

**BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION  
DU FAUCON CRECERELLE (*Falco tinnunculus*)  
EN MILIEU AGRICOLE**



Kathleen Hasler

Travail de diplôme

Institut de zoologie

Université de Neuchâtel, novembre 2004

Sous la direction du Dr. Louis-Félix Bersier



---

<b>4. Discussion</b>	<b>31</b>
4.1. Croissance	31
4.1.1 Succès de la nidification	31
4.1.2 Croissance alaire	31
4.1.3 Poids	31
4.1.4 Croissance journalière et facteurs environnementaux	32
4.2. Régime alimentaire	32
4.3. Fréquence de nourrissage	33
4.4. Etudes parallèles	33
4.5. Conditions météorologiques	34
4.6. Comportements	35
4.6.1 Comportements des jeunes	35
4.6.2 Comportements des adultes	36
4.7. Conclusion	36
<b>5. Remerciements</b>	<b>37</b>
<b>6. Références</b>	<b>38</b>
<b>7. Annexes</b>	<b>41</b>

# 1. INTRODUCTION

Durant la seconde moitié du 20<sup>e</sup> siècle, les techniques utilisées par l'agriculture ont considérablement évolué. L'emploi de fertilisants et de pesticides et le développement, au fil des décennies, d'une agriculture de plus en plus intensive ont entraîné une forte diminution de la biodiversité végétale et animale dans les milieux agricoles (Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage, [www.umwelt-schweiz.ch/buwal/fr](http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/fr)). Pour remédier à ces problèmes, le gouvernement suisse a mis en place des mesures écologiques, dont la création de zones de compensation écologique, surfaces d'une grande variété présentant à nouveau une flore et une faune diversifiées.

Quels effets ces zones de compensation écologiques peuvent-elles avoir sur la faune et plus particulièrement sur les micromammifères ? Deux travaux en particulier ont traité de ce sujet : celui de Janine Aschwanden (2003), qui a étudié l'importance des micromammifères dans les zones de compensations écologiques pour le Hibou moyen-duc (*Asio otus*) et le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) dans le canton de Lucerne et celui de Christian Imesch (2004), qui a étudié la densité et la distribution des micromammifères dans les compensations écologiques et les cultures dans la région de Düringen, dans le canton de Fribourg. Quelle importance ces mêmes zones peuvent-elles présenter pour les prédateurs des micromammifères et en particulier pour les Faucons crécerelles, sujets de cette étude ? Nous voulions étudier si les compensations écologiques de notre zone d'étude ont une influence, positive, négative ou neutre, sur la chasse et le régime alimentaire des crécerelles. La quantité de sujets à traiter est suffisamment vaste pour deux travaux de diplôme :

- celui de Line Destraz, concernant l'utilisation du territoire, les techniques et lieux de chasse
- le mien, concernant le régime alimentaire, le développement et les comportements des oisillons au nichoir.

Line Destraz et moi avons effectué notre travail de terrain ensemble pendant l'année 2003, soit lors d'un été caniculaire et très sec. Ces conditions météorologiques particulières ne sont pas celles d'un été normal sur le Plateau suisse.

## 1.1. Buts du travail

Les buts de ce travail sont :

- observer le développement de chaque nichée, en se concentrant sur la taille de la nichée, la longueur alaire et le poids des jeunes et mettre en relation la croissance de la nichée avec certaines variables de l'habitat
- déterminer les différences et/ou les similitudes dans le régime alimentaire de chaque nichée et la fréquence de nourrissage et mettre en relation le régime alimentaire avec certaines structures de l'habitat
- observer les différents comportements des jeunes et des adultes au nichoir, comme par exemple la compétition lors des repas, l'apparition de nouveaux comportements avec l'âge, etc.

## 2. MATERIEL ET METHODES

### 2.1. Le Faucon crécerelle

Le Faucon crécerelle est un rapace diurne, assez petit, souvent observé en vol sur place, dit du « saint-esprit », ou perché sur un poteau ou un fil électrique le long des routes, où sa longue queue lui donne une silhouette caractéristique. Dans la nature, il niche dans de vieux nids de corvidés, des trous d'arbres ou de falaises, sur de grands bâtiments ou dans des nichoirs artificiels.

Jusque dans les années 1960, le nombre de Faucons crécerelles en Europe était relativement stable, fluctuant avec les populations de rongeurs et le temps hivernal. Il était le rapace le plus commun des milieux ouverts de Suisse (Schmid 1990 ; Jeanmonod, 1998).

Depuis une quarantaine d'années, la population de ce rapace décline, vraisemblablement à cause des pesticides et de la détérioration de son habitat (Glutz v. Blotzheim & al. 1971). Heureusement, cette situation s'est améliorée ces dernières années, grâce notamment à une diminution des quantités de pesticides et à une pose de nichoirs artificiels sur des constructions isolées depuis 1986. Ainsi, la Broye et le Seeland comptent la plus importante part des effectifs de l'espèce. Par contre, dans le Moyen-Pays, le F. crécerelle s'est nettement raréfié, sans que l'on sache vraiment pourquoi (Jeanmonod, 1998). La vaste distribution de ce faucon vient sans doute de sa faculté d'adaptation à toute sorte de terrain ouvert. Il pénètre d'ailleurs fréquemment dans les zones de constructions. ([www.esigge.ch/primaire/4-nature/06oiseau/crece/fiche.htm](http://www.esigge.ch/primaire/4-nature/06oiseau/crece/fiche.htm)).

Beaucoup d'études ont été effectuées sur le régime alimentaire du F. crécerelle dans le Nord de l'Europe (Korpimäki 1985b ; 1985c ; 1986c ; 1987 ; Valkama, Korpimäki & Tolonen 1995 ; Korpimäki & Itämies 1987 ; Cavé 1968), en Grande-bretagne (Pettifor 1984 ; Shrubbs 1980 ; Village 1982b). Quelques autres études ont été effectuées dans d'autres endroits en Europe (Glutz v. Blotzheim & al. 1971 ; Salvati & al. 1999 ; Roulin 1996a). Dans tous ces travaux, les auteurs ont analysé les os, plumes, écailles et parties d'insectes contenus dans les restes alimentaires et les pelotes de réjection des crécerelles. Toutefois, le F. crécerelle possède des enzymes digestives très puissantes (Korpimäki 1985b) qui lui permettent de digérer la majorité de ses proies. D'après Yapp (1969), la proportion de nourriture non digérée dans les pelotes des crécerelles est de seulement 30%, ce qui fait qu'il est laborieux d'identifier les proies d'après les pelotes. Bien que cette méthode soit suffisamment précise pour déterminer le régime alimentaire du Faucon crécerelle, nous avons opté pour une méthode différente qui, à ma connaissance, n'avait encore jamais été utilisée : nous avons posé des mini-caméras sur les nichoirs. Ainsi, nous avons filmé et enregistré ce qu'il se passait au nichoir : apport des proies, comportement des adultes et des jeunes, fréquence de nourrissage, etc. Seuls Cramp (1980) et Glutz & al. (1971) traitent succinctement du comportement des oisillons au nichoir.

## 2.2. Les compensations écologiques

En raison de leurs structures uniformes, les surfaces agricoles exploitées de façon intensive ne peuvent servir de biotope qu'à un nombre limité d'organismes. La mise en place de surfaces de compensation écologique permet de créer des surfaces d'une grande variété pouvant accueillir à nouveau une faune et une flore diversifiées.

Selon l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage ([www.umwelt-schweiz.ch/buwal/fr/fachgebiete/fg\\_landnutzung/landwirtschaft/oekologischer\\_ausgleich/definition/](http://www.umwelt-schweiz.ch/buwal/fr/fachgebiete/fg_landnutzung/landwirtschaft/oekologischer_ausgleich/definition/)), on entend par compensation écologique :

« les phénomènes naturels d'échanges entre biotopes présentant différents potentiels écologiques; les mesures de compensation visant à conserver et à favoriser la diversité naturelle des espèces, notamment par la création de surfaces de compensation écologique :

- dans les régions où l'exploitation du sol est intensive à l'intérieur et à l'extérieur des localités ;
- pour la reconstitution ou le remplacement de biotopes dignes de protection, s'il est impossible d'éviter des atteintes. »

« Buts de la compensation écologique :

- relier des biotopes isolés entre eux
- favoriser la diversité des espèces, au besoin en créant de nouveaux biotopes
- encourager une utilisation du sol aussi naturelle et modérée que possible (protection du sol, de l'eau et de l'air en tant que bases naturelles de la vie)
- intégrer des éléments naturels dans les zones urbanisées
- animer le paysage
- préserver ou recréer les milieux naturels ou semi-naturels
- maintenir ou favoriser la diversité des espèces animales et végétales
- assurer la protection des ressources naturelles (eau, air, sol)
- conserver et revitaliser le paysage
- promouvoir une utilisation du sol respectueuse de l'environnement.

Les objectifs de la compensation écologique portent à la fois sur la quantité, sur la qualité et sur l'emplacement des surfaces. »

Une jachère florale dure environ 6 ans. La diversité spécifique des plantes, qui baisse avec le temps, atteste de l'âge de la jachère (Imesch 2004). Une jachère nouvellement semée ressemble à un champ de fleurs qui auraient été plantées : on voit la terre entre les plantes qui sont distribuées régulièrement. On les remarque de loin, parce qu'elles présentent un grand éventail de couleur, surtout dans les bleus. Avec les années, les bleus disparaissent pour laisser la place au blanc des marguerites. C'est entre 2 et 5 ans que la jachère présente la plus grande diversité végétale et une vieille jachère ne présente plus que quelques espèces souvent complètement dominantes. Nous savons que les jachères florales présentent des densités élevées en micromammifères, mais ces densités varient avec leur âge. Une jachère trop jeune ou trop vieille présente moins d'avantages pour la faune qu'une jachère d'âge moyen.

## 2.3. Zone d'étude

La zone d'étude couvre une surface d'environ 200 km<sup>2</sup> et se situe en milieu agricole dans la région de Fribourg, en Suisse, à une altitude comprise entre 500 et 600 m. Ce milieu est composé de champs cultivés, de collines et de forêts (fig. 1).

Trois nichoirs se trouvent à l'est de la ville de Fribourg, côté suisse-allemand et six autres se trouvent à l'ouest de la ville, côté romand.

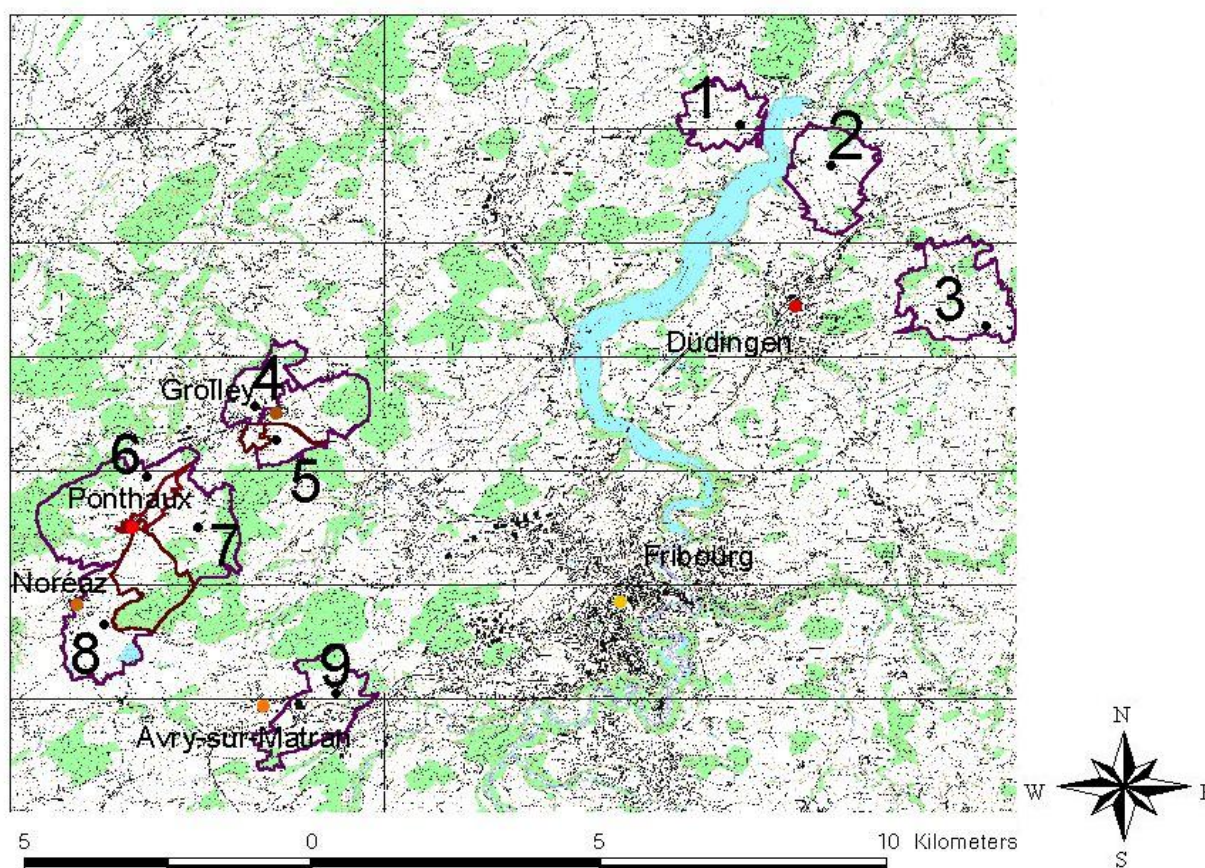


Fig. 1 : carte de la zone d'étude. Le territoire de chaque couple est délimité par une ligne et l'emplacement du nichoir par un •. La numérotation des nichoirs est légèrement différente de celle choisie sous le point 2.4 : 1=Grimoine ; 2=Schlätli ; 3=Berg ; 4=Grolley ; 5=La Vulpillère ; 6=Rond Bosson ; 7=Nierlet-les-Bois ; 8=Noréaz et 9=Nonan. Les points de couleur représentent le centre des agglomérations.

L'habitat des territoires des neuf couples de l'étude est décrit dans le travail de diplôme de Line Destraz (2004). La limite de chaque territoire a été déterminée en observant à quelle distance maximale les adultes s'éloignaient du nichoir. Les territoires ont été cartographiés en se basant sur une typologie comprenant 14 milieux :

- |                       |                 |                            |
|-----------------------|-----------------|----------------------------|
| 1. maisons            | 6. céréales ~1m | 11. pâturage               |
| 2. jardins            | 7. céréales ~2m | 12. bosquet, haie          |
| 3. verger + pré       | 8. pré          | 13. forêt                  |
| 4. verger + pâturage  | 9. prairie      | 14. étang, rivière, marais |
| 5. culture maraîchère | 10. jachère     |                            |

Line a utilisé les quatre macro-descripteurs de l'habitat suivants pour décrire chaque territoire : surface totale [ha], nombre total de parcelles, nombre de milieux et diversité de l'habitat (annexe 3) . La diversité de l'habitat est décrite plus bas, sous le point 2.8.1.

## 2.4. Choix des nichoirs

Dans notre zone d'étude, la majorité des Faucons crécerelles nichent dans des sites artificiels. Nous devons choisir des nichoirs occupés par un couple nicheur et suffisamment proches de zones de compensations écologiques. Nous en avons sélectionné douze, six à l'est de Fribourg (côté suisse-allemand, nichoirs 1 à 6) et un nombre égal du côté romand (nichoirs 7 à 12).

Liste des nichoirs :

1. Schlättli	7. La Vulpillère
2. Grimoine	8. Grolley
3. Berg	9. Rond Bosson
4. Lustorf	10. Nierlet-les-Bois, abrégé Nierlet dans le texte
5. Hinter Tann	11. Noréaz
6. Lamprat	12. Nonan

Le nichoir 4 de Lustorf est resté inoccupé. Malgré la présence d'un couple et l'apparente couvainson de la femelle, il n'y a pas eu d'œuf dans le nichoir 6 de Lamprat. Le nichoir 5 de Hinter Tann était occupé et nous y avons bagué deux jeunes. Il était fixé sur une très vieille grange dont les planches étaient pourries et risquaient de casser à tout moment. Pour cette raison, nous n'y avons pas installé de caméra.

## 2.5. Matériel

### 2.5.1 Enregistrement

Pour mener à bien notre projet, nous avons posé une mini caméra sur chaque nichoir. Ces caméras servent normalement à la surveillance et sont très petites, environ de la taille d'un paquet de cigarettes (fig. 2). Chaque caméra était relié à un magnétoscope pour enregistrer ce qu'il se passait au nichoir.

Nous avons équipé le nichoir de Berg avec un autre type de caméra, plus grande et reliée au magnétoscope par une liaison sans fil. Très sensible aux parasites, cette connexion a subi quelques coupures et a donné une image de qualité médiocre.



Fig. 2 : photo d'une petite caméra

La caméra était posée le jour où nous baguions les jeunes et nous avons enregistré l'activité au nichoir pendant environ 14 jours. Sur certains nichoirs (Berg, Nonan), nous avons laissé la caméra un peu plus longtemps afin de palier à quelques petits problèmes : pannes d'électricité ou agriculteur enlevant la prise de courant du réseau. Nous avons laissé la caméra pendant 29 jours à Grimoine, jusqu'à l'envol des jeunes. Nous avons choisi ce nichoir, car nous savions précisément quand les jeunes étaient nés. Cela nous a permis d'avoir une sorte de "nichoir-étalon".

### 2.5.2 Mesures des jeunes

Les jeunes ont été bagués aux alentours du 10<sup>e</sup>-12<sup>e</sup> jour (âge auquel nous pouvions apercevoir leur tête dépasser du bord du nichoir). La charge en parasite sous les ailes a été évaluée avec des catégories (0-10, 10-20, etc.). Nous avons mesuré la longueur alaire, des plumes hors fourreau de la queue et des ailes, ainsi que le poids (fig. 3). La mesure de la longueur alaire est décrite dans le « Monitoring des populations d'Effraie des clochers et du Faucon crécerelle, Station ornithologique suisse de Sempach, 2002. » La longueur alaire se mesure avec une règle de 40 cm minimum, au bout de laquelle est fixée perpendiculairement une petite plaquette (fig. 3a). L'aile est maintenue aussi près que possible du corps de l'oiseau et on pousse le poignet de l'aile contre la plaquette. On doit compenser la courbure horizontale et verticale de l'aile. Finalement, on lit la longueur alaire à 1 mm près sur la pointe de la plus longue rémige. Chez les jeunes dont les plumes sont encore dans les tuyaux, on mesure la longueur alaire sur la pointe du tuyau le plus long. Pour mesurer la longueur des plumes hors fourreau, on utilise aussi une règle de 40 cm au bout de laquelle est fixée un clou. On enfle le clou le long de la plume jusqu'à l'extrémité du tuyau, on lisse la plume et on lit la longueur de la plume à 1 mm près (photo 9 de l'annexe 5). Ces trois mesures ainsi que les enregistrements vidéos nous ont permis de suivre le développement des oisillons.

A partir de la deuxième prise de mesure (~17<sup>ème</sup> jour), nous avons mesuré le diamètre et la longueur du tarse (fig. 3c). Normalement, ces deux mesures permettent de déterminer le sexe chez des sujets plus âgés ; nous l'avons testé pour des jeunes encore au nid.

Lors de la période d'enregistrement de chaque nichoir, nous avons mesuré les jeunes trois fois : la première lors du baguage et de la pose de la caméra, la seconde une semaine plus tard et la troisième encore une semaine plus tard, lors du retrait de la caméra, et donc de l'arrêt de l'enregistrement (annexe 1). Pour le nichoir de Grimoine, notre "nichoir-étalon", nous avons mesuré les jeunes tous les 5 jours jusqu'à leur envol. A Rond Bosson, nous n'avons effectué que deux mesures, lors du baguage et une semaine plus tard. Nous n'avons pas pu mesurer les jeunes la troisième semaine car ils sortaient déjà du nichoir et allaient se poser sur le bord d'une fenêtre qui se trouvait juste au-dessus, ce qu'ils n'auraient pas manqué de faire si nous avions essayé de les attraper. A Noréaz, nous n'avons aussi pris que 2 mesures, lors du baguage et de la troisième semaine. Nous avons renoncé à la mesure de la deuxième semaine pour des raisons de sécurité.

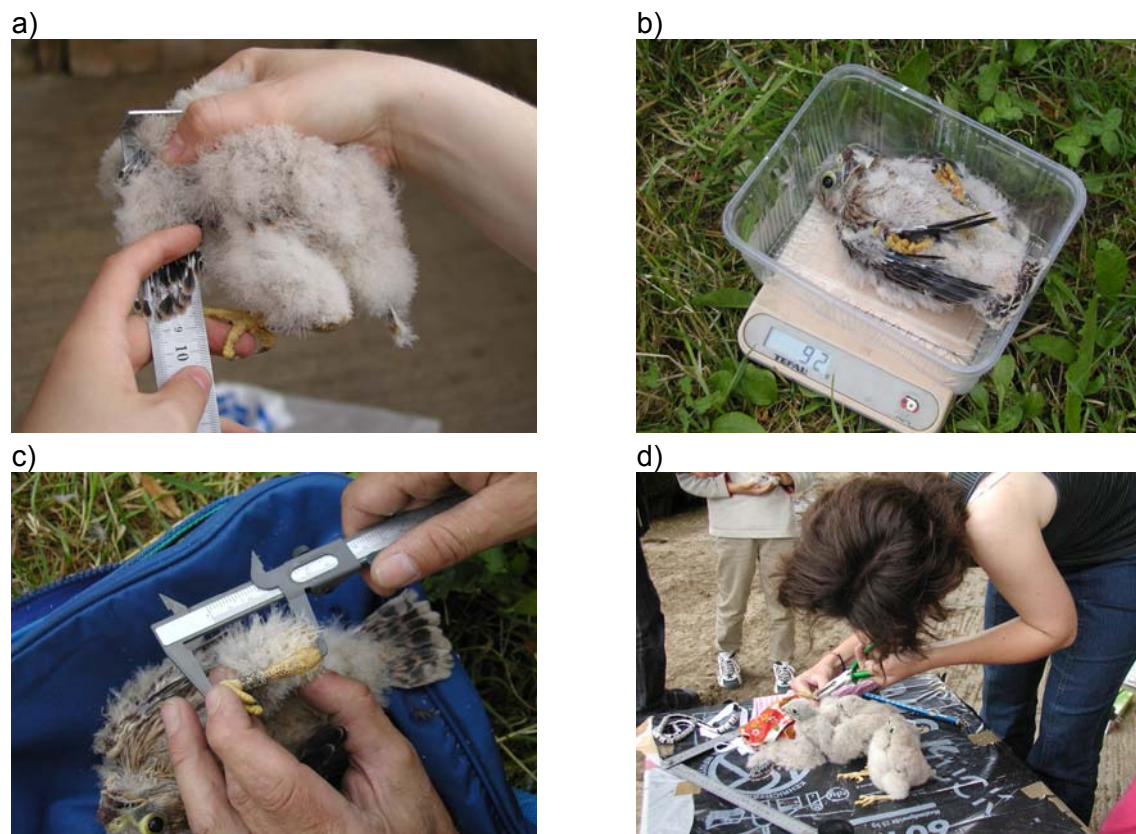


Fig. 3 : a) mesure de la longueur alaire ; b) mesure du poids ; c) mesure de la longueur du tarse ; d) pose d'une bague sur l'un des jeunes

## 2.6. Composition du régime alimentaire

La détermination des proies d'après une image enregistrée grâce à la caméra, en noir/blanc, parfois floue, n'est pas d'une grande précision, surtout lorsqu'il s'agit de déterminer des micromammifères. En plus, il arrive très fréquemment que, sur l'image, on ne voit pas la proie en entier, soit parce que le parent ou des jeunes la cachent en partie à la caméra, soit parce qu'une partie de la proie a déjà été mangée, soit parce que le parent en a une bonne partie dans le bec et que seul l'arrière-train est visible !

J'ai tout de même essayé de déterminer les proies jusqu'à l'espèce, mais ce n'est en général qu'à titre indicatif. Je ne suis certaine de la détermination des micromammifères que jusqu'au genre. Ceci est valable pour les campagnols (abrégés "camp.") et pour la différenciation entre les mulots et les souris (fig. 6).

Pour les insectes, il m'a été impossible de déterminer les espèces et je n'ai réussi à déterminer les genres qu'en partie, c'est pourquoi j'ai préféré réunir ces proies dans une seule catégorie "insectes".

L'indication "micromammifère" signifie que je n'ai pas réussi à déterminer l'espèce ; "autres camp." signifie qu'il s'agit d'une espèce indéterminée de campagnol. Pour "autres invertébrés", il s'agissait de proies autres que des insectes, en général des vers de terre. Lorsque j'ai noté "proie indéterminée", cela signifie que je n'ai pas du tout réussi à déterminer de quel type de proie il s'agissait (voir l'annexe 2) !

## 2.7. Comportement

Grâce aux caméras posées sur les niochirs, j'ai pu observer le comportement des jeunes ainsi que celui des parents lorsqu'ils venaient au niochir.

Pour chaque niochir, j'ai considéré les comportements des jeunes tous ensemble, sans différencier les comportements individuels puisqu'il est souvent impossible de les différencier. Ainsi, pour chaque observation, plusieurs comportements ont été notés puisque j'observais l'ensemble de la nichée. J'ai eu parfois de la peine à observer précisément ce que faisaient les sept jeunes de Nonan, les jeunes se trouvant devant cachaient les jeunes de derrière. En plus, lorsque les jeunes mangent, ils vont en général dans le fond ou dans les coins du niochir, ce qui complique encore l'observation.

Si des comportements se produisaient très souvent et ne duraient que quelques secondes, je les mettais sous une seule observation afin de simplifier la prise de note. D'ailleurs, les jeunes avaient souvent les mêmes comportements, mais en alternance, pas en même temps, et là aussi, j'ai noté ces comportements sous une seule observation.

J'ai réalisé un éthogramme des comportements (annexe 4) des jeunes et des adultes, divisé en différentes catégories : *état* (comportements qui n'entrent pas dans les catégories suivantes), *locomotion* (concerne les déplacements), *toilette*, *nutrition* (tout ce qui a trait aux repas) et *social* (concerne les interactions entre les individus).

## 2.8. Analyses

### 2.8.1 Description de l'habitat

Les différents descripteurs de l'habitat (les parcelles, les surfaces, le nombre de milieux, etc.) sont décrits dans le travail de Line Destraz (2004). Voir aussi l'annexe 3. Pour un couple donné, l'habitat compris dans son territoire est composé d'une mosaïque de parcelles. Chaque parcelle appartient à un des 14 types de milieux (chapitre 2.3).

J'ai calculé la diversité de l'habitat avec la formule de Shannon (Shannon & Weaver 1949) :

$$\text{Diversité de l'habitat } H_n : H_n = - \sum_{i=1}^n \left( \frac{P_i}{P_{tot}} \cdot \ln \left( \frac{P_i}{P_{tot}} \right) \right)$$

Avec :  $i = 1$  à  $n$ , types de milieux

Pour chaque type de milieu  $i$ , on a  $j = 1$  à  $x$  parcelles ayant chacune une surface  $S_j$  [ $m^2$ ]  
 $P_i$  est défini comme le nombre « effectif » de parcelles, suivant l'équation :

$$P_i = \exp(H_m), \quad H_m = - \sum_{j=1}^x \left( \frac{S_j}{\sum S_j} \right) \cdot \ln \left( \frac{S_j}{\sum S_j} \right) \quad \text{et} \quad P_{tot} = \sum_{i=1}^n P_i$$

Le nombre effectif de parcelles représente le nombre théorique de parcelles de même surface qu'il faudrait pour obtenir la valeur observée  $H_m$ . La diversité de l'habitat calculée avec cette formule tient compte de la taille différente des parcelles au sein de la même catégorie d'habitat.

## 2.8.2 Régime alimentaire

### 2.8.2.1 Diversité des proies $H_p$

J'ai calculé la diversité des proies  $H_p$  dans le régime alimentaire avec la formule de Shannon (Legendre & Legendre 1998) :

$$H_p = -\sum_{i=1}^n P_i \cdot \ln P_i$$

avec :  $n$  : nombre de catégories de proies

$P_i$  : proportions de proies de catégorie  $i$  dans le régime

J'ai également calculé la diversité avec la formule de Levins,  $B$  (Levins 1968) :

$$B = \frac{1}{\sum P_i^2}$$

Les valeurs de cet indice vont de 1 à  $n$ , où  $n$  est le nombre de catégories dans le régime (Korpi-mäki 1987).

La diversité (de Shannon et de Levins) du régime alimentaire, ou de la niche, tient compte du nombre de types de proies différentes, mais aussi de leur abondance dans le régime.

### 2.8.2.2 Équitabilité (PIE) des proies

L'équitabilité PIE (*Probability of Interspecific Encounter*), ou probabilité de rencontre interspécifique, est égale à la probabilité que 2 individus tirés au hasard parmi les proies soient d'espèces différentes (Gotteli & Graves 1996). Cette équitabilité se calcule avec la formule :

$$PIE = \left( \frac{N}{N-1} \right) \cdot \left( 1 - \sum_{i=1}^s \left( \frac{m_i}{N} \right)^2 \right)$$

avec :  $N$  : nombre total d'individus

$m_i$  : nombre d'individus de la catégorie  $i$

$S$  : nombre de catégories

Plus la valeur PIE est élevée, plus les différents types de proies sont consommés de manière équitable.

Si  $PIE = 1$ , l'équitabilité est maximale, c'est-à-dire la distribution des proies est uniforme. Plus PIE est proche de 0, plus un type de proies devient dominant et plus l'équitabilité diminue.

### 2.8.2.3 Relation entre régime alimentaire et variables environnementales

J'ai étudié la relation entre les différentes mesures globales du régime alimentaire et les macro-descripteurs de l'habitat par des régressions linéaires simples. Une analyse plus fine a mis en relation l'abondance des proies pour chaque couple avec la quantité des types de milieux dans chaque domaine vital. Une analyse canonique des correspondances – CCA - (Legendre et Legendre 1998) a été utilisée à cet effet, avec le logiciel CANOCO (Ter Braak and Smilauer 1997). La CCA permet de mettre en relation une matrice espèces et une matrice de variables environnementales. Etant donné que seuls 9 couples ont été suivis, nous ne disposons que de neuf objets indépendants, ce qui limite fortement l'utilité d'une telle analyse car il devient très difficile de déceler des relations significatives. Pour pallier ce problème, nous avons utilisé comme objet la liste journalière des proies de chaque nichoir, et non le régime alimentaire observé pendant toute la période d'étude pour un nichoir donné. Les objets pour un même nichoir ne sont pas indépendants; pour atténuer ce problème lors des tests statistiques, les tests de permutations dans CANOCO ont été conditionnés par l'appartenance des objets à leur nichoir. Les descripteurs environnementaux les plus explicatifs ont été choisis par une procédure de sélection pas à pas disponible dans CANOCO. Nous avons retenu les variables dont le degré de signification est inférieur ou égal à 0.1. L'abondance des proies ont été transformées par le logarithme avant l'analyse; les espèces n'apparaissant que dans un seul objet ont été exclues de la CCA. La signification de la relation entre variables dépendantes et indépendantes a été évaluée pour la CCA globale et pour les deux premiers axes canoniques par un test de permutation, à nouveau avec conditionnement pour l'appartenance des objets aux différents nichoirs. Tous les tests ont été effectués avec 2000 permutations.

### 2.8.3 Comportements

Pour un nichoir donné, la fréquence des comportements a été divisée par le nombre total d'observations pour un jour donné selon la formule suivante :

$$P_{c,j} = \frac{n_{c,j}}{N_j}$$

avec :  $P_{c,j}$ : proportion journalière de comportements  
 $n_{c,j}$ : nombre d'observations du comportement donné à l'âge  $j$   
 $N_j$ : nombre d'observations à l'âge  $j$ .

Ceci permet d'analyser l'évolution journalière des comportements en corrigeant l'effort d'observation et l'activité globale des jeunes. Il faut noter que  $N_j$  représente le nombre total d'observations pour le nichoir. Une observation peut concerner plusieurs jeunes (chapitre 2.7). Ainsi, la somme des  $P_{c,j}$  peut être supérieure à 1. Les résultats présentés sont les moyennes pour tous les nichoirs.

### 3. RESULTATS

#### 3.1. Croissance

##### 3.1.1 Succès de la nidification

Au total des 9 nichoirs, 45 jeunes Faucons crécerelles ont éclos et seuls 2 sont morts : un à Grimoine le lendemain de la première mesure et un à Nierlet-les-Bois entre la deuxième et la troisième semaine. Les 43 autres ont vécu jusqu'à l'envol. Cela donne un taux de mortalité, après éclosion, de 4.44% (tableau 1). Etant donné que nous sommes montées la première fois dans les nichoirs quelques jours après l'éclosion, le rapport entre les œufs pondus et ceux éclos ne peut pas être déterminé. Avec sept oisillons, la nichée de Nonan est exceptionnellement grande, surtout que tous les jeunes ont vécu jusqu'à l'envol !

Tableau 1 : nombre de jeunes lors de la 1<sup>e</sup> mesure et à l'envol pour chaque nichoir ; somme, moyenne, nombre de morts et mortalité

Nichoir	Nbre de jeunes lors de la 1 <sup>e</sup> mesure	Nbre de jeunes à l'envol
Schlättli	5	5
Grimoine	6	5
Berg	5	5
La Vulpillère	5	5
Grolley	4	4
Rond Bosson	4	4
Nierlet-les-Bois	5	4
Noréaz	4	4
Nonan	7	7
Somme	45	43
Moyenne	5	4.77
Morts	2	
Mortalité	4.44%	

##### 3.1.2 Longueur ailaire

La longueur ailaire est l'une des mesures utilisées pour calculer la croissance des jeunes et est plus fiable que le poids, car elle est moins sujette aux variations environnementales. On le constate sur la fig. 4, où presque tous les points sont alignés le long d'une droite imaginaire. Les longueurs ailaire des jeunes des 8 nichoirs montrent la même tendance que celles des jeunes de Grimoine, notre nichoir de référence pour la zone d'étude. Seuls 3 points de la dernière mesure du nichoir de Noréaz sont décalés par rapport à cette droite moyenne et j'ignore pourquoi ces 3 jeunes ont les ailes plus courtes que les autres jeunes du même âge. Peut-être y a-t-il eu une erreur dans la prise des mesures ou lors de la transcription sur la feuille de notes.

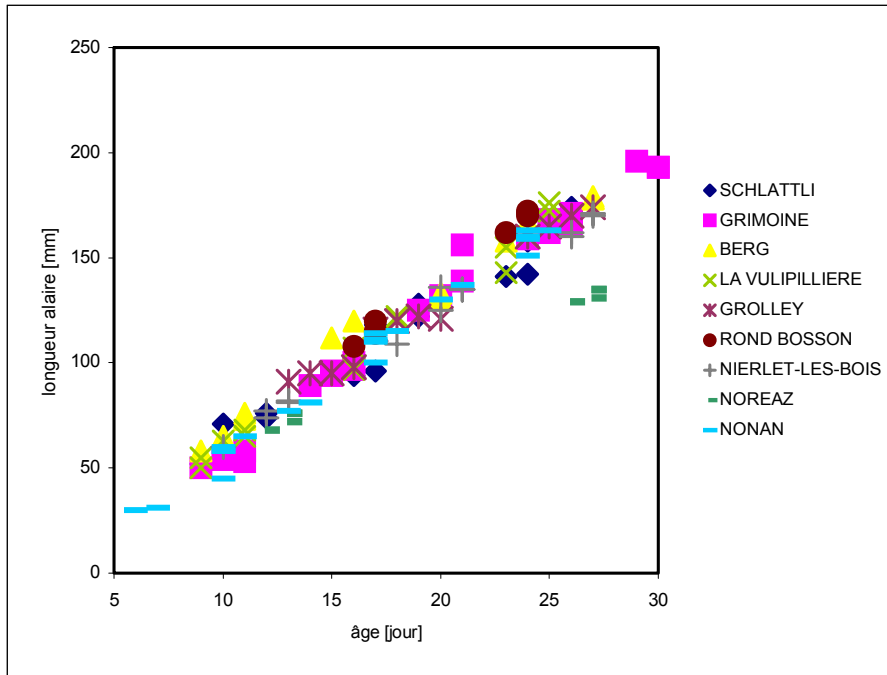


Fig. 4 : mesure, pour chaque nichoir, de la longueur ailaire selon l'âge des jeunes.

Pour le nichoir de Grimoine, je n'ai pas tenu compte du 6<sup>e</sup> jeune âgé de 5 jours lors de la 1<sup>e</sup> mesure car il est mort le lendemain.

### 3.1.3 Poids

Le poids des jeunes est la seconde mesure de la croissance des jeunes. Toutefois, c'est une mesure qui varie plus d'après les conditions de l'environnement que la longueur ailaire, étant liée à la quantité et à la qualité de nourriture que les parents apportent aux jeunes. Il est arrivé quelques fois que les mesures aient lieu peu de temps après que les jeunes aient mangé (photo 6 en annexe, où on voit très bien le jabot plein du jeune). C'est pourquoi des points sur la fig. 5 se trouvent plus dispersés autour de la courbe du poids. Quelques points des nichoirs de Grolley et Nierlet-les-Bois sont nettement en-dessous du poids moyens. Là aussi, il a pu y avoir des erreurs de transcription ou de prise de mesures. Il est normal que le poids des jeunes âgés de 27 à 30 jours diminue car, à cette période, les parents essaient de les inciter à quitter le nichoir et, pour y parvenir, les affament en leur apportant moins de nourriture.

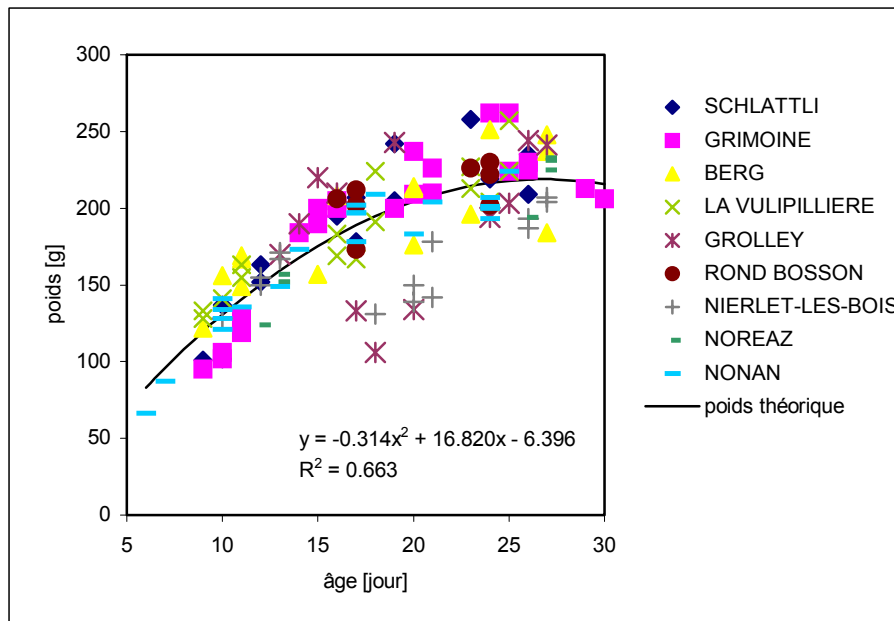


Fig. 5 : mesure, pour chaque nichoir, du poids selon l'âge des jeunes.

La courbe du poids théorique est la courbe de croissance du poids calculée avec les données de tous les nichoirs. L'équation de cette courbe, indiquée sur le graphique, est une équation polynomiale du 2<sup>e</sup> degré.

### 3.1.4 Croissance journalière et facteurs environnementaux

La croissance alaire moyenne est manifestement linéaire (fig. 4). Pour cette raison, j'ai calculé un taux de croissance journalier [mm/j] (tableau 2). Les jeunes dont les ailes croissaient le plus vite sont ceux du nichoir de Rond Bosson, avec une croissance alaire moyenne de 7.79. Les jeunes dont les ailes croissaient le moins vite sont ceux du nichoir de Noréaz, avec une croissance alaire moyenne de seulement 4.25. Pour les sept autres nichoirs, la croissance alaire moyenne se situe entre 6.14 et 7.34. La moyenne journalière pour les 9 nichoirs est de 6.71.

Pour un nichoir donné, la moyenne des résidus des poids exprime le poids relatif de la nichée par rapport à la croissance moyenne des 45 jeunes mesurés. Le résidu des poids est égal à la valeur observée moins la valeur théorique.

La moyenne des résidus des poids est calculée pour chaque nichoir. Les nombres négatifs représentent des nichées dont les jeunes sont plus légers que la moyenne de tous les couples, soit les nichoirs de Grolley, Nierlet, Noréaz et Nonan. La MRP du nichoir de Nierlet-les-Bois est de -24.52, ce qui est extrêmement bas en comparaison des autres nichoirs.

Tableau 2 : croissance alaire moyenne [mm/j] et moyenne des résidus des poids [g] (voir texte)

Nichoir	Croissance alaire moyenne	Moyenne des résidus des poids
Schlättli	6.53	6.68
Grimoine	7.34	6.35
Berg	7.34	7.75
La Vulpillère	7.21	6.93
Grolley	6.52	-4.71
Rond Bosson	7.79	7.51
Nierlet-les-Bois	6.14	-24.52
Noréaz	4.25	-4.44
Nonan	7.31	-4.04

J'ai cherché à savoir si les deux mesures de croissance pouvaient être liées avec la structure de l'habitat. Ainsi, j'ai utilisé des régressions linéaires simples entre les deux variables de croissance et les descripteurs de l'environnement suivants : diversité de l'habitat, nombre total de parcelles, nombre de milieux, surface totale du territoire, surfaces de prairies et surfaces de jachères. Aucune régression n'est significative ; la relation la plus significative concerne la diversité de l'habitat et la croissance alaire moyenne, avec une pente positive de 5.63,  $P = 0.09$  et  $R^2 = 0.26$ .

### 3.2. Régime alimentaire

Beaucoup d'études ont déjà été réalisées sur le régime alimentaire du Faucon crécerelle mais, à ma connaissance, toutes ont utilisé l'analyse des pelotes de réjection. Les caméras montées sur les niochors ont permis de déterminer les proies que les parents apportent aux jeunes (fig. 6) et de calculer la fréquence de nourrissage.



Fig. 6 : exemples de proies trouvées dans les niochors

#### 3.2.1 Composition du régime alimentaire

Sur l'ensemble des 140 cassettes, j'ai compté un nombre total de 1502 proies apportées aux jeunes par les parents.

Pour 7 niochors sur 9 ainsi que pour la moyenne de tous les niochors, la proie la plus fréquente dans le régime alimentaire est le campagnol roussâtre (encore une fois, la détermination jusqu'à l'espèce n'est donnée qu'à titre indicatif) (fig. 7).

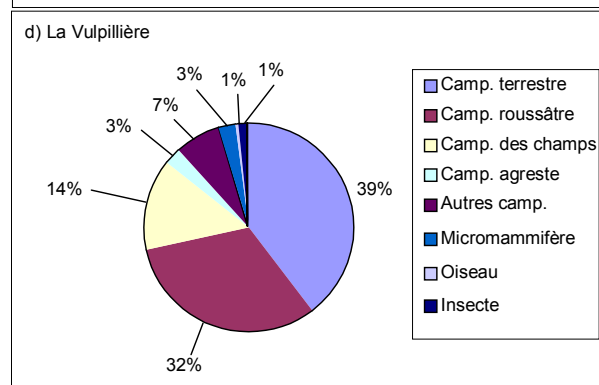
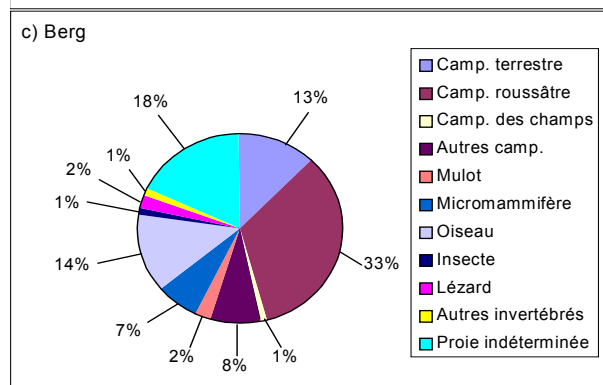
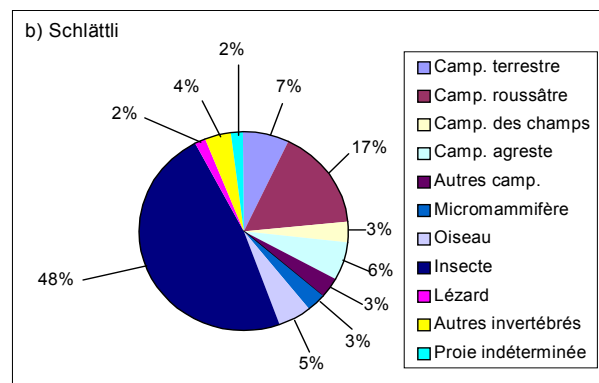
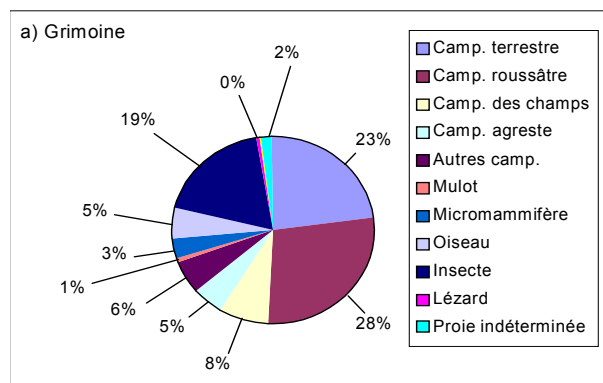
La seconde proie la plus fréquente est le campagnol terrestre.

En ce qui concerne le nichoir de Schlättli (fig. 7b), ce sont les insectes qui sont les plus nombreux, composant 48% des proies du régime alimentaire des jeunes. Il est arrivé que, sur 8 heures d'enregistrement, les parents, en général la femelle, apportent jusqu'à 39 insectes ! Les secondes proies les plus fréquentes sont les campagnols roussâtres avec 17% puis les campagnols terrestres avec 7%. Si on ne tient pas compte des insectes, la composition du régime alimentaire est semblable à celles des autres nichoirs pour les 2 premiers types de proies.

Pour le nichoir de Berg (fig. 7c), les proies indéterminées sont le second type de proies avec 18%. La raison est l'utilisation d'une caméra dont la qualité de l'image était médiocre (c.f. chapitre 2.5.1).

A La Vulpillère (fig. 7d), les 2 premiers types de proies sont inversés : ce sont d'abord les campagnols terrestres, suivis des campagnols roussâtres, avec respectivement 39 et 32%. Pour le nichoir de Rond Bosson (fig. 7f), les secondes proies ne sont pas les campagnols terrestres, mais les campagnols des champs avec 21% (les campagnols terrestres occupent la troisième place avec 13%). A Nonan (fig.7i), ce sont les oiseaux, avec 23%, qui sont les secondes proies les plus fréquentes, là aussi suivis par les campagnols terrestres avec 14%.

A partir du troisième type de proies les plus fréquentes, ce sont en général les autres campagnols ou les micromammifères qui occupent les places suivantes. Ce n'est pas le cas pour le nichoir de Grimoine, où ce sont les insectes qui composent le troisième type de proies avec 19%, ni pour Berg, où ce sont les oiseaux avec 14%, ni pour Nierlet-les-Bois avec 11% de proies indéterminées. La moyenne de tous les nichoirs (fig. 7j) fait apparaître que la composition du régime alimentaire est semblable à celui des nichoirs pris individuellement. Les campagnols, avec 72%, sont les premiers types de proies que les parents crécerelles apportent aux jeunes, suivis par les insectes (10%) et les oiseaux (6%). Il n'y a que pour le nichoir de Schlättli où ce sont les insectes qui sont les proies préférées. Finalement, les mulots, lézards et autres invertébrés sont des catégories de proies accessoires avec moins de 1% chacune. Si les insectes occupent une place aussi importante avec 10% du régime alimentaire, c'est essentiellement en raison de la contribution de 48% du nichoir de Schlättli et, dans une moindre mesure, des 19% de Grimoine.



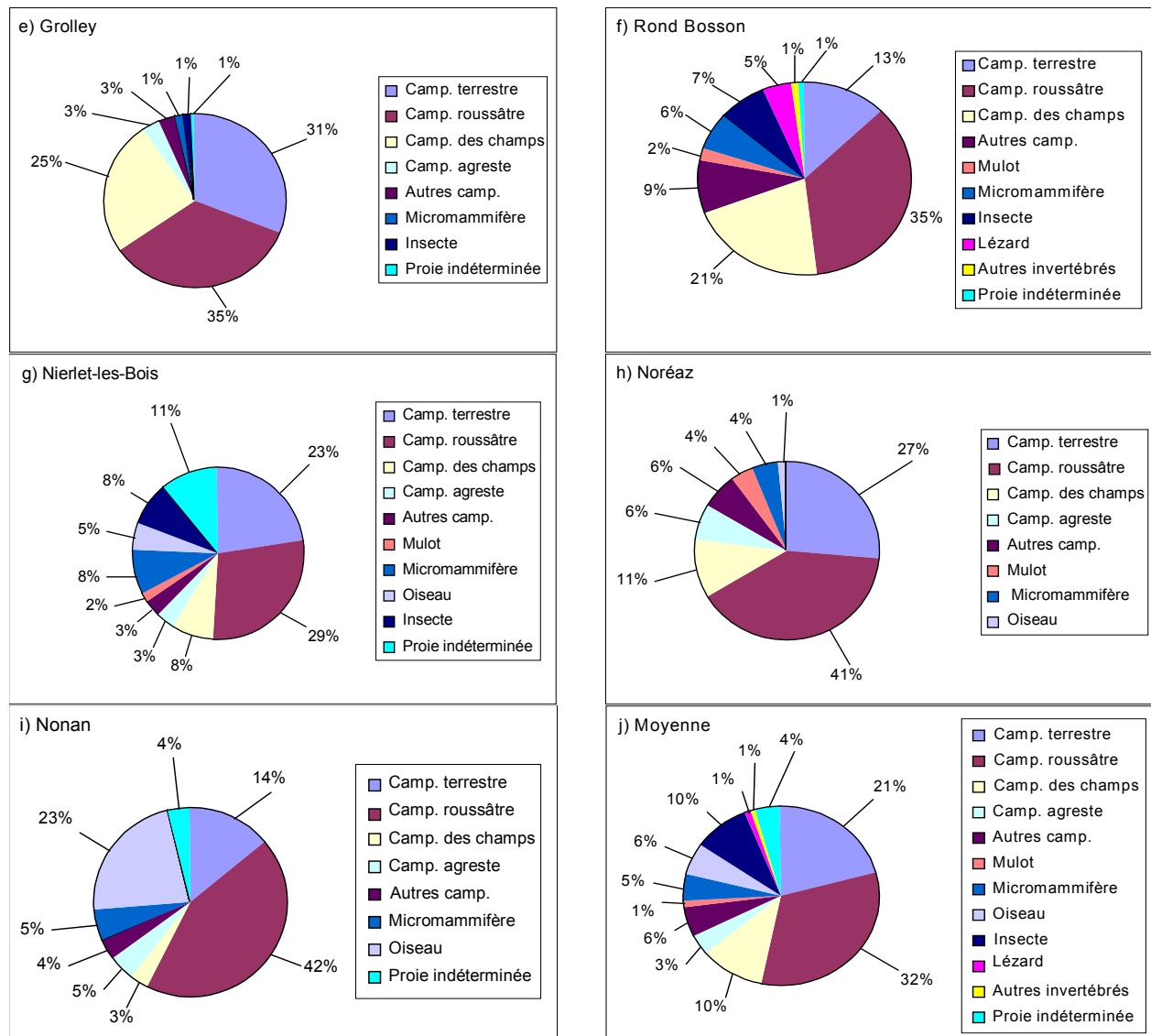


Fig. 7 : composition du régime alimentaire et pourcentage des différentes proies; moyenne pour tous les nichoirs.

### 3.2.2 Nombre de catégories, diversité et équitabilité des proies

Dans le tableau 3, j'ai comparé les 9 nichoirs entre eux au niveau des macro-descripteurs du régime alimentaire que sont le nombre de catégories de proies, la diversité des proies (de Shannon et de Levins) et l'équitabilité des proies.

Le nombre de catégories, ou d'espèces, de proies différentes dans le régime alimentaire des jeunes crécerelles varient entre 10 pour les nichoirs de Grolley et Nonan et 16 pour Grimoine et Schlättli.

On remarque que Nierlet a la plus grande diversité de Shannon (à 2.14), alors que c'est Grimoine qui a la plus grande diversité de Levins (à 5.43) et ces 2 nichoirs sont ceux qui ont la plus grande diversité des proies (de Shannon et de Levins). Par contre, le nichoir de Grolley est celui qui a la diversité de Shannon la plus faible (à 1.48) et la seconde plus faible diversité de Levins (à 3.56).

Nierlet-les-Bois est le nichoir qui a la plus haute équitabilité des proies (à 0.85), donc c'est le nichoir qui se rapproche le plus de l'équitabilité maximale, qui est égale à 1. Ça signifie que les différentes espèces de proies consommées par les jeunes crécerelles de Nierlet étaient choisies plus équitablement par les parents que dans les autres nichoirs. La Vulpillière est le nichoir qui a la plus

faible équitabilité (à 0.72), ce qui indique que les parents chassaient les proies apportées aux jeunes de la manière la moins équitable, avec plus de préférences pour certaines espèces de proies que les parents des autres nichoirs.

Tableau 3 : comparaison entre les 9 nichoirs au niveau des macro-descripteurs du régime alimentaire : nombre de catégories de proies, diversité des proies (Shannon et Levins) et équitabilité

Nichoir	Nombre de catégories de proies	Diversité des proies (Shannon)	Diversité des proies (Levins)	Équitabilité des proies (PIE)
Grimoine	16	2.03	5.43	0.82
Schlättli	16	1.84	3.55	0.73
Berg	13	1.99	4.42	0.82
La Vulpillère	11	1.57	3.55	0.72
Grolley	10	1.48	3.56	0.73
Rond Bosson	12	1.93	4.89	0.81
Nierlet-les-Bois	15	2.14	5.23	0.85
Noréaz	12	1.74	4.03	0.76
Nonan	10	1.67	3.56	0.74

J'ai utilisé différents tests statistiques pour comparer le régime alimentaire des jeune crécerelles des 9 nichoirs. J'ai effectué un *Test du  $\chi^2$*  afin de comparer les proportions des proies apportées par tous les couples. L'hypothèse nulle est que les catégories de proies sont apportées en fréquences égales entre les 9 couples. En tenant compte de toutes les espèces de proies apportées au nichoir par les parents, j'obtiens les résultats suivants :  $\chi^2 = 553.8$ , DL = 40 et  $P < 0.001$ , ce qui est très significatif. L'hypothèse nulle est rejetée, ce qui indique une forte variabilité dans les fréquences entre les couples. Si je ne tiens compte que des micromammifères comme proies consommées par les jeunes, j'obtiens les résultats suivants :  $\chi^2 = 125.7$ , DL = 32 et  $P < 0.001$ , ce qui reste significatif.

J'ai également utilisé le *Test*, non paramétrique, de *Kruskal-Wallis*. Sur la richesse, la diversité et l'équitabilité en types de proies apportées journalièrement dans chaque nichoir.

Les résultats du test sont les suivants :

- a) le nombre de types de proies :  $\chi^2 = 18.8$ , DL = 8,  $P = 0.016$
- b) la diversité :  $\chi^2 = 8.4$ , DL = 8,  $P = 0.4$
- c) l'équitabilité :  $\chi^2 = 13.2$ , DL = 8,  $P = 0.105$

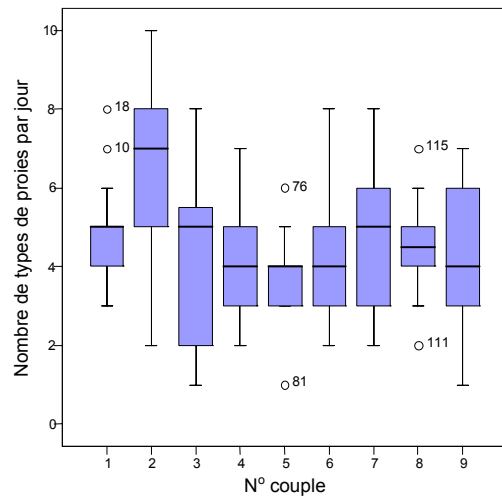
La probabilité n'est significative que pour le nombre de types de proies. On rejette donc l'hypothèse nulle, ce qui signifie qu'il y a une différence entre les couples au niveau de la richesse en catégories de proies.

Afin de confirmer les résultats du test de *Kruskal-Wallis*, j'ai aussi effectué une *ANOVA*, qui est un test paramétrique. Les résultats montrent une probabilité  $P$  significative égale à 0.02 pour le nombre de types de proies. Comme pour le test de *Kruskal-Wallis*, la probabilité n'est pas significative pour la diversité et l'équitabilité ( $P = 0.363$  et  $0.107$ , respectivement). Ensuite, j'ai fait un *Post Hoc Test* (*Scheffe Test*) afin de déterminer entre quels couples la différence est significative. La différence est presque significative entre les nichoirs 2 et 4 (*Schlättli* et *La Vulpillère*), avec  $P = 0.057$  et est nettement significative entre les nichoirs 2 et 5 (*Schlättli* et *Grolley*), avec  $P = 0.01$ . Là encore, seul le nombre de proies est significatif.

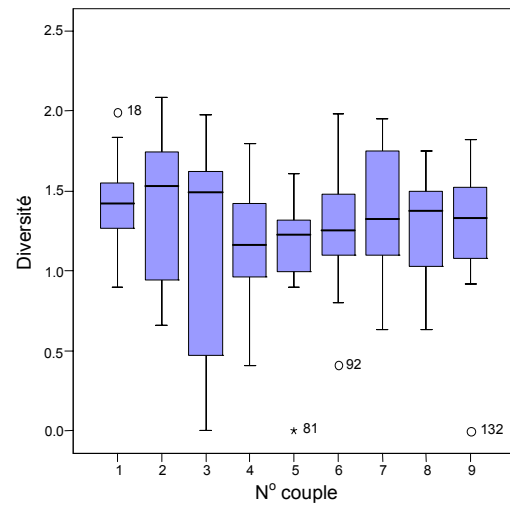
Des *Box plots* (fig. 8) permettent de visualiser les résultats des différents tests ci-dessus. Le seul couple qui se démarque des autres est le numéro 2, à *Schlättli*, mais seulement pour le nombre de types de proies : la médiane est de 7 catégories de proies différentes apportées en une journée, alors quelle est de 4 à 5 pour les autres couples. Par contre, il n'y a pas de différence marquée

pour la diversité et l'équitabilité entre le couple de Schlättli et les autres. La diversité et l'équitabilité sont relativement faible à Schlättli, car les insectes dominent le régime alimentaire (48%).

a) Nombre de types de proies



b) Diversité



c) Équitabilité

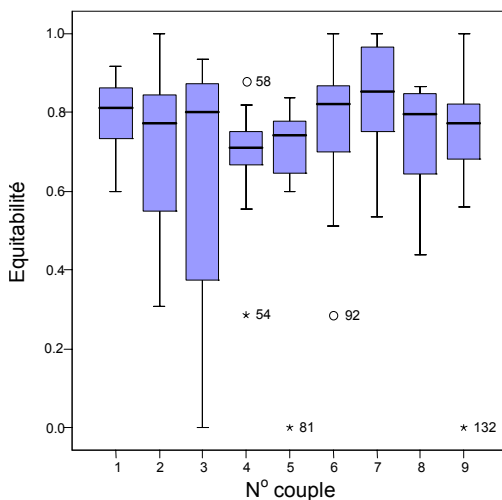


Fig. 8 : box plots pour a) le nombre de type de proies, b) la diversité et c) l'équitabilité. Pour chaque couple, le box plot donne la valeur minimale, le 25<sup>e</sup> percentile, la médiane, le 75<sup>e</sup> percentile et la valeur maximale. Les valeurs extrêmes sont représentées par des cercles ou des étoiles. N<sup>o</sup> couple : 1=Schlättli ; 2=Grimoine ; 3=Berg ; 4=La Vulpillère ; 5=Grolley ; 6=Rond Bosson ; 7=Nierlet-les-Bois ; 8=Noréaz et 9=Nonan.

### 3.2.3 Régime alimentaire et variables de l'environnement

Afin de déceler des relations entre le régime alimentaire et l'habitat dans lequel vivent et chassent les Faucons crécerelles, j'ai effectué seize *régressions linéaires* entre les variables suivantes : quatre variables dépendantes (nombre de catégories de proies, diversité des proies, nombre effectif de catégories de proies et équitabilité PIE des proies) et quatre variables indépendantes (surface totale, surface totale de parcelles, nombre de milieux et diversité de l'habitat ; voir l'annexe 3). Aucune des seize régressions linéaires n'a donné de résultat significatif. Ainsi, les macro-descripteurs de l'habitat dans les territoires des couples n'influencent pas de manière significative les espèces et le nombre de proies chassées.

L'analyse canonique des correspondances (CCA) nous permet de mettre en relation le régime

alimentaire de chaque couple et les différentes variables de l'environnement. Le résultat est présenté à la Fig. 9. Seules les variables indépendantes les plus significatives ont été retenues, soit les quatre descripteurs suivants: les surfaces de haies ( $P=0.09$ ), les surfaces de cultures maraîchères ( $P=0.10$ ), les surfaces de prés ( $P=0.01$ ) et le nombre de champs de céréales de moins d'un mètre de haut ( $P=0.04$ ). Les proies principales, les campagnols, sont consommées indifféremment par tous les couples. Ces espèces apparaissent au centre du graphe. Les espèces de proies accessoires permettent de différencier les différents couples. Les oiseaux et les musaraignes sont associées au domaines vitaux comprenant une large proportion de haies; les insectes, larves d'insectes et lézards sont plus fréquents dans les habitats avec beaucoup de prés et de cultures maraîchères; enfin, les souris sont trouvées en plus grand nombre à Rond Bosson, territoire qui se démarque par l'abondance des champs de céréales de moins d'un mètre de haut. Toutefois, il faut remarquer que le pourcentage de variance expliquée par les variables de l'environnement reste très faible: la somme des valeurs propres, qui indique la variabilité totale des données des proies, est de 2.08; les valeurs propres des deux premiers axes sont 0.12 et 0.07, ce qui représente seulement 9.4% de variance expliquée. Au total, les quatre axes canoniques expliquent 13.1% de la variabilité totale. Malgré ces pourcentages faibles, la relation entre régime alimentaire et variables indépendantes est significative:  $P=0.004$  pour la CCA globale,  $P=0.03$  pour le premier axe canonique et  $P=0.005$  pour le second. Ces valeurs mettent en évidence le régime alimentaire très homogène des crécerelles dans la zone d'étude, avec quelques proies particulières et probablement consommées d'une manière opportuniste pour certains couples. On peut noter par exemple la grande quantité d'insectes apportés par le couple de Schlättli (fig. 9 et tableau 3).

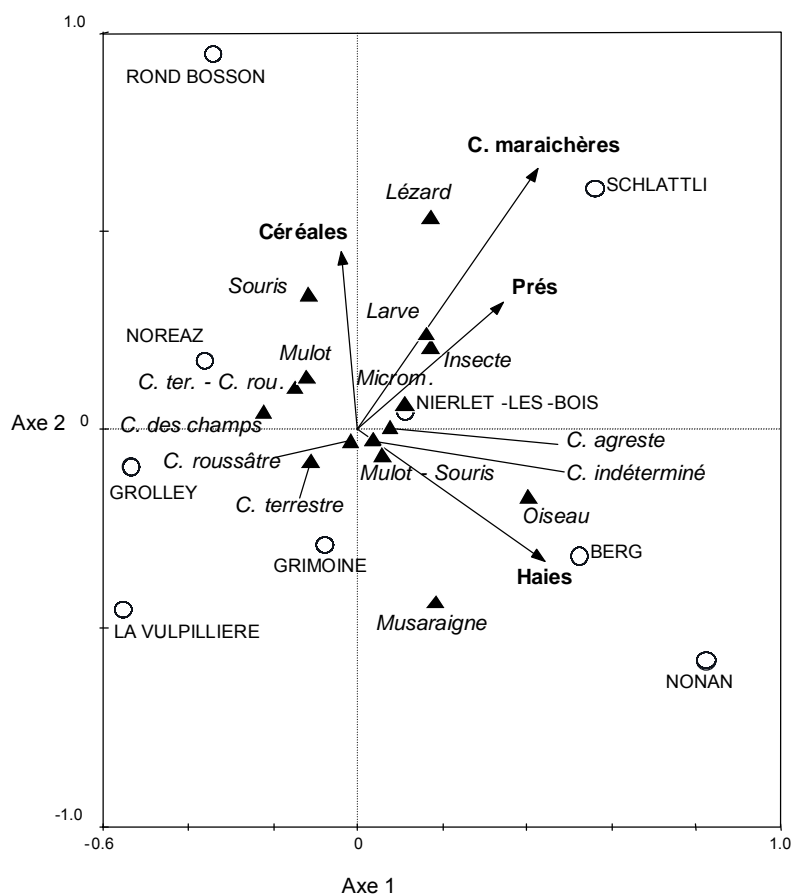


Fig. 9 : Analyse canonique des correspondances mettant en relation les proies des 9 couples et les variables décrivant le domaine vital. Légende : cercles : couples; triangles : catégories de proies; flèches : variables environnementales.

### 3.2.4 Fréquence de nourrissage

La fréquence de nourrissage est exprimée ici par l'intervalle entre deux nourrissages. Ainsi, un intervalle faible correspond à une fréquence élevée. La moyenne et l'écart-type des intervalles de nourrissage par nichoir sont présentés dans le tableau 4. La moyenne la plus faible entre deux nourrissages est celle de Schlättli avec 21 minutes, et la plus élevée est celle de Berg avec 49 minutes. L'intervalle moyen entre deux nourrissages est de 40 minutes pour tous les nichoirs. Il n'y a que trois nichoirs, Schlättli, Grolley et Nonan, qui ont une moyenne inférieure à la moyenne générale. Si l'intervalle du nichoir de Schlättli est environ la moitié de l'intervalle moyen, c'est parce que le couple a apporté énormément d'insectes.

La fig. 10 montre qu'il y a clairement une tendance saisonnière: plus on avance dans la saison, plus la fréquence de nourrissage diminue – ou plus l'intervalle entre les nourrissages augmente. La relation entre intervalle et date est significative ( $P < 0.001$ ). L'effet saisonnier a été éliminé par l'utilisation des résidus entre valeurs observées et valeurs prédites par la régression linéaire. Ces résidus ont été utilisés pour comparer la fréquence de nourrissage entre les couples et pour explorer la relation entre variables de l'habitat et fréquence. La distribution des résidus pour chaque couple est présentée à la fig. 11. Le test de Kruskal-Wallis montre que la médiane des résidus n'est pas significativement différente entre les couples ( $\text{Chi}^2 = 14.12$ ,  $\text{DL} = 8$ ,  $P = 0.077$ ). Toutefois, la probabilité est proche du seuil de signification, ce qui est principalement dû au couple de Schlättli, qui apportait des proies avec une fréquence plus élevée – exprimée dans la fig. 11 par des résidus des intervalles de nourrissage plus faibles. J'ai analysé par des régressions linéaires la relation entre les résidus des intervalles de nourrissage et les variables de l'environnement suivantes : diversité de l'habitat, surface des milieux de céréales ~1m, de céréales ~2m, de prés, de prairie, de jachère, de pâturages et de bosquet-haie. Même sans correction des probabilités pour les tests multiples, il apparaît qu'aucune variable de l'environnement n'est corrélée significativement aux intervalles de nourrissage.

Tableau 4 : moyenne [heure:minute] des intervalles entre les nourrissages pour les 9 nichoirs ; moyenne générale et écart-type

Nichoir	Moyenne [heure:minute]	Ecart-type
Grimoine	0:42	0:15
Schlättli	0:21	0:08
Berg	0:49	0:21
La Vulpillère	0:43	0:09
Grolley	0:38	0:12
Rond Bosson	0:47	0:17
Nierlet-Les-Bois	0:42	0:17
Noréaz	0:42	0:10
Nonan	0:35	0:08
Moyenne générale	0:40	

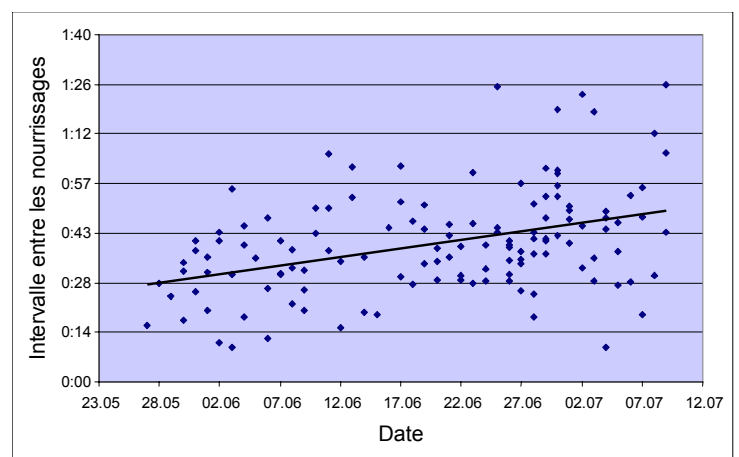


Fig. 10 : intervalle entre les nourrissages [heure:minute] pour les 9 couples

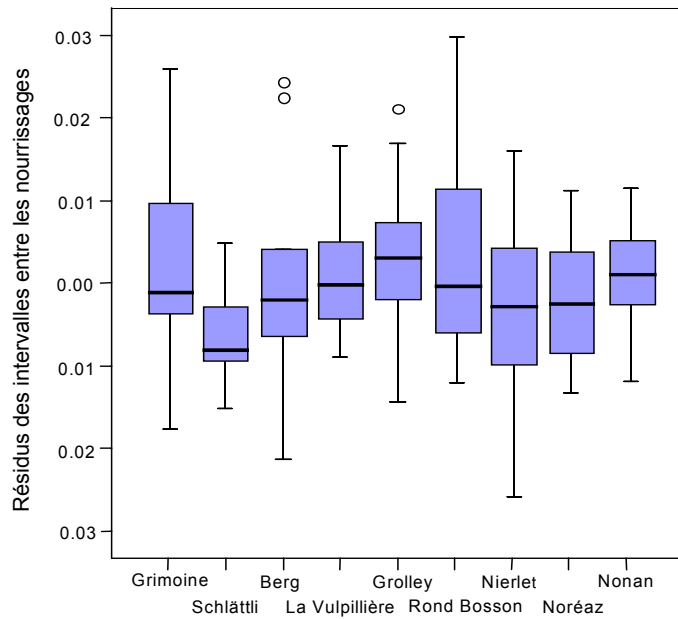


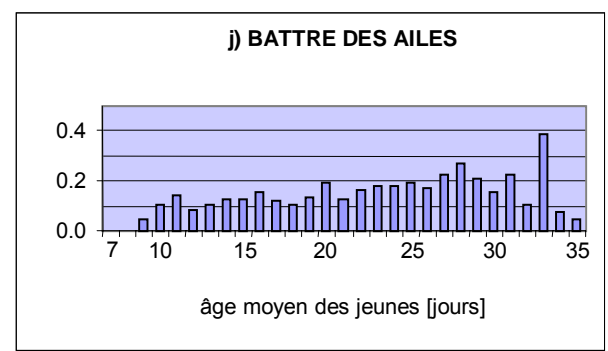
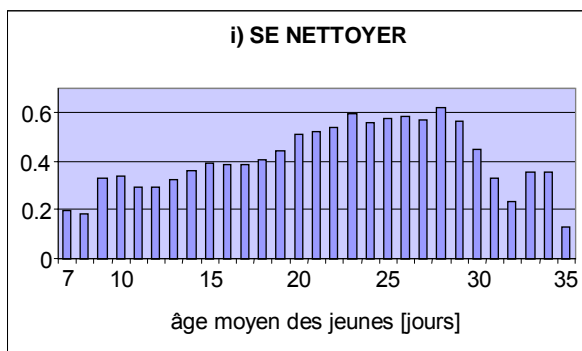
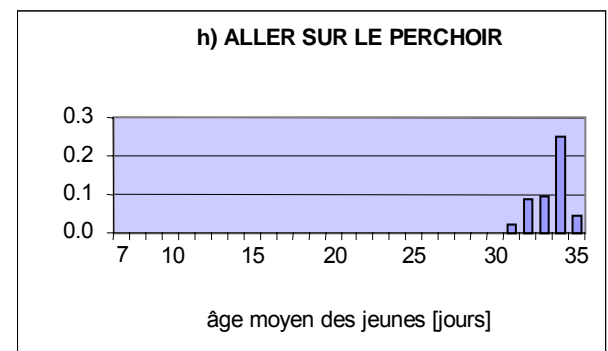
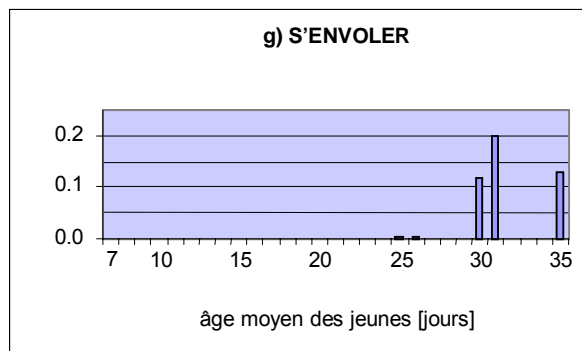
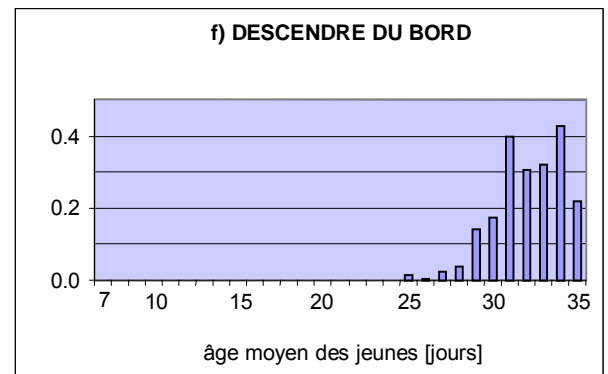
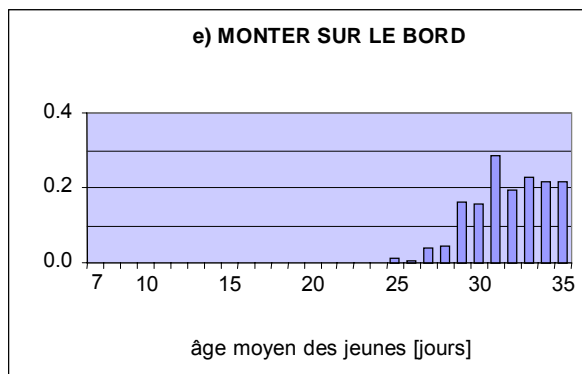
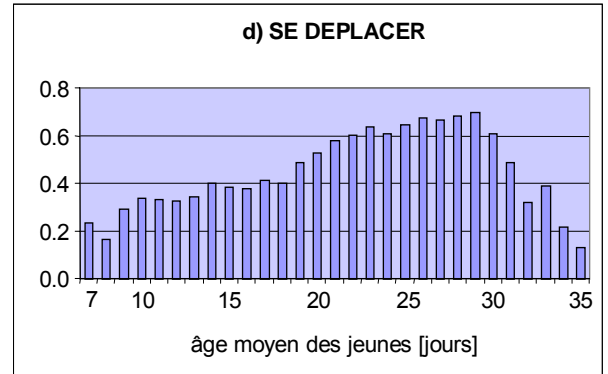
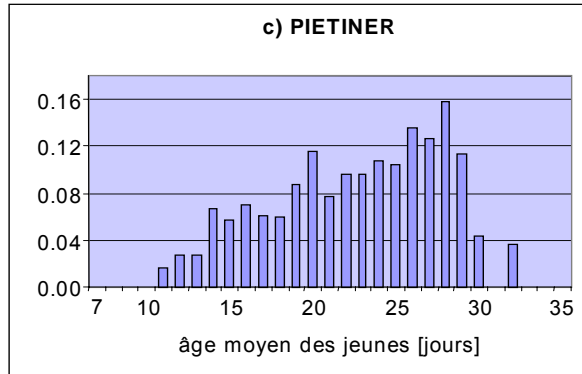
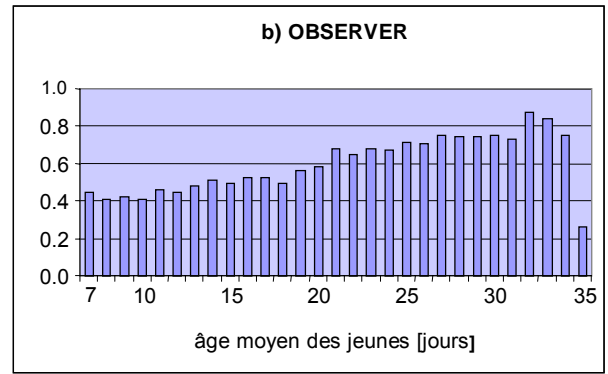
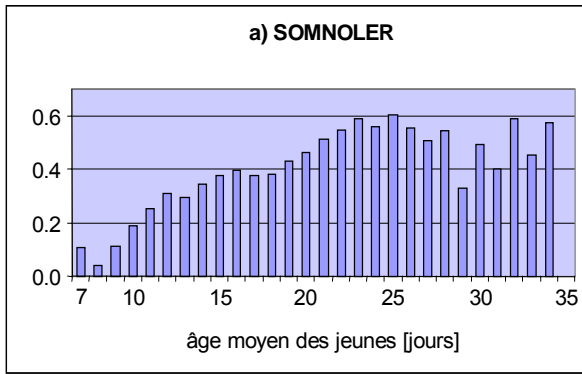
Fig. 11 : box plot des résidus des intervalles entre les nourrissages pour chaque nichoir

### 3.3. Comportements

#### 3.3.1 Comportements des jeunes

A ma connaissance, les comportements des jeunes F. crécerelles au nichoir ont été peu étudiés. On trouve quelques informations dans les ouvrages généraux (Glutz & al. 1971, Cramp 1980). Pour les 9 nichoirs, j'ai observé 140 cassettes (1055 heures et 45 minutes) de comportements. Les jeunes ont des comportements très semblables d'un nichoir à l'autre. Certains comportements apparaissent dès le premier jour de l'oisillon. Par exemple : le toilettage, dormir, observer, se déplacer, manger, etc. ; alors que d'autres comportements n'apparaissent qu'après plusieurs jours voir plusieurs semaines car il faut que le jeune grandisse, se muscle ou ait des plumes (par exemple : décortiquer la proie, monter sur le bord, s'envoler, etc.). Les jeunes ont également des comportements qui ne peuvent se produire que quelques fois ou qui apparaissent seulement lors d'événements particuliers.

La fig. 12 présente les graphiques des comportements qui montrent une variation temporelle ou qui sont particulièrement importants. Je les ai classés d'après les différentes catégories définies au chapitre 2.7.



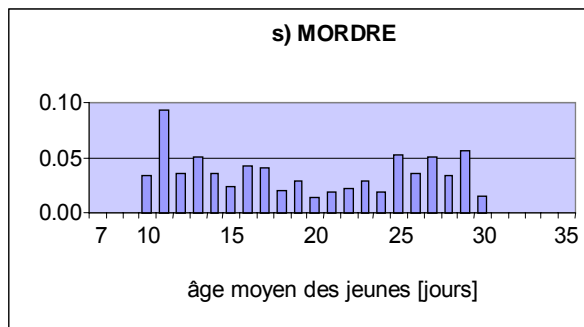
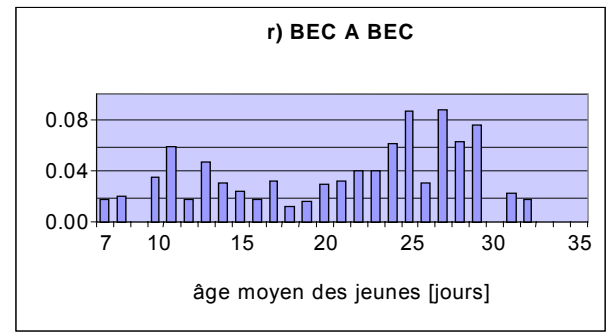
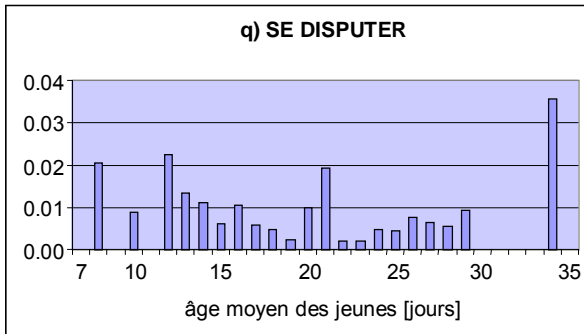
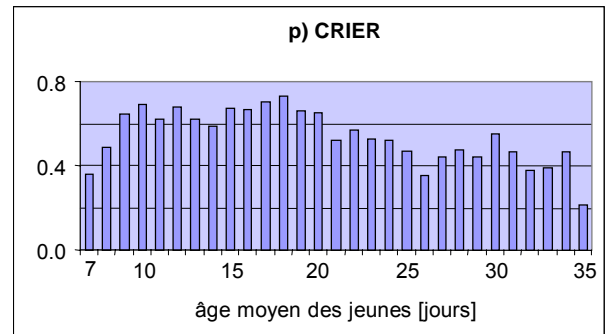
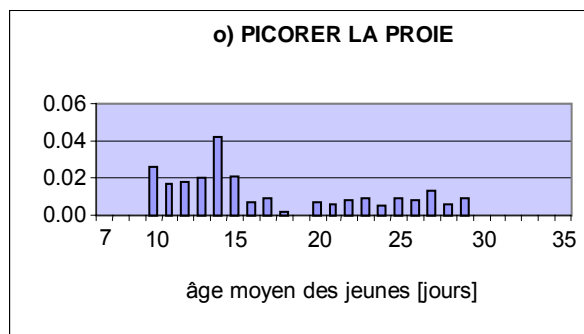
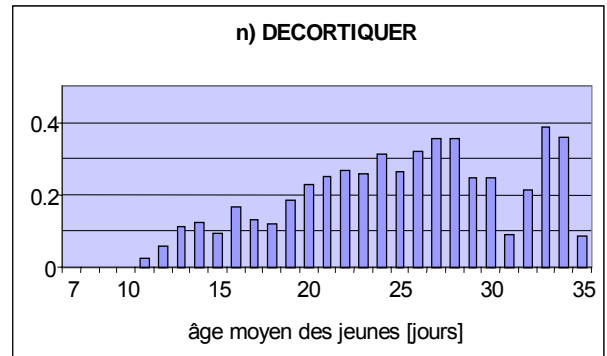
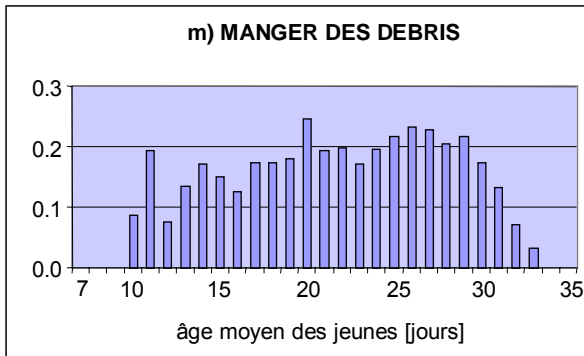
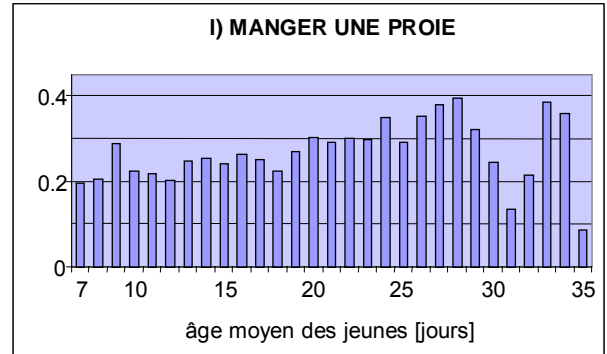
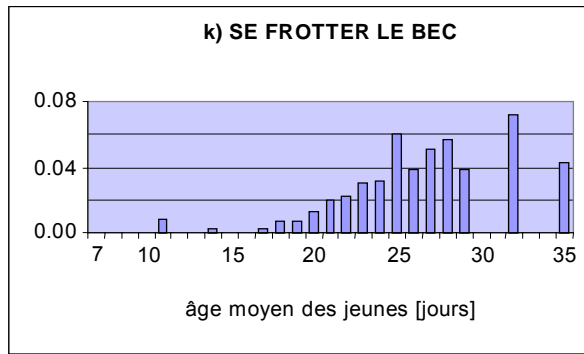


Fig. 12 : graphiques des comportements des jeunes les plus importants. L'âge moyen des jeunes est donné en jours. Les valeurs sont égales au rapport du nombre de fois que le comportement a été observé sur le nombre total d'observations ce jour-là.

### Etat :

*Somnoler* (fig. 12 a) : j'ai utilisé le terme *somnoler* au lieu de *dormir* car les jeunes ont un sommeil léger, où ils se réveillent souvent, bougent, observent puis se rendorment. Ils dorment (profondément) assez rarement. Les jeunes *somnolent* de plus en plus, jusqu'à un maximum à l'âge de 23-25 jours. C'est l'un des comportements les plus importants car il peut occuper jusqu'à 60% de tous les comportements apparus en une journée.

Lorsque que les jeunes sont petits, ils dorment la plupart du temps en cercle et parfois même les uns sur les autres, alors que lorsqu'ils sont plus grands, ils dorment plus souvent séparément. D'ailleurs, le jeune de Grimoine est peut-être mort étouffé par ses frères et sœurs. En effet, les 6 crécerelles se sont endormis en cercle et lorsqu'ils ont bougé, environ 2 heures plus tard, le jeune était mort.

*Observer* (fig. 12 b) : les jeunes passent environ la moitié du temps à observer ce qu'il se passe autour d'eux et en dehors du nichoir. En plus, la fréquence de ce comportement augmente avec l'âge des jeunes. A partir du 26<sup>e</sup>-27<sup>e</sup> jour, les jeunes passent plus du 75% de temps à observer. Cela peut même monter jusqu'à 85% du temps le 33<sup>e</sup> jour !

*Piétiner* (fig. 12 c) : ce terme désigne un jeune qui fouille le sol du nichoir en le piétinant, en le retournant avec les serres. Le jeune a probablement ce comportement pour chercher un reste de proie à manger ou peut-être pour jouer. Pour ce comportement aussi, il y a une augmentation progressive jusqu'à environ 26-28 jours mais il n'occupe jamais plus de 16% des comportements, puis le nombre d'apparition de ce comportement diminue brusquement.

Comportements particuliers : lorsque les jeunes voient un campagnol vivant pour la première fois, ils sont étonnés et ne savent pas comment réagir. Ils le regardent, essaient de l'attraper, lui donnent des coups de bec.

Il est arrivé également que les jeunes de Grimoine se mettent à lécher la paroi du nichoir !

A Rond Bosson, un jeune a mordillé la caméra. C'était peut-être par curiosité car les faucons ne se préoccupaient absolument pas de sa présence sur le nichoir.

### Locomotion :

*Se déplacer* (fig. 12 d) : les jeunes se déplacent beaucoup dans le nichoir et ce comportement augmente jusqu'à son maximum de 70%, à l'âge d'environ 28 jours. Ensuite, les déplacements diminuent fortement, ce qui est certainement dû au fait qu'à cet âge, les jeunes passent le plus clair de leur temps sur le bord du nichoir.

*Monter sur le bord (du nichoir)* (fig. 12 e) : ce comportement apparaît autour du 21<sup>e</sup> jour et se produit de plus en plus souvent jusqu'au 27<sup>e</sup>-28<sup>e</sup> jour, avec une fréquence maximale de presque 30%. A partir de cet âge, les jeunes passent le plus clair de leur temps sur le bord jusqu'à l'envol.

*Descendre du bord* (fig. 12 f) : (= entrer dans le nichoir) lorsque le jeune est sur le bord, il doit forcément en descendre, c'est pourquoi la courbe de ce graphique est très semblable à celle du graphique de "monter sur le bord" et que ce comportement apparaît au même âge. Pourtant, sa fréquence maximale est légèrement plus élevée car elle atteint 41%.

*S'envoler* (fig. 12 g) : je n'ai observé l'envol des jeunes que dans cinq nichoirs : Schlättli, Grimoine,

Grolley, Rond Bosson et Nonan. Quoi qu'il en soit, les jeunes ne s'envolent pas avant leur 30<sup>e</sup> jour et la fréquence de ce comportement ne dépasse pas les 20%.

*Aller sur le perchoir* (fig. 12 h) : évidemment, ce comportement apparaît en même temps que "s'envoler". Si ce comportement atteint une fréquence, de 26%, plus élevée que celle pour "s'envoler" c'est parce que pour certains nichoirs, les jeunes pouvaient aller sur le perchoir sans s'envoler. D'ailleurs, les jeunes ne quittent pas le nichoir d'un coup : ils vont tout d'abord sur le perchoir quelques secondes, puis ils reviennent dans le nichoir. Ceci dure plusieurs jours et à chaque fois, la sortie dure un peu plus longtemps.

#### Toilette :

*Se nettoyer* (fig. 12 i) : c'est l'un des comportements les plus fréquents, qui augmente progressivement jusqu'à une fréquence de 61%, à l'âge d'environ 28 jours. Les jeunes semblent se nettoyer de plus en plus pour éliminer le duvet qui tombe au fur et à mesure de la croissance des plumes.

*Battre des ailes* (fig. 12 j) : ce comportement apparaît de manière assez constante, bien qu'il ait une légère tendance à augmenter avec le temps, ce qui est logique car les jeunes doivent muscler leurs ailes, s'exercer avant l'envol. Ce comportement ne représente pas plus de 39% de toutes les observations journalières.

*Se frotter le bec* (fig. 12 k) : contre le bord ou la paroi du nichoir. Ce comportement est presque absent jusqu'à ce que les jeunes aient environ 18 jours. A partir de ce moment, il augmente fortement, mais ne représente jamais plus de 7% des comportements. Cela correspond au moment où les jeunes commencent à dépecer les proies eux-mêmes, devant ainsi se nettoyer le bec.

Comportements particuliers : il est arrivé deux fois que les jeunes se frottent le ventre contre le sol du nichoir à l'âge de 19 et 23 jours, ce qui pourrait s'expliquer par le fait que la chute du duvet les démange.

#### Nutrition :

*Manger une proie* (fig. 12 l) : j'ai tenu compte ici de toutes les proies, celles distribuées par les parents et celles dépecées par les jeunes eux-mêmes. C'est l'une des activités principales des jeunes, qui peut occuper jusqu'à 39% de toutes les observations journalières. L'apport des proies est assez constant au début, puis augmente vers le 20<sup>e</sup> jour car les jeunes ont besoin de beaucoup de nourriture pour couvrir les dépenses énergétiques dues à la croissance. A partir du 28<sup>e</sup> jour, les jeunes mangent moins car les parents diminuent l'apport en proies pour les inciter à quitter le nichoir.

*Manger des débris* (fig. 12 m) : les jeunes fouillaient souvent le sol du nichoir (= piétiner) à la recherche de morceaux de proies. N'arrivant pas à déterminer ce qu'ils mangeaient, j'ai utilisé le terme "débris" pour désigner ces aliments. Ici aussi, le maximum de la courbe se situe vers les 25<sup>e</sup>-28<sup>e</sup> jour, âge auquel les jeunes ont les besoins énergétiques les plus importants.

*Décortiquer* (fig. 12 n) : j'ai créé ce comportement pour distinguer les proies que les jeunes décortiquent de celles distribuées par les parents. Les jeunes les plus précoces commencent à manger les proies sans l'aide des parents vers 12-13 jours, mais c'est surtout vers le 20<sup>e</sup> jour que les jeunes commencent à décortiquer les proies presque systématiquement par eux-mêmes. La fréquence de "décortiquer" atteint 39%.

*Picorer la proie* (fig. 12 o) : lorsque les jeunes sont petits, ils n'ont pas encore assez de force pour perforer la proie, mais ils essaient tout de même de la manger en lui donnant des petits coups de bec, en la picorant. C'est pour cela que ce comportement est plus fréquent lorsque les jeunes n'ont pas encore 18 jours. Le maximum est atteint le 15<sup>e</sup> jour, avec une fréquence dépassant légèrement les 4%. Si un jeune picore la proie entre 20 et 29 jours, c'est en général parce qu'il n'a pas très faim.

Comportements particuliers : les jeunes mangeaient parfois une partie des pelotes de réjection. Ils le faisaient peut-être pour récupérer des petits morceaux mal digérés. J'ai observé une fois un jeune de Nierlet-les-Bois mangeant ses déjections !

Sur les 45 jeunes de notre étude, seuls 2 sont morts, le premier à Grimoine et le second à Nierlet. Celui de Grimoine est mort alors que les autres jeunes étaient âgés de 10 à 12 jours. Ils étaient donc trop jeunes pour manger le cadavre et je n'ai pas observé la femelle le distribuer, mais peut-être qu'elle l'a fait en dehors des heures d'enregistrement. Par contre, le jeune de Nierlet est mort alors que les autres étaient âgés de 21 jours en moyenne. Ils ont mangé le cadavre, sur une durée de 3 jours. Ils ne le mangeaient que lorsqu'ils n'avaient pas d'autres proies et qu'ils avaient faim.

#### Social :

*Crier* (fig. 12 p) : les jeunes crient à chaque fois qu'un adulte se trouve au nichoir ou passe simplement devant. Ils crient aussi lorsqu'ils se battent pour une proie. D'ailleurs, ce comportement peut atteindre les 70% de toutes les observations sur une journée. Si ce comportement diminue à partir du 22<sup>e</sup> jour, c'est parce que les jeunes se battent moins pour prendre la proie des autres, qu'ils arrivent mieux à protéger la proie qu'ils mangent, mais aussi parce que les parents viennent moins souvent au nichoir.

*Se disputer* (fig. 12 q) : les jeunes se disputent parfois violemment, surtout lorsqu'ils mangent une proie et que chacun essaie de la prendre pour lui. Il leur arrive de se mordre, de se donner des coups de bec et de se griffer. Ce comportement se produit assez peu fréquemment, mais avec des pics certains jours. Si on ne tient pas compte du 34<sup>e</sup> jour qui a une fréquence de 5%, les autres pics se situent plutôt vers les 2%.

*Bec à bec* (fig. 12 r) : c'est un comportement social étrange, où il semble que les jeunes s'embrassent. Je pense que ce comportement permet de renforcer les liens sociaux entre les jeunes. Ce comportement ne se produit jamais entre un jeune et un adulte ou entre les adultes. Sa distribution est bimodale, avec un maximum atteignant les 9%.

*Mordre* (fig. 12 s) : ce comportement entre en partie dans la catégorie "se disputer", mais les jeunes peuvent aussi mordre les parents. Il peut arriver qu'un jeune en morde un autre sans aucune raison apparente, alors que le jeune était simplement en train de dormir. Ce comportement n'est pas très fréquent avec un maximum à 9% et il semble avoir une distribution légèrement bimodale.

Comportements particuliers : lorsqu'un adulte était posé sur le bord, les jeunes lui mordaient et tiraient souvent les plumes de la queue ou les pattes,

Quand un jeune mangeait une proie, il essayait en général de la protéger des autres jeunes en tournant le dos et en mettant les ailes sur le côté comme rempart.

Les comportements des jeunes crécerelles montraient aussi de petites variations entre les nichoirs : à Schlättli et à Grolley, les jeunes mettaient toujours les ailes comme protection lorsqu'ils mangeaient, même si les autres ne voulaient pas voler la proie, et ceci depuis le premier jour d'enregistrement. Dans les autres nichoirs, soit les jeunes présentent ce comportement plus tard, soit ils ne l'ont que lorsqu'un autre jeune veut prendre la proie.

Les jeunes de La Vulpillère se frottent beaucoup le bec contre le bord ou la paroi du nichoir. Ils imitent la femelle, qui se frotte beaucoup plus le bec sur le bord ou sur le perchoir que les autres femelles.

Lorsqu'un jeune de Grolley bat des ailes, il arrive souvent qu'un autre jeune commence aussi à battre des ailes, puis les deux se font face, se tournent le dos, chacun tournant autour de l'autre, comme lors d'une confrontation. D'ailleurs, dans tous les nichoirs, il est très fréquent que lorsqu'un jeune bat des ailes, les autres en fassent de même.

A Rond Bosson, les jeunes étaient beaucoup plus agressifs que dans les autres nichoirs. Lorsqu'ils ont été suffisamment grands pour manger les proies eux-même, ils laissaient tout juste le temps aux adultes de leur donner la proie, puis ils les chassaient à coups de bec et de griffes. Ils étaient également plus agressifs entre eux, surtout lorsqu'ils mangeaient.

### 3.3.2 Comportements des adultes

Les 9 couples ont des comportements en général semblables d'un nichoir à l'autre. Lorsque les jeunes sont encore trop petits pour manger eux-même la proie, le mâle apporte la proie et, soit la donne à la femelle si elle est au nichoir, soit la donne à un jeune, soit la pose dans le nichoir. Il arrive aussi fréquemment que ce soit la femelle qui apporte la proie. Ensuite, la femelle décortique la proie et donne les morceaux aux jeunes qui réclament. Elle se déplace dans le nichoir afin de répartir la nourriture de manière plus ou moins équitable entre tous les jeunes, même à ceux qui quémangent moins. S'ils n'ont pas faim, elle pousse des petits cris pour les forcer à quémander et leur présente les morceaux devant le bec. S'ils n'ont toujours pas faim, elle mange la proie au nichoir ou s'envole avec. Lorsque la proie est consommée, la femelle vérifie presque toujours qu'il n'y ait pas d'autres proies ou des restes dans le nichoir. Ensuite, elle monte sur le bord du nichoir et s'envole, ou se nettoie les serres, se lisse les plumes, observe, redescend parfois dans le nichoir, etc. Il arrive aussi que les jeunes n'aient plus faim et que la proie ne soit pas encore terminée. Dans ce cas, la femelle mange le reste ou l'emporte avec elle. Lorsque les jeunes sont suffisamment grands pour manger par eux-même, les deux parents apportent les proies et les leur donnent, puis s'envolent.

Le mâle ne reste jamais plus de 2-3 minutes au nichoir. En général, il apporte la proie et repart ; il ne la distribue jamais aux jeunes, sauf pour le mâle de Nonan (voir plus loin). Si la femelle arrivait au nichoir et que le mâle s'y trouvait, elle criait contre lui, le chassait. Par contre, le mâle allait couvrir les œufs lorsque la femelle allait manger.

Lorsque les caméras commençaient à enregistrer le matin, les femelles se trouvaient souvent sur le bord du nichoir et parfois même dedans, en tout cas les premiers jours, jusqu'à ce que les jeunes aient environ 15-18 jours. Ensuite, la femelle aidait le mâle à chasser et à apporter les proies aux jeunes. Parfois, les adultes se posaient sur le bord du nichoir mais n'apportaient pas de

proies, observaient, se nettoyaient ou se reposaient.

Il est arrivé quatre fois que les parents, en général le mâle, apportent un campagnol vivant au nichoir. A Berg, le mâle a apporté le campagnol et l'a donné à un jeune, qui a commencé à le manger. Le mâle s'est envolé alors que la femelle se posait sur le bord. Elle a pris le campagnol qui courait dans le nichoir, l'a tué et distribué. A Grimoine, le mâle a apporté le campagnol vivant, l'a donné à un jeune et s'est envolé. Le jeune, croyant le campagnol mort, a commencé à le manger, puis le campagnol a bougé, alors les jeunes l'ont regardé, puis délaissé. Finalement, le campagnol a commencé à courir dans tout le nichoir et a sauté par dessus le bord. A Grolley, le mâle a apporté le campagnol, l'a donné à un jeune et s'est envolé. Les jeunes ont regardé le campagnol et ont commencé à le manger vivant. A Nierlet-les-Bois, le mâle a apporté le campagnol et l'a donné à un jeune, qui a essayé de l'avalier, puis l'a posé sur le sol. La femelle a essayé de le prendre, mais un autre jeune était devant et lui donnait des coups de bec, alors elle s'est envolée. Environ 10 minutes plus tard, la femelle a apporté une autre proie, l'a distribuée, puis a tué et distribué le campagnol.

Les couples de tous les nichoirs ont un perchoir "préféré", où ils se posent la plupart du temps, s'échangent et mangent les proies, se nettoient le plumage, se reposent, observent les alentours, etc. Ces perchoirs sont des arbres pour la plupart des couples. Il pouvait arriver que l'échange de proie se fasse sur le bord du nichoir, mais c'était relativement rare, sauf pour le couple de Grolley, où c'était presque systématique (voir plus bas). Les adultes utilisaient également beaucoup le toit du bâtiment où se trouvait le nichoir pour surveiller les alentours, se reposer. Lorsqu'il pleuvait, ils se perchaient soit sur le bord du nichoir, soit sur les poutres du toit et attendaient de pouvoir retourner chasser.

Des variations dans le comportement des couples étaient tout de même observables :

*Grimoine* : le perchoir principal du couple n'était pas un arbre, mais un poteau électrique.

Lorsque nous avons installé la caméra, la femelle passait beaucoup de temps au nichoir et les jeunes allaient se blottir sous ses ailes, son corps. Elle les épouillaient aussi parfois et distribuait les proies que le mâle lui apportait. Ceci a duré quelques jours, jusqu'à ce que les jeunes ne soient plus thermo-dépendants.

Les mesures des jeunes se faisaient dans le grenier sur lequel était fixé le nichoir et pas dehors sous le nichoir, comme pour les mesures des jeunes des autres nichoirs. Les jeunes n'étaient donc pas visibles pour les parents, ce qui les a quelque peu troublés. Lors du baguage, le mâle s'est posé sur le bord avec une proie (un oisillon), mais le nichoir était vide. Il est entré dans le nichoir, puis est monté sur le bord avec la proie et s'est envolé. Il est revenu au nichoir avec l'oisillon et a poussé des petits cris pour appeler les jeunes. Il est entré dans le nichoir, est allé au fond et a écouté les jeunes crier, puis a posé la proie dans le nichoir, l'a reprise et l'a reposée plusieurs fois. Ensuite, il a commencé à manger un campagnol qu'il avait amené plus tôt, puis a repris l'oisillon et s'est envolé. Pendant tout ce temps, il a poussé des petits cris.

*Schlättli* : les adultes n'avaient pas de comportements différents des autres couples, si ce n'est qu'ils se perchaient beaucoup sur les fils de la ligne électrique, en plus du peuplier en face du nichoir.

*Berg* : le couple se posait souvent sur les poutres du toit, spécialement lorsqu'il pleuvait. Ils se perchaient aussi sur les poteaux de la clôture entourant la ferme, en plus des habituels arbres.

*La Vulpillère* : le perchoir principal était un chêne, mais il est arrivé que le couple fasse des échanges de proie sur le toit ou dans un champs. Ils avaient un garde-manger sous le faite du toit, où ils allaient fréquemment poser des proies pour faire des réserves. Ces réserves n'étaient pas exclusivement réservées aux jeunes, les parents allant parfois prendre une proie pour la manger. Lorsque les œufs n'étaient pas encore éclos, nous avons observé que le mâle couvait quand la femelle était sortie du nichoir. Lorsque la femelle est revenue, elle s'est posée sur le perchoir, mais le mâle ne voulait pas sortir du nichoir. Après environ une minute, elle est entrée, s'est mise face au mâle et ils ont tous les deux regardé les œufs pendant quelques minutes. Finalement, le mâle est sorti du nichoir.

Il est arrivé deux fois que la femelle crache dans le nichoir depuis le bord. Peut-être avait-elle quelque chose coincé dans la gorge ?

*Grolley* : le couple ne s'échange pas les proies sur le perchoir, mais sur le bord du nichoir. Le mâle se pose sur le bord avec la proie, puis la femelle vient prendre la proie en se posant quelques secondes sur le bord avant de s'envoler. Parfois, elle prend la proie et s'en va sans se poser sur le nichoir. Le mâle s'envole juste après la femelle. Si la proie est destinée aux jeunes, la femelle la rapporte au nichoir quelques minutes plus tard et la distribue ou la donne à un jeune. Ce comportement s'est produit surtout jusqu'à ce que les jeunes soient suffisamment grands pour manger les proies eux-mêmes. Ensuite, les adultes donnaient les proies directement aux jeunes et les échanges de proies au nichoir sont devenus plus rares, les proies étant essentiellement destinées à la femelle.

J'ai observé une fois le mâle cacher une proie au pied d'un poteau de clôture, derrière la ferme. Peut-être utilisait-il cet endroit comme garde-manger, mais comme ce comportement n'a été observé qu'une seule fois, il m'est impossible de le confirmer.

*Rond Bosson* : le couple n'avait pas vraiment de perchoir préféré, utilisant le toit de la ferme, les poteaux de la clôture et les arbres fruitiers se trouvant juste devant le nichoir.

Lorsque les adultes allaient dans le nichoir, ils n'y restaient jamais longtemps car les jeunes, particulièrement agressifs dans ce nichoir, les chassaient en les mordant et en leur donnant des coups de pattes.

*Nierlet-les-Bois* : là non plus, le couple n'avait pas de perchoir préféré. Ils utilisaient surtout les arbres autour de la ferme.

La femelle de ce nichoir était plus peureuse, plus sensible aux dérangements que les autres femelles. Nous devons observer le nichoir d'assez loin si nous ne voulions pas la faire fuir. Par contre, elle n'a pas du tout été dérangée par la caméra.

Lors de la 2<sup>e</sup> semaine d'enregistrement, nous ne voyions plus le mâle, qui semblait avoir disparu. En plus, la femelle était très nerveuse, se posait au nichoir, s'envolait presque immédiatement, y revenait, etc. Elle volait de manière agitée, criait beaucoup, devait chasser pour arriver à nourrir les 5 jeunes. Finalement, en visionnant les cassettes, j'ai observé que le mâle venait tous les jours au nichoir. Je ne sais pas pourquoi la femelle était si nerveuse, ni pourquoi nous n'arrivions pas à voir le mâle malgré de nombreuses heures d'observation.

*Noréaz* : les échanges de proie du couple ont lieu dans les arbres devant la ferme, mais aussi sur les poutres du toit et parfois même au nichoir, mais rarement.

La femelle dormait fréquemment sur le bord du nichoir lorsque l'enregistrement commençait le matin.

*Nonan* : le couple s'échange les proies dans les arbres se trouvant juste à côté de la ferme et aussi sur les poutres du toit. Les poutres constituent également un perchoir d'observation et la femelle y mange souvent, s'y nettoie, se repose, etc.

En visionnant les cassettes, j'ai observé que le mâle a apporté sept fois une proie, l'a décortiquée et distribuée aux jeunes, ce que ne faisaient jamais les mâles des autres nichoirs. Il lui arrivait aussi de rester quelques minutes dans le nichoir, cherchant des proies à distribuer aux jeunes ou observant.

## 4. DISCUSSION

Dans ce travail, j'ai voulu étudier les liens entre différents aspects de la biologie de reproduction du Faucon crécerelle et les caractéristiques de l'habitat, et plus spécifiquement avec la présence de compensations écologiques.

### 4.1. Croissance

#### 4.1.1 Succès de la nidification

Sur les 45 jeunes Faucons crécerelles observés et mesurés dans les 9 nichoirs de l'étude, seuls 2 oisillons sont morts. Le taux de mortalité de 4.44% (tableau 1) est nettement en-dessous des valeurs trouvées dans la littérature : 13% durant les bonnes années à campagnols (en Norvège) et 21% durant les mauvaises (Cramp 1980). D'après Glutz & al. (1971), la mortalité est comprise entre 15% et 18%. Elle peut même atteindre 32.1% les mauvaises années à campagnols en Norvège. J'ignore quelle est la taille de la couvée dans les 9 nichoirs, mais elle varie entre 5.0 et 5.6 œufs chez Korpimäki (1986) et Itämies & Korpimäki (1987) et a une taille moyenne de 5.19 œufs chez Daan, Dijkstra & Tinbergen (1990). Dans notre étude, la moyenne de la taille de la nichée est de 5 jeunes, ce qui est légèrement supérieur aux données de la littérature : elle est de 4.2 chez Daan, Dijkstra & Tinbergen (1990) et de 4.23 (sur 38 ans d'études) chez Keaser & Schmid (1989). Dans mes résultats, la moyenne du nombre de jeunes à l'envol est de 4.77, ce qui est également au-dessus de ce qu'on trouve dans les autres études : Korpimäki (1987) a une moyenne sur 7 ans comprise entre 2.9 et 4.6 jeunes à l'envol ; Valkama, Korpimäki & Tolonen (1995), ont une moyenne, sur 3 ans, de 3.23 ; Daan, Dijkstra & Tinbergen (1990) ont constaté 3.95 jeunes à l'envol et Salvati & al. (1999) ont trouvé une moyenne de 3.16 jeunes à l'envol.

#### 4.1.2 Croissance alaire

La croissance alaire est constante pour les jeunes des 9 nichoirs (fig. 4). Il n'y a que pour le nichoir de Noréaz que la dernière mesure de 3 jeunes est en dessous de la moyenne. En comparant mes résultats (annexe 1) avec le « tableau de détermination de l'âge d'après la longueur alaire du Monitoring des populations de Sempach » (tiré de Bijlsma 1997), je remarque que les longueurs alaires des jeunes F. crécerelles de notre zone d'étude correspondent bien. La croissance alaire dépend beaucoup de facteurs génétiques ainsi que de la quantité de proies apportées, mais dans une moindre mesure.

#### 4.1.3 Poids

Le poids (fig. 5) présente nettement plus de variation que la longueur alaire, et plus spécialement les deuxièmes mesures des nichoirs de Grolley et Nierlet-les-Bois. J'ai également comparé le poids des jeunes de notre étude avec le « tableau de détermination de l'âge d'après le poids du Monitoring des populations de Sempach » (aussi tiré de Bijlsma 1997), et il s'est avéré que le poids des jeunes de cette étude était parfois beaucoup plus élevé que celui du tableau (les deux

jeunes les plus lourds, à Grimoine, ont pesé jusqu'à 262 g. (annexe 1)). Evidemment, il faut tenir compte du biais dû à la mesure du poids prise peu de temps après un repas, mais je pense que ce n'est pas suffisant pour expliquer des différences allant jusqu'à environ 35g. Une autre explication serait les conditions météorologiques de l'été 2003, qui ont été exceptionnelles, ce qui aurait permis aux parents d'apporter une grande quantité de nourriture. En effet, il a fait tellement beau que les parents ont pu passer leur journée à chasser, sans que la pluie les en empêche. Ainsi les jeunes ont peut-être reçu plus de proies que s'ils avaient été élevés pendant une année où les conditions météo auraient été "normales".

#### 4.1.4 Croissance journalière et facteurs environnementaux

La croissance alaire moyenne (tableau 2) permet d'avoir une idée de la croissance journalière des ailes et dans la zone d'étude, elle est de 6.71 mm/j pour les 9 nichoirs. Je n'ai pas trouvé d'article dans la littérature parlant de la croissance alaire moyenne. Je ne peux donc pas comparer mes résultats.

Aucune régression linéaire effectuée entre les deux variables de la croissance que sont la croissance alaire moyenne et la moyenne des résidus des poids et les descripteurs environnementaux suivants : diversité de l'habitat, nombre total de parcelles, nombre de milieux, surface totale du territoire, surfaces de prairies et surfaces de jachères ne montre de relation significative. Cet absence de lien peut s'expliquer par un été chaud et sec, ce qui a engendré des conditions optimales pour le nourrissage. Ainsi, l'environnement a probablement eu une influence mineure sur la variabilité de la croissance, en comparaison de la qualité intrinsèque des parents.

#### 4.2. Régime alimentaire

Toutes les études portant sur le régime alimentaire des Faucons crécerelles montrent que ses proies principales sont les campagnols, et plus spécifiquement les *Microtus* (Cavé 1968 ; Korpimäki 1985b, 1985c, 1986c, 1987 ; Korpimäki & Itämies 1987 ; Pettifor 1984 ; Shrubbs 1980 ; Valkama, Korpimäki & Tolonen 1995 ; Village 1982b ; Glutz & al. 1971 ; Salvati et al. 1999 ; Roulin 1996a). Les secondes proies les plus fréquentes sont les insectes pour Pettifor (1984), Korpimäki (1985b, 1987) et Itämies & Korpimäki (1987) et les musaraignes pour Village (1982b). Ces dernières sont les troisièmes proies les plus fréquentes pour Korpimäki (1985b), alors que ce sont les oiseaux pour Itämies & Korpimäki (1987). Viennent ensuite les souris, les lézards et les grenouilles (Korpimäki 1985b et Village 1982b). La composition du régime alimentaire des crécerelles de mon étude est identique (fig. 7) : les campagnols viennent en premier avec 72%, suivis par les insectes (10%), les oiseaux et les autres micromammifères (6% chacun) et les lézards (1%). Les proies indéterminées occupent tout de même 4% du régime alimentaire. L'importance des proies autres que les campagnols est liée à leur abondance par rapport aux campagnols (Village 1982b). Selon Itämies & Korpimäki (1987), les insectes sont plus abondants lorsque les campagnols sont plus rares. La plupart des oiseaux mangés par les crécerelles de mon étude étaient des oisillons et Village (1982a) a montré que les oiseaux sont largement chassés à la période juin-juillet, car le crécerelle mange essentiellement des jeunes du nid ou qui se sont récemment envolés.

Korpimäki (1985c) a calculé un indice de diversité de Shannon variant entre 1.48 et 1.84 dans l'ouest de la Finlande. Mes résultats varient entre 1.48 et 2.14 (tableau 3), ce qui montre une plus grande diversité dans le nombre de types proies, ainsi que leur abondance dans le régime.

J'ai mis en relation le régime alimentaire et la fréquence de nourrissage des jeunes crécerelles au nichoir avec certaines des variables de l'habitat mesurées par Line Destraz (2004). Malgré le fait que, dans son travail de diplôme, Line a découvert que les milieux préférés des Faucons crécerelles pour la chasse sont les jachères florales, je n'ai obtenu aucun résultat montrant une relation significative entre le régime alimentaire et les variables environnementales suivantes : surface totale, surface totale de parcelles, nombre de milieux et diversité de l'habitat. Je n'ai pas non plus obtenu de relation significative entre les intervalles de nourrissage et les variables suivantes : diversité de l'habitat et surface des milieux : céréales ~1m, céréales ~2m, prés, prairie, jachère, pâturages, bosquet-haie.

Les seules relations significatives obtenues concernent le régime alimentaire entre les nichoirs. Le premier lien significatif obtenu concerne la fréquence d'apport des différentes espèces de proies entre les 9 couples. Pour la richesse en nombre d'espèces de proies apportées au nichoir, la relation n'est significative qu'entre les nichoirs de Schlättli et Grolley et est presque significative entre les nichoirs de Schlättli et La Vulpillère. Une CCA (analyse canonique des correspondances) a permis de mettre en relation le régime alimentaire des jeunes de chaque nichoir avec les variables de l'environnement indépendantes suivantes : les surfaces de haies, les surfaces de cultures maraîchères, les surfaces de prés et le nombre de champs de céréales de moins d'un mètre de haut. Le résultat montre une relation significative entre le régime alimentaire et ces variables de l'habitat. Pour moi, ce qu'il est important de relever ici est que les régimes sont tout de même variables d'un nichoir à l'autre. Mais, comme on l'a vu plus haut, cette variabilité n'est pas expliquée par des macro-descripteurs de l'habitat, ni par la présence de jachères ou d'autres milieux favorables. Par contre, l'analyse fine de la CCA montre l'importance de certains éléments du paysage (haies, cultures maraîchères) sur des proies accessoires.

### 4.3. Fréquence de nourrissage

La fréquence moyenne entre deux nourrissages est de 40 minutes (tableau 4), ce qui représente tout de même 18 proies sur une journée de 12 heures ! Evidemment, la très haute fréquence de nourrissage de 21 minutes du couple de Schlättli influence fortement ces résultats. Sur l'ensemble des 140 cassettes (une cassette de 8h par jour) et des 1055 heures et 45 minutes d'enregistrement, j'ai pu observer que les 9 couples ont apporté 1502 proies aux jeunes. Pour la fréquence de nourrissage non plus, je n'ai pas trouvé d'articles me permettant de comparer mes résultats. Dans Glutz & al. (1971), il est indiqué que la fréquence de nourrissage augmente jusqu'à la troisième semaine, puis diminue. J'ai observé la même tendance (fig. 12 l et n), mais seulement à partir de la quatrième semaine.

### 4.4. Etudes parallèles

Le travail de diplôme de Christian Imesch (2004) avait pour thème l'abondance et la distribution des micromammifères dans les jachères florales, les prés extensifs et les pâturages et ce, dans la même région d'étude que pour Line et moi. Ses résultats sont les suivants : le campagnol des champs, *Microtus arvalis*, est l'espèce dominante dans les jachères florales avec une densité moyenne de population par hectare de 179.4, suivis par le mulot sylvestre, *Apodemus sylvaticus* (36 ind./ha), et la musaraigne musette, *Crocidura russula* (14.8 ind./ha). Dans les prés extensifs et les pâturages, ces trois espèces présentent la même distribution, mais les populations sont plus basses (respectivement 6.7, 3.5 et 1.7 dans les prés et 2.5, 0.3 et 0.8 ind./ha dans les pâturages).

Dans les jachères florales et dans l'ordre d'importance des populations, les espèces également présentes sont : *A. flavicollis* (1.8 ind./ha), *S. coronatus* (0.6 ind./ha), *M. domesticus* (0.6 ind./ha) et *P. subterraneus* (0.6 ind./ha). Dans les pâturages, seul *A. flavicollis* est aussi présent avec une densité moyenne de population de 0.8 ind./ha.

Janine Aschwanden (2003) a étudié l'importance des micromammifères dans les zones de compensations écologiques pour le Hibou moyen-duc (*Asio otus*) et le Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) dans la région Wauwiler Moos (canton de Lucerne). Ses résultats montrent que les plus hautes densités de micromammifères se trouvent dans les jachères florales et les lisières herbeuses. Ces densités sont plus basses dans les prés artificiels et les prés extensifs. Contrairement à ce qui est attendu, les *F. crécerelles* ne chassent pas sur les surfaces avec une densité élevée en micromammifères, mais avant tout sur les prés artificiels et les prés extensifs fraîchement fauchés. Cela montre que la structure de la végétation et donc l'accessibilité des proies joue un grand rôle. Le succès de chasse des Faucons crécerelles, diurnes, semble être dépendant de la hauteur de la végétation, au contraire des Hiboux moyens-ducs, nocturnes. Pour la chasse durant les mois d'été, les micromammifères des zones de compensations écologiques n'ont aucune importance directe pour les Faucons et les Hiboux. L'importance indirecte des zones de compensations écologiques est qu'elles offrent des espaces vitaux aux micromammifères, dans lesquels aucun traitement agricole n'a lieu régulièrement et cela a un effet positif sur les densités de micromammifères.

#### 4.5. Conditions météorologiques

L'été 2003 a été caniculaire sur toute l'Europe. Il a fait très chaud (5°C au-dessus de la moyenne pour les mois de juin, juillet et août d'après météo suisse) et très sec (les précipitations ont été de 1/5 inférieures à la moyenne, toujours selon Météo suisse). Ces conditions météorologiques particulières ont fortement influencé les populations des proies du Faucon crécerelle, dont celles de micromammifères, les proies principales de ce rapace (Cramp 1980 ; Glutz & al. 1971 ; Korpimäki 1985, 1986 ; Pettifor 1984 ; Village 1982 ; etc.).

D'après Kostrzewa et Kostrzewa (1990), les populations de campagnols sont plus élevées si les conditions météorologiques sont froides et humides et plus basses s'il fait chaud et sec, ce qui était le cas lors de notre travail de terrain. Le temps peut indirectement affecter le succès reproductif en réduisant l'approvisionnement en nourriture des adultes et des oisillons. Dans la plupart des cas, les conditions météorologiques agissent soit en empêchant la chasse, soit en réduisant la disponibilité des proies. Dans l'article de Kostrzewa, le nombre de jeunes crécerelles est dépendant de la température des mois de mai et juin, alors qu'il n'y a pas d'effet significatif de la quantité de précipitations ou du nombre de jours de pluie. Ce que j'ai pu observer, c'est que lors des rares jours où il a plu, les adultes restaient le plus souvent à l'abri (sous le toit de la maison par ex.) et allaient beaucoup moins souvent chasser. De telles conditions étant très rares durant cet été 2003, les crécerelles ont pu chasser presque tous les jours. Ceci a probablement contrebalancé le possible effet négatif de la météo sur les densités de micromammifères. Il faut d'ailleurs remarquer que l'étude de Christian Imesch (2004) montre que les micromammifères étaient très abondants en 2003 dans les zones de compensations écologiques.

## 4.6. Comportement

### 4.6.1 Comportement des jeunes

D'une manière générale, les jeunes Faucons crécerelles ont des comportements très semblables d'un nichoir à l'autre. Pourtant, ces comportements montrent des variations. Les comportements les plus fréquents sont aussi les basiques : somnoler, observer, se déplacer, se nettoyer, manger une proie et crier.

Dans un article de Korpimäki (1985b), il est dit que les jeunes crécerelles qui meurent de faim sont souvent mangés par les autres jeunes. Les jeunes de Nierlet ont effectivement mangé le jeune qui est mort, mais je ne pense pas qu'il soit mort de faim car il était aussi gros que les autres et les parents apportaient suffisamment de proies pour toute la nichée. Comme Village (1982a), j'ai observé que les jeunes piétinent souvent les proies (fig. 12 c). Peut-être est-ce leur manière de marquer la proie, de dire qu'elle est à eux ? Concernant les comportements des jeunes, Cramp (1980) dit que les jeunes qui quémangent intensivement sont favorisés pendant la distribution de la nourriture. Même s'il est vrai que les jeunes qui réclament beaucoup reçoivent plus à manger, mes observations ont montré, tout comme il est décrit dans Glutz & al. (1971), que la femelle essaie toujours de distribuer à tous les jeunes, même à ceux qui réclament moins ou pas du tout. Si le jeune dort ou ne veut pas manger, la femelle n'insiste pas longtemps. Dans Glutz & al. (1971), les jeunes commencent à décortiquer les proies vers le 14<sup>e</sup> jour. Mes observations (fig. 12 n) ont montré que ce comportement apparaît environ 2 jours plus tôt. J'ai observé, comme Cramp (1980) et Glutz & al. (1971), que les jeunes sont capables de manger des proies entières vers l'âge de 20 jours.

Les jeunes crient les premiers jours après l'éclosion lorsqu'ils ont froid ou sont dans l'inconfort et lorsqu'ils mangent (Cramp 1980). J'ai observé que les jeunes criaient pour bien d'autres choses : lorsqu'un parent est au nichoir ou passe simplement devant, lorsqu'ils se bagarrent ou se disputent une proie ou encore lorsque nous les sortions du nichoir pour les mesurer. D'après Cramp (1980), il n'y a pas d'agressivité entre les jeunes d'une même fratrie. Tout comme Glutz & al. (1971), j'ai observé le contraire avec des morsures et des coups de griffes et de bec, même s'il est vrai que ces comportements ne sont pas très fréquents et qu'ils ont essentiellement lieu lorsque les jeunes se disputent une proie. Pour Glutz & al. (1971), ces comportements de défense apparaissent lorsque les jeunes commencent à se tenir debout, soit vers environ 14 jours, alors que, d'après mes observations, ils apparaissent vers l'âge de 8 jours (fig. 12 q). Les jeunes font également de l'épouillage et se mordillent gentiment les serres et le bec. Ils se regardent aussi beaucoup en penchant la tête, comme des adultes qui paradent (Cramp 1980). En plus de ces comportements, j'ai observé que les jeunes faisaient ce que j'ai appelé du "bec à bec", c'est-à-dire qu'ils se caressent mutuellement le bec.

Comme dans Cramp (1980) et Glutz & al. (1971), j'ai observé que lorsque les jeunes commencent à quitter le nichoir, ils y reviennent très souvent et à la moindre alerte. De plus, les parents continuent à apporter les proies dans le nichoir encore quelques jours après la première sortie.

#### 4.6.2 Comportement des adultes

Peu d'articles parlent des comportements des adultes au nichoir. Cramp (1980) et Glutz & al. (1971) indiquent que les parents ont toujours les mêmes comportements : la femelle couve et reste vers les jeunes lorsqu'ils sont encore thermo-dépendants. Ensuite, elle distribue les proies apportées par le mâle. Finalement, lorsque les jeunes arrivent à manger les proies eux-mêmes, elle va seconder le mâle à la chasse. Le mâle ne reste au nichoir que pour remplacer la femelle lorsqu'elle va se nourrir. Sinon, il apporte les proies et repart aussitôt, sans les distribuer. La seule exception est le mâle de Nonan, qui a distribué 7 proies. Pendant la première semaine, la femelle ne donne à manger que les muscles aux jeunes et mange les os, la peau et les viscères. A partir de la deuxième semaine, elle donne l'ensemble de la proie aux jeunes (Glutz & al. 1971). J'ai également observé quelques fois la femelle manger les viscères, mais après la première semaine. Le mâle de La Vulpillière allait souvent cacher des proies sous le faîte de toit, qui servait de garde-manger. Le même comportement est décrit dans Glutz & al. (1971). Les mâles mangent souvent la tête des grosses proies qu'ils apportent aux jeunes (Korpimäki 1986), ce que j'ai également remarqué, mais je ne peux pas dire quel parent a mangé la tête.

#### 4.7. CONCLUSION

La particularité de ce travail par rapport aux autres études traitant du Faucon crécerelle est l'utilisation de caméras posées sur les nichoirs. J'ai pu non seulement étudier le régime alimentaire, mais j'ai surtout observé et analysé les comportements des jeunes et des adultes au nichoir. Sans aucune surprise, le régime alimentaire de ce travail est semblable à celui des autres études, où les campagnols représentent les proies principales des Faucons crécerelles. Aucun lien significatif n'a été trouvé entre le régime et certaines variables de l'habitat, mais les conditions météorologiques de cet été exceptionnellement chaud et sec ont peut-être lissées les différences que l'on aurait pu rencontrer en temps normal.

Il serait intéressant de continuer ce travail sur plusieurs années, afin de tenir compte des variations dues aux conditions météorologiques ou de voir si la fréquence alimentaire varie avec les populations des campagnols. On pourrait même poser les caméras avant le début de la ponte, afin d'avoir une observation continue et précise de ce qu'il se passe dans un nichoir pendant toute la période de reproduction et d'élevage des jeunes.

## 5. REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier les 9 agriculteurs et leurs familles (M. Gallus Haymoz, Schlättli ; M. Ernts Leuenberger, Grimoine ; M. Daniel Keaser, Berg ; M. André Barras, La Vulpillière ; M. Germain Kolly, Grolley ; Famille Julmy, Rond Bosson ; M. Louis Shrago, Nierlet-Les-Bois ; Famille Guisolan, Noréaz ; M. Daniel Blancpain, Nonan) qui nous ont aimablement permis, à Line et à moi-même, de poser des caméras sur leur maison ou leur grange et de nous promener dans leur champs afin d'observer les F. crécerelles et leurs nichées.

Je remercie Michel Beaud, qui nous a prêté une échelle, qui est parfois venu sur le terrain avec nous et qui nous a donné de précieux conseils pour l'observation des couples.

Je souhaite dire un très grand merci à Henri Vigneau, sans qui ce travail n'aurait certainement pas pu être mené à terme. Tout d'abord, Henri nous a fournis les adresses des nichoirs susceptibles d'être habités par des couples de Faucon crécerelles. Ensuite, il a bagué les 45 jeunes crécerelles de nos 9 nichoirs, nous a montré comment les manipuler et les mesurer et nous a donné de précieux conseils. Finalement, il a eu l'extrême gentillesse, habitant dans la zone d'étude, d'aller parfois changer les cassettes le week-end.

Je remercie aussi notre maître-assistant, Louis-Félix Bersier, pour avoir fournis tout le matériel nécessaire et apporté le support financier, supervisé l'évolution du travail, changé les cassettes le week-end, avoir été d'une immense aide pour toute la partie analyse statistique et finalement pour avoir corrigé mon travail de diplôme.

Et merci à toi Line, pour ton amitié et ton aide, pour avoir partagé tant de fous rires, pour m'avoir supportée et pour avoir supporté cette canicule bien mieux que moi !

## 6. REFERENCES

**Aschwanden Janine (2003)** : Bedeutung von Kleinsäugetern in ökologischen Ausgleichsflächen als Nahrung für die Waldohreule *Asio otus* und den Turmfalken *Falco tinnunculus* im Wauwiler Moos (Kanton Luzern). Schweizerische Vogelwarte Sempach, Zoologisches Institut der Universität Zürich

**Atlas des oiseaux nicheurs du canton de Fribourg et de la Broye vaudoise (1993)**. Cercle ornithologique de Fribourg

**Buner Francis (1996)** : Habitat use of wintering Kestrels (*Falco tinnunculus*) in relation to perch availability, vole abundance and spatial distribution. Diploma Thesis, Department of Zoology, University of Basel, Switzerland, Swiss Ornithological Institute, Sempach, Switzerland

**Cavé A.J. (1968)** : The breeding of the Kestrel, *Falco tinnunculus*, in the reclaimed area Oostelijk Flevoland. Netherland journal of zoology 18, 313-407

**Chinery Michael** : Insectes de France et d'Europe occidentale. Arthaud

**Colwell R.K. & Futuyama D.J. (1971)** : On the measurement of niche breadth and overlap. Ecology 52, 567-576

**Cramp S. (1980)** : Handbook of the Birds of Europe, The Middle East and North Africa, The Birds of the Western Palearctic, Volume II, Hawks to Bustards. 289-300

**Daan S., Deerenberg C. & Dijkstra C. (1996)** : Increased daily work precipitates natural death in the Kestrel. Journal of Animal Ecology 65, 539-544

**Daan S., Dijkstra C. & Tinbergen J.M. (1990)** : Family planning in the Kestrel (*Falco tinnunculus*) : the ultimate control of covariation of laying date and clutch size. Behaviour 114, 83-116

**Destraz Line (2004)** : Utilisation de l'habitat et comportements de chasse du Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) en région fribourgeoise. Travail de diplôme, Université de Neuchâtel

**Glutz von Bolzheim U., Bauer K.M. & Bezzel E (1971)** : Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Vol. 4., Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main, 943 p., 711-742

**Gorman M.L. & Reynolds P. (1993)** : The impact of land-use change on voles and raptors. Mammal revue 23, 121-126

**Gotelli N. J. & Graves G. R. (1996)** : Null Models Ecology, Ed. Smithsonian

**Imesch Christian (2004)** : Abundance and distribution of small mammals in sown wildflowers fields, extensive meadows and pastures. Diploma thesis, University of Neuchâtel

**Jeanmonod J. (1998)** : Faucon crécerelle. Atlas des oiseaux nicheurs de Suisse, 204-205

**Jeanmonod J. & Broch L. (2001)** : Suivi d'une population de Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*) dans la vallée de la Broye en suite d'une pose intensive de nichoirs : 1<sup>er</sup> résultats. Nos oiseaux suppl. 5, 27-39

- Kaesar G. & Schmid H. (1989)** : Bestand und Bruterfolg des Turmfalken *Falco tinnunculus* und der Schleiereule *Tyto alba* in der Region Rheinfeldern 1951-1988. Ornithologische Beobachter 86, 199-208
- Korpimäki E. (1985b)** : Diet of Kestrel *Falco tinnunculus* in the breeding season. Ornis fennica 62, 130-137
- Korpimäki E. (1985c)** : Prey choice strategies of the Kestrel *Falco tinnunculus* in relation to available small mammals and other Finnish birds of prey. Annales zoologici Fennica 22, 91-104
- Korpimäki E. (1986c)** : Diet variation, hunting habitat and reproductive output of the Kestrel *Falco tinnunculus* in the light of the optimal diet theory. Ornis fennica 63, 84-90
- Korpimäki E. (1987)** : Dietary shifts, niche relationships and reproductive output of coexisting Kestrels and Long-eared Owls. Oecologia (Berlin) 74, 277-285
- Korpimäki E. (1994)** : Rapid or delayed tracking of multi-annual vole cycles by avian predators ? Journal of Animal Ecology 63, 619-628
- Korpimäki E. & Itämies J. (1987)** : Insecte food of the Kestrel, *Falco tinnunculus*, during breeding in western Finland. Aquilo ser zoologica 25, 21-31
- Korpimäki E. & Norrdhall K. (1991)** : Numerical and functional responses of Kestrels, Short-eared Owls and Long-eared Owls to voles densities. Ecology 72, 814-826
- Kostrzewa R. (1988)** : Die Dichte des Turmfalken (*Falco tinnunculus*) in Europa. Vogelwarte 34, 216-224
- Kostrzewa A. & Kostrzewa R. (1990)** : The relationship of spring and summer weather with density and breeding performance of the Buzzard (*Buteo buteo*), Goshawk (*Accipiter gentilis*) and Kestrel (*Falco tinnunculus*). Ibis 132, 550-559
- Legendre P. & Legendre L. (1998)** : Numerical Ecology. Elsevier
- Levins R. (1968)** : Evolution in changing environments. Princeton Univ Press, Princeton
- Macdonald D. & Barret P.** : Guide complet des mammifères de France et d'Europe. Delachaux et Niestlé
- Meijer T. & Daan S. (1994)** : Seasonal breeding in the European Kestrel. Journal Orn. 135, 391
- Monitoring des populations d'Effraie des clochers et du Faucon crécerelle, manuel de terrain.** Station ornithologique suisse de Sempach, deuxième version, mai 2002
- Newton I. (1980)** : The role of food in limiting bird numbers. Ardea 68, 11-30
- Pettifor R.A. (1984)** : Habitat utilisation and prey taken by Kestrels in arable fenland. Bird study 31, 213-216
- Roberts P.J. (1980)** : Diet of a Kestrel on Bardsey Island. Bird Study 27, 116

- Roulin A. (1996a)** : Alimentation hivernale de la chouette effraie (*Tyto alba*), du hibou moyen-duc (*Asio otus*), du busard Saint-Martin (*Circus cyaneus*) et du faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*). Bulletin société vaud. sciences nat. 84, 19-32
- Salvati (1997)** : le régime alimentaire de F. crécerelle en milieu urbain, premières données. L'avocetta 21, 141
- Salvati L., Manganaro A., Fattorini S. & Piattella E. (1999)** : Density, nest spacing, breeding success and diet of Kestrel *Falco tinnunculus* urban population. Alauda 67, 47-52
- Schifferli A. (1965)** : Zum Zugverhalten der in der Schweiz brütenden Turmfalken nach den Ringfunden. Ornithologische Beobachter 62, 1-13
- Schmid H. (1990)** : Die Bestandsentwicklung des Turmfalken *Falco tinnunculus* in der Schweiz. Ornithologische Beobachter 87, 327-349
- Shannon C.E. & Weaver W. (1949)** : The mathematical theory of communication. Univ. of Illinois Press, Urbana, 177p.
- Shrubb M. (1980)** : Farming influences on the food and hunting of Kestrels. Bird study 27, 109-115
- Shrubb M. (1982)** : The hunting behaviour of some farmland Kestrels. Bird study 29, 121-128
- Ter Braak C.J.F. & Smilauer P. (1997)** : Canoco for Windows Version 4.51. Biometrics – Plant Research International, Wageningen, The Netherlands.
- Tinbergen L. (1940)** : Beobachtungen über die Arbeitsteilung des Turmfalken (*Falco tinnunculus*) während die Fortpflanzungszeit. Ardea 29, 63-98
- Valkama J., Korpimäki E. & Tolonen P. (1995)** : Habitat utilisation, diet and reproductive success in the Kestrel in a temporally and spatially heterogeneous environment. Ornis fennica 72, 49-61
- Village A. (1981)** : Seasonal changes in the hunting behaviour of Kestrel. Ardea 71, 117-124
- Village A. (1982a)** : The home-range and density of Kestrels in relation to vole abundance. Journal of Animal Ecology 51, 413-428
- Village A. (1982b)** : The diet of Kestrels in relation to vole abundance. Bird study 29, 129-138
- Village A. (1983)** : The role of nest-site availability and territorial behaviour in limiting the breeding density of Kestrels. Journal of Animal Ecology 52, 635-645
- Yapp W.B. (1969)** : The composition of raptor pellets. Ibis 111, 613

## 7. ANNEXES

Annexe 1 : longueur ailaire [mm] et poids [g] des 45 jeunes lors des mesures. Le numéro de la bague permet d'identifier chaque jeune.

AGE (j.)	LONGUEUR ALAIRE [mm]						POIDS [g]						LONGUEUR ALAIRE [mm]						POIDS [g]					
	Schlätli			Schlätli			Schlätli			Grimoine			Grimoine			Grimoine			Grimoine					
	69601	69602	69603	69604	69605	69606	69601	69602	69603	69604	69605	69606	69623	69624	69625	69626	69627	69628	69623	69624	69625	69626	69627	69628
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
6	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
9	.	52	.	.	.	.	.	101	.	.	.	.	.	.	50	.	.	.	.	.	95	.	.	
10	71	.	.	.	57	.	137	.	.	.	102	.	.	54	.	54	.	.	102	.	106	.		
11	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	53	58	.	.	.	.	119	128	.	.	.		
12	.	.	74	76	.	.	.	.	163	152	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
13	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	89	.	.	.	.	184	.	.		
15	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	96	.	94	.	.	190	.	200	.		
16	.	94	.	.	.	.	.	207	.	.	.	97	100	.	.	.	.	200	205	.	.	.		
17	118	.	.	.	.	96	195	.	.	.	178	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
18	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
19	.	.	122	128	.	.	.	.	242	205	.	.	.	.	125	.	.	.	200	.	.	.		
20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	130	.	132	.	.	209	.	237	.		
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	139	156	.	.	.	.	210	226	.	.	.		
22	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
23	.	.	141	.	.	.	.	258	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
24	158	.	.	.	.	142	219	.	.	.	223	.	.	.	159	.	.	.	.	262	.	.		
25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	162	.	168	.	.	224	.	262	.		
26	.	.	172	174	.	.	.	.	235	209	.	171	166	.	.	.	.	230	225	.	.	.		
27	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
28	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		
29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	196	.	.	.	.	213	.	.	.		
30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	193	193	.	.	.	.	206	.	.	.	.		







Annexe 2 : régime alimentaire journalier pour chaque nichoir. Chaque date correspond à une cassette.  
 Camp.=campagnol ; terr.=terrestre ; rouss.=roussâtre ; dom.=domestique ; ind.=indéterminé. Proies ind., types : ce que je pense être comme type de proie. Autres, types : proie qui ne se trouve pas dans la liste

Nichoir	Date	Camp. terrestre	Camp. roussâtre	Camp. terr. ou rouss.	Camp. des champs	Camp. agreste	Camp. agreste ou des champs	Camp. indéterminé	Musaraigne	Mulot	Souris domestique	Mulot ou souris dom.	Micro-mammifère	Oiseau	Insecte	Lézard	Ver de terre	Larve ou chenille	Proie indéterminée	Proie ind., types	Autres proies	Autres, types	TOTAL
Grimoine	06.juin	5			1		1	1						2	1								11
	07.juin	2	4						1				1		2								10
	08.juin	2	1			1									7								12
	09.juin	4			2	1						1		3	11								21
	10.juin	3	2			1							1	1	2								10
	11.juin	3	4		1									1	1								10
	12.juin	2	3							1													6
	13.juin	2	3											2	1								8
	14.juin	3	6												1								10
	15.juin	3	1		1	1	1						1		1								9
	16.juin	1	2	1		2								1	3								10
	17.juin	1	3			2							1		2								9
	18.juin	4			1	2								1	6								14
	19.juin	4	3		1										2	1							11
	20.juin	7		1										1	3								13
	21.juin	2	4	1	3		2	1															13
	22.juin	4	2		1	2	2								3								11
	23.juin	3	2	2	2								1	1	3				1	insecte?			15
	24.juin	5	4		1									1									11
	25.juin	4	3		1										1								9
	26.juin	5	5												1								11
	27.juin	3	2		1			1															7
	28.juin	1		5	1		1		1											1	insecte		9
	29.juin	4	2										1		2								9
	30.juin	3		1											1			1		1	ver de terre / larve / chenille		7
	01.juil	1	2			1								1	3				1	oiseau / miromamm.			9
	02.juil	3	2											1									6
	03.juil	2		1	1		2													1	oiseau / miromamm.		7
04.juil	1	2								1		1										7	
TOTAL	68	81	5	23	15	6	6	2	2	0	1	7	16	56	1	0	1	5		0		295	
%	23.05	27.46	1.69	7.80	5.08	2.03	2.03	0.68	0.68	0.00	0.34	2.37	5.42	18.98	0.34	0.00	0.34	1.69		0.00			
Schlätli	27.mai	3	3		1									15								22	
	28.mai	4	4		3	2	1				1			2								17	
	29.mai	1	7		1	1	1	1					2	2	2							18	
	30.mai	3	3		1	2							2	14	1							26	
	31.mai	4	6			3							1	3	1						1 c. rouss. / agreste		19
	01.juin		9		2	1							1	2	5						1 c. rouss. / agreste		21
	02.juin	1	3			6							2	17	2	9			1	qqch de très petit		1 c. rouss. / agreste	42
	03.juin		4											2	39	1		1					47
	04.juin	1	2					1							12								16
	06.juin	1	6	1		1		1						1	23					1	qqch de très petit		35
	07.juin	3	3				1							2	14	1	1			1	oiseau, camp.?		26
	08.juin	1	1	1	2	3		1					1	5	1	1							17
	09.juin			1										1									2
	TOTAL	22	51	3	10	19	3	4	0	0	1	0	8	16	147	6	11	1	3		3		308
%	7.14	16.56	0.97	3.25	6.17	0.97	1.30	0.00	0.00	0.32	0.00	2.60	5.19	47.73	1.95	3.57	0.32	0.97		0.97			
Berg	26.juin	5	3							1		1		3					1	musaraigne / mulot / souris		12	
	28.juin	1	3					1		1		1				1						10	
	29.juin		7										1									8	
	30.juin	1	3																			4	
	01.juil	2																				2	
	03.juil		3	1				2						2								3	11
	04.juil	1	3										1	1								2	8
	05.juil	1	2					1		1			1	3									9
	07.juil	4	1	1				1					1	1	1								17
	08.juil																						1
09.juil		1											2		1		1	1				6	
TOTAL	11	29	2	1	0	0	5	0	2	0	1	5	12	1	2	0	1	16		0		88	
%	12.50	32.95	2.27	1.14	0.00	0.00	5.68	0.00	2.27	0.00	1.14	5.68	13.64	1.14	2.27	0.00	1.14	18.18		0.00			
La Vulpilière	17.juin	6	1																			7	
	18.juin	2	6			1									2							11	
	19.juin	4	2	1									1									8	
	20.juin	5	5	1	4			1														16	
	21.juin	2	2	1	4	1		1	1														12
	22.juin	1	4		2	1																	8
	23.juin	4	4										1										9
	24.juin	5	8		2			1															16
	25.juin	4	4		4																		12
	26.juin	7	3		2	1																	13
	27.juin	4	5		1																		10
	28.juin	6	1		1		1	1					1										11
	29.juin	5	2	1	2		1	1															12
30.juin	6	2											1									9	
TOTAL	61	49	4	22	4	2	5	1	0	0	0	3	1	2	0	0	0	0		0		154	
%	39.61	31.82	2.60	14.29	2.60	1.30	3.25	0.65	0.00	0.00	0.00	1.95	0.65	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00			

## Annexe 2 : suite et fin

Nichoir	Date	Camp. terrestre	Camp. roussâtre	Camp. terr. ou rous.	Camp. des champs	Camp. agreste	Camp. agreste ou des champs	Camp. indéterminé	Musaraigne	Mulot	Souris domestique	Mulot ou souris dom.	Micro-mammifère	Oiseau	Insecte	Lézard	Ver de terre	Larve ou chenille	Proie indéterminée	Proie ind., types	Autres proies	Autres types	TOTAL
Grolley	30.mai	3	7		1	3																	14
	31.mai	3	3	1	3	1																	11
	01.juin	5	5		3														1				14
	02.juin	4	5		1																		10
	03.juin	5	2		2																		9
	04.juin	2	3	1	4																		10
	05.juin	4	4		4	1																	13
	06.juin	6	5		4			2															17
	07.juin	2	4		4						1		1		1								13
	08.juin	3	6		1																		10
	09.juin	2	3		9										1								15
	10.juin	3	2		1																		6
	11.juin	2	3	1	2																		8
12.juin	4																					4	
TOTAL	48	52	3	39	5	0	2	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	1		0		154
%	31.17	33.77	1.95	25.32	3.25	0.00	1.30	0.00	0.00	0.65	0.00	0.65	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65		0.00		
Rond Bosson	20.juin	3	2		2		1					1		1	1				1 ?				12
	21.juin		3		1					1					1	1							7
	22.juin	1	3	1	3										4	1			1				14
	23.juin	3	3		1											1							8
	24.juin		5		6			1					2		1								15
	25.juin		3				1			1	1		1										7
	26.juin	2	7		1																		10
	27.juin		3	1	6			1															11
	28.juin	1		1									1										3
	29.juin	2		3	2								1										8
	30.juin	1	6																				7
	01.juil		3		1												1						5
	02.juil	1	1												1								3
TOTAL	14	39	6	23	0	0	4	0	2	1	0	6	0	8	5	0	0	1	1		0		110
%	12.73	35.45	5.45	20.91	0.00	0.00	3.64	0.00	1.82	0.91	0.00	5.45	0.00	7.27	4.55	0.00	0.91	0.91		0.00			
Nierlet-Les-Bois	26.juin	5	6		2	1													1				15
	27.juin	3	3		2	1								1									10
	28.juin	2	1																				3
	29.juin	3	4		1					1													9
	30.juin	2	2		1					1		3											9
	01.juil	1	1										1										3
	02.juil		2		1	1	1						1	1						1			8
	03.juil	1	1																				2
	04.juil	1	1											1	8					3			14
	05.juil	1	4		1								2	1	2								14
06.juil	3	4			1															1 5e jeune		10	
07.juil	4	2																				6	
08.juil	1	1	1				1			1				1								8	
09.juil		1		1		1						2	1									7	
TOTAL	27	33	1	9	4	2	1	0	2	1	3	6	6	10	0	0	0	0	12		1		118
%	22.88	27.97	0.85	7.63	3.39	1.69	0.85	0.00	1.69	0.85	2.54	5.08	5.08	8.47	0.00	0.00	0.00	0.00	10.17		0.85		
Noréaz	26.juin	2	9	1		2																	14
	27.juin	2	9			1																	12
	28.juin	2	1																				3
	29.juin	2	3	1	1									1									8
	30.juin	5	1							1			1										8
	01.juil	4	3		1																		8
	02.juil	4	3	1	1	1	1								1								12
	03.juil	4	3		4			1		2	1												15
	04.juil	4	2		1	1							2										10
	05.juil	2	4		2			1															9
06.juil	1	5	2	3	3																	14	
07.juil	2	3		1	1																	8	
08.juil	2	4	1							1				1								10	
09.juil	1	5		1						1												8	
TOTAL	37	55	6	15	9	1	2	0	6	1	1	4	2	0	0	0	0	0	0		0		139
%	26.62	39.57	4.32	10.79	6.47	0.72	1.44	0.00	4.32	0.72	0.72	2.88	1.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00		
Nonan	30.mai	2	4	1			1								3								11
	31.mai	2	8			1									1								12
	01.juin	2	5		1	1		1							1								11
	02.juin	1	6												4							1	12
	03.juin	2	7			1			1					1	4								16
	04.juin	1	6												5								12
	11.juin	1	5			1									3							1	13
	12.juin	1	4		2			1							2							2	13
	13.juin	2	2												3								7
	14.juin	2																					2
17.juin	2	7		1	2								1	2								15	
18.juin	1	2					1							2								6	
19.juin		1							1													1	3
TOTAL	19	57	1	4	6	0	4	2	0	0	0	5	30	0	0	0	0	0	0		0		133
%	14.29	42.86	0.75	3.01	4.51	0.00	3.01	1.50	0.00	0.00	0.00	3.76	22.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00		

Annexe 3 : surface, nombre de parcelles, de milieux et habitat pour chaque nichoir. Les numéros 1 à 14 des surface et nombre de parcelles correspondent à : 1. maison ; 2. jardins ; 3. verger + pré ; 4. culture maraîchère ; 6. céréales ~1m ; 7. céréales ~2m ; 8. pré ; 9. prairie ; 10. jachère ; 11. pâturage ; 12. bosquet, haie ; 13. forêt ; 14. étang, rivière, marais

	Grimoine	Schlättli	Berg	La Vulpillière	Grolley	Rond Bosson	Nierlet-Les- Bois	Noréaz	Nonan	
Surface totale [ha]	133.0	203.6	263.6	124.9	214.5	314.0	384.4	336.3	200.3	
Nombre total de parcelles	106.0	152.0	222.0	83.0	132.0	130.0	189.0	182.0	102.0	
Nombre de milieux	10.0	13.0	13.0	10.0	12.0	13.0	12.0	12.0	11.0	
Diversité de l'habitat	1.9	2.1	2.0	2.0	1.9	2.1	1.9	1.8	2.0	
Surface [ha]	1	3.9	3.0	8.8	12.0	12.3	15.0	16.8	12.8	19.5
	2	0.0	0.1	0.3	1.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0
	3	0.9	1.6	2.9	0.0	2.1	2.2	1.0	1.8	0.1
	4	2.8	11.8	2.3	0.0	2.2	3.4	2.0	0.0	0.7
	5	3.9	11.4	7.6	0.0	0.7	4.8	7.4	6.6	0.0
	6	45.9	69.0	79.5	33.1	54.7	91.5	88.8	92.2	42.7
	7	11.2	17.3	17.3	16.7	19.9	23.7	20.3	21.6	7.7
	8	28.4	51.9	84.2	21.6	39.4	45.7	48.0	58.3	35.3
	9	0.2	4.5	3.2	2.7	2.2	2.2	0.0	0.1	10.6
	10	0.0	1.1	3.0	4.1	1.6	7.1	4.0	0.4	2.4
	11	29.6	7.8	10.8	17.0	22.7	19.6	43.0	49.1	34.8
	12	0.0	1.1	3.3	2.0	1.5	0.8	2.1	4.7	9.9
	13	6.0	22.9	40.6	14.7	55.1	97.8	150.0	75.4	36.6
	14	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	13.3	0.0
Nombre de parcelles	1	10	14	21	10	12	11	16	13	13
	2	0	1	1	1	0	1	0	0	0
	3	4	5	7	0	3	6	2	3	1
	4	4	5	4	0	3	6	3	0	2
	5	3	11	5	0	1	3	3	2	0
	6	18	38	52	20	32	41	58	63	17
	7	6	13	15	8	13	7	10	14	3
	8	24	41	78	23	37	29	40	44	28
	9	1	5	4	3	2	3	0	1	2
	10	0	2	5	2	1	4	3	1	2
	11	35	9	13	9	21	13	41	31	18
	12	0	5	12	4	5	3	8	7	12
	13	1	3	5	3	2	3	4	1	4
	14	0						1	2	0

## Annexe 4 : éthogramme général

Abréviations : j. = jeune, f. = femelle, m. = mâle, n. = nichoir, ds = dans, qqch = quelque chose, pr = pour. Le mot "débris" se rapporte à des fragments de la litière du nichoir dont je n'arrive pas à déterminer l'origine (ça peut être des restes de proies, de pelotes ou autre chose).

**Etat :**

(dormir : D)  
 (sommoler : S)  
 dormir et somnoler : D&S  
 (observer : O)  
 (regarder : R)  
 observer et regarder : O&R  
 suivre du regard : SR  
 regarder le camp. vivant : RCV  
 camp. vivant, bouge : CVB  
 camp. tombe du n. : CTN  
 camp. court ds le n. : CCN  
 (ailes ouvertes : AO)  
 (respirer le bec ouvert : RBO)  
 avoir chaud : AC  
 s'agiter : S'A  
 chercher qqch : CQ (lorsqu'un parent cherche une proie, un reste à distribuer aux j.)  
 régurgiter une pelote : RP  
 gonfler les plumes : GP (social ?)  
 piétiner : PI (piétiner, gratter le sol à la recherche de restes, de débris)  
 1 patte posée sur le bord : PPSB  
 se coucher : SC  
 se mettre sur 1 patte : SMSP  
 poser le bec sur le bord : PBB  
 n. vide : NV  
 être ds le n. : EDN  
 ne pas bouger : NPB  
 lâcher une plume : LAP  
 (lécher la paroi : LEP)  
 (gratter la paroi : GPA)  
 lécher et gratter la paroi : L&GP  
 posé sur le bord : PSB  
 cracher ds le n. : CN  
 mordiller la caméra : MC  
 regarder le cadavre du j. : RCJ  
 avoir peur de qqch : APQ  
 rester debout : RD

**Locomotion :**

se déplacer : SD  
 se poser sur le bord : SPB  
 monter sur le bord : MSB  
 monter sur le bord en reculant : MSBR  
 descendre du bord (= entrer ds le n.) : DDB  
 monter et descendre plusieurs fois du bord : MDPFB  
 remonter sur le bord : RSB  
 redescendre du bord : RDB  
 s'envoler : S'E  
 poursuivre : PO (ex. : un j. poursuit un autre j.)  
 aller vers les j. : AVJ  
 aller sur le perchoir : ASP  
 tomber ds le n. : TDN  
 bouger ds le n. : BN

sauter contre la paroi : SCP  
 essayer de monter sur le bord : EMSB  
 sortir du n. : SON  
 aller au fond du n. : AFN

**Toilette :**

(se nettoyer : SN)  
 (se gratter : SG)  
 se nettoyer et se gratter : SN&G  
 s'étendre : S'ET  
 se secouer : SS  
 battre des ailes : BA  
 épouiller : P  
 se mordre : SM  
 se mordiller : SMO  
 retirer qqch qui est coincé (ds la gorge) : RQC  
 se frotter le ventre (contre le sol) : SFV  
 se frotter les griffes : SFG  
 se frotter le bec : SFB  
 se rouler (par terre) : SRO

**Nutrition :**

manger une proie : MP  
 manger un débris : MD  
 manger des restes : MR  
 manger 1 pelote : MPE  
 manger les déjections : MDE  
 manger le cadavre du j. : MCJ  
 essayer de manger : EM  
 ne pas arriver à manger : NPAMA  
 aller manger : AM  
 ne pas aller manger : NPAM  
 retourner manger : RM  
 commencer de manger : CM  
 arrêter de manger : ARM  
 commencer à avaler : CA  
 décortiquer (la proie) : DE  
 finir d'avalier la proie : FP  
 prendre la proie : PP  
 reprendre la proie : REP  
 récupérer 1 morceau et le distribuer, le décor-tiquer : RMD  
 essayer de récupérer la proie : ERP  
 poser la proie : POP  
 lâcher la proie : LP  
 tirer la proie : TP  
 attraper la proie : ATP  
 essayer de prendre la proie : EPP  
 ne pas arriver à prendre la proie : NPPP  
 voler la proie : VP  
 se faire voler la proie (social ?) : FVP  
 picorer le cadavre du j. : PCJ  
 picorer la proie : PIP (donne des coups de bec ds la proie, sans parvenir à en arracher des morceaux)  
 donner la proie : DP

distribuer la proie : DIP  
 essayer de distribuer la proie : EDIP  
 distribuer des reste : DIR  
 finir de distribuer : FD  
 arrêter de distribuer : AD  
 apporter une proie : AP  
 donner des coups de bec ds la proie : DCBP  
 changer de proie : CP  
 réclamer, quémander, stimuler le parent :  
 RQSP  
 déplumer : DEP  
 enlever des poils : EP  
 avoir la proie ds le bec : APB  
 prendre des déchets ds le bec : PDB  
 prendre la proie ds la serre : PPDS  
 prendre la proie ds le bec : PPDB  
 garder la proie ds le bec : GPB  
 essayer d'attraper le camp. : EAC  
 prendre 1 débris : PD  
 prendre 1 reste : PR  
 pousser de petits cris (pr que les j. quéman-  
 dent) : PC

### **Social :**

crier : C  
 regarder la f. : REF  
 regarder le m. : REM  
 regarder le m. ou la f. : REM/F  
 (se disputer : SDI)  
 (se battre : SB)

se disputer et se battre : SDI&B  
 bec à bec : BAB (on a l'impression que des j.  
 "se donnent des becs")  
 se donner des coups de bec : SDCB  
 se donner des coups de griffes : SDCG  
 mordre : MO  
 tirer sur les plumes, une patte : TPP  
 (mordre la queue : MQ)  
 (mordre la patte : MOP)  
 mordre la queue, la patte : MQ&P  
 se faire nettoyer, épouiller : SFN  
 jouer : J  
 attraper la queue (avec la patte) et se faire  
 tirer : AQSFT  
 se faire tirer par la patte : SFTP  
 (tourner le dos : TD)  
 (protéger avec les ailes : PAA)  
 protéger la proie : PPR (en tournant le dos,  
 en mettant les ailes comme paravent)  
 se taire : ST

### **Observatrices :**

parler : P  
 commencer à prendre les j. : CPJ  
 n. vide : NV  
 mesurer les j. : MJ  
 commencer à remettre les j. : CRJ  
 j. tous ds le n. : JTDN  
 enlever la fenêtre : EF  
 remettre la fenêtre : RF

## Annexe 5 : photos. Légende : M : mesure ; ex : M1 : première mesure

1) oisillon de 2-3 jours, Grimoine



2) M1, Grimoine



3) M2, Grimoine



4) jabot proéminent, M2, Schlättli



5) M2, Schlättli



6) M1, Nonan



7) M2, Nonan



8) M3, Nonan



9) M3, Nonan



10) M3, Nonan



11) comparaison du tarse de 2 jeunes, M3, Nonan



12) poids des 5 jeunes, M1, La Vulpillière



13) M2, Grolley



14) vue du dos d'un jeune, M3, Grolley



15) intérieur du nichoir de Berg, M2



16) M4, Grimoine



17) femelle adulte de Grimoine



18) jachère de Nonan, avec la ferme en arrière-plan



19) vue de la région de Berg



20) nichoir de Schlättli



21) M2, Schlättli

