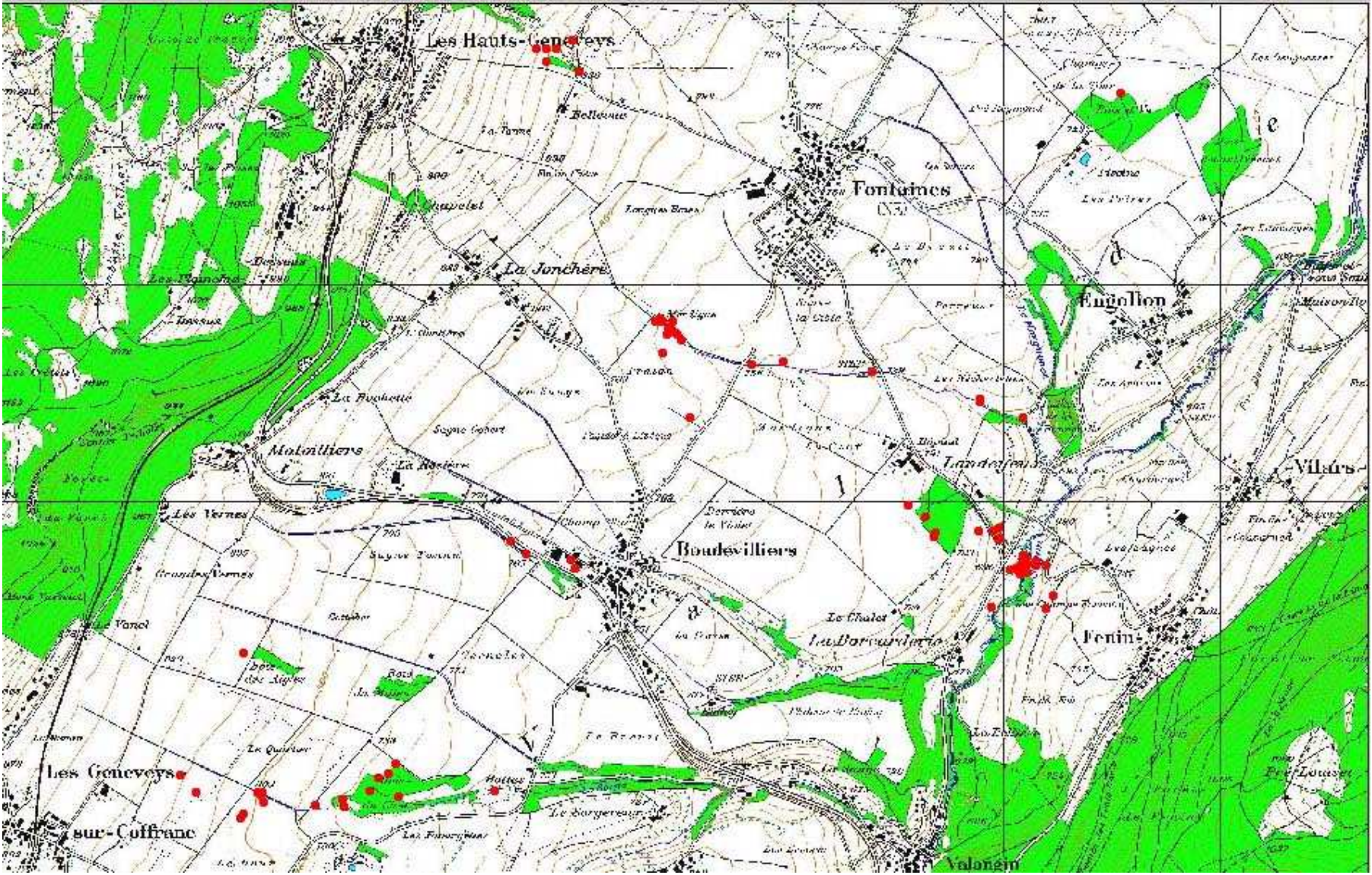
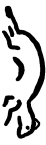
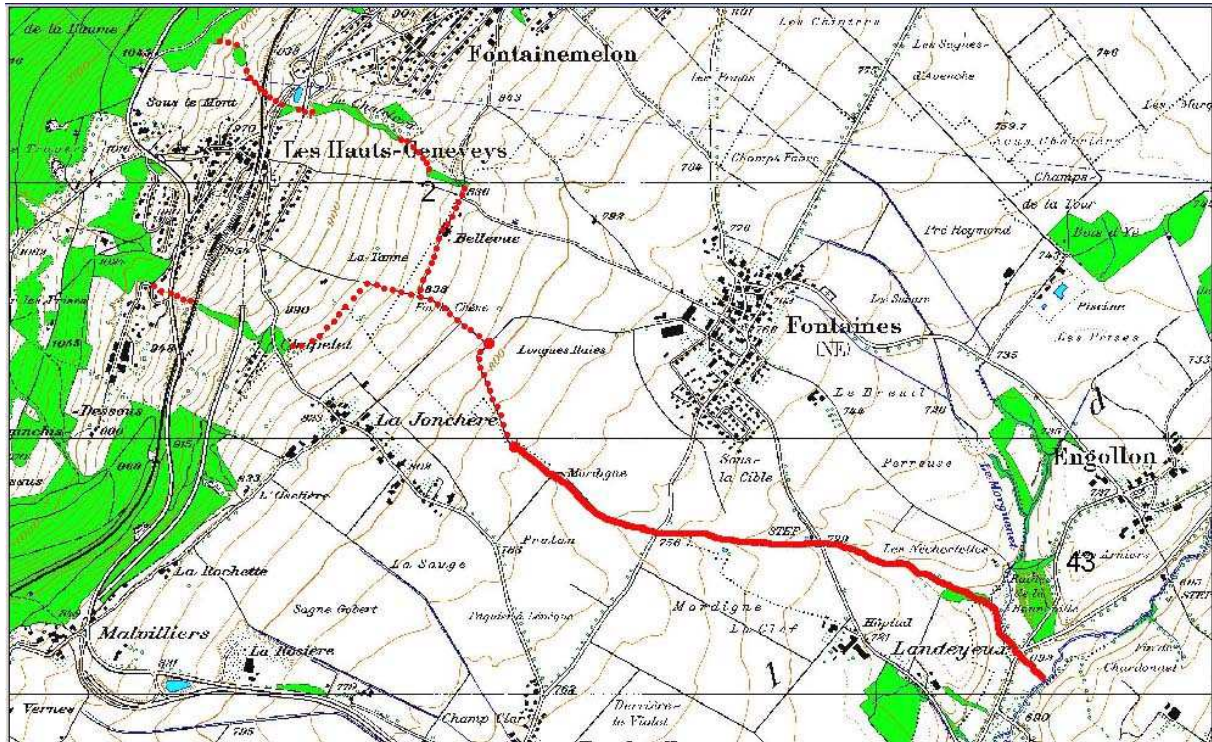


Planche 14 Repérages télémétriques des différents individus munis de collier émetteur



Seyon, ce corridor est en lien direct avec les bords du Seyon qui forment un couloir (Figure 35) ayant des contacts avec les forêts de pente du Sud de la vallée, dans la région de la Bellière. Ce réseau de corridors favoriserait la dispersion des jeunes et les contacts entre les différentes sous-populations d'hermines présentes de part et d'autre de la vallée. De plus, les aménagements choisis pour les zones revitalisées sont utiles pour de nombreuses autres espèces, comme en témoignent les observations de lièvre (*Lepus europaeus*), de pies-grièches écorcheurs (*Lanius collurio*) ou de cailles des blés (*Coturnix coturnix*), par exemple.



**Figure 36** Proposition de corridor pour la petite faune en général et pour l'hermine en particulier. Le trait continu indique le tracé des aménagements existants. Les points représentent deux propositions sur carte pour un prolongement du couloir actuel jusqu'aux forêts de pentes.





## 5. Discussion générale

Lors de cette étude, il a été possible de déterminer qu'*Arvicola terrestris scherman* n'est pas la proie principale des hermines du Val-de-Ruz. *Apodemus sp.* et *Microtus arvalis* sont les espèces préférées. Aucune différence dans le régime alimentaire n'est apparue, ni entre les sexes, ni entre les régions du terrain d'étude ou en fonction des périodes de l'année.

Les hermines de cette étude ont une activité principalement diurne avec des déplacements nocturnes, surtout en hiver et au printemps. Ce sont les mâles qui sont les plus actifs de jour. Aucune différence saisonnière dans le taux d'activité n'a été observée. Les conditions météorologiques ne semblent pas modifier l'activité des hermines. La saison, par contre, influence le taux de captures : la majorité des captures a eu lieu en été, les femelles sont moins capturées que les mâles et aucune femelle n'a été prise en hiver.

Les domaines vitaux des hermines du Val-de-Ruz correspondent aux observations faites ailleurs dans le monde puisque les surfaces exploitées par les femelles sont généralement plus petites que celles occupées par les mâles. Une seule femelle a fait exception à la règle en parcourant des distances supérieures à celles des mâles. Ce cas n'est pas exceptionnel puisque d'autres cas similaires sont cités dans la littérature. Ce qui est particulier c'est que les domaines vitaux de cette région sont spécialement petits par rapport aux données littéraires suisses et étrangères.

Les hermines du Val-de-Ruz, bien que plus grandes que celles des Alpes (données des années 80), ont significativement diminué de taille en une trentaine d'années.

Est-ce qu'avoir de petits domaines vitaux et subir une diminution de taille seraient des signes que la population d'hermines ne se porte pas très bien ? D'autres arguments relevés dans cette étude plaident malheureusement en ce sens : la faible densité de population actuelle, la diminution de nombre de captures sur la période étudiée et l'absence totale d'observations de juvéniles sont autant d'indices qui nécessiteraient confirmation. A noter également que la dispersion des jeunes est plus tardive que les données de la littérature. Ce qui pourrait laisser penser que le cycle de vie de ces petits mustélidés subit également des modifications.

Cette faible densité de population ne semble pas directement liée à la pression humaine puisqu'elle n'est pas défavorable à la capture des hermines. La végétation dans laquelle se trouvent les pièges n'influence pas non plus le taux de captures, de même que la présence ou l'absence d'élément hydrographique superficiel. Les hermines s'observent dans des milieux à couverture végétale très variable, allant des zones ouvertes (pâturages, champs) aux zones fermées (peuplements boisés). Il semble donc que ce sont les conditions de l'environnement global prises dans leur ensemble qui influencent les petits mustélidés.

Les efforts de revitalisation faits dans le Val-de-Ruz semblent favorables pour les déplacements de cette espèce. L'avenir nous dira si cela est suffisant pour la conservation de cette espèce. Malgré les divergences de résultats des différentes études menées à ce jour dans le monde, il semble qu'un environnement présentant une variété importante de structures paysagères (milieux ouverts et couverts, haies, murgiers ou murs de pierres, etc.) est indispensable pour les hermines. Il est donc



nécessaire de conserver ce type de milieu là où il n'a pas encore été modifié. Les revitalisations de sites banalisés ne peuvent être que bénéfiques pour les hermines.

Selon les résultats des chapitres 4.1 et 4.11, une gestion globale de l'environnement est à favoriser pour conserver les petits mustélidés. Un environnement présentant une végétation variée avec des haies, des boisements, des talus, une présence d'eau et des couloirs permettant le déplacement des individus d'une zone favorable à une autre de même que des contacts entre sous-populations sont indispensables pour la survie à long terme de l'espèce et éviter une diminution de la biodiversité.

La connaissance du statut des carnivores est particulièrement importante pour la conservation des espèces parce qu'ils sont considérés comme des espèces-clefs au rôle écologique déterminant dans la structure environnementale d'un écosystème (Belardinelli et Lymberaskis 2001).

Afin de favoriser les carnivores de petite taille, il est impératif de tenir compte de leurs besoins pour améliorer leurs déplacements et les contacts entre les sous-populations. Pour ce faire, des corridors adaptés sont indispensables. Les couloirs définis actuellement ne sont pas spécialement pensés pour la petite faune mais le Val-de-Ruz possède déjà des lieux de passage de bonne qualité qu'il suffirait de prolonger pour permettre une traversée sécurisée de la vallée et des liens avec les massifs forestiers la bordant. Deux corridors seraient à améliorer puisqu'ils existent en partie déjà. Il s'agit des rives du Seyon et du ruisseau de Mordigne. Les propositions de tracé sont suggérées dans les chapitres 4.11 et 4.12.



## 6. Conclusion

Un bilan précis d'une population est difficile à obtenir, particulièrement lorsqu'une seule personne travaille sur le projet. Plusieurs aspects sont à améliorer lors d'une prochaine étude. Des études complètes menées en parallèle sur les espèces proies et/ou sur les compétiteurs seraient utiles afin d'avoir une meilleure vision d'un maximum de facteurs influençant les hermines. Les suivis télémétriques devraient se faire en continu, vingt-quatre heures par jour, afin de diminuer au maximum les risques de perte des signaux. Le matériel de télémétrie, ainsi que ses conséquences sur les animaux, devraient être réévalués puisque certains chercheurs ont utilisé des colliers beaucoup plus lourds (13.5 g) (Purdey et al. 2004) qui permettent probablement de meilleurs suivis.

Malgré le fait que les mammifères semblent bien connus à notre époque et vu les impacts de l'espèce humaine sur les biotopes et les efforts mis actuellement dans la conservation des milieux, les études générales, globales sur une espèce ou sur un groupe d'espèces écologiquement proches sont utiles si des mesures de protection des sites, ou mieux, si des changements de comportement des humains en découlent.

Les paysages agricoles sont de plus en plus influencés par l'espèce humaine et le Val-de-Ruz en est un bon exemple. Les terres agricoles sont transformées en terrain à bâtir et le paysage se banalise rapidement au fur et à mesure que les villas se construisent.

L'avenir des petits carnivores en milieu agricole n'est envisageable que si des milieux naturels variés sont conservés. Les structures paysagères permettant des déplacements à couvert ainsi que présentant des lieux abrités pour le repos, l'élevage des jeunes et l'établissement durable d'espèces proies sont indispensables et vitales pour les petits prédateurs. Dans un paysage agricole ne présentant que quelques zones naturelles (bords du Seyon, petits peuplements boisés), des revitalisations de sites sont nécessaires afin de recréer des haies, des bosquets et rendre à nouveau attrayantes les rives de ruisseaux canalisés, voire enterrés. Toute diminution de la banalisation du paysage sera favorable à de très nombreuses espèces animales et végétales et permettra d'éviter, espérons-le, de nouvelles diminutions de la biodiversité.





## 7. Résumé - Summary

### 7.1. Résumé

Mots-clefs : *Mustela erminea* – Val-de-Ruz (Suisse) – structures paysagères – utilisation de l’habitat – écologie – population – corridors – petite faune – comparaison d’études

Une étude portant sur cinquante-sept captures et treize individus suivis par télémétrie a permis de faire un bilan de la population actuelle des hermines (*Mustela erminea*, L. 1758) dans le Val-de-Ruz (Suisse). Des comparaisons avec des études menées dans la même région entre les années 1970 et 1980 sont entreprises et complétées par une revue de la littérature scientifique internationale. Dans cette recherche, les thèmes suivants sont abordés : rythme d’activité, sex-ratio, classes d’âge, morphométrie, ectoparasites, régime alimentaire, domaines vitaux, distances parcourues, évaluation des espèces proies et des compétiteurs présents dans la zone d’étude. Un accent particulier est mis sur l’utilisation de l’habitat par l’hermine.

L’étude de la qualité paysagère des lieux de capture montre que l’environnement global d’une région est bien plus important que la végétation environnant directement les pièges. Les structures paysagères les mieux utilisées par les hermines du Val-de-Ruz pour leurs déplacements, leur repos et l’élevage des jeunes sont les haies et les grands murgiers (tas de cailloux provenant de l’épierrement des champs). Cependant, les cours d’eau et les forêts ne sont pas à négliger vu leur attractivité sur les hermines.

Globalement, il ressort de cette étude que les hermines du Val-de-Ruz vivent dans un milieu peu favorable et subissent des perturbations croissantes liées à l’augmentation de la fréquentation des nombreuses voies de communication présentes dans le terrain d’étude. Des zones favorables pour ces petits carnivores sont mises en évidence et des corridors spécifiques à la petite faune sont proposés puisque les couloirs prévus pour et par la grande faune ne semblent pas appropriés aux espèces de petite taille.



## 7.2. Summary

Key words : *Mustela erminea* – Val-de-Ruz (Switzerland) – landscape structures – use of habitat – ecology – population – corridors – small fauna – comparison of studies

A study based on fifty-seven captures and thirteen radiotracked individuals permitted the evaluation of the present population of the stoat (*Mustela erminea*, L. 1758) in the Val-de-Ruz (Switzerland). Comparisons are made with studies done in the same region during 1970s and 1980s and are completed by a review of scientific literature. In the present research, the following topics are developed : rythme of activity, sex-ratio, age classes, morphometry, ectoparasites, food, home ranges, distances covered, evaluation of species of prey and competitors present in the field. The use of habitat is particularly developed.

The study of the quality of the landscape in which the traps were placed shows that global environment is far more important than the vegetation around the traps. The landscape structures for moving, about resting and breeding that are preferred by stoats of the Val-de-Ruz are hedges and heaps of stones. However streams, rivers and forests are not to be neglected because they also are attractive to stoats.

Globally, this study shows that stoats of the Val-de-Ruz are living in a no too favourable environment and are under stress because of the increasing use of the numerous roads present in the study area. The zones that are favourable for these small carnivores are shown and specific corridors for small fauna are proposed as the actual corridors designated for and by the large fauna do not suit small sized animals.



## 8. Remerciements

- M. Claude Mermod, professeur à l'Université de Neuchâtel, laboratoire d'Eco-Ethologie des vertébrés, pour la proposition du projet, la formation au travail de terrain et le suivi du travail
- M. Redouan Bshary, nouveau professeur à l'Université de Neuchâtel, laboratoire d'Eco-Ethologie des vertébrés, pour m'avoir accueillie dans sa nouvelle équipe, pour ces conseils et sa bonne humeur
- M. Bruno Betschart, professeur à l'Université de Neuchâtel, laboratoire de parasitologie, d'avoir accepté de faire partie du jury de thèse et pour son soutien
- M. Louis-Félix Bersier, professeur à l'Université de Fribourg, pour ses conseils, son écoute et l'asile qu'il m'a procuré dans son bureau de l'Université de Neuchâtel ainsi que pour sa présence dans le jury de thèse
- M. Sylvain Debrot, de l'Université de Fribourg, qui a accepté d'être membre du jury de thèse et de mettre à disposition les résultats de ses recherches
- Les Services Vétérinaire et de la Faune du Canton de Neuchâtel pour les autorisations de captures et de manipulation des animaux
- Le Service Cantonal des Forêts ainsi que les Communes des Hauts-Geneveys, Fontaines, Engollon, Boudevilliers, Valangin, et La Côtière (Vilars – Fenin – Saules) pour les autorisations de circulation sur les chemins forestiers et agricoles
- Le Service de la Protection de la Nature, l'Association Centre-Jura, le Centre Suisse de Cartographie de la Faune et le Service de Mensurations Cadastrales pour la mise à disposition des données informatisées concernant le Val-de-Ruz
- MM. et Mmes Peter Neuhaus, Ralph Bergmüller, Andrea Hohner, Shirley Raveh et Christian Willisch, membres de l'équipe du professeur Bshary, avec qui j'ai partagé une place de travail et des souvenirs
- Mme Jacqueline Moret pour sa précieuse aide en statistiques
- Mmes Brigitte Cattin et Natacha Schneiter pour leur aide administrative, leur dévouement et leur bonne humeur
- M. Christian Hebeisen pour sa collaboration dans le laboratoire et avec qui j'ai vécu des aventures de terrain inoubliables
- M. Jean-Paul Haenni, du Musée d'Histoire naturelle de Neuchâtel, pour l'aide à la détermination des puces
- M. Jean-Claude Beaucournu, professeur émérite du laboratoire de parasitologie de la faculté de médecine à Rennes pour la confirmation de détermination de certaines puces
- M. Olivier Rais pour l'aide à la détermination des tiques
- M. Julien Oppliger pour l'aide à la détermination de certains os de micromammifères
- MM. Michel Blant, Gérard Donzé, Paul Marchesi et Jean-Bernard Vermot pour la mise à disposition des résultats de leurs recherches
- M. Jean-Marc Weber pour la mise à disposition des résultats de ses recherches et pour ses conseils judicieux
- Mme Carolyn King, Professeur de l'Université de Waikato à Hamilton (Nouvelle-Zélande), pour son soutien, sa gentillesse, sa disponibilité et ses conseils à un moment-clé
- M. Thomas Pilloud, de Boudevilliers, pour les conseils vétérinaires
- M. Jean-Yves Girard, directeur de l'European School of Animal Osteopathy (ESAO), pour m'avoir accordé un délai pour la rédaction de mon travail de diplôme en ostéopathie animale afin de pouvoir terminer ce travail de thèse



## 8. Remerciements

- M. et Mme Luc Rollier, de la Borcarderie, pour la location du local, l'hébergement d'un piège derrière leur maison ainsi que la mise à disposition de commodités
- Les familles Beney de Valeyres-sous-Ursins et Miéville de Chevressy pour avoir fourni une grande quantité d'appâts
- M. Christian Chiffelle de Boudevilliers pour les données météo
- Tous les étudiants qui m'ont accompagnée dans le terrain et grâce à qui les tournées paraissaient moins longues, en particulier Isabelle Castro, Barbara Molnar et Erica van de Waal qui ont été d'une aide inestimable, entre autre, durant les travaux pratiques
- Mme Fedra Cornella pour la lecture du premier manuscrit
- Tous les gens qui m'ont vu passer au Val-de-Ruz par tous les temps et qui m'ont accordé un mot ou un sourire
- Un message tout particulier à Patrick pour tout ce qu'il a fait : conception de la base de données, dépannages informatiques et dans le terrain, relecture des premiers essais de rédaction, pour sa présence, son soutien et ses encouragements et tout l'impossible qu'il a réussi à mettre en œuvre pour que notre vie soit possible malgré nos multiples occupations.



## 9. Bibliographie

### A

- Alterio N., 1998 : Spring home range, spatial organisation and activity of stoats *Mustela erminea* in a South Island Nothofagus forest, New Zealand. *Ecography* 21(1) : 18-24.
- Alterio N., H. Moller et K. Brown, 1999 : Trappability and densities of stoats (*Mustela erminea*) and ship rats (*Rattus rattus*) in a South Island Nothofagus forest, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 23(1) : 95-100.
- Ashby K. R., 1972 : Pattern of daily activity in mammals. *Mammal Review*, 1(7/8) : 171-185.
- Aspisov D. I. et V. A. Popov, 1940 : Factors determining fluctuations in the numbers of ermines. Translated in *Biology of Mustelids : some Soviet Research 2* : 109-131. British Library, Boston Spa, Yorkshire, LS23 7BQ, U. K. Ed. by C. M. King.
- Aubert M., M. Artois et P. Stahl, 1985 : Méthode d'interprétation statistique du rythme d'activité de carnivores suivis par radio-pistage. *Rev. Ecol. (Terre Vie)* 40 : 177-183.
- Aunapuu M. et T. Oksanen, 2003 : Habitat selection of coexisting competitors: a study of small mustelids in northern Norway. *Evolutionary Ecology* 17(4) : 371-392.

### B

- Bäumler W., 1971 : Über die Aktivitätsperiodik des Iltisses (*Mustela putorius*) und des Hermelin (*Mustela erminea*) sowie über dessen Farbwechsel.
- Bayne E. M. et K. A. Hobson, 1998 : The effects of habitat fragmentation by forestry and agriculture on the abundance of small mammals in the southern boreal mixedwood forest. *Can. J. Zool.* 76(1) : 62-69.
- Beaucournu J.-C., H. Launay, 1990 : Les puces (Siphonaptera) de France et du Bassin méditerranéen occidental. *Faune de France* 76: 548 pp. Fédération Française des Sociétés de Sciences Naturelles, Paris.
- Belardinelli A. et P. Lymberaskis, 2001 : Small carnivores and Hedgehog in Crete : Distribution and preliminary data on ecology and population status. Abstract for poster presentation, *Wildlife management in the 21<sup>st</sup> century, XXV<sup>th</sup> International Congress of the International Union of Game Biologists I.U.G.B. and IX<sup>th</sup> International Symposium Perdix* : 75.
- Blant M., B. Beuret, A. Ducommun, E. Joseph, M.-A. Meyrat-Paratte, R. Poitry et A. Lehmann, 2004 : Le paysage de la haute chaîne jurassienne Suisse influence-t-il les pullulations cycliques du campagnol terrestre *Arvicola terrestris scherman* (shaw, 1801) ? *Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles* 127: 103-115.
- Brooks T., 2000 : Conservation biology : Living on the edge. *Nature* 403 : 26-29.
- Brugge T., 1977 : Prey selection of weasel, stoat and polecat in relation to sex and size. *Lutra* 19 : 39-49.
- Buret A., 1983 : Contribution à l'étude du comportement de l'hermine (*Mustela erminea* L.). Travail de licence non publié, Université de Neuchâtel.
- Burt W. H. , 1943 : Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *Journal of Mammalogy* 24 : 346-352.
- Buskirk S. W. et S. L. Lindstedt, 1989 : Sex biases in trapped samples of Mustelidae. *J. Mamm.* 70(1) : 88-97.



## 9. Bibliographie

### C

- Caughley G., 1977 : Analysis of vertebrate populations. John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto.
- Claude C., 1995 : *Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780, In : Atlas des Mammifères de la Suisse, Birkhäuser Verlag, Basel - Boston – Berlin : 298-302.
- Crooks K. R., 2002 : Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. Conservation Biology 16(2) : 488.
- Cuthbert R. et E. Sommer, 2002 : Home range, territorial behaviour and habitat use of stoats (*Mustela erminea*) in a colony of Hutton's shearwaters (*Puffinus huttoni*), New Zealand. New Zealand J. Zool. 29 : 149-160.
- Cuthbert R., D. Fletcher et L. S. Davis, 2000 : A sensitivity analysis of Hutton's shearwater: prioritizing conservation research and management. Biological Conservation 100(2) : 163-172.

### D

- Danilov P. I. et I. L. Tumanov, 1972 : Male reproductive cycles in the Mustelidae. Zool. Zhurn. 51 : 871-880.
- Day M. G., 1968 : Food habits of British stoats (*Mustela erminea*) and weasels (*M. nivalis*). J. Zool. London 155 : 485-497.
- Dayan T. et D. Simberloff, 1994 : Character displacement, sexual dimorphism, and morphological variation among British and Irish mustelids. Ecology 75(4) : 1063-1073.
- Debrot S., 1980 : Trophic relations between the stoat (*Mustela erminea* L.) and the ground vole (*Arvicola terrestris* L.), Worldwide Furbearer Conference Abstracts, Frostburg, Maryland, USA : 70.
- Debrot S., 1981 : Trophic relations between the stoat (*Mustela erminea*) and its prey, mainly the water vole (*Arvicola terrestris scherman*), Worldwide Furbearer Conference Proceedings II, Frostburg, Maryland, USA : 1259-1289.
- Debrot S., 1982 : Ecologie de *Mustela erminea* L., Dynamique des composantes structurales, trophiques et parasitaires de deux populations. Thèse, Université de Neuchâtel.
- Debrot S., 1983 : Fluctuations de population chez l'hermine (*Mustela erminea* L.). Mammalia 47(3) : 323-332.
- Debrot S., 1984 : Dynamique du renouvellement et structure d'âge d'une population d'hermines (*Mustela erminea*). Revue d'Ecologie 39 : 77-88.
- Debrot S. et C. Mermod, 1982 : Quelques Siphonaptères de Mustélidés, dont *Rhadinopsylla pentacantha* (Rothschild, 1897), nouvelle espèce pour la Suisse. Revue Suisse de Zoologie 89(1) : 27-32.
- Debrot S. et C. Mermod, 1983 : The spatial and temporal distribution pattern of the stoat (*Mustela erminea* L.). Oecologia 59(1) : 69-73.
- Debrot S., G. Fivaz, C. Mermod et J.-M. Weber, 1982 : Atlas des poils de mammifères d'Europe, Ed. Institut de zoologie, Université de Neuchâtel
- Debrot S., G. Fivaz et C. Mermod, 1984 : Note sur le gîte et la nourriture hivernale d'une hermine (*Mustela erminea* L.). Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles 107 : 137-141.
- Debrot S., J.-M. Weber, P. Marchesi et C. Mermod, 1985 : The day and night activity pattern of the stoat (*Mustela erminea* L.). Mammalia 49(1) : 13-17.
- Delarze R., Y. Gonseth et P. Galland, 1998 : Guide des milieux naturels de Suisse. Delachaux et Niestlé S.A., Lausanne, Paris.
- Delattre P., 1983 : Analyse d'une relation proie-prédateur pour le modèle « micromammifères-petits mustélidés » en milieu de type agroécosystème. Méthode d'évaluation de la pression de prédation exercée. Acta Œcologica 4(2) : 179-191.



- Delattre P., 1987 : Encyclopédie des carnivores de France, "La Belette et l'Hermine". Société Française pour l'Etude et la Protection des Mammifères.
- Do Linh San E., 2004 : Biologie et écologie du blaireau européen (*Meles meles*) dans une population de faible densité (Broye, Suisse), Thèse, Université de Neuchâtel.
- Donzé G., 1986 : Contribution à la connaissance des parasites de l'hermine en Suisse Romande. Travail de diplôme. Université de Neuchâtel.
- Duchesne S., L. Belanger, M. Grenier et F. Hone, 1999 : Guide de conservation des corridors forestiers en milieu agricole. Environnement Canada. Fondation Les Oiseleurs du Québec inc.

**E**

- Eiberle K. et J.-F. Matter, 1985a : Über die Abhängigkeit des Iltis (*Mustela putorius L.*) von der Witterung. Waldhygiene 16 : 107-114.
- Eiberle K. et J.-F. Matter, 1985b : Zur Populationökologie der Wiesel (*Mustela erminea* und *Mustela nivalis*). Z. f. Säugertierkunde 50(1) : 40-46.
- Erlinge S., 1973 : Distribution and population kinetics of weasel (*Mustela nivalis*) in a woodland area in southern Sweden. Int. Congr. Game Biol. Stock. 11 : 339-348.
- Erlinge S., 1974 : Distribution, territoriality and numbers of the weasel *Mustela nivalis* in relation to prey abundance. Oikos 25 : 308-314.
- Erlinge S., 1975a : Feeding habits of the weasel *Mustela nivalis* in relation to prey abundance. Oikos 26 : 378-384.
- Erlinge S., 1975b : Predation as a control factor of small rodent populations. In : L. Hansson and B. Nilsson, Biocontrol of rodents. Swedish Natural Service Research Council, Stockholm : 195-199.
- Erlinge S., 1977a : Home range utilization and movements of the stoat (*Mustela erminea*). Wildlife Biology and Ethology, XIIIth Int. Congress Game Biology : 31-42.
- Erlinge S., 1977b : Spacing strategy in stoat (*Mustela erminea*). Oikos 28 : 32-42.
- Erlinge S., 1977c : Agonistic Behaviour and Dominance in Stoats (*Mustela erminea l.*). Z. Tierpsychol. 44 : 375-388.
- Erlinge S., 1979a : Adaptative significance of sexual dimorphism in weasels. Oikos 33 : 233-245.
- Erlinge S., 1979b : Movement and daily activity pattern of radio tracked male stoats, *Mustela erminea*. In : A Handbook on biotelemetry and radio tracking. Pergamon Press, Oxford and New York : 703-710.
- Erlinge S., 1981 : Food preference, optimal diet and reproductive output in stoats (*Mustela erminea*) in Sweden. Oikos 36 : 303-315.
- Erlinge S., 1983a : Ecological research on mustelids. Acta Zool. Fennica 174 : 167-168.
- Erlinge S., 1983b : Demography and dynamics of a stoat (*Mustela erminea*) population in diverse communities of vertebrates. J. Anim. Ecol. 52 : 705-726.
- Erlinge S., 1986 : Specialists and generalists among the mustelids. Lutra 29 : 5-11.
- Erlinge S., 1987 : Why do European stoats *Mustela erminea* not follow Bergmann's rule? Holarct. Ecol. 10 : 33-39.
- Erlinge S., G. Göransson, L. Hansson, G. Högstedt, O. Lieberg, I. N. Nilsson, T. Nilsson, T. Von Schantz et M. Sylven, 1983 : Predation as a regulating factor on small rodent populations in southern Sweden. Oikos 40 : 36-52.



## 9. Bibliographie

### F

- Fitzgerald B. M., 1977 : Weasel predation on a cyclic population of the montane vole (*Microtus montanus*) in California. J. Anim. Ecol. 46 : 367-397.
- Fog M., 1969 : Studies on the weasel (*Mustela nivalis*) and the stoat (*Mustela erminea*) in Denmark. Danish Review of game biology 6(2) : 3-10.
- Fornasari L., L. Bani, I. Bonfanti, E. de Carbi et R. Massa, 2000 : A spatial analysis of mustelid distributions in northern Italy. In : Mustelids in a modern world, Management and conservation aspects of small carnivore : human interactions. Ed. by Huw I. Griffiths, Backhuys Publishers, Leiden : 201-215.

### G

- Gehrig C., 2002 : L'Hermine (*Mustela erminea*, Linné, 1758) au Val-de-Ruz. Travail de diplôme non publié, Université de Neuchâtel.
- Gehring T. M. et R. K. Swihart, 2003 : Body size, niche breadth and ecologically scaled response to habitat fragmentation : mammalian predators in an agricultural landscape. Biological Conservation 109 : 283-295.
- Gehring T. M. et R. K. Swihart, 2004 : Home range and movements of long-tailed weasels in a landscape fragmented by agriculture. Journal of Mammalogy 85(1) : 79-86.
- Gerell R., 1970 : Home range and movements of the mink *Mustela vison* Schreber, in Southern Sweden. Oikos 21 : 160-173.
- Goszczynski J., 1986 : Locomotor activity of terrestrial predators and its consequences. Acta Theriologica 31(6) : 79-95.
- Grant J. W. A., C.A. Chapman et K. S. Richardson, 1992 : Defended versus undefended home range size of carnivores, ungulates and primates. Behavioral Ecology and Sociobiology 31(3) : 149-161.

### H

- Hansson L., 2000 : Dynamics and trophic interactions of small rodents : landscape or regional effects on spatial variation ? Oecologia 130(2) : 259-266.
- Hebeisen C., 2003 : Eco-éthologie de l'Hermine (*Mustela erminea* L.) dans une station de l'étage montagnard du Val-de-Ruz. Travail de diplôme non publié, Université de Neuchâtel.
- Hilty J. A. et A. M. Melender, 2004 : Use of riparian corridors and vineyards by mammalian predators in Northern California. Conservation Biology 18(1) : 126.

### I

### J

- Jedrzejewska B. et W. Jedrzejewski, 1998 : Predation in vertebrate communities, the Bialowieza primeval forest as a case study, Ed. Springer.
- Jedrzejewski W. et B. Jedrzejewska, 1993 : Predation on rodents in Bialowieza primeval forest, Poland. Ecography 16(1) : 47-64.
- Jedrzejewski W., B. Jedrzejewska, et L. Szymura, 1995 : Weasel population response, home-range and predation on rodents in a deciduous forest in Poland. Ecology 76 : 179-195.
- Jensen A. et B. Jensen, 1973 : The stoat (*Mustela erminea*) and the weasel (*Mustela nivalis*) in Denmark. Danske Vildtundersogelser 21.



**K**

- Kavanau J. L. et J. Ramos, 1975 : Influence of light on activity and phasing of carnivores. The American Naturalist 109(968) : 391-418.
- King C. M., 1975 : The sex ratio of trapped weasel (*Mustela nivalis*). Mammal Review 5(1) : 1-8.
- King C. M., 1980a : Field experiments on the trapping of stoats (*Mustela erminea*). New Zealand J. Zool. 7 : 261-266.
- King C. M., 1980b : The weasel *Mustela nivalis* and its prey in an English woodland. Journal of Animal Ecology 49 : 127-159.
- King C. M., 1981a : Studies of the control of stoats (*Mustela erminea*) in the National Parks of New Zealand. Proc. World. Fur. Conf. (J. A. Chapman Ed.) 1980, Forstburg, Md, USA : 1862-1874.
- King C. M., 1981b : The reproductive tactics of the stoat (*Mustela erminea*) in New Zealand forests. Proc. World. Fur. Conf. : 443-468.
- King C. M., 1983a : The life history of *Mustela nivalis* and *M. erminea*. Acta Zool. Fennica 174 : 183-184.
- King C. M., 1983b : The relationships between beech (*Northofagus sp.*) seedfall and populations of mice (*Mus musculus*), and the demographic and dietary responses of stoats (*Mustela erminea*), in three New Zealand forests. Journal of Animal Ecology 52(1) : 141-166.
- King C. M., 1991 : Body size-prey size relationships in European stoats *Mustela erminea* - a test case. Holarct. Ecol. 14: 173-185.
- King C. M., 2002 : Cohort variation in the life-history parameters of stoats *Mustela erminea* in relation to fluctuating food resources: a challenge to boreal ecologists. Acta Theriologica 47 : 225-244.
- King C. M., 2005 : A bibliographic database on stoats and weasels. Doc research & development, New Zealand department of Conservation 217 : 21 pp.
- King C. M. et C. D. McMillan, 1982 : Population structure and dispersal of peak-year cohorts of staots (*Mustela erminea*) in two New Zealand forests, with especial reference to control. New Zealand J. Zool. 5 : 59-66.
- King C. M. et J. E. Moody, 1982a : The biology of the stoat (*Mustela erminea*) in the National-Parks of New-Zealand. 2. Food-Habits. New Zealand Journal of Zoology 9(1) : 57-80.
- King C. M. et J. E. Moody, 1982b : The biology of the stoat (*Mustela erminea*) in the National-Parks of New-Zealand. 3. Morphometric Variation in Relation to Growth, Geographical Distribution, and Colonization. New Zealand J. Zool. 9(1): 81-102.
- King C. M. et J. E. Moody, 1982c : The biology of the stoat (*Mustela erminea*) in the National-Parks of New-Zealand. 5. Moults and color-change. New Zealand Journal of Zoology 9(1) : 119-130.
- King C. M. et J. E. Moody, 1982d : The biology of the stoat (*Mustela erminea*) in the national parks of New Zealand. 7. Fleas. New Zealand J. Zool. 9 : 141-144.
- King C. M. et P. J. Moors, 1979 : On co-existence, foraging strategy and the biogeography of weasels and stoats (*Mustela nivalis* and *M. erminea*) in Britain. Oecologia 39 : 129-150.
- King C. M., M. Flux, J. G. Innes et B. M. Fitzgerald, 1996 : Population biology of small mammals in Pureora forest park. 1. Carnivores (*Mustela erminea*, *M. furo*, *M. nivalis*, and *Felis catus*). New Zealand Journal of Ecology 20(2) : 241-251.
- King C. M., K. Griffiths, E. C. Murphy, 2001 : Advances in New Zealand mammalogy 1990-2000 : Stoat and Weasel. Journal of The Royal Society of New Zealand, 31(1) : 165-183.
- King C. M., P. C. L. White, D. C. Purdey et B. Lawrence, 2003 : Matching productivity to resource availability in a small predator, the stoat (*Mustela erminea*), Can. J. Zool. 81(4) : 662-669.



## 9. Bibliographie

- Klemola T., E. Korpimäki, K. Norrdahl, M. Tanhuanpää et M. Koivula, 1999 : Mobility and habitat utilization of small mustelids in relation to cyclically fluctuating prey abundances. *Annales Zoologici Fennici* 36(2) : 75-82.
- Klimov Yu. N., 1940 : Data on the biology of the ermine. *Trudy Biologicheskogo Instituta* 7 : 80-88. Translated in *Biology of Mustelids : some Soviet Research*. British Library, Boston Spa, Yorkshire, LS23 7BQ, U. K. Ed. by C. M. King, 1975 : 108-117.
- Korpimäki E. et K. Norrdahl, 1991 : Numerical and functional responses of kestrels, short-eared owls, and long-eared owls to vole densities. *Ecology* 72 : 814-826.
- Korpimäki E., K. Norrdahl et T. Rinta-Jaskari, 1991 : Responses of stoats and least weasels to fluctuating food abundances: Is the low phase of the vole cycle due to mustelid predation? *Oecologia* 88 : 552-561.

### L

- Lanszki J., S. Kormendi, C. Hancz et A. Zalewski, 1999 : Feeding habits and trophic niche overlap in a Carnivora community of Hungary. *Acta Theriologica* 44(4) : 429-442.
- Lockie J. D., 1966 : Territory in small carnivores. *Symp. Zool. Soc. London* 18 : 143-165.
- Lodé T., 1991 : Note sur la position trophique de quelques carnivores de l'Ouest de la France. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest de la France. Nouvelle série* 13(1).

### M

- Marchesi P., 1983 : Ecologie de *Mustela erminea* dans les Préalpes vaudoises. Travail de licence non publié, Université de Neuchâtel.
- Marchesi P., T. Maddalena, M. Blant et O. Holzgang, 2004 : Situation des petits carnivores en Suisse et bases pour un programme de monitoring national, Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage.
- Martínková N. et J. B. Searle, 2006 : Amplification success rate of DNA from museum skin collections : a case study of stoats from 18 museums. *Molecular Ecology Notes* : 1-4.
- Martínková N., R. A. McDonald, J. B. Searle, 2006 : Stoats reveal a complex colonization history of the British Isles. Abstract, Mammal Society Easter Conference, Belfast.
- Martinoli A., D.G. Preatoni, B. Chiarenzi, L. A. Wauters et G. Tosi, 2001 : Diet of stoats (*Mustela erminea*) in an Alpine habitat: The importance of fruit consumption in summer. *Acta Oecologica-International Journal of Ecology* 22(1): 45-53.
- McDonald R. A., 2002 : Resource partitioning among British and Irish mustelids. *Journal of Animal Ecology* 71 : 185-200.
- McDonald R. A. et E. Murphy, 2000 : A comparison of management of stoats and weasel in Great Britain and New Zealand. In : *Mustelids in a modern world. Management and conservation aspects of small carnivore : human interactions*. Ed. by Huw I. Griffiths, Backhuys Publishers, Leiden : 21-40.
- McDonald R. A., C. Webbon et S. Harris, 2000 : The diet of stoats (*Mustela erminea*) and weasels (*Mustela nivalis*) in Great Britain. *Journal of Zoology* 252 : 363-371.
- Meia J.-S., 1990 : Etude de la variation de taille de l'hermine (*Mustela erminea* L.) et de la belette (*Mustela nivalis* L.) en Europe. *Bulletin de la Société neuchâteloise des Sciences naturelles* 113 : 307-318.
- Meia J.-S., 1995 : *Mustela erminea* L., 1758, In : *Atlas des Mammifères de la Suisse*, Birkhäuser Verlag, Basel - Boston - Berlin : 337-382.
- Meia J.-S. et C. Mermod, 1992 : Taxonomy and size variation of stoats and weasels in Europe. *Revue Suisse de Zoologie* 99(1) : 109-118.
- Mermod C., 1969 : Ecologie et dynamique des populations de trois rongeurs sylvoicoles (Thèse). *Mammalia* 33(1) : 1-57.



- Millan de la Pena N., A. Butet, Y. Delettre, G. Paillat, P. Morant, L. Le Du et F. Burel, 2003 : response of the small mammal community to changes in western French agricultural landscape. *Landscape Ecology* 18 : 265-278.
- Moors P. J., 1975 : The food of weasels (*Mustela nivalis*) on farmland in north-east Scotland. *J. Zool.* 177 : 455-461.
- Moors P. J., 1980 : Sexual dimorphism in the body size of mustelids (Carnivora) : The roles of food habits and breeding systems. *Oikos* 34 : 147-158.
- Moors P. J., 1983 : Predation by stoats (*Mustela erminea*) and weasels (*M. nivalis*) on nests of New Zealand forest birds. *Acta Zool. Fennica* 174 : 193-196.
- Mowat G. et K. G. Poole, 2005 : Habitat associations of short-tailed weasels in Winter. *Northwest Science* 79(1) : 28-36.
- Mulder J. L., 1990 : The stoat *Mustela erminea* in the Dutch dune region its local extinction and a possible cause: the arrival of the fox *Vulpes vulpes*. *Lutra* 33 : 1-21.
- Müller H., 1970 : Beiträge zur Biologie des Hermelins (*Mustela erminea* L. 1758). *Sägetierk. Mitteil.* 18(4) : 293-380.
- Murphy E. C. et J. E. Dowing, 1994 : Range and diet of stoats (*Mustela erminea*) in a New-Zealand beech forest. *New Zealand Journal of Ecology* 18(1) : 11-18.
- Murphy E. C. et J. E. Dowing, 1995 : Ecology of the stoat in Nothofagus forest: Home range, habitat use and diet at different stages of the beech mast cycle. *New Zealand Journal of Ecology* 19(2) : 97-109.
- Murphy E. C., B. K. Clapperton, P. M. F. Bradfield et H. J. Speed, 1998 : Effects of rat-poisoning operations on abundance and diet of mustelids in New Zealand podocarp forests. *New Zealand Journal of Zoology* 25(4) : 315-328.

**N**

- Noble G. K., 1939 : The role of dominance in the life of birds. *Auk*, vol. 56 : 263-273.
- Nyenhuis H., 1998 : Do polecat, stoat and weasel have an effect on the population of wild rabbits? *Allgemeine Forst Und Jagdzeitung* 169(6/7) : 104-109.
- Nyenhuis H., 2001 : Relationships between weather conditions and stoat bags. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 120(1) : 24-37.
- Nyholm E. S., 1959 : Stoats and weasels and their winter habitats. *Suomen Riista* 13 : 118-131.

**O****P**

- Pasitschniak-Arts M. et F. Messier, 1998 : Effects of edges and habitats on small mammals in a prairie ecosystem. *Can. J. Zool.* 76(11) : 2020-2025.
- Pleska T., 1989 : Zum Ernährung des Hermelins *Mustela erminea* der Südlichen Taiga. In : *Populationsökologie merderartiger Säugetier*, *Wiss. Beitr. Univ. Halle* 37(39) : 579-584.
- Pierrehumbert W., 1926 : *Dictionnaire du parler neuchâtelois et suisse romand*, V. Attinger éd.
- Powell R. A. et C. M. King, 1997 : Variation in body size, sexual dimorphism and age-specific survival in stoats, *Mustela erminea* (Mammalia: Carnivora), with fluctuating food supplies. *Biol. J. Linn. Soc.* 62 : 165-194.
- Powell R. A. et W. J. Zielinski, 1983 : Competition and coexistence in mustelids communities. *Acta Zool. Fennica* 174 : 223-227.
- Pucek Z., 1981 : *Keys to vertebrates of Poland Mammals*, Polish Scientific Publishers, Warszawa.
- Pulliainen E., 1981 : A transect survey of land carnivore and red fox populations on a subarctic fell in Finnish Forest Lapland over 13 winters. *Ann. Zool. Fennici* 18 : 270-278.



## 9. Bibliographie

- Purdey D. C., C. M. King et B. Lawrence, 2004 : Age structure, dispersion and diet of a population of stoats (*Mustela erminea*) in southern Fjordland during the decline phase of the beechmast cycle. *New Zealand J. Zool.* 31 : 205-225.

### Q

- Quartier A. A., 1976 : La protection de la nature dans le canton de Neuchâtel. Bibliothèques et Musée.

### R

- Raoul F., R. Defaut, D. Michelat, M. Montadert, D. Pépin, J. P. Quéré, B. Tissot, P. Delattre et P. Giraudoux, 2001 : Landscape effects on the population dynamics of small mammal communities : a preliminary analysis of prey-resource variations. *Rev. Ecol. (Terre Vie)*, 56 : 339-352.
- Raymond M. et J.-M. Bergeron, 1986 : Sélection des proies par l'hermine en captivité. *Can. J. Zool.* 64 : 1973-1980.
- Raymond M., J.-M. Bergeron et Y. Plante, 1984 : Dimorphisme sexuel et régime alimentaire de l'hermine dans un agrosystème du Québec. *Can. J. Zool.* 62(4) : 594-600.
- Robitaille J.-F. et M. Raymond, 1995 : Spacing patterns of ermine, *Mustela erminea* L., in a Quebec agrosystem. *Canadian Journal of Zoology. Revue Canadienne de Zoologie* 73(10) : 1827-1834.
- Rosenzweig M. L., 1967 : The strategy of body size in mammalian Carnivores. *The American Midland Naturalist* 80(2) : 299-315.

### S

- Saint Girons M.-C., 1966 : Le rythme circadien de l'activité chez les mammifères holarctiques. *Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle, Série A, Zoologie* XL(3) : 187 pp.
- Samson C. et M. Raymond, 1998 : Movement and habitat preference of radio tracked stoats, *Mustela erminea*, during summer in southern Quebec. *Mammalia* 62(2) : 165-174.
- Sandell M., 1985 : Ecology and behaviour of the stoat *Mustela erminea* and a theory on delayed implantation. *Department of Animal Ecology University of Lund, Sweden* : 83-115.
- Sandell M., 1989 : Ecological energetics, optimal body size and sexual size dimorphism : a model applied to the stoat, *Mustela erminea* L. *Functional Ecology* 3(3) : 315-324.
- Saucy F., 1988 : Dynamique de population, dispersion et organisation sociale de la forme fouisseuse du campagnol terrestre (*Arvicola terrestris scherman* (Shaw), *Mammalia, Rodentia*). Thèse, Institut de Zoologie, Université de Neuchâtel.
- Schneider M. F., 2001 : Habitat loss, fragmentation and predator impact : spatial implication for prey conservation. *Journal of Applied Ecology* 38(4) : 720.
- Shubin I. G. et H. G. Shubin, 1975 : Sexual dimorphism in mustelids (*Mustelidae, Carnivora*). *Zhurnal obshchei biologii* 36(2) : 283-290.
- Sidorovich V. E., 2000 : The on-going decline of riparian mustelids (European mink, *Mustela lutreola*, polecat, *M. putorius*, and stoat, *M. erminea*) in eastern Europe : a review of the results of date and hypothesis. In : *Mustelids in a modern world, Management and conservation aspects of small carnivore : human interactions*. Ed. by Huw I. Griffiths, Backhuys Publishers, Leiden : 295-319.
- Simms D. A., 1978 : Spring and summer food habits of an ermine (*Mustela erminea*) in the Central Arctic. *Canadian Field-Naturalist* 92(2) : 192-193.
- Simms D. A., 1979a : North American weasel : resource utilization and distribution. *Can. J. Zool.* 57(4) : 504-520.
- Simms D. A., 1979b : Studies of an ermine population in southern Ontario. *Can. J. Zool.* 57(4) : 824-832.



- Smit F., 1966. Siphonaptera. Insecta helvetica 1: 107 pp. Société Entomologique Suisse, Lausanne.
- Smith D. et I. G. Jamieson, 2003 : Movement, diet and relative abundance of stoat in an alpine habitat. Doc science internal series 107, Departement of Conservations, Weelington, New Zealand.
- Spitz F., 1963 : Les techniques d'échantillonnage utilisées dans l'étude des populations de petits mammifères. La Terre et la Vie 2 : 203-237.
- Storch I., E. Woitke et S. Krieger, 2005 : Landscape-scale edge effect in predation risk in forest-farmland mosaics of central Europe. Landscape Ecology 20 : 927-940.
- Stubbe M., 1969 : Populationsbiologische Untersuchungen an *Mustela*-Arten. Hercynia, Deutschland 6(3) : 306-318.
- Stubbe M., R. Piechocki, S. Uhlemann et S. Frahnet, 1989 : Beitrag zum Geschlechtsdimorphismus vom Hermelin (*Mustela erminea*) und Mauswiesel (*Mustela nivalis*). In : Populationsökologie merderartiger Säugetier, Wiss. Beitr. Univ. Halle 1989/37(P39) : 563-574.
- Swihart R., T. M. Gehring, M. B. Kolozsvary et T. E. Nupp, 2003 : Responses of « resistant » vertebrates to habitat loss and fragmentation : the importance of niche breadth and range boundaries. Diversity & Distribution 9(1) : 1.

## T

- Tapper S., 1976 : The diet of weasels (*Mustela nivalis*) and stoats (*M. erminea*) during early summer, in relation to predation on game birds. J. Zool. Lond. 179 : 219-224.
- Tapper S., 1992 : Game heritage, an ecological review from shooting and gamekeeping records. Game conservancy Ltd.
- Taylor R. H. et J. A. V. Tilley, 1984 : Stoats (*Mustela erminea*) on Adele and Fisherman Islands, Abel Tasman National Park, and other offshore islands in New Zealand. New Zealand Journal of Ecology 7 : 139-145.
- Teerink B. J., 1991 : air of West-European mammals, atlas and identification key, Cambridge University Press
- Thomson E. H. et J. S. Faireley, 1978 : Notes on the Irish stoat in the Bourn-Vincent Memorial Park, Killarney. Ir. Nat. 19(5) : 158-159.

## U

## V

- Vaisfeld M. A., 1972 : Ecology of the ermine in the cold season in the European North. Zool. Zhurn 51 : 1705-1714.
- Van Soest R. W. M. et P. J. H. van Bree, 1970 : Sex and age composition of a stoat population (*Mustela erminea* Linnaeus, 1758) from a costal dune region of the Netherlands. Beaufortia, Series of Miscellaneous Publications, Institute of Taxonomic Zoology (Zoological Museum), University of Amsterdam, 226(17) : 51-77.
- Vermot J.-B., 1998 : L'Hermine (*Mustela erminea* L.). Relation entre la densité de la population et la structure paysagère, à l'ouest du Val-de-Ruz (NE), Travail de licence non publié, Université de Neuchâtel.
- Vershinin A. A., 1972 : The biology and trapping of the ermine in Kamchatka. Byull. Moskova Ispyt. Prir. Otd. Biol. 77 : 16-26.
- Vogel P., 1995a : *Apodemus flavicollis* Melchior, 1834, In : Atlas des Mammifères de la Suisse, Birkhäuser Verlag, Basel - Boston – Berlin : 274-278.
- Vogel P., 1995b : *Apodemus sylvaticus* L., 1758, In : Atlas des Mammifères de la Suisse, Birkhäuser Verlag, Basel - Boston – Berlin : 268-273.



## 9. Bibliographie

### W

- Weber D., 1988 : Experiments on microhabitat preference of Polecats. *Acta Theriologica* 33(29) : 403-413.
- Weber D., 1989a : The diet of Polecat (*Mustela putorius* L.) in Switzerland. *Z. Säugetierkunde* 54 : 157-171.
- Weber D., 1989b : The ecological significance of resting sites and the seasonal habitat change in polecat (*Mustela putorius*). *J. Zool. Lond.* 217 : 629-638.
- Weber J.-M., 1986 : Aspects quantitatifs du cycle de *Skrjabingylus nasicola* (Leuckart, 1842), Nématode parasite des sinus frontaux des Mustélidés. Thèse, Université de Neuchâtel.
- Weber J.-M., S. Aubry, N. Ferrari, C. Fischer, N. Lachat Feller, J.-S. Meia et S. Meyer, 2002 : Population changes of different predators during a water vole cycle in a central European mountainous habitat. *Ecography* 25 : 95-101.

### X

### Y

- Ylonen H., 1989 : Zum Einfluss des Musteliden *Mustela nivalis* und *Mustela erminea* auf zyklische Kleinnager am Beispiel von *Clethrionomys* Populationen in Mittelfinnland. In : *Populationsökologie mederartiger Säugetier*, Wiss. Beitr. Univ. Halle 37(39) : 553-562.

### Z

### Sites Internet

<http://www.meteosuisse.ch>

<http://www.meteo-dombresson.com>

<http://www.vogelwarte.ch>



## 10. Annexes

- **Annexe 1** : Description géographique des sites de piégeage complétée par les types de végétation présente
- **Annexe 2** : Liste des emplacements des pièges et explication des raisons de leur abandon lorsque c'est le cas
- **Annexe 3** : Calcul de la répartition des emplacements des pièges suédois entre juillet 2001 et juin 2002, puis entre avril 2003 et décembre 2004
- **Annexe 4** : Instructions d'attache pour transmetteur MD-2C / PD-2C de Holohil Systems Ltd. utilisant un « fil-collier » séparé
- **Annexe 5** : Dates et heures des captures saisonnières des hermines avec les décomptes des heures de nuit et de jour précédant les captures
- **Annexe 6** : Tableau récapitulatif des analyses du régime alimentaire de *Mustela erminea*







### Annexe 1 Description géographique des sites de piégeage complétée par les types de végétation

| Site | Commune            | Lieu-dit               | Coord. X | Coord. Y | Altitude (m) | Pente (%) | Exposition | Code                             | Végétation  |
|------|--------------------|------------------------|----------|----------|--------------|-----------|------------|----------------------------------|---|
| 1    | Les Hauts-Geneveys | Le Chatelard (haut)    | 557903   | 211050   | 850          | 1.7       | N          | 4.5.1<br>5.3.3<br>8.2.1          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)                                |
| 2    | Les Hauts-Geneveys | Le Chatelard (milieu)  | 557936   | 211042   | 846          | 1.7       | N          | 4.5.1<br>5.3.3<br>8.2.1          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)                                |
| 3    | Les Hauts-Geneveys | Le Chatelard (bas)     | 557980   | 211016   | 842          | 1.7       | N          | 4.5.1<br>5.3.3<br>8.2.1          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)                                |
| 4    | Engollon           | Bois d'Yé              | 560500   | 210850   | 745          | 0         | N          | 4.5.1<br>5.1.5<br>5.3.3<br>8.2.1 | Prairie de fauche de basse altitude<br>Ourlet nitrophile mésophile<br>Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables) |
| 5    | Engollon           | Bois devant Vernet Sud | 560971   | 210420   | 740          | 0         | SE         | 4.5.1<br>5.1.5<br>5.3.3          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Ourlet nitrophile mésophile<br>Buissons mésophiles                                       |
| 6    | Les Hauts-Geneveys | Chapelet               | 557321   | 210377   | 865          | 8         | NE         | 4.5.1<br>6.2.4<br>8.2.1          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Hêtraie de l'étage montagnard inférieur<br>Cultures de céréales (panifiables)            |
| 7    | Engollon           | Les Lancinges Ouest    | 561128   | 210218   | 730          | 8         | NE         | 4.5.1<br>5.1.5<br>5.3.3<br>8.2.1 | Prairie de fauche de basse altitude<br>Ourlet nitrophile mésophile<br>Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables) |
| 8    | Engollon           | Engollon               | 560440   | 210060   | 725          | 0         | SE         | 4.5.3<br>5.1.5<br>7.1.1          | Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Ourlet nitrophile mésophile<br>Endroit piétiné humide                                  |
| 9    | Fontaines          | Mordigne (haut)        | 558414   | 209842   | 770          | 0         | -          | 4.5.1<br>5.3.6<br>8.2.1          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Saulaie buissonnante alluviale<br>Cultures de céréales (panifiables)                     |
| 10   | Fontaines          | Mordigne (milieu)      | 558449   | 209766   | 765          | 0         | SW         | 4.5.1<br>5.2.2<br>8.2.1          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Coupe, clairière sur sol acide<br>Cultures de céréales (panifiables)                     |

|    |               |                        |        |        |     |     |     |                                  |   |
|----|---------------|------------------------|--------|--------|-----|-----|-----|----------------------------------|---|
| 11 | Boudevilliers | L'Oselière             | 556997 | 209646 | 840 | 0   | -   | 4.5.1<br>6.2.4<br>8.2.1          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Hêtraie de l'étage montagnard inférieur<br>Cultures de céréales (panifiables)  |
| 12 | Fontaines     | Mordigne (bas)         | 558723 | 209644 | 755 | 0   | SW  | 4.5.1<br>5.3.3<br>8.2.1          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)  |
| 13 | Fontaines     | Ancienne STEP          | 559297 | 209597 | 730 | 3.5 | NNE | 4.5.1<br>4.5.3<br>5.3.6<br>8.2.1 | Prairie de fauche de basse altitude<br>Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Saulaie buissonnante alluviale<br>Cultures de céréales (panifiables)          |
| 14 | Fontaines     | Nécherlettes           | 560070 | 209390 | 700 | 0   | NE  | 4.5.1<br>4.5.3<br>6.2.4<br>8.2.1 | Prairie de fauche de basse altitude<br>Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Hêtraie de l'étage montagnard inférieur<br>Cultures de céréales (panifiables) |
| 15 | La Côtière    | Les Arriers / STEP     | 560745 | 209375 | 695 | 0   | -   | 4.5.3<br>5.3.3                   | Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Buissons mésophiles  |
| 16 | Boudevilliers | La Rosière             | 557215 | 209254 | 805 | 5.2 | SW  | 2.1.4<br>4.5.1<br>8.2.1          | Végétation des rives d'eau courante<br>Prairie de fauche de basse altitude<br>Cultures de céréales (panifiables)  |
| 17 | Engallon      | Fin de Chardonnet      | 560243 | 209122 | 740 | 0   | -   | 4.5.3<br>5.3.3                   | Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Buissons mésophiles  |
| 18 | Boudevilliers | Bois de Landeyeux Nord | 559610 | 208963 | 720 | 1.7 | NW  | 4.5.3<br>6.2.4<br>8.2.1          | Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Hêtraie de l'étage montagnard inférieur<br>Cultures de céréales (panifiables)  |
| 19 | Boudevilliers | Champ Clar             | 557725 | 208925 | 774 | 0   | WSW | 5.3.6<br>8.2.1                   | Saulaie buissonnante alluviale<br>Cultures de céréales (panifiables)  |
| 20 | Fontaines     | Pont de Fenin          | 560015 | 208949 | 700 | 2   | SW  | 4.5.1<br>4.5.3<br>5.3.3<br>8.2.1 | Prairie de fauche de basse altitude<br>Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)                     |
| 21 | Engallon      | Poil de Ratte          | 560000 | 208830 | 690 | 2   | NE  | 4.5.1<br>4.5.3<br>5.3.3<br>8.2.1 | Prairie de fauche de basse altitude<br>Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)                     |



|    |               |                   |        |        |     |     |     |                                  |   |
|----|---------------|-------------------|--------|--------|-----|-----|-----|----------------------------------|---|
| 22 | Boudevilliers | Boudevilliers     | 557900 | 208700 | 765 | 0   | SW  | 4.5.3<br>5.3.6<br>8.2.1          | Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Saulaie buissonnante alluviale<br>Cultures de céréales (panifiables)                         |
| 23 | Valangin      | Les Champs Ferret | 560080 | 208650 | 690 | 0   | -   | 4.5.3<br>5.3.3                   | Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Buissons mésophiles  |
| 24 | Boudevilliers | La Frasse         | 558610 | 208548 | 728 | 0   | SSW | 4.5.1<br>4.5.3<br>6.2.3          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Hétraie mésophile de basse altitude                   |
| 25 | Boudevilliers | Cottebor          | 556917 | 208365 | 800 | 5   | -   | 4.5.1<br>5.3.3<br>8.2.1          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)                                      |
| 26 | Boudevilliers | Bois des Aigles   | 556625 | 208300 | 820 | 3.5 | NNE | 4.5.1<br>6.2.4<br>8.2.1          | Prairie de fauche de basse altitude<br>Hétraie de l'étage montagnard inférieur<br>Cultures de céréales (panifiables)                  |
| 27 | Valangin      | La Borcarderie    | 559683 | 208280 | 680 | 0   | NW  | 4.5.1                            | Prairie de fauche de basse altitude   |
| 28 | Boudevilliers | Bois du Milieu    | 557224 | 208153 | 780 | 0   | -   | 6.2.4<br>8.2.1                   | Hétraie de l'étage montagnard inférieur<br>Cultures de céréales (panifiables)   |
| 29 | La Côteire    | La Bellière       | 559754 | 208057 | 665 | 0   | -   | 4.5.1<br>4.5.3<br>5.1.5<br>5.3.3 | Hétraie de l'étage montagnard inférieur<br>Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Oulet nitrophile mésophile<br>Buissons mésophiles |
| 30 | Boudevilliers | Bioley            | 558601 | 208013 | 720 | 0   | E   | 4.5.1<br>5.3.3<br>8.2.1          | Hétraie de l'étage montagnard inférieur<br>Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)                                  |
| 31 | Boudevilliers | Le Breuil         | 557950 | 207800 | 750 | 0   | NNW | 4.5.1<br>6.2.4<br>8.2.1          | Hétraie de l'étage montagnard inférieur<br>Hétraie de l'étage montagnard inférieur<br>Cultures de céréales (panifiables)              |
| 32 | Boudevilliers | Bois du Clos      | 557200 | 207790 | 775 | 0   | NNE | 4.5.1<br>6.2.4<br>8.2.1          | Hétraie de l'étage montagnard inférieur<br>Hétraie de l'étage montagnard inférieur<br>Cultures de céréales (panifiables)              |
| 33 | Boudevilliers | La Sauge          | 559426 | 207792 | 720 | 0   | E   | 4.5.1<br>5.3.3<br>8.2.1          | Hétraie de l'étage montagnard inférieur<br>Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)                                  |
| 34 | Boudevilliers | Bottes            | 557527 | 207689 | 760 | 0   | SE  | 4.5.1<br>6.2.4<br>8.2.1          | Hétraie de l'étage montagnard inférieur<br>Hétraie de l'étage montagnard inférieur<br>Cultures de céréales (panifiables)              |



|    |               |                           |        |        |     |     |    |                         |   |
|----|---------------|---------------------------|--------|--------|-----|-----|----|-------------------------|---|
| 35 | Engollon      | Les Marquettes            | 560856 | 210921 | 745 | 0   | N  | 5.3.3<br>8.2.1          | Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)   |
| 36 | Engollon      | Bois devant Vernet Nord   | 561160 | 210664 | 740 | 0   | E  | 5.3.3<br>8.2.1          | Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)   |
| 37 | Engollon      | Les Lancinges Est         | 561450 | 210366 | 730 | 0   | N  | 5.1.5<br>8.2.1          | Ouïlet nitrophile mésophile<br>Cultures de céréales (panifiables)                                   |
| 38 | Fontaines     | Le Breuil                 | 559914 | 210281 | 735 | 1.7 | NE | 6.1.4<br>8.2.1          | Frénais humide<br>Cultures de céréales (panifiables)  |
| 39 | Fontaines     | Perreuse                  | 560067 | 210010 | 715 | 0   | SW | 4.6.4<br>8.2.1          | Friche à <i>Ambrosia artemisiifolia</i><br>Cultures de céréales (panifiables)                       |
| 40 | Boudevilliers | Murgier de la Jonchère    | 558241 | 209979 | 780 | 0   | NW | 5.3.3<br>8.2.1          | Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)   |
| 41 | Fontaines     | Sous la Cible             | 558990 | 209636 | 750 | 0   | W  | 5.2.2<br>8.2.1          | Coupe, clairière sur sol acide<br>Cultures de céréales (panifiables)                                |
| 42 | Engollon      | Forêt de Bonneville Ouest | 560206 | 209530 | 700 | 1.7 | NW | 6.2.3<br>8.2.1          | Hêtraie mésophile de basse altitude<br>Cultures de céréales (panifiables)                           |
| 43 | Engollon      | Forêt de Bonneville Est   | 560300 | 209507 | 690 | 0   | -  | 6.2.3                   | Hêtraie mésophile de basse altitude   |
| 44 | Engollon      | Le Morguennet             | 560166 | 209222 | 695 | 0   | SW | 5.3.3                   | Buissons mésophiles   |
| 45 | Boudevilliers | Bois de Landeyeux Sud     | 559706 | 208789 | 725 | 0   | SW | 5.3.3<br>8.2.1          | Buissons mésophiles<br>Cultures de céréales (panifiables)   |
| 46 | Boudevilliers | Le Chalet                 | 559531 | 208482 | 720 | 0   | -  | 6.2.3<br>8.2.1          | Hêtraie mésophile de basse altitude<br>Cultures de céréales (panifiables)                           |
| 47 | Boudevilliers | Dans le Bois du Clos      | 557223 | 207630 | 770 | 0   | E  | 6.2.4<br>8.2.1          | Hêtraie de l'étage montagnard inférieur<br>Cultures de céréales (panifiables)                       |
| 48 | Engollon      | Les Lancinges Sud-Est     | 561440 | 210190 | 720 | 0   | -  | 4.5.3<br>6.2.3          | Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Hêtraie mésophile de basse altitude                        |
| 49 | Engollon      | Les Lancinges Sud-Ouest   | 561210 | 210100 | 715 | 0   | -  | 8.2.1                   | Cultures de céréales (panifiables)  |
| 50 | Engollon      | Bayerel Est               | 561500 | 210100 | 695 | 0   | -  | 4.5.3<br>6.2.3          | Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Hêtraie mésophile de basse altitude                        |
| 51 | Engollon      | Bayerel Ouest             | 561210 | 210060 | 705 | 0   | -  | 8.2.1                   | Cultures de céréales (panifiables)  |
| 52 | Boudevilliers | Sagne Tanna               | 557800 | 208755 | 765 | 0   | -  | 4.5.3<br>5.3.3<br>6.2.3 | Pâturage de basse et moyenne altitude<br>Buissons mésophiles<br>Hêtraie mésophile de basse altitude |



**Annexe 2** Liste des emplacements des pièges et explication des raisons de leur abandon lorsque c'est le cas

| N° | Commune            | Lieu-dit                     | Raison de l'abandon   |
|----|--------------------|------------------------------|---|
| 1  | Les Hauts-Geneveys | Le Chatelard (haut)          | <sup>2</sup> Projet de réintroduction de la perdrix grise abandonné   |
| 2  | Les Hauts-Geneveys | Le Chatelard (milieu)        |   |
| 3  | Les Hauts-Geneveys | Le Chatelard (bas)           |   |
| 4  | Engollon           | Bois d'Yé                    |   |
| 5  | Engollon           | Bois devant Vernet           |   |
| 6  | Les Hauts-Geneveys | Chapelet                     | <sup>2</sup> L'un des deux seuls pièges (avec le N°11) restant dans la partie NW, après abandon des sites 1 à 3 et 16 |
| 7  | Engollon           | Les Lancinges                |   |
| 8  | Engollon           | Engollon                     | <sup>2</sup> Aucune capture   |
| 9  | Fontaines          | Mordigne (haut)              |   |
| 10 | Fontaines          | Mordigne (milieu)            |   |
| 11 | Boudevilliers      | L'Oselière                   | <sup>2</sup> L'un des deux seuls pièges (avec le N°6) restant dans la partie NW, après abandon des sites 1 à 3 et 16  |
| 12 | Fontaines          | Mordigne (bas)               |   |
| 13 | Fontaines          | Ancienne STEP                |   |
| 14 | Fontaines          | Les Nécherlettes             |   |
| 15 | La Côtière         | Les Arniers / STEP           | <sup>3</sup> Dans la Zone de chantier   |
| 16 | Boudevilliers      | La Rosière                   | <sup>2</sup> Chantier d'un parking pour Expo.02   |
| 17 | Engollon           | Fin de Chardonnet            | <sup>3</sup> Sur le tracé de la nouvelle route  |
| 18 | Boudevilliers      | Bois de Landeyeux            |   |
| 19 | Boudevilliers      | Transformateur de Champ Clar | <sup>1</sup>  |
| 20 | Fontaines          | Pont de Fenin                | <sup>3</sup> Dans la Zone de chantier   |
| 21 | Engollon           | Poil de Ratte                | <sup>3</sup> Dans la Zone de chantier   |
| 22 | Boudevilliers      | Boudevilliers                | <sup>1</sup>  |
| 23 | Valangin           | Les Champs Ferret            | <sup>3</sup> Dans la Zone de chantier   |
| 24 | Boudevilliers      | La Frasse                    | <sup>2</sup> Dans la zone de promenade des chiens   |
| 25 | Boudevilliers      | Cottebor                     | <sup>4</sup> Trois disparitions inexplicables de pièges   |
| 26 | Boudevilliers      | Bois des Aigles              |   |
| 27 | Valangin           | La Borcarderie               | <sup>2</sup> Aucune capture   |
| 28 | Boudevilliers      | Bois du Milieu               |   |
| 29 | La Côtière         | La Bellière                  | <sup>3</sup> Seul piège restant au bord du Seyon  |
| 30 | Boudevilliers      | Bioley                       |   |
| 31 | Boudevilliers      | Le Breuil                    | <sup>2</sup> Seul piège restant au SE de la route cantonale   |
| 32 | Boudevilliers      | Bois du Clos                 |   |
| 33 | Boudevilliers      | La Sauge                     | <sup>1</sup>  |
| 34 | Boudevilliers      | Bottes                       |   |
| 35 | Engollon           | Les Marquettes               |   |
| 36 | Engollon           | Bois devant Vernet Nord      |   |
| 37 | Engollon           | Les Lancinges Est            |   |
| 38 | Fontaines          | Le Breuil                    |   |
| 39 | Fontaines          | Perreuse                     |   |
| 40 | Boudevilliers      | Murgier de la Jonchère       |   |
| 41 | Fontaines          | Sous la Cible                |   |
| 42 | Engollon           | Forêt de Bonneville Ouest    |   |



|    |               |                         |                                       |
|----|---------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 43 | Engollon      | Forêt de Bonneville Est |                                       |
| 44 | Engollon      | Le Morguenet            | <sup>3</sup> Dans la Zone de chantier |
| 45 | Boudevilliers | Bois de Landeyeux Sud   |                                       |
| 46 | Boudevilliers | Le Chalet               |                                       |
| 47 | Boudevilliers | Dans le Bois du Clos    |                                       |
| 48 | Engollon      | Les Lancinges Sud-Est   |                                       |
| 49 | Engollon      | Les Lancinges Sud-Ouest |                                       |
| 50 | Engollon      | Bayerel Est             |                                       |
| 51 | Engollon      | Bayerel Ouest           |                                       |
| 52 | Sagne Tanna   | Boudevilliers           |                                       |

---

<sup>1</sup> Emplacements peu judicieux abandonnés après trois mois

<sup>2</sup> Emplacements abandonnés en juin 2002, remplacés par les emplacements N° 35 à 44.

<sup>3</sup> Emplacements abandonnés en avril 2003 suite à des travaux sur la route cantonale dans la région de la Bonneville, remplacés par les emplacements N° 45 à 51.

<sup>4</sup> Emplacement également abandonné en avril 2003 et remplacé par l'emplacement N° 52.

En juillet 2002, des travaux pour la création d'une place de parc pour les visiteurs de l'« Expo. 02 » ont débuté à la Rosière. Certains emplacements sont directement touchés par ces travaux. Une intensification des pièges dans les zones les plus favorables ayant été envisagée préalablement, la décision de déplacer certains pièges est prise à ce moment-là. Dix sites ont été abandonnés et dix nouveaux emplacements ont été définis.

En avril 2003, une nouvelle modification de carte est nécessaire à cause de travaux sur la route cantonale dans la région de la Bonneville. La route entre le carrefour de Poils de Ratte et le pont sur le Morguenet est entièrement refaite et retracée. Ainsi plusieurs pièges se trouvent soit directement sur le tracé de la nouvelle route, soit dans la zone de chantier. Sept emplacements sont donc abandonnés à ce moment-là et sept nouveaux sites choisis.

La nouvelle carte ainsi dessinée (Planche 2) est conservée jusqu'à la fin du travail de terrain, soit en décembre 2004.



**Annexe 3** Calcul de la répartition des emplacements des pièges suédois entre juillet 2001 et juin 2002, puis entre avril 2003 et décembre 2004

### De juillet 2001 à juin 2002

La surface d'étude correspond à 27 km<sup>2</sup>, soit 27 carrés d'1 km de côté (unité de surface).

Les forêts de pente sont exclues.

34 sites de piégeage ont été retenus ( $n$ ).

Il y a 11 carrés vides (sans site de piégeage) ( $c$ ).

Probabilité  $P$  de trouver un piège par unité de surface :

$$P = \frac{c}{n} \quad P = \frac{11}{34} = 0.32$$

Nombre moyen  $m$  de pièges par unité de surface :

$$m = -\ln P = \underline{1.13}$$

Variance  $v$ , nombre de pièges par unité de surface  $x$

$$v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x - m)^2$$

$$v = \frac{1}{34} \cdot ([11 \cdot (0 - 1.13)^2] + [5 \cdot (1 - 1.13)^2] + [6 \cdot (2 - 1.13)^2] + [4 \cdot (3 - 1.13)^2] + [1 \cdot (4 - 1.13)^2]) = \underline{1.20}$$

Selon la loi de Poisson, une distribution aléatoire correspond à  $v = m$ , soit  $\frac{v}{m} = 1$

Dans notre cas,  $\frac{v}{m} = \frac{1.20}{1.13} = 1.06$  Ce qui est très proche d'une répartition aléatoire.

On peut donc considérer que les pièges tels que disposés dans le terrain (cf. carte de situation des emplacements des pièges, Pl. 1), sont répartis aléatoirement dans la zone d'étude.



**D'avril 2003 à décembre 2004**

La surface d'étude correspond à 27 km<sup>2</sup>, soit 27 carrés d'1 km de côté (unité de surface).

Les forêts de pente sont exclues.

30 sites de piégeage ont été conservés ( $n$ ).

Il y a 17 carrés vides (sans site de piégeage) ( $c$ ).

Probabilité  $P$  de trouver un piège par unité de surface :

$$P = \frac{c}{n} \quad P = \frac{17}{30} = 0.57$$

Nombre moyen  $m$  de pièges par unité de surface :

$$m = -\ln P = \underline{0.56}$$

Variance  $v$ , nombre de pièges par unité de surface  $x$

$$v = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x - m)^2$$

$$v = \frac{1}{30} \cdot \left( [17 \cdot (0 - 0.56)^2] + [3 \cdot (1 - 0.56)^2] + [1 \cdot (2 - 0.56)^2] + [3 \cdot (3 - 0.56)^2] + [1 \cdot (4 - 0.56)^2] + [1 \cdot (5 - 0.56)^2] + [1 \cdot (7 - 0.56)^2] \right) = 3.13$$

Selon la loi de Poisson, une distribution aléatoire correspond à  $v = m$ , soit  $\frac{v}{m} = 1$

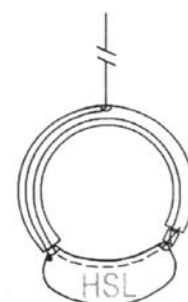
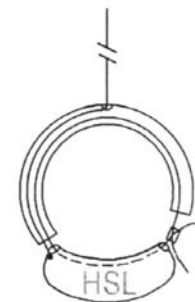
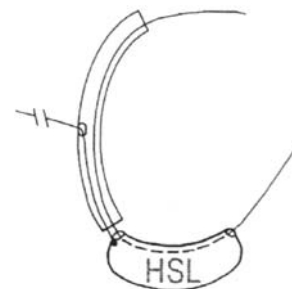
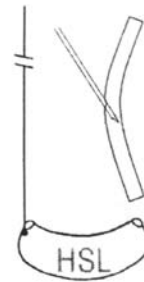
Dans notre cas,  $\frac{v}{m} = \frac{3.13}{0.56} = 5.59$ . Ce qui représente très nettement une répartition en îlots

(cf. Planche 2).



**Annexe 4** Instructions d'attache pour transmetteur MD-2C / PD-2C de Holohil Systems Ltd. utilisant un « fil-collier » séparé

1. Couper un morceau de tube (Tygon®) d'approximativement la longueur du tour de cou de l'animal moins la longueur du transmetteur et de la bride de fixation.
2. Couper un morceau de fil – collier de 5 à 7 cm plus long que le tour de cou.
3. Insérer une aiguille hypodermique de taille appropriée dans le tube au point où l'antenne doit sortir. Le trou doit être au milieu du tube, moins la longueur de la bride de fixation.
4. Passer l'antenne dans le tube et la faire ressortir par l'aiguille hypodermique qui peut ensuite être retirée.
- 5.
6. Passer le fil – collier par toute la longueur du tube et au travers du transmetteur.
7. Passer les deux extrémités du fil dans la bride de fixation. Pour minimiser le temps de manipulation, la préparation du collier peut être effectuée d'avance en admettant que le diamètre idéal du collier terminé est connu et qu'il sera le même pour tous les animaux.
8. Positionner le transmetteur sur l'animal et attacher le collier en tirant les extrémités du fil jusqu'à ce que le tube s'ajuste au transmetteur du côté de l'antenne et à la bride de fixation de l'autre côté.
9. Terminer l'ajustement en écrasant la bride à l'aide de pinces afin de bien attacher le collier.
10. Couper l'excédent de fil.



Dans le cas où l'animal pourrait abîmer ou couper l'antenne, celle-ci peut également être passée une fois et demie dans le tube. La diminution de la longueur de la partie libre de l'antenne diminuera la portée de l'émission.

Si le transmetteur est destiné à être réutilisé, s'assurer que seul le fil est coupé lorsque le collier est enlevé.

Pour les applications nécessitant le détachement du collier après un certain temps, remplacer le fil-collier par un fil de coton ou un fil Dacron.





**Annexe 5** Dates et heures des captures saisonnières des hermines avec les décomptes des heures de nuit et de jour précédant les captures

**Printemps** (de mars à mai)

| Individu   | Date     | Heure d'aube / de crépuscule | Heure de capture | Nb d'heure de nuit avant capture | Nb d'heure de jour avant capture |
|--|----------|------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| M 57469  | 19.03.02 | 6h00 / 19h10                 | 20h55            | 1h45                             | 15h55                            |
| M 53833  | 19.03.02 | 6h00 / 19h10                 | 21h00            | 1h50                             | 15h00                            |
| M 53981  | 20.03.02 | 6h00 / 19h10                 | 20h30            | 1h20                             | 13h10                            |
| M 44658  | 20.03.02 | 6h00 / 19h10                 | 9h20             | 14h10                            | 4h20                             |
| M 55576  | 21.03.02 | 6h00 / 19h10                 | 21h00            | 1h50                             | 13h10                            |
| M 53833  | 21.03.02 | 6h00 / 19h10                 | 21h00            | 1h50                             | 15h00                            |
| M 12   | 23.04.02 | 6h00 / 20h50                 | 19h45            | -                                | 13h45                            |
| M 54467  | 23.04.03 | 6h00 / 20h50                 | 17h15            | -                                | 11h15                            |
| M 57612  | 23.04.03 | 6h00 / 20h50                 | 19h00            | -                                | 13h00                            |
| F 58168  | 23.04.03 | 6h00 / 20h50                 | 9h25             | 9h10                             | 4h25                             |
| F 58168  | 24.04.03 | 6h00 / 20h50                 | 19h00            | -                                | 13h00                            |
| M 56480  | 03.05.04 | 5h50 / 21h15                 | 19h55            | -                                | 14h05                            |
| M 56480  | 04.05.04 | 5h50 / 21h15                 | 17h15            | -                                | 11h25                            |
| F 55769  | 11.05.03 | 5h30 / 21h20                 | 19h50            | -                                | 14h20                            |
| F 53893  | 13.05.03 | 5h30 / 21h20                 | 18h20            | -                                | 12h50                            |
| Moyenne (* avec les captures sans heures de nuit)  |          |                              |                  | <b>*2h07±4h04</b>                | <b>12h18±3h27</b>                |
| Moyenne (** sans les captures sans heures de nuit) |          |                              |                  | <b>**4h33±5h04</b>               |                                  |

**Eté** (de juin à août)

| Individu   | Date     | Heure d'aube / de crépuscule | Heure de capture | Nb d'heure de nuit avant capture | Nb d'heure de jour avant capture |
|--|----------|------------------------------|------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| F 53427  | 17.06.02 | 5h00 / 21h50                 | 20h45            | -                                | 15h45                            |
| F 57184  | 14.07.04 | 5h20 / 21h50                 | 9h20             | 7h30                             | 5h00                             |
| F 52889  | 15.07.02 | 5h20 / 21h50                 | 19h45            | -                                | 14h25                            |
| M 48301  | 15.07.02 | 5h20 / 21h50                 | 21h00            | -                                | 15h40                            |
| M 46879  | 15.07.02 | 5h20 / 21h50                 | 19h15            | -                                | 13h55                            |
| M 54299  | 16.07.03 | 5h20 / 21h50                 | 19h30            | -                                | 14h10                            |
| F 50240  | 16.07.02 | 5h20 / 21h50                 | 20h20            | -                                | 15h00                            |
| F 50326  | 17.07.02 | 5h20 / 21h50                 | 19h50            | -                                | 14h30                            |
| M 46499  | 19.07.01 | 5h25 / 21h45                 | 20h05            | -                                | 15h20                            |
| F 57697  | 12.08.03 | 6h00 / 21h15                 | 19h15            | -                                | 13h15                            |
| F 56055  | 14.08.03 | 6h00 / 21h15                 | 19h55            | -                                | 13h55                            |
| F 13068  | 16.08.04 | 6h00 / 21h00                 | 20h05            | -                                | 14h05                            |
| M 51322  | 16.08.04 | 6h00 / 21h00                 | 19h55            | -                                | 13h55                            |
| M 30916  | 17.08.04 | 6h00 / 21h00                 | 18h40            | -                                | 12h40                            |
| M 79915  | 19.08.04 | 6h00 / 21h00                 | 19h50            | -                                | 13h50                            |
| M 48540  | 19.08.04 | 6h00 / 21h00                 | 19h30            | -                                | 13h30                            |
| M 14   | 19.08.04 | 6h00 / 21h00                 | 19h15            | -                                | 13h15                            |
| M 46022  | 19.08.02 | 6h00 / 21h00                 | 20h45            | -                                | 14h45                            |
| F 47257  | 20.08.01 | 6h00 / 21h00                 | 21h00            | -                                | 15h00                            |
| F 49609  | 20.08.01 | 6h00 / 21h00                 | 20h10            | -                                | 14h10                            |
| F 50379  | 20.08.02 | 6h05 / 21h00                 | 20h25            | -                                | 14h20                            |
| M 52155  | 21.08.01 | 6h05 / 21h00                 | 9h10             | 9h05                             | 4h05                             |
| F 44564  | 21.08.01 | 6h05 / 21h00                 | 20h10            | -                                | 14h05                            |
| M 41464  | 22.08.02 | 6h05 / 21h00                 | 20h20            | -                                | 14h15                            |
| F 46286  | 23.08.01 | 6h05 / 21h00                 | 19h45            | -                                | 13h40                            |
| M 49696  | 23.08.01 | 6h05 / 21h00                 | 19h15            | -                                | 13h10                            |
| Moyenne (* avec les captures sans heures de nuit)  |          |                              |                  | <b>*0h38±2h15</b>                | <b>13h26±2h43</b>                |
| Moyenne (** sans les captures sans heures de nuit) |          |                              |                  | <b>**8h17±0h47</b>               |                                  |



**Automne** (de septembre à novembre)

| Individu  | Date     | Heure d'aube /<br>de crépuscule | Heure de<br>capture | Nb d'heure de nuit<br>avant capture | Nb d'heure de jour<br>avant capture |
|---|----------|---------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| M 45243   | 15.09.04 | 6h40 / 20h15                    | 18h00               | -                                   | 11h20                               |
| F 52694   | 17.09.01 | 6h45 / 20h00                    | 19h25               | -                                   | 12h40                               |
| M 41860   | 17.09.01 | 6h45 / 20h00                    | 18h40               | -                                   | 11h55                               |
| M 42094   | 17.09.01 | 6h45 / 20h00                    | 19h30               | -                                   | 12h45                               |
| M 54450   | 18.09.01 | 6h45 / 20h00                    | 19h30               | -                                   | 12h45                               |
| F 43854   | 20.09.01 | 6h50 / 19h50                    | 19h20               | -                                   | 12h30                               |
| M 50667   | 20.09.01 | 6h50 / 19h50                    | 19h50               | -                                   | 13h00                               |
| M 55270   | 13.10.03 | 7h15 / 19h25                    | 17h00               | -                                   | 10h45                               |
| F 57893   | 16.10.02 | 7h20 / 19h20                    | 18h15               | -                                   | 10h55                               |
| M 53981   | 18.10.01 | 7h20 / 19h20                    | 19h30               | 10 min                              | 12h00                               |
| M 41860   | 19.10.01 | 7h20 / 19h20                    | 9h45                | 12h                                 | 3h25                                |
| M 54807   | 17.11.03 | 7h00 / 17h30                    | 17h30               | -                                   | 10h30                               |
| M 54807   | 19.11.03 | 7h00 / 17h30                    | 9h05                | 15h35                               | 3h05                                |
| F 55323   | 20.11.02 | 7h10 / 17h20                    | 18h00               | 40 min                              | 10h10                               |
| Moyenne (* <b>avec</b> les captures sans heures de nuit)  |          |                                 |                     | <b>*2h01±5h02</b>                   | <b>10h33±3h13</b>                   |
| Moyenne (** <b>sans</b> les captures sans heures de nuit) |          |                                 |                     | <b>**5h41±6h43</b>                  |                                     |

**Hiver** (de décembre à février)

| Individu  | Date     | Heure d'aube /<br>de crépuscule | Heure de<br>capture | Nb d'heure de nuit<br>avant capture | Nb d'heure de jour<br>avant capture |
|---|----------|---------------------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| M 53981   | 19.02.02 | 7h00 / 18h20                    | 7h35                | 13h15                               | 1h35                                |
| M 53833   | 20.02.02 | 7h00 / 18h20                    | 16h05               | -                                   | 9h05                                |
| Moyenne (* <b>avec</b> les captures sans heures de nuit)  |          |                                 |                     | <b>*6h37±9h22</b>                   | <b>5h20±5h18</b>                    |
| Moyenne (** <b>sans</b> les captures sans heures de nuit) |          |                                 |                     | <b>**13h15±0h00</b>                 |                                     |



**Annexe 6** Tableau récapitulatif des analyses du régime alimentaire de *Mustela erminea*

| Sexe            | Age       | Date de capture | Matin / Soir | Région | <i>Apodemus</i> | <i>Microtus</i> | <i>Arvicola</i> | <i>Mustela</i> | Insectes |
|-----------------|-----------|-----------------|--------------|--------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------|
| F               | Adulte    | 06.2002         | S            | 4      |                 | X               | X               |                |          |
| F               | Adulte    | 07.2002         | S            | 3      | X               | X               | X               |                |          |
| F               | Subadulte | 08.2002         | S            | 2      |                 | X               |                 |                |          |
| F               | Subadulte | 10.2002         | S            | 4      | X               | X               |                 |                | X        |
| F               | Adulte    | 11.2002         | S            | 5      | X               | X               |                 |                |          |
| F               | -         | 04.2003         | M            | 1      |                 | X               | X               |                |          |
| F               | -         | 04.2003         | S            | 1      | X               |                 | X               | X              |          |
| F               | Adulte    | 05.2003         | S            | 2      |                 | X               | X               |                |          |
| F               | Adulte    | 08.2003         | S            | 2      | X               |                 | X               | X              |          |
| F               | Adulte    | 08.2003         | S            | 1      |                 |                 | X               | X              |          |
| F               | Adulte    | 08.2004         | S            | 3      | X               | X               | X               |                |          |
| M               | Subadulte | 09.2001         | S            | 2      |                 | X               | X               | X              |          |
| M               | Adulte    | 02.2002         | M            | 2      | X               |                 | X               |                |          |
| M               | Adulte    | 03.2002         | S            | 3      |                 | X               |                 |                |          |
| M               | Adulte    | 03.2002         | S            | 3      | X               | X               | X               |                |          |
| M               | Adulte    | 07.2002         | S            | 2      |                 | X               |                 |                |          |
| M               | Adulte    | 07.2002         | S            | 1      | X               | X               | X               |                |          |
| M               | Adulte    | 08.2002         | S            | 2      |                 |                 |                 | X              | X        |
| M               | Adulte    | 04.2003         | S            | 1      | X               |                 | X               |                |          |
| M               | Adulte    | 04.2003         | S            | 2      |                 | X               |                 |                |          |
| M               | Subadulte | 11.2003         | S            | 1      | X               |                 |                 |                |          |
| M               | Subadulte | 11.2003         | M            | 1      |                 | X               | X               | X              | X        |
| M               | Adulte    | 05.2004         | S            | 2      |                 | X               |                 | X              |          |
| M               | Subadulte | 08.2004         | S            | 2      | X               | X               |                 |                |          |
| M               | Subadulte | 08.2004         | S            | 3      |                 |                 | X               |                |          |
| M               | Subadulte | 08.2004         | S            | 3      | X               | X               | X               | X              | X        |
| M               | Subadulte | 09.2004         | S            | 2      | X               | X               |                 |                |          |
| <i>(n = 27)</i> |           |                 |              |        | 14              | 19              | 16              | 8              | 4        |







Imprimé au Centre d'Impression de l'Université de Neuchâtel (Suisse)

Janvier 2007