

Les fèces du Renard (*Vulpes vulpes*) comme indice de consommation ou de préférence alimentaire et d'activité

par
M. ARTOIS*
et

M. LEMAIRE, J. GEORGE, J.M. DEMERSON et J. JACQUEMET
Collaborateurs techniques

SUMMARY : Fox faeces as an index of feeding ecology and behaviour.

24 tests have been performed in order to determine digestibility of rodent-prey by the red fox. The coefficient of digestibility (relation between weight of consumed food and weight of undigested remnants) was of 41 for rodents in this trial, almost twice the figure given by other authors. Scats have been expelled at all times of day but principally between 6 P.M. and 6 A.M. More than one faeces was produced following a single meal. Consequently scats cannot be considered as an index of predatory activity but simply as index of occurrence. Finally, the study has confirmed that mice of the genus *Apodemus* are less preferred than voles of the genus *Microtus*. Correction factors for pigeon and cherry were also calculated and all these data compared with the literature.

ZUSAMMENFASSUNG : Fuchs Koten als Verzehrungs - oder Nahrungsvorzugs - und Aktivitätsindex.

24 Prüfungen sind ausgeführt worden um die Verdaulichkeit der Nagetiere-Beute des Rotfuchses zu bestimmen. Der "Verdaulichkeit-Koeffizient" (Verhältnis zwischen verzehrter Nahrung und Gewicht der unverdauten Abfällen) war 41 für Nagetiere in diese Prüfung, fast zweimal was andere Autoren angegeben haben. Kote sind den ganzen Tag eingesammelt worden aber meistens zwischen sechs Uhr morgens und sechs Uhr nachmittags. Mehr als ein Kot korrespondiert mit einem einzigen Mahl. Folglich können die Kote nicht als Zeiger der "Beutefang-Aktivität" angesehen werden, sondern einfach als Vorfallezeiger. Schliesslich hat diesen Versuch bestätigt dass Mäuse der Gattung *Apodemus* weniger bevorzugt sind als Feldmäuse der Gattung *Microtus*. Berichtigungs Faktor ist auch gerechnet worden für Taube und Kirsche und alle diese Angaben vergleicht worden mit Literatur.

* Ministère de l'Agriculture, Direction Générale de l'Alimentation, Centre National d'Etudes sur la Rage et la Pathologie des Animaux Sauvages, B.P. 9 54220 Malzéville, France.

Manuscrit reçu le 06.X.1986.

Remanié et accepté le 30.XII.1987.

INTRODUCTION

L'estimation, aussi précise que possible, de la biomasse de proies ingérées par un prédateur, constitue une forme d'expression des résultats d'analyses du régime alimentaire préférable à celle de leurs fréquences d'apparition. On sait en effet que cette dernière méthode exagère l'importance des proies de petite taille par rapport aux grandes. Dans le cas d'un opportuniste alimentaire comme le renard cette approche revêt un intérêt particulier en raison de l'étendue du spectre alimentaire.

Nous avons été amenés à contrôler la validité, pour notre propos, des "coefficients de digestibilité" (relation entre le poids de nourriture consommée et le poids des restes indigérés - GOSZCZYNSKI, 1974) utilisés par d'autres auteurs. Les coefficients employés sont rassemblés dans le **tableau 1**. LOCKIE (1959) et GOSZCZYNSKI (1974) en particulier, ont proposé à la suite de tests réalisés en captivité, un facteur correctif permettant de calculer le poids vif ingéré d'une catégorie alimentaire, à partir du poids des restes identifiables présents dans les fèces. Ce "coefficient de digestibilité" est réputé applicable en toutes circonstances (géographiques, climatiques, trophiques ...). En réalité le terme de "coefficient de

Tableau 1. Coefficients de digestibilité* chez le renard utilisés par différents auteurs.

	Adultes			Renardeaux		
	Yoneda (1982)	Franck (1979)	Goszczyński (1974)	Lockie (1959)	Franck (1979)	Lockie (1959)
petits rongeurs	23	23	23	23	22	22
rats	-			44	-	-
insectivores	23					
lapin		43	-	43	120	-
lièvre	50		50	-	-	-
oiseaux	35	eider 600	35	-	mouette 107 eider 600	
grands oiseaux	-	61	-	61	107	
petits oiseaux	-	45	-	45	37	37
insectes (coléoptères)	5	-	-	-	-	-
baies	14		-	-	-	-
grands mammifères	118	agneau 61 porcelet 100	118	-	-	-
poissons et crustacés	20		-	-	-	-
indéterminé	30	renardeau 43	-	-	renardeau 120	

* poids de nourriture consommée divisée par le poids des restes non digérés.

digestibilité" est impropre car il fait référence à une notion de physiologie expérimentale qui, en toute rigueur, ne peut s'appliquer ici. Nous lui préférons le terme de "coefficient correcteur". Notre étude, effectuée en Lorraine, portait sur la prédation des rongeurs et son influence sur l'épidémiologie de la rage et de l'échinococcose. Nous avons cherché à savoir si les coefficients disponibles s'appliquaient à nos conditions expérimentales.

A cette fin des tests ont été réalisés sur des renards captifs de façon à vérifier les valeurs connues des "coefficients correcteurs" pour les espèces présentant un intérêt pour notre problématique, essentiellement les rongeurs. A l'occasion de ces tests nous avons également pu nous intéresser au rythme d'émission de fèces et incidemment, réaliser quelques observations sur les préférences alimentaires du renard afin de discuter l'intérêt des fèces comme indice d'activité prédatrice. Ce sont ces résultats qui sont présentés dans la note qui suit.

ANIMAUX, MATERIEL et METHODES

Un à cinq renards, mâles et femelles, âgés de plus d'un an ont été placés dans des cages grillagées de 1 x 1 x 2 m sur sol plastique et en plein air (ARTOIS et coll., 1982), à la station expérimentale du Centre National d'Etudes sur la Rage et la Pathologie des Animaux Sauvages à Atton, entre les mois d'avril et de juillet 1986.

Deux types de tests ont été réalisés : dans le premier les renards recevaient après 48 h de jeûne un repas unique. Dans le second, les renards recevaient, après un jeûne de 48 h, un repas d'aliment pour chien en pâtée, puis trois repas, à 24 h d'intervalle, puis à nouveau des repas ne laissant aucun reste identifiable dans les fèces. Les fèces et les restes non consommés étaient ensuite recueillis dans les deux cas.

Pour étudier la chronologie des émissions fécales, les fèces étaient collectées à intervalle régulier, après le dépôt de nourriture dans la cage (12 h, 18 h, 24 h etc. après).

Les menus les plus nombreux étaient composés de poussins d'un jour ou de souris blanches adultes. Nous avons également utilisé des rongeurs sauvages, (*Apodemus* sp., *Clethrionomys glareolus*, *Microtus* sp. et *Arvicola terrestris*) récemment capturés, des rats blancs, des pigeons et enfin des cerises (voir **tableau 2**). Des menus composites (souris blanches, mulots et divers campagnols) ont permis d'observer les préférences dans la consommation des proies proposées. Le lapin de garenne étant absent de notre zone d'étude, aucun essai n'a été réalisé avec cette espèce. Les souris blanches ont été utilisées comme succédané de rongeurs sauvages dont la capture en quantité suffisante nécessite un travail considérable qui, s'ajoutant aux captures nécessaires à d'autres objectifs expérimentaux, s'est révélé impossible à réaliser.

Les restes alimentaires non consommés étaient pesés et identifiés (rongeurs sauvages), les fèces étaient stérilisées au four Pasteur puis séchées à l'étuve (60°, plusieurs jours, selon besoin) et pesées. Elles étaient ensuite lavées à l'eau courante dans un tamis de maille de 0,3 mm. Les constituants étaient ensuite répartis en catégories macroscopiquement identifiables : poils, plumes, "tubes" des plumes (rachis), os et dents, noyaux et autres débris divers. Les constituants étaient à nouveau séchés, puis enfin pesés à l'aide d'une balance électronique précise au 0,01 g.

RESULTATS

L'émission des fèces est fractionnée et répartie sur toute la période nyctémérale (fig. 1) : à la suite d'un repas les fèces contenant les restes de ce dernier sont émises dans un intervalle de 8 à 48 h. Le poids sec, avant lavage, des fèces émises après un repas est en moyenne de 22 g (21,85). FALIU et GRIESS (1974) obtiennent une valeur comprise entre 25 et 30 g par jour, pour des renards nourris avec un aliment commercial (30 à 50 % de la masse fécale est perdue à l'occasion du lavage).

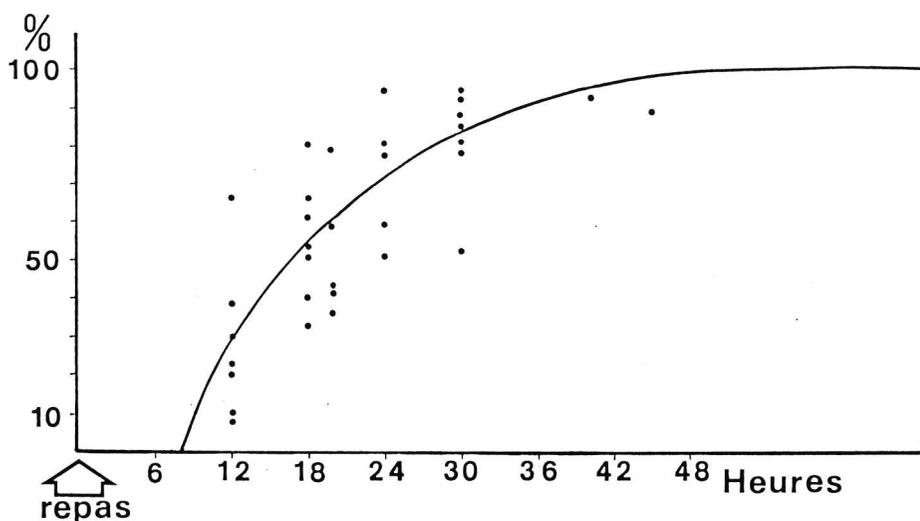


Fig. 1. Pourcentages cumulés du total des fèces émises, contenant des restes identifiables en fonction du délai suivant le repas. Résultats exprimés en pourcentage de g de fèces sèches avant lavage. Les sujets ont reçu un seul repas en début d'expérience puis sont mis à jeun. Le tracé de la courbe est intuitif.

Ceci revêt un intérêt pour l'utilisation sur le terrain des fèces comme indice de présence du renard : les trois quarts des restes identifiables sont rejetés en 24 heures. Les fèces sont principalement émises entre 18 h le soir et 6 h le lendemain matin, mais des défécations surviennent également pendant la journée. L'essentiel de l'activité locomotrice des renards dans la nature se produit pendant la nuit et celle-ci est essentiellement orientée vers la recherche de nourriture. Si le rythme de défécation est identique en liberté et en captivité alors, en tant que signe de présence, les fèces ne constituent pas un indice d'une activité particulière du renard et, pour autant qu'elle n'aient pas de fonction de marquage, sont déposées au hasard de la présence de l'animal, dans les zones de repos ou d'activité, avec cependant une prépondérance pour ce dernier cas.

Consommation journalière : dans le cas de nos 36 repas, la masse quotidienne d'aliments ingérée s'élève, en moyenne, à 469 g, ce qui corrobore les données de la littérature : 300 à 550 g selon LLOYD (1980) ou 300 à 600 g selon YONEDA (1982).

Préférence : enfin ce travail confirme l'aversion, relative, du renard pour le mulot. En effet 72 de ceux-ci ont été proposés aux renards d'expérience et seulement 37 ont été consommés (51,4 %). Le taux de consommation des campagnols est de 10/15 (66,6 %) et celui des souris blanches, friandise à laquelle les renards d'Atton sont accoutumés, de 280/294 (95,2 %), les 6 rats blancs ont été intégralement consommés. Ce rang de préférence inférieur pour les mulots a déjà été rapporté par YONEDA (1983), MACDONALD (1977) et LUND (1962). Il est intéressant de noter que les souris et les mulots sont phylogénétiquement plus proches entre eux que ces derniers, des divers campagnols. L'appétence des souris blanches peut résulter d'un apprentissage et le dégoût pour les mulots d'une néophobie. Il subsiste néanmoins une part innée dans cette hiérarchie puisque mulots et campagnols constituaient également un aliment nouveau pour les renards d'Atton. Bien qu'on ait omis d'identifier exactement l'espèce des campagnols proposés au menu, nous avons cependant constaté que ceux qui n'ont pas été consommés étaient des campagnols roussâtres et terrestres, mais aucun campagnol des champs, dont le rang de préférence est le plus élevé. La seule souris grise (*Mus domesticus*) sauvage proposée n'a pas été acceptée. Il est probable que, dans la nature, des influences du même type s'exercent sur le renard pour orienter ses préférences alimentaires.

Coefficient correcteur : l'essentiel des résultats est rassemblé sur le **tableau 2** où l'on a calculé le coefficient correcteur selon la méthode "classique" (rapport du poids vif ingéré / poids des restes identifiés dans les fèces). Il n'est pas possible d'étudier à partir de cette présentation classique des résultats la "significativité" statistique des différences observées entre les différents coefficients calculés. On a donc cherché à mesurer la liaison entre poids ingéré et poids des restes identifiables dans les fèces. Cette relation étudiée pour les 10 résultats obtenus sur souris blanches avec un test d'un seul repas est décrite par la **figure 2** : on observe une corrélation significative.

La première question qui nous importe, pour des raisons méthodologiques évidentes, est de savoir si les résultats obtenus sur souris blanches peuvent être transposés aux autres espèces de rongeurs (tests avec 3 repas) : on observe que les tests sur rats blancs et les tests sur souris blanches et mulots ont donné une valeur moyenne située à l'intérieur de l'intervalle donné par les chiffres obtenus sur souris blanches (il en va de même du test composé de 3 repas de souris blanches).

L'extrapolation de la droite à la zone des essais sur rongeurs sauvages suggère également que ces résultats ne sont pas différents. Le résultat sur pigeons est en revanche bien différent. L'essai "cerise" se place en limite du domaine.

Des essais plus nombreux seraient évidemment nécessaires pour conclure de façon définitive. Mais cette première approche a cependant révélé un problème méthodologique réel : peut-on se contenter d'utiliser un coefficient de correction moyen, ou ne doit-on pas avoir recours au modèle plus complexe de la régression tel qu'il apparaît dans cette analyse ?

Tableau 2. Bilan des tests de digestibilité;

Coefficient de correction :

a) les restes identifiables sont constitués par les poils dans le cas des rongeurs, les noyaux dans le cas des cerises, et les rachies des plumes dans le cas des pigeons et poussins;

b) le coefficient de correction est défini comme rapport du poids de nourriture effectivement ingérée sur le poids des restes identifiables après lavage et séchage des fèces.

Menu	Poids consommé (g)	Poids (g) des restes identifiables*	Coeffic. de correction	nb. total de repas**	nb. de tests	nb. de renards employés
souris blanches	4180	101,69 g	41,10	10	10	5
idem	1385,56	24,81	55,85	3	1	1
souris blanches + mulots sp.	1102,08	22,5	48,98	3	1	1
rongeurs sauvages (23 g) (20 mulots et 10 campagnols)	680,04	21,69	31,35	3	1	1
rats blancs (218 g) (+ 1425 g de têtes de poules)	1306	40,8	32	3	1	1
<u>total</u>	8653	211,49	40,9	41		
cerises (+ 1425 g de têtes de poules - menu composé)	600	33,73	17,79	18	3	1
pigeons (250 g)	1501,18	18,61	80,66	81	3	1
poussins d'un jour (38 g)	5190	aucun reste identifiable		8	8	5
			<u>total</u>	36	24	

* dans les fèces (a)

** nombre de repas par test : 1 ou 3

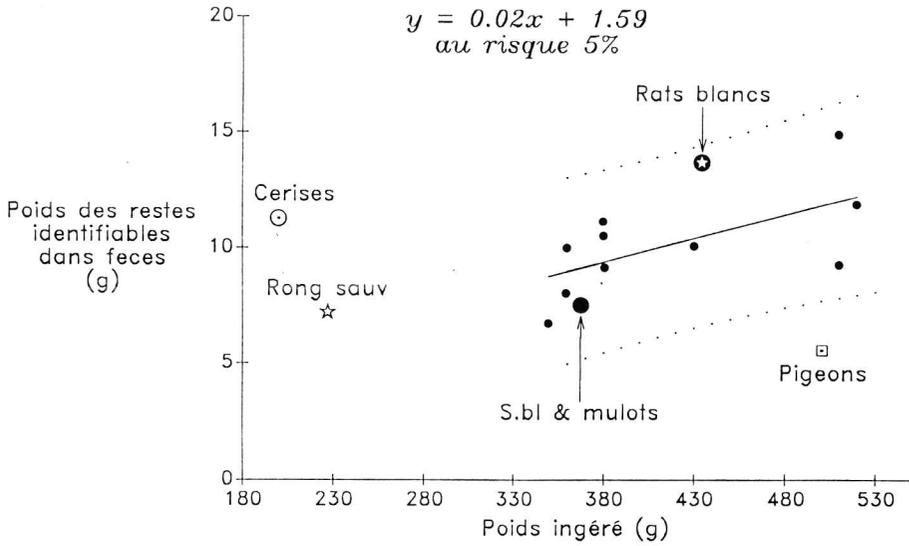


Fig. 2. Corrélation entre poids des restes identifiables dans les fèces et le poids ingéré. Cette corrélation est évaluée à partir de 10 essais à un repas de souris blanches. Les hyperboles tracées en pointillés définissent l'intervalle de confiance de la distribution au risque 5 %. On remarquera que la faible pente de la droite indique une augmentation du poids des restes identifiables dans les fèces : le renard en situation de satiété et d'abondance doit se comporter en gourmet et ne consomme que les parties les plus digestes de ses proies.

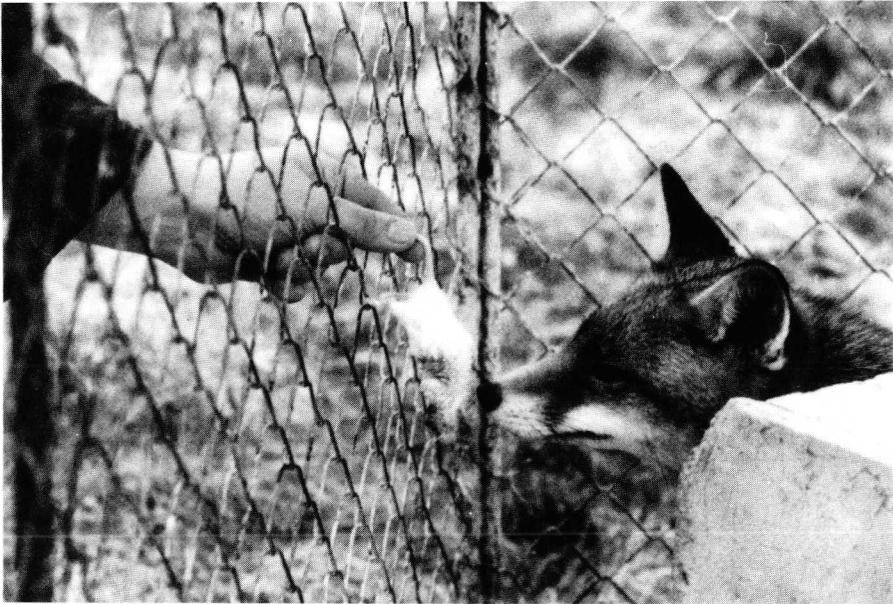


Photo 1. La souris blanche : friandise des renards en station expérimentale.

La comparaison de ces deux approches (coefficient moyen ou modèle de régression) est résumée par le **tableau 3**. L'analyse de ce tableau montre que l'utilisation du coefficient correcteur moyen donne une approximation assez bonne du poids puisque la moyenne des écarts avec les données réelles et sa dispersion reste du même ordre de grandeur que ce que l'on obtient en utilisant le modèle de régression. Les résultats obtenus lors de tests de 3 repas sont moins démonstratifs, puisqu'ils ne portent chacun que sur des essais isolés.

Tableau 3. Analyse de l'écart entre les valeurs fournies par deux méthodes d'évaluation du poids ingéré par les renards et les données expérimentales réelles. Le modèle de régression et le coefficient correcteur évalués sur la souris blanche, sont appliqués à titre d'essai aux autres catégories de rongeurs.

	poids des restes identifiables dans les fèces (g)	écart (g) entre la masse ingérée (déterminée par pesée) et l'évaluation de celle-ci par :	
		le modèle de régression*	le coefficient correcteur
	14,92	- 2	- 103
	11,90	+ 68	+ 31
	11,13	- 56	- 77
	10,52	- 45	- 52
souris	10,07	+ 14	+ 17
blanches	9,98	- 54	- 50
	9,25	+ 111	+ 130
	9,16	- 18	+ 4
	8,04	- 16	+ 30
	6,72	0	+ 74
	moyenne + i.c. (95 %)	+ 0,2 + 107	+ 0,4 + 144
souris blanches + mulots sp.	7,5	21	59
rongeurs sauvages	7,23	- 133	- 70
rats blancs	13,6	- 50	- 124

* Le modèle de régression est inverse de celui calculé figure 2. Il s'agit en effet ici de prévoir le poids ingéré quand on connaît le poids des fèces. Dans ce cas, l'équation est : poids ingéré (g) = poids des restes dans les fèces (g) x 19,70 + 210,71; significative au seuil 5 %.

DISCUSSION

Pour les rongeurs, réunis en un seul lot, le coefficient de digestibilité est de 41, c'est-à-dire un peu moins du double des valeurs utilisées antérieurement (22 ou 23).

Une partie de cette différence pourrait être expliquée par l'emploi d'une maille de tamis différente de celle employée par les auteurs du tableau 1 : 2 mm. Mais cela ne serait pas logique : un tamis plus fin, comme celui que nous avons utilisé retient une plus grande quantité de restes et donc diminue la valeur du coefficient correcteur (par exemple avec un tamis de 1 mm de maille, le coefficient calculé pour le lot de rongeurs sauvages est de 38 au lieu de 31). D'autres éléments indéterminés ont pu jouer.

L'un d'entre eux pourrait résulter du fait que seuls sont pris en considération les éléments identifiables; ceci rend le test plus sévère et pourrait effectivement élever la valeur du coefficient. Toutefois, en ce qui concerne les rongeurs, dans notre expérience, la quasi totalité des restes étaient identifiables et constitués de poils. Dans ce cas, ce phénomène ne peut expliquer cette différence.

Celle-ci peut également être interprétée en considérant l'écart important (mais non significatif) entre la valeur trouvée dans le test unique réalisé avec un ensemble plurispécifique de rongeurs sauvages et les dix tests réalisés avec un unique repas de souris blanche (respectivement 31,35 et 42,03). Dans cette dernière série, les coefficients calculés pour chaque repas varient de 34,15 à 55,13 (ces extrêmes rejoignent donc les valeurs obtenues lors du test avec des souris blanches en trois repas et le test avec des rongeurs sauvages). Les plus fortes valeurs obtenues sur souris blanches correspondent vraisemblablement à une meilleure digestibilité de ces dernières. Celle-ci résultant probablement d'une bonne condition physique (importants dépôts graisseux, bon développement musculaire etc. résultant de leurs conditions de captivité). On peut donc penser qu'il n'en est peut-être pas de même pour les rongeurs sauvages qui, à poids égal, sont sans doute, à cette époque de l'année, en moins bonne condition physique, notamment du fait d'une prédominance d'individus immatures n'ayant pas accumulé de réserves.

L'écart avec les valeurs calculées par d'autres auteurs souligne la variabilité du "coefficient de correction" et l'imprécision de cette technique qui ne tient sans doute pas suffisamment compte de facteurs modifiant la digestibilité des rongeurs comme l'espèce, l'âge ou l'état biologique ou même la quantité consommée.

Dans le cas des poussins aucun reste identifiable macroscopiquement n'a pu être retrouvé, ce qui laisse supposer que l'analyse des fèces conduit à une nette sous-évaluation de la consommation des jeunes oiseaux par le renard, compte tenu de leur fréquence plus élevée, toutes choses égales par ailleurs, dans les contenus stomacaux analysés en Lorraine (non publié).

Pour les cerises, le coefficient correcteur (18) trouvé ici, est voisin de celui obtenu par WAECHTER (1975) pour la fouine (12,8). Mais il semble, dans notre cas, que la totalité des noyaux aient été avalés par le renard en expérience et soient présents dans les fèces, alors que pour les fouines captives de WAECHTER, seulement 8 à 16 % des noyaux des cerises qui étaient offertes a été avalé.

Un seul repas donne lieu à un nombre élevé de fèces, même lorsqu'il est de composition monospécifique. En outre l'examen des fèces de renards sauvages sur notre terrain d'étude a montré que le tiers d'entre elles contient plus d'une espèce proie (MORVAN, comm. pers.). Comme un repas correspond à plusieurs laissées et que chacune d'elle peut contenir les restes de plusieurs espèces de rongeurs il est particulièrement difficile d'évaluer correctement la masse de nourriture ingérée à l'aide d'un coefficient correcteur.

CONCLUSION

Dans un souci de rationalisation de cette méthode d'évaluation quantitative, il reste souhaitable de réaliser un grand nombre de ces tests alimentaires dans des conditions expérimentales variées, pour étudier l'influence de modifications climatiques ou l'interaction de divers composants d'un menu sur la digestibilité des proies du renard.

Grâce à la confrontation de nos quelques données originales à celles qui sont dispersées dans la littérature, cette mise au point permet de mieux apprécier l'intérêt et les limites des fèces pour étudier la biologie du renard. Comme on pouvait s'y attendre, avec un matériel expérimental de cette nature, un tel indice est à manipuler avec prudence... Une lecture trop rapide pourrait conduire à une interprétation erronée du comportement ayant abouti au dépôt de cet indice, dont l'origine est généralement plus prosaïque que ne l'espère le naturaliste qui souhaite l'étudier. Si les laissées confirment la présence d'un renard, elles n'attestent pas nécessairement d'une activité prédatrice; leur dispersion et les restes identifiables qu'elles contiennent apportent incontestablement une information utile, mais d'autres non moins précieuses, restent dissimulées aux investigations scientifiques. Cette brève étude contribue à illustrer la complexité des comportements dont l'influence modifie l'écologie, plus que les simples éléments de disponibilité ne pourraient le laisser croire. Ainsi en est-il en particulier des préférences alimentaires qui pèsent sur le spectre de prédation, autant, sinon plus, que la simple abondance des proies.

REMERCIEMENTS

Je dois remercier Philippe STAHL et Jean François ASTIER pour les stimulantes discussions que nous avons eues sur ce sujet. Michel AUBERT a réalisé l'interprétation statistique de cette matière délicate et m'a évité de déraiper sur ce terrain glissant. Enfin je remercie Roland LIBOIS pour ses remarques critiques sur le manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

ARTOIS, R., L. ANDRAL, M. DUBREUIL et J. GEORGES, 1982.
Contribution à l'étude de la biologie du renard roux (*Vulpes vulpes*).
Note 1 : élevage expérimental en captivité restreinte.
Rev. Méd. vét., 54 : 59-64.

- FALIU, L. et D. GRIESS, 1974.
Essai d'alimentation de renards roux à l'aide d'un aliment composé complet sec pour le chien.
Rev. Med. vét., 125, 10 : 1215-1224.
- FRANK, L.G., 1979.
Selective predation and seasonal variation in the diet of the fox (*Vulpes vulpes*) in N.E. Scotland.
J. Zool., Lond., 189 : 526-532.
- GOSZCZYNSKI, J., 1974.
Studies on the Food of foxes.
Acta Theriologica, 19 : 1-18.
- LLOYD, H.G., 1980.
The red fox.
Batsford, London, 320 p.
- LOCKIE, J.D., 1959.
The estimation of the food of foxes.
J. Wildlife Management, 23, 2 : 224-227.
- LUND, H.M., 1962.
The red fox in Norway. II. The feeding habits of the red fox in Norway.
Papers of the Norwegian State Game Research Institute, 2, 12 : 79 pp.
- MACDONALD, D.W., 1977.
On food preference in the red fox.
Mammal Rev., 7, 1 : 7-23.
- WAECHTER, A., 1975.
Ecologie de la fouine en Alsace.
La Terre et la Vie, 29 : 399-457.
- YONEDA, M., 1982.
Influence of red fox predation upon a local population of small rodents.
II. Food habits of the red fox.
Appl. Ent. Zool., 17, 3 : 308-318.
- YONEDA, M., 1983.
Influence of red fox predation upon a local population of small rodents.
III. Seasonal changes in predation pressure, prey preference and predation effect.
Appl. Ent. Zool., 18, 1 : 1-10.



Photo 2. Un renard en cage à la station d'Atton.



Photo 3. Le campagnol roussâtre, proie délaissée au profit du campagnol des champs.