

UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL - FACULTÉ DES SCIENCES

**Contribution
à la biologie du hérisson
(*Erinaceus europaeus* L.)
et applications à sa protection**

par

GUY BERTHOUD

licencié ès sciences

THÈSE

présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Neuchâtel
pour obtenir le grade de docteur ès sciences

Yverdon-les-Bains
août 1982

IMPRIMATUR POUR LA THÈSE

Contribution à la biologie du Hérisson
(*Erinaceus europæus* L.) et applications à
sa protection

de Monsieur Guy Berthoud

UNIVERSITÉ DE NEUCHÂTEL

FACULTÉ DES SCIENCES

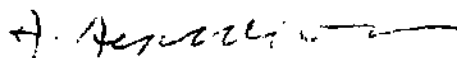
La Faculté des sciences de l'Université de Neuchâtel,
sur le rapport des membres du jury,

Messieurs C. Mermod, W. Matthey, S. Müller
(EPF-Lausanne) et P. Vogel (Université de
Lausanne)

autorise l'impression de la présente thèse.

Neuchâtel, le 14 septembre 1982

Le doyen:



A. Aeschlimann

**Contribution à la biologie du hérisson
(*Erinaceus europaeus* L.)
et applications à sa protection**

S O M M A I R E

	page
I N T R O D U C T I O N	
JUSTIFICATION DE LA PRESENTE ETUDE	1
PRESENTATION DE L'ESPECE	2
SYSTEMATIQUE	2
MORPHOLOGIE	3
REPARTITION	4
ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR L'ESPECE	4
M E T H O D E S D E T R A V A I L E T M A T E R I E L U T I L I S E	
1. OBSERVATION DE L'ACTIVITE EN CAPTIVITE	7
2. OBSERVATION EN SEMI-CAPTIVITE	8
3. OBSERVATION DANS LA NATURE	8
3.1 LA PROSPECTION	8
3.2 L'OBSERVATION	9
3.2.1 L'amplificateur de lumière	9
3.2.2 Système de radio-tracking	10
3.3 METHODES DE MARQUAGE	12
3.3.1 Marquage par couleur	12
3.3.2 Marquage par bague	14
3.3.3 Marquage par barrette auriculaire	15
3.4 ENQUETE ET COLLABORATION DES HABITANTS	16
4. RELEVES D'ANIMAUX TUES SUR LES ROUTES	16
5. ANALYSE DES HERRISSONS MORTS	18

	pages
5.1' RECOLTE DU MATERIEL	18
5.2 FICHE DE RENSEIGNEMENT	19
5.3 CONSERVATION DU MATERIEL	19
5.4 ANALYSE PARASITOLOGIQUE ET AUTOPSIE	19
5.5 ANALYSE CHIMIQUE	20
5.6 CHOIX DE L'ORGANE A ANALYSER	20
5.7 RECHERCHE DE LA PRESENCE DE METALDEHYDE	21
6. DETERMINATION DE L'AGE ET DU SEXE	22
7. LE CLIMAT	24

LES TERRAINS D'ETUDE

1. LA REGION D'YVERDON	25
2. LA REGION DE SUSCHEVAZ	34
3. LA REGION DE CHESEAUX-NOREAZ	37
4. LA REGION DE MAUBORGET	37

LES RESULTATS

1. REPARTITION DANS LE CANTON DE VAUD	39
2. LE REGIME ALIMENTAIRE	41
2.1 LE CHOIX DE LA NOURRITURE	41
2.2 LES VARIATIONS DE POIDS	43
3. COMPORTEMENT	45
3.1 LA LOCOMOTION	45
3.2 LES ACTIVITES DE CHASSE ET L'ALIMENTATION	47
3.3 LES CONTACTS INTRA-ET INTERSPECIFIQUES	50
3.4 L'ACCOUPEMENT	57
3.5 L'AUTOLUBRIFICATION	58
3.6 LA HIERARCHIE	60
3.7 LES COMPORTEMENTS TERRITORIAUX	61
3.8 L'ELEVAGE DES JEUNES	63
3.9 LE TOILETTAGE	63
3.10 LA CONSTRUCTION DU NID	64
3.11 LE REPOS, L'HIBERNATION ET L'ESTIVATION	66
3.12 LES VOCALISATIONS ET L'ECHOLOCATION	66
3.13 LA CAPACITE DE RETOUR AU GITE	67
3.14 COMPORTEMENT DU HERISSON SUR LA ROUTE ET VIS-A-VIS DU TRAFIC AUTOMOBILE	71

	pages
4. L'ACTIVITE	72
4.1 LE RYTHME JOURNALIER D'ACTIVITE	72
4.2 LES RYTHMES D'ACTIVITE EN NATURE	76
4.3 PHENOMENOLOGIE DES DEPLACEMENTS	81
5. ORGANISATION SPATIALE	86
5.1 LES ZONES D'HIVERNAGE	86
5.2 LES ZONES D'ESTIVAGE	88
5.3 LE DOMAINE VITAL	91
5.4 LE TERRITOIRE	98
5.5 LES LIEUX DE RENCONTRE	100
6. LES DEPLACEMENTS	103
6.1 LES DEPLACEMENTS DE CHASSE	103
6.2 LES DEPLACEMENTS EXPLORATOIRES	104
6.3 LES DEPLACEMENTS A BUT SOCIAL	109
6.4 LES MIGRATIONS	115
6.5 LES CHEMINEMENTS UTILISES	118
7. DYNAMIQUE DE POPULATION	122
7.1 LA MATURETE SEXUELLE	123
7.2 NOMBRE DE NICHEES	123
7.3 NOMBRE DE JEUNES ET REUSSITE DES NICHEES	126
7.4 LA PROPORTION DES SEXES	127
7.5 LES CAUSES DE MORTALITE	128
7.5.1 Composition de l'échantillon	129
7.5.2 Les parasites	130
7.5.3 Les résidus chimiques	134
7.5.4 Les causes de mortalité	137
7.5.5 Les causes de mortalité dans les populations étudiées	138
7.6 LA LONGEVITE	141
7.7 LES FLUCTUATIONS DE POPULATION	144
7.8 LA DENSITE DE POPULATION	147

DISCUSSION DES RESULTATS

1. REPARTITION DE L'ESPECE	150
2. LE REGIME ALIMENTAIRE	152
2.1 LE CHOIX DE LA NOURRITURE	152
2.2 LE POIDS CORPOREL	155

3.	LE COMPORTEMENT	157
3.1	LOCOMOTION, CHASSE, RECHERCHE DE NOURRITURE ET CONTACTS	157
3.2	LE RETOUR AU GITE	161
3.3	COMPORTEMENT DU HÉRISSEON VIS-A-VIS DU TRAFIC ROUTIER	163
4.	L'ACTIVITÉ	163
4.1	LE CYCLE JOURNALIER D'ACTIVITÉ	163
4.2	LE CYCLE ANNUEL D'ACTIVITÉ	165
4.3	LES DÉPLACEMENTS	166
5.	L'ORGANISATION SPATIALE	167
5.1	LES ZONES D'HIVERNAGE ET D'ESTIVAGE	167
5.2	LE DOMAINE VITAL	168
5.3	LE TERRITOIRE	169
5.4	LES LIEUX DE RENCONTRE	170
6.	LES DÉPLACEMENTS	171
6.1	LES DÉPLACEMENTS DE CHASSE	171
6.2	LES DÉPLACEMENTS EXPLORATOIRES	173
6.3	LES DÉPLACEMENTS A BUT SOCIAL	174
6.4	LES MIGRATIONS	175
6.5	LES CHEMINEMENTS UTILISÉS	176
7.	DYNAMIQUE DE POPULATION	177
7.1	LA MATURETÉ SEXUELLE	177
7.2	LE NOMBRE DE NICHEES	178
7.3	LE NOMBRE DE JEUNES PAR NICHEE	179
7.4	LA PROPORTION DES SEXES	179
7.5	LES CAUSES DE MORTALITÉ	181
	7.5.1 Critique de la méthode d'échantillonnage	181
	7.5.2 Importance du parasitisme	181
	7.5.3 Importance des résidus chimiques	183
	7.5.4 Les causes de mortalité dans les populations étudiées	192
	7.5.5 Synergisme	193
	7.5.6 Le comportement des hérissons et la contamination	194
7.6	LONGÉVITÉ	195
7.7	LES FLUCTUATIONS DE POPULATION	197
7.8	LA DENSITÉ DE POPULATION	198
	CONCLUSIONS	200

APPLICATIONS A LA
PROTECTION DE L'ESPECE

1.	PROTECTION LEGALE	202
2.	PROTECTION DES BIOTOPES	204
3.	PROTECTION DU HERISSON EN MILIEU URBAIN	207
4.	PROTECTION LE LONG DES ROUTES	209
4.1	LES OBSTACLES DE PROTECTION	209
4.2	LES PASSAGES PROTEGES	211
4.3	EMPLACEMENTS FAVORABLES POUR LES OUVRAGES DE PROTECTION	211

SCHLUSS FOLGERUNGEN

ANWENDUNG ZUM SCHUTZ
DIESER TIERART

1.	GESETZLICHER SCHUTZ	221
2.	SCHUTZ DER BIOTOPE	223
3.	SCHUTZ DES IGELS IM STADTGEBIET	225
4.	SCHUTZ AM STRASSENRAND	227
4.1	SCHUTZENDE HINDERNISSE	227
4.2	GESCHUTZTE UBERGANGE	229
4.3	GUNSTIGE STELLEN FUR SCHUTZEINRICHTUNGEN	229

ZUSAMMENFASSUNG

REMERCIEMENTS

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

TABLE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Fig.	Tab.	pages
1	Matériel de radio-tracking utilisé	11
2	Fixation de l'émetteur sur le dos du hérisson	11
1	Répartition des observations obtenues par radio-tracking entre 1976 et 1979	13
3	Code de marquage par couleur	14
4	Jeune hérisson de 2 mois marqué à l'aide d'une barrette auriculaire	15
5	Plan de situation des réseaux routiers et autoroutiers étudiés	17
6	Détermination du sexe par l'examen de la face ventrale	22
7	Localisation des terrains d'étude	26
8	Climatogramme d'Yverdon	27
9	Climatogramme de la Plaine de l'Orbe, station de Bochuz, entre 1975 et 1980	27
10	Délimitation des secteurs de la région d'Yverdon	28
2	Surfaces des secteurs d'étude et des différents types de milieux de la région d'Yverdon	29
11	Délimitation des différentes zones selon les critères de diversité du milieu dans la région d'Yverdon	32
12	Délimitation des secteurs de la région de Suscévaz	35
13	Région d'étude de Cheseaux-Noréaz	36
14	Région d'étude de Mauborget	38
15	Répartition des hérissons dans le canton de Vaud	40
16	Variations du poids corporel de 9 hérissons marqués et recapturés plusieurs fois dans l'année	44
17	Quelques attitudes du hérisson	46
3	Fréquentation des arènes 1 et 11 en 1978	56
18	Quelques attitudes de la parade	51
19	Accouplement	57
20	Schéma du comportement d'autolubrification	59
21	Schéma de construction d'un nid d'hiver	65

22	Expériences de retour au gîte	68
23	Activité de 4 hérissons en chambre climatisée	74
24	Influence de la quantité de nourriture disponible sur l'activité de 4 hérissons en captivité	75
4	Quelques exemples d'activité dominantes de hérissons adultes	77
5	Répartition de l'activité entre avril et novembre calculée en heurs par mois	78
6	Importance relative en % des phases d'activité au cours de l'année chez les adultes	80
7	Influence de la météo sur l'activité de déplacement du Hérisson d'après les relevés journaliers d'animaux tués sur l'autoroute	82
8	Statistique de hérissons trouvés morts sur une partie du réseau routier et autoroutier vaudois entre 1974 et 1978	84
9	Statistique globale de hérissons trouvés morts sur une partie du réseau routier et autoroutier vaudois entre 1974 et 1978	85
25	Cartographie des observations ponctuelles faites dans la région d'Yverdon	87
10	Synthèse des observations ponctuelles obtenues de 1975 à 1980 dans la région d'Yverdon	89
11	Synthèse des déplacements contrôlés par marquage dans la région d'Yverdon	90
26	Domaine vital du mâle n°3 au printemps et en été	93
12	Domaines vitaux de 18 individus de la région d'Yverdon obtenus par radio-tracking	95
27	Domaines vitaux des femelles n° ^{OS} 1 et 2 en avril	96
28	Domaines vitaux des femelles n° ^{OS} 1, 2, 3 et 8 de mi-mai à mi-août	97
29	Arène des Prés du Lac	101
30	Arène de la Prairie	102
31	Quatre déplacements exploratoires du mâle subadulte n° 37 en mai 1978	105
32	Déplacements exploratoires de la femelle subadulte n° 146 en juin 1979	106
13	Déplacements exploratoires de subadultes obtenus par des reprises d'animaux marqués	107

14	Déplacements exploratoires de subadultes obtenus par radio-tracking	108
33	Déplacements à but social chez le mâle n°6 observés en 1976	110
34	Déplacements à but social chez le mâle n°10 au cours du mois de mai 1977	112
35	Déplacements à but social chez le mâle n°18 au cours du mois de mai 1977	
15	Déplacements à but social chez des hérissons adultes obtenus par radio-tracking et par des reprises d'individus marqués	114
16	Déplacements migratoires observés chez des adultes marqués	116
36	Cartographie des déplacements observés par marquage et par radio-tracking dans la région d'Yverdon	117
17	Utilisation des milieux pour le cheminement en zones urbaines	119
18	Utilisation des milieux pour le cheminement en zones agricoles	120
19	Zones les plus fréquentées par les hérissons en déplacement	121
20	Influence de la lisière sur l'utilisation des zones par des hérissons en déplacement	122
21	Répartition mensuelle et réussite des nichées	124
22	Nombre de jeunes élevés en fonction de l'âge des femelles	125
23	Importance et fréquence des nichées observées dans la région d'Yverdon	126
24	Evolution de la sex-ratio au cours de l'année d'après les observations cumulées de 1975 à 1980	127
25	Provenance, sexe et âge des animaux étudiés	129
26	Fréquence des parasites dans les différentes classes d'âge	131
27	Relations existant entre les résidus chimiques et les différents parasites	132
28	Fréquence des parasites dans les zones agricoles et urbaines	133
29	Fréquence, valeur moyenne et valeurs extrêmes données en ppm de la contamination chimique	135
30	Moyennes en ppm des résidus chimiques en fonction de l'âge des animaux	136

31	Moyenne en ppm des résidus chimiques trouvés dans des hérissons provenant de zones agricoles et de zones urbaines	136
32	Récapitulation des cas de mortalité autres que le trafic routier	139
33	Récapitulation des cas de mortalité attribués à un produit chimique	139
34	Synthèse des causes de mortalité connues	140
35	Estimation de la population résidente et reproduction par secteur dans la région d'Yverdon	142
36	Espérance de vie et renouvellement de la population de la région d'Yverdon	143
37	Statistique de hérissons tués sur l'auto-route N1	144
37	Corrélation entre le nombre de hérissons de l'année suivante et les précipitations du mois d'août	146
38	Densité de population résidente et de femelles reproductrices pour chaque secteur étudié	149
38	Répartition du Hérisson dans le Nord vaudois obtenue par extrapolation à partir des secteurs étudiés	151
39	Augmentation du taux de parasitisme	182
40	Distribution par classe d'âge des 53 individus de plus d'un an d'une population finlandaise	196

Fig. Tab.	pages
31 — Moyenne en ppm des résidus chimiques trouvés dans des hérissons provenant de zones agricoles et de zones urbaines _____	136
32 — Récapitulation des cas de mortalité autres que le trafic routier _____	139
33 — Récapitulation des cas de mortalité attribués à un produit chimique _____	139
34 — Synthèse des causes de mortalité connues _____	140
35 — Estimation de la population résidente et reproduction par secteur dans la région d'Yverdon _____	142
36 — Espérance de vie et renouvellement de la population de la région d'Yverdon _____	143
37 — Statistique de hérissons tués sur l'auto-route N1 _____	144
37 — Corrélation entre le nombre de hérissons de l'année suivante et les précipitations du mois d'août _____	146
38 — Densité de population résidente et de femelles reproductrices pour chaque secteur étudié _____	149
38 — Répartition du Hérisson dans le Nord vaudois obtenue par extrapolation à partir des secteurs étudiés _____	151
39 — Augmentation du taux de parasitisme _____	182
40 — Distribution par classe d'âge des 53 individus de plus d'un an d'une population finlandaise _____	196

INTRODUCTION

1. JUSTIFICATION DE LA PRESENTE ETUDE

Les connaissances sur le Hérisson européen sont déjà fort nombreuses. En effet, la recherche dans les domaines de l'anatomie, de la physiologie et de la biologie générale est déjà étayée par de nombreux travaux. Par contre c'est loin d'être le cas dans les domaines de l'écologie.

Depuis 1925 (Loi fédérale du 10 juin 1925 sur la chasse et la protection des oiseaux), le Hérisson, ainsi que d'autres espèces, est protégé dans l'ensemble de la Suisse. Les diverses lois cantonales s'occupant de la protection de la faune reprennent également cette espèce parmi les animaux à protéger. Toutes ces lois ne sont malheureusement pas d'une grande utilité si aucune mesure de protection n'est proposée.

Par exemple, le problème posé par l'importante mortalité routière chez les hérissons, mise en exergue par de nombreuses publications, n'a pas été résolu pour autant. En particulier les points suivants méritaient d'être étudiés :

- Quelle partie de la population est tuée par le trafic routier ?
- La survie de l'espèce est-elle menacée ?
- Quelles sont les autres causes de mortalité et quelle est leur importance ?
- Quelles mesures de protection faut-il prendre ?

De ces questions découlent évidemment la nécessité d'étudier en détail une ou plusieurs populations de hérissons de manière à mieux connaître leur dynamique et afin de mieux connaître les causes et les modalités de ces déplacements si meurtriers. Une étude de l'écologie du Hérisson axée essentiellement sur ces deux points se justifiait donc pleinement.

Certains chapitres, sur l'éthologie ou sur le régime alimentaire, paraîtront insuffisamment étayés. Je n'y ai en effet rapporté que quelques observations disjointes et souvent incomplètes. Ces résultats généralement acquis fortuitement ont tout de même été conservés car ils sont parfois originaux et, surtout, ils facilitent la compréhension du problème général de la protection de l'espèce.

D'autres chapitres, comme ceux traitant de la parasitologie et de la toxicologie n'ont été approchés que globalement par quelques analyses superficielles. Les résultats présentés restent peu convaincants et ne sont pas irréfutables. Mais là aussi ils ont été utilisés pour mieux situer le problème dans un contexte plus général. Chacun de ces sujets mériterait d'ailleurs une étude particulière. J'ai finalement préféré n'y apporter qu'une modeste contribution afin de pouvoir me consacrer plus en détail aux problèmes posés par le trafic routier et l'aménagement du territoire en relation avec les déplacements du Hérisson.

2. PRESENTATION DE L'ESPECE

2.1 SYSTEMATIQUE

Espèce : Hérisson européen.

Nom scientifique : *Erinaceus europaeus* LINNE 1758.

Ordre : Insectivores.

Super-famille : *Erinacoidea* GILL 1872.

Famille : *Erinaceidae* BONAPARTE 1838.

D'après GRASSE (1974), cette famille comprend 9 genres qui sont actuellement limités à l'Ancien Monde.

Les genres *Echinosorex*, *Hylomys*, *Podogymnura* et *Neotetracus* font partie de la sous-famille des *Echinosoricinae*. Ils sont représentés chacun par une espèce. Leur répartition est asiatique.

La sous-famille des *Erinaceinae* GILL 1872 comprend 5 genres.

Le genre *Erinaceus* LINNE compte une douzaine d'espèces paléarctiques réparties sur toute l'Europe et l'Asie.

Le genre *Aethechinus* THOMAS compte une espèce africaine : *Aethechinus algericus*, que l'on rencontre localement sur le littoral méditerranéen ibérique et français (introduction ?).

Le genre *Atelerix* POMEL a 6 espèces d'Afrique tropicale.

Le genre *Hemiechinus* FITZINGER a 2 espèces présentes en Europe orientale et en Inde.

Enfin le genre *Paraechinus* TROUESSART est représenté par 3 espèces d'Afrique du Nord et d'Asie méridionale.

2.2 MORPHOLOGIE

Bien que le Hérisson européen soit suffisamment connu pour que l'on n'entre pas dans les détails, j'emprunterai à HAINARD (1961) la description des traits essentiels de cet animal.

Tête et corps : 25 à 30 cm., queue : 2.5 à 3 cm., hauteur au garrot : 12 à 15 cm., poids : 800 à 1'700 g.

Les faces supérieures de l'animal depuis le front et les flancs sont couvertes de piquants de 2 à 3 cm de longueur, d'1 mm d'épaisseur, gris bruns. Chaque piquant est clair à la base, foncé dans la partie médiane et à pointe claire. Ces piquants (environ 16'000 au total) sont orientés en tous sens et entrecroisés. Les faces inférieures, la tête et les pattes sont recouvertes de poils bruns clairs plus ou moins soyeux. Les pattes courtes et la queue restent peu visibles.

Sous cette description sommaire sont réunis en fait plusieurs formes européennes très semblables. HERTER (1938) a séparé l'espèce *Erinaceus europaeus* en deux sous-espèces : *E.e.europaeus* et *E.e.roumanicus*.

Les travaux de KRAL (1967), GEISLER & GROPP (1967), GROPP & al (1969) et MARKOV & DOBRIJANOV (1974) montrent qu'il existe effectivement des différences dans l'hétérochromatine de plusieurs chromosomes, différences renforcées par plusieurs critères de morphologie et de coloration. Ces observations ont conduit à la séparation de deux espèces : *E. europaeus* L., le Hérisson européen, et *E. roumanicus*, le Hérisson à poitrine blanche.

De plus, dans une analyse récente basée essentiellement sur des critères de dimensions craniennes, HOLZ (1978) a repris le matériel récolté sur l'ensemble de l'Europe par divers auteurs et par lui-même. Il distingue trois formes : *E. europaeus* et *E. roumanicus*, ainsi qu'une troisième forme qui pourrait correspondre à *E. concolor* MARTIN (1837), à *E. roumanicus transcaucasicus* SATURNIN (1909) ou à une espèce non décrite.

2.3 REPARTITION

Selon HERTER (1938), *Erinaceus europaeus* occupe toute l'Europe occidentale jusqu'au 65° de latitude en Scandinavie. Sa limite orientale part de l'Adriatique au niveau de Trieste, traverse l'Autriche, suit l'Oder, puis, partant de la Duna, l'espèce étend son aire de répartition en direction Nord-Est selon une bande qui va jusqu'en Sibérie.

A l'Est de cette limite se rencontre *E. roumanicus*. La troisième forme occuperait, selon HOLZ (1978) une aire touchant la Roumanie et la Bulgarie.

3. ETAT DES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR L'ESPECE

De l'Antiquité au Moyen-âge, le Hérisson n'a pas passé inaperçu car l'imagerie populaire en fournit de très nombreuses représentations. HERTER (1963) et BURTON (1969) citent que déjà PLINE, ZENODOTE & PLUTARQUE, chacun à leur époque décrivent ses principales caractéristiques morphologiques et physiologiques. BUFFON (1767) dans son Histoire naturelle générale et particulière, rappelle la description proverbiale des anciens : "Le renard fait beaucoup de choses, le hérisson n'en fait qu'une grande. Il sait se défendre sans combattre et blesser sans attaquer". Ce remarquable naturaliste ne voit cependant dans le Hérisson qu'un animal primitif qui ne pense qu'à manger et dormir, et qui est prêt à sacrifier ses petits pour recouvrer la liberté.

En règle générale, durant le Moyen-âge, le Hérisson est considéré uniquement comme un animal nuisible, destructeur de volaille et pilleur de nids. Dans de nombreuses régions, les autorités offraient des primes pour sa destruction. Cette notion d'animal nuisible a encore cours actuellement dans certaines chasses gardées d'Allemagne ou de France.

En dehors des bestiaires du Moyen-âge et de la petite histoire naturelle plus ou moins entachée de légende, il faut attendre 1895 où PHISALIX publie des expériences sur la résistance du Hérisson à certains poisons naturels, tels que les venins de vipères, d'abeilles, de la cantharidine ou de la bufonine.

En 1911 BARRETT-HAMILTON dans son "History of british mammals" décrit en détail son anatomie.

A partir de cette date les écrivains de la nature vont s'intéresser davantage au hérisson. Tout en donnant une idée de la popularité de l'animal, ces écrits n'ont cependant contribué que faiblement à élargir la connaissance que nous en avons.

Dans le domaine de la zoologie, c'est surtout à partir de 1930 que le hérisson en tant qu'animal de laboratoire a fait l'objet d'études détaillées.

Auparavant nous trouvons encore quelques faits intéressants. En 1912 HECK décrit pour la première fois le curieux comportement d'autolubrification propre à tous les hérissons. En 1923, KOEFOED observe enfin correctement dans la nature l'accouplement. Il constate que, contrairement à tous les écrits antérieurs, il se fait en position dorso-ventrale.

Avec ZONDECK (1924) et GROEBBELS (1926) l'hibernation commence à intéresser les physiologistes. Par la suite, HERLANT (1932), EISENTRAUT (1933, 1935 et 1956), puis UIBERALL (1934) s'intéressent également aux mammifères hibernants. Mais ce sont surtout SUOMALAINEN et ses élèves qui vont publier toute une série de travaux sur le sujet entre 1935 et 1970. Sujet non épuisé puisqu'on trouve encore actuellement de nombreux travaux (FOURRE & al 1974, FAURE 1975, HOO-PARIS & al 1975, KRAMM & al 1975).

En 1951 LINDEMANN publie une étude sur la psychologie et le comportement de hérissons en captivité.

Les hécatombes de hérissons tués par le trafic routier vont inquiéter tout d'abord DAVIES (1957) en Angleterre.

Il sera suivi par plusieurs auteurs ; BROCKIE (1960) en Nouvelle Zélande, HODSON (1960) en Angleterre, KONIG (1965) en Allemagne, HANSEN (1969) au Danemark, MASSEY (1972) à nouveau en Angleterre et d'autres encore.

A partir de 1932 HERTER va consacrer de nombreuses recherches aux hérissons. Sa monographie sur le Hérisson européen représente l'ouvrage clé des études consacrées à cette espèce. Jusqu'à ce jour cet auteur a publié une vingtaine d'articles sur la répartition, la taxonomie et le comportement des espèces et sous-espèces de la zone paléarctique.

En 1934 DEANESLY et ALLANSSON publient deux travaux de base sur le cycle évolutif des organes de la reproduction. Ces travaux seront repris plus tard avec l'évolution de la technique du microscope électronique par plusieurs auteurs : GIROD & al (1965), PEYRE (1968) et PEVET (1975).

En Nouvelle Zélande où le Hérisson européen a été introduit vers 1870 (WODZICKI 1950), BROCKIE va inaugurer une longue série de travaux d'écologie (1957, 1959, 1960, 1964, 1974, 1975 et 1976). Travaux qui seront poursuivis par CAMPBELL (1973) puis par PARKES (1975) et PARKES & al (1977).

En Angleterre BURTON recueille un grand nombre d'observations et s'intéresse plus particulièrement à l'autolubrification (1957 et 1969). MORRIS étudie pour sa part la population londonienne (1966, 1970a et b, 1971, 1973) et met au point une méthode absolue de détermination de l'âge des hérissons.

En Autriche PODUSCHKA va étudier plus particulièrement le Hérisson de Roumanie, *E. roumanicus*. Il apporte des observations originales sur l'autolubrification et sur l'écholocalisation (1969) puis se préoccupe de pathologie (PODUSCHKA & al 1972 et 1977, PODUSCHKA 1979). Ces derniers travaux, avec ceux du Suisse ISENBUGEL (1976), jouent un rôle important en médecine vétérinaire.

Ces dernières années plusieurs travaux d'écologie et de biologie générale ont été entrepris un peu partout en Europe. Ce regain d'intérêt est surtout axé sur la protection de l'espèce.

En Suède, à partir de 1970, sous l'impulsion de ERLINGE, toute une série de travaux sur l'écologie du Hérisson vont se réaliser. LINDGREN & ERLINGE (1973), LOEFQVIST (1973) GORANSSON & al (1976) puis KRISTIANSOON & ERLINGE (1977) s'intéressent aux parasites, aux déplacements, au domaine vital et à la mortalité routière. Leurs résultats ne sont encore que partiellement publiés.

En Autriche, ESSER & REICHHOLF ont entrepris une étude générale sur la biologie du Hérisson. Ils se préoccupent entre autre des causes de mortalité. Leur première publication (1980) porte sur la mortalité routière.

En France, le domaine vital et les déplacements sont actuellement étudiés à Chizé au Centre d'études biologiques des animaux sauvages.

METHODES DE TRAVAIL ET

MATERIEL UTILISE

1. OBSERVATION DE L'ACTIVITE EN CAPTIVITE

De septembre 1974 à janvier 1975, 4 hérissons ont été élevés en captivité afin d'étudier leur activité. Ils disposaient d'un enclos de 1,5 x 3 m. dont le sol était recouvert de feuilles mortes et d'humus. La nourriture composée d'aliments vitaminés pour les chats, de fruits secs, de graines oléagineuses et de flocons de céréales était à disposition en quantité suffisante. Un réservoir d'eau fournissait le liquide nécessaire.

Périodiquement, par groupe de 2, les animaux ont été placés dans une cage de 1 x 2 m. installée dans une chambre climatisée. La nourriture et l'eau étaient placées à une extrémité de la cage alors que le nid, une caissette remplie de feuilles mortes, se trouvait à l'autre extrémité. Cette disposition a permis d'enregistrer l'activité des animaux au nid ou à la mangeoire en plaçant sous le plancher de la cage deux cellules d'enregistrement.

L'enregistrement automatique de l'activité des animaux était assuré par des cellules du type "Animex LKB Farad" qui sont sensibles aux variations provoquées par le déplacement d'une masse dans un champ électromagnétique. Chaque mouvement est enregistré sous forme d'une impulsion. Les impulsions sont totalisées par minute ou par groupe de minutes sur une imprimante. Les animaux ont été placés dans une chambre climatisée (modèle CONVIRON PGV-36LT) qui peut être programmée de 15' en 15' selon la température et l'humidité de l'air désirées. Pour ces expériences je n'ai utilisé que 4 niveaux de température et d'humidité par période de 24 heures. Un thermo-hydrographe indépendant de la climatisation a été placé dans l'enceinte climatisée afin de vérifier le bon fonctionnement du programme.

Les 4 animaux utilisés pour cet essai étaient : un mâle adulte de 1180 g., un mâle subadulte de 700 g., une femelle subadulte de 680 g. et une femelle juvénile de 220 g.

2. OBSERVATION EN SEMI-CAPTIVITE

Afin de pouvoir disposer en permanence de quelques individus, j'ai construit, dans un verger mis à ma disposition, un enclos de 1'700 m². La clôture haute de 1 m. était enterrée de 10 cm. Un retour horizontal de 20 cm. placé du côté intérieur sur le haut de la clôture limitait les possibilités d'évasion. Ce système partiellement efficace s'est avéré nécessaire car le Hérisson escalade facilement les clôtures voir les angles de murs rugueux.

En principe les deux ou trois animaux gardés ainsi en captivité trouvaient dans l'enclos suffisamment de nourriture. Cependant une ou deux fois par semaine, je complétais leur menu par des déchets de viande ou par divers aliments tels que des fruits, des graines oléagineuses ou du fromage. L'observation des animaux en enclos a permis de constater les relations de dominance entre individus. Ces animaux ont surtout été utilisés pour les essais de marquage et de fixation des émetteurs.

8 individus d'âge, de sexe et de taille différents ont séjourné entre quelques jours et plusieurs mois dans cet enclos. Tous ont fini par s'échapper.

3. OBSERVATION DANS LA NATURE

3.1 LA PROSPECTION

La recherche des hérissons par battue est impraticable car ils ne fuient pas devant un danger mais se mettent simplement en boule. On ne peut donc pas les déloger d'un fourré, par exemple.

Le pléage est plus intéressant. Autrefois les piégeurs prenaient des hérissons à l'aide de collet appâtés avec des panes de lapins ou avec de la valériane, *Valeriana officinalis*, qui possède la même odeur. J'ai effectivement pu constater que les viscères de mammifères (déchets d'abattoir) les attiraient si ils étaient placés à proximité d'un passage. Cet appât placé dans un piège du genre nasse à 2 entrées ou cage avec porte à bascule, m'a permis de faire quelques captures. Cependant le volume des trappes et la faible densité de hérissons m'ont fait renoncer à l'emploi systématique de pièges.

Une jeune femelle de hérisson en oestrus, enfermée dans une cage, et placée dans une nasse m'a permis de capturer 5 mâles en 3 nuits de piégeage. C'est le seul cas où le piégeage a été vraiment efficace.

Après différents essais, l'observation directe par affût ou par approche a été finalement la méthode retenue. En effet, les hérissons en activité ne sont en général pas très discrets. Avec un peu d'ouïe, on peut percevoir à plusieurs mètres les expirations saccadées d'un hérisson en chasse. De plus, il remue fréquemment de la litière ou des feuilles mortes. Il est donc repérable.

L'exploration systématique des pelouses ou des prairies à l'aide d'une bonne torche électrique m'a permis de découvrir également beaucoup d'animaux.

De plus, entre 1975 et 1977, j'ai utilisé un chien pour rechercher les hérissons. Dans de nombreuses réserves de chasse françaises ou allemandes, les gardes utilisent souvent des chiens pour capturer les hérissons qu'ils accusent de nuire au gibier. Les chiens d'arrêt sont, semble-t-il, les plus appropriés. Le Braque allemand que j'avais dressé pour la recherche de hérissons était très efficace. Son flair lui permettait de trouver rapidement un hérisson actif à une distance de plus de 50 m. Il ne trouvait par contre que rarement un nid.

Tous les secteurs de forêt, de culture et de prairie ont été prospectés à l'aide du chien. Dans les agglomérations ou simplement à proximité de maisons, l'usage du chien n'était guère possible, car la présence de chats, de volailles ou d'autres chiens provoquait trop de perturbations.

3.2 L'OBSERVATION

L'observation directe des hérissons n'est guère possible car ils sont sensibles à la présence d'un observateur, même éloigné d'une dizaine de mètres. L'usage souvent nécessaire d'un éclairage perturbe généralement d'autant plus leurs activités. C'est pourquoi j'ai recouru à l'utilisation d'un tube amplificateur de lumière et à un système d'émetteur qui permettent l'observation à distance.

3.2.1 L'amplificateur de lumière

L'appareil utilisé, du type PK 300, a été construit par la firme PK ELECTRONIC à Hamburg. Il permet une amplification de la luminosité de 85 à 100'000 fois.

Il a été employé avec un objectif de 75 mm de focale et avec une ouverture de 1 : 1,4. Le grossissement de 3,5 fois permet une excellente observation d'un hérisson éloigné de 20 à 30 m. A cette distance l'animal n'est pas gêné par la présence de l'observateur et poursuit normalement son activité.

3.2.2 Système de radio-tracking

L'ensemble de l'appareillage émetteur-récepteur employé a été développé par la firme DAVTRON (USA) (Fig. 1).

L'émetteur choisi est celui utilisé généralement pour les animaux de taille moyenne, tels que les lièvres ou certains mustélidés. Il se présente sous la forme d'un cube de 4 cm³. pesant 10 g. et muni d'une antenne en boucle (8 cm. de diamètre) prévue initialement pour être incluse dans un collier.

La fréquence utilisée est de 27,5 MHz (norme imposée par les PTT).

Les batteries au Lithium employées permettent une durée théorique d'émission continue de 3 à 4 mois.

L'émetteur en fonction, batterie et antenne comprises, pèse 22 g., ce qui est un poids tout à fait acceptable pour un animal de 1 kg. et plus.

La morphologie du Hérisson ne permet pas de fixer un collier ou un harnais sur le corps de l'animal. C'est pourquoi j'ai imaginé un système de fixation dorsale. Un morceau de cuir perforé est fixé sur les piquants dorsaux au niveau des épaules à l'aide d'une colle rapide à deux composants (ARALDIT). Il permet d'attacher un émetteur et de le changer rapidement par la suite si nécessaire (Fig. 2).

Un film plastique placé dans la boucle de l'antenne permet d'éviter les accrochages aux branches. L'animal se déplace sans aucune gêne, émetteur et antenne étant plaqués sur son dos.

Le récepteur possède 10 canaux dans la bande de fréquence de 27,5 MHz et permet donc de suivre simultanément 10 animaux porteurs d'émetteur.

L'antenne de réception est une boucle en tube aluminium de 40 cm. de diamètre pourvue d'un manche pour la manipulation.

L'ensemble du système de réception, aisément transportable (poids total environ 1 kg.), permet à l'observateur de se déplacer à pieds dans tous les terrains.

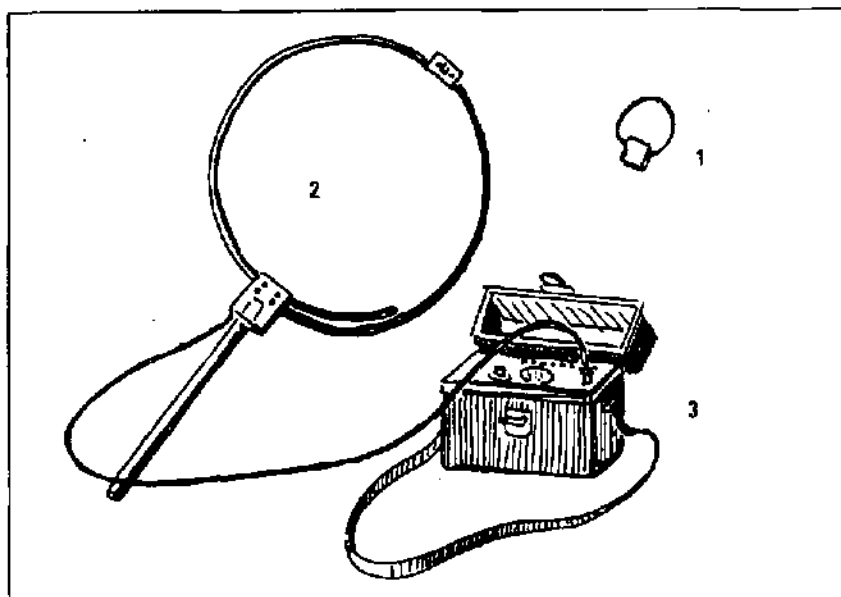


Figure 1

Matériel de radio-tracking utilisé (Modèle DAVTRON USA)
1. Collier émetteur, 2. Antenne de réception, 3. Récepteur.
Beim Radio-tracking gebrauchtesmaterial (DAVTRON USA).
1. Senderhalsband, 2. Empfangsantenne, 3. Empfangsgerät.

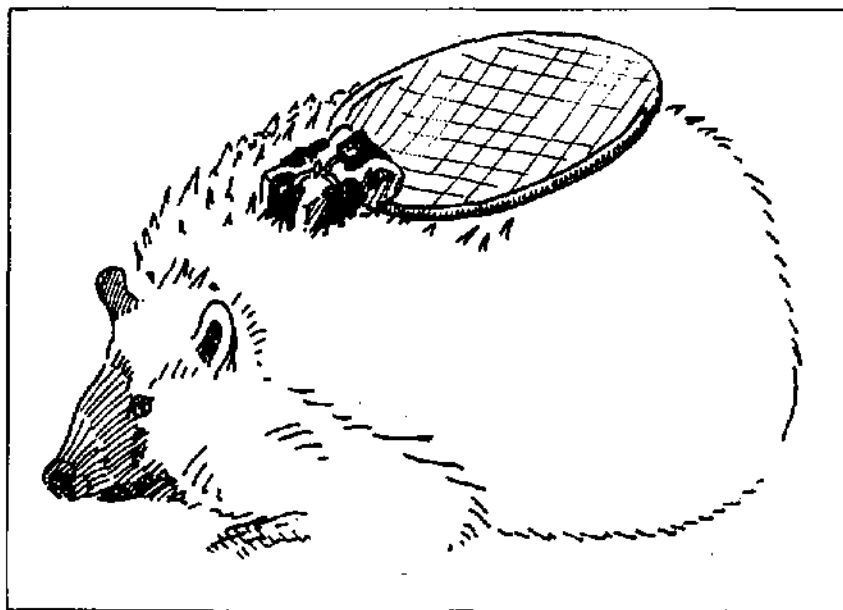


Figure 2

Fixation de l'émetteur sur le dos du hérisson.
Le harnai en cuir est collé aux piquants dorsaux.
Anbringung des Senders auf dem Rücken des Igels.
Das Gurtzeug aus Leder ist an den Rückenstacheln befestigt.

L'animal-émetteur est repéré par radio-goniométrie. La position de l'antenne réceptrice indique la direction de la source d'émission alors que l'intensité du signal reçu permet d'apprécier la distance. En se déplaçant latéralement de quelques mètres on obtient la confirmation de la position de l'animal.

L'appareillage utilisé permet de repérer en terrain plat un animal-émetteur éloigné de 500 m. lorsque l'antenne réceptrice est tenue en main. A partir d'une position surélevée (toit d'un véhicule ou bâtiment) la possibilité de repérage augmente d'1 km. et plus.

Les ondes parasites et les obstacles à la propagation des ondes sont très nombreux, par exemple : les lignes électriques à haute tension, les moteurs électriques, les constructions métalliques et les cours d'eau. Ils gênent parfois gravement le repérage mais la perturbation est momentanée selon la position de l'animal.

Dans la pratique je n'ai suivi qu'un et parfois deux animaux à la fois. Car, d'une part les risques de perdre l'animal sont grands (déplacements importants), d'autre part l'observation d'un individu demande beaucoup de travail.

Une fois repéré l'animal a été en général suivi à une distance moyenne de 50 m. Lorsqu'il stationnait je cherchais à l'approcher. L'observation à l'aide de l'amplificateur de lumière permettait alors de noter avec précision son activité et les contacts avec d'autres individus.

De 1976 à 1979 j'ai fixé des émetteurs sur 36 hérissons pour des périodes variant de quelques jours à 85 jours. Les observations ont été réparties de mars à novembre entre les subadultes et les adultes des deux sexes (Tab. 1).

3.3 METHODES DE MARQUAGE

Le marquage individuel est indispensable dans l'étude suivie d'une population animale. Les méthodes connues, utilisées pour les mammifères, sont nombreuses. Pour les hérissons j'ai adopté plusieurs méthodes complémentaires.

3.3.1 Marquage par couleur

Les taches de couleur visible à distance permettent une identification individuelle sans devoir capturer pour autant l'animal.

	Ind. no	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Subad. N = 7	11				—								
	37					—							
	47							—					
	71									—			
	105								—				
	128											—	
	146							—					
♂♂ ad. N = 16	1				—	—	—						
	3				—	—	—	—					
	10				—	—							
	16					—							
	19					—							
	15						—						
	8								—				
	56				—							—	
	58				—								
	62						—						
	64							—					
	67							—			—		
	85				—								
	86				—								
101					—								
127									—				
♀♀ ad. N = 13	1				—	—	—						
	2				—	—	—	—					
	3				—	—	—						
	8					—	—						
	19									—			
	32												
	52						—	—					
	78	—	—	—									—
	83				—	—	—						
	99					—							
	104								—				
	113									—	—		
	129												
141				—							—		

Tableau 1

Répartition des observations obtenues par radiotracking entre 1976 et 1979.

Verteilung der durch "radio-tracking" erhaltenen Beobachtungen zwischen 1976 und 1979.

Après essais de différents types de colorants, j'ai retenu une série de 9 couleurs pour tissus "Silka" fabriquées par TALENS (Hollande). Ces couleurs applicables à froid au pinceau tiennent relativement bien sur le pelage des animaux. En particulier, les couleurs vertes, jaunes, blanches et rouges restaient visibles après 10-12 mois, ce qui était largement suffisant pour les observations saisonnières.

L'utilisation simultanée de deux couleurs et la position des taches sur le dos permettent le marquage de plusieurs centaines d'individus (Figure 3).

Le marquage par couleur était forcément complémentaire d'un marquage permanent par bague ou per barrette auriculaire.

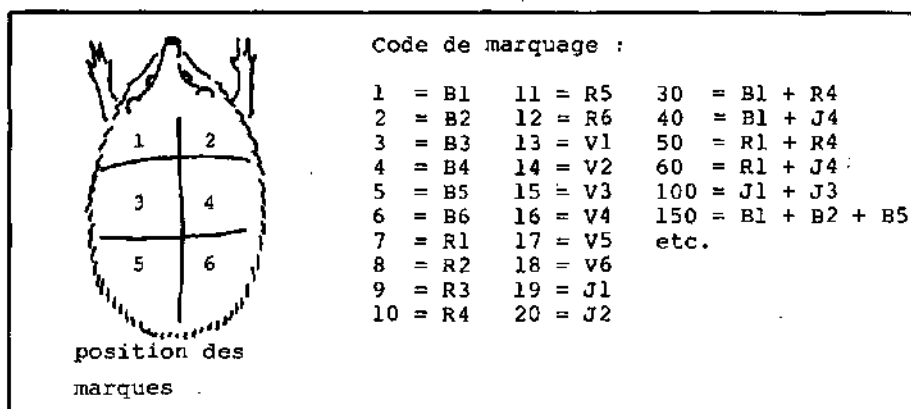


Figure 3

Code de marquage par couleur.

B = blanc; R = rouge; V = vert; J = jaune

Schlüssel der Markierungen durch Farbe.

B = weiss; R = rot; V = grün; J = gelb

3.3.2 Marquage par bague

L'idée d'un marquage à l'aide d'un anneau métallique placé à une patte a été reprise d'un essai fait par Herter (1938) en Allemagne.

Une série spéciale de bagues, de même modèle que la bague n° 5 à corvidés utilisée par les ornithologues européens, a été posée sur une cinquantaine de hérissons.

Cette méthode s'est avérée utilisable uniquement pour les adultes ayant atteint leur taille définitive. Chez les jeunes individus les bagues sont trop grosses et tombent. Chez les subadultes ou chez les adultes de

petite taille les bagues également trop grosses risquent de bloquer l'articulation. L'utilisation de bagues plus petites ou l'écrasement de la bague n° 5 entraînent une paralysie du membre.

Ces bagues ont été posées aux pattes postérieures, au-dessus du talon.

Cette méthode a été abandonnée en raison des pertes et des accidents.

3.3.3 Marquage par barrette auriculaire

Ce type de marque est couramment utilisé pour les animaux de laboratoire tels que les cobayes, les lapins ou les rats. Par contre cette méthode est relativement peu utilisée en nature car les pertes de marques par grattage ou arrachage sont nombreuses.

Dès 1976 je l'ai utilisée systématiquement en plaçant une barrette à chaque oreille par mesure de sécurité. En 4 ans, avec le marquage de 247 hérissons, je n'ai constaté que deux fois la perte d'une barrette. Cette méthode est donc très fiable pour le Hérisson (Fig. 4).

La lecture de cette marque n'est pas possible sans la capture de l'animal, c'est pourquoi le marquage par couleur reste indispensable. Comme pour celle de la bague, pour la pose de barrettes il a fallu endormir à l'éther les animaux. Cette anesthésie a été pratiquée de toute manière pour examiner les animaux capturés.



Figure 4

Jeune hérisson de deux mois marqué à l'aide d'une barrette auriculaire.

Junger Igel von 2 Monaten mit Hilfe einer Ohrenklammer markiert.

3.4 ENQUETE ET COLLABORATION DES HABITANTS

Le Hérisson est un animal suffisamment caractéristique et populaire pour que les observations fournies par les habitants d'une région puissent être utilisées dans un travail scientifique.

Dans cette étude j'ai largement sollicité la collaboration des gens pour obtenir des indications sur la présence du Hérisson.

Pour définir la répartition de l'espèce dans le canton de Vaud, j'ai relevé la présence de cadavres de hérissons sur les routes, mais j'ai surtout interrogé les gens. En basse altitude, la non-observation de l'espèce n'indique pas obligatoirement son absence car elle peut être très discrète et passer inaperçue. En montagne, par contre, elle paraît très strictement inféodée à l'habitat humain. Par exemple, les paysans décèlent à coup sûr sa présence dans les granges à foin ou dans les étables.

En ville d'Yverdon, j'ai périodiquement fait connaître la nature du travail en cours en distribuant des questionnaires à tous les propriétaires fonciers. Je demandais qu'on me signale par écrit ou par téléphone les observations suivantes :

- présence régulière de hérissons sur leur propriété
- présence d'un nid ou d'une nichée
- présence d'animaux marqués (avec précisions sur la disposition des taches de couleur)
- trouvaille d'animaux péris (pour analyse).

Au cours des trois années (1977-1979) qu'a duré cette enquête, j'ai obtenu ainsi plusieurs centaines d'observations. De nombreuses personnes se sont intéressées à cette espèce et ont pu me fournir des renseignements très précis.

Par recoupement d'observations, j'estime que très peu de nichées ou d'animaux marqués sont passés inaperçus. Par contre des cadavres ont souvent été enterrés sans que j'en aie connaissance.

4. RELEVES D'ANIMAUX TUES SUR LES ROUTES

Deux sources différentes m'ont fourni les dates de cette étude : Les services d'entretien des autoroutes vaudoises et les relevés personnels sur un réseau de routes cantonales.

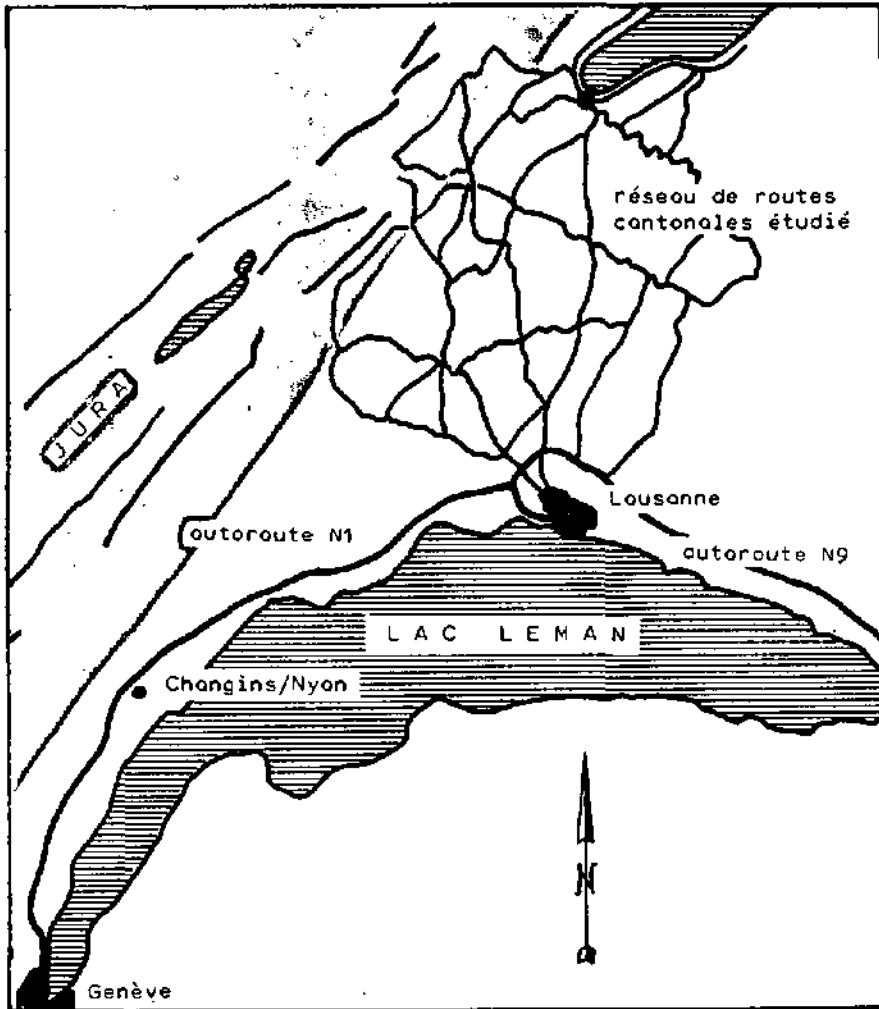


Figure 5

Plan de situation des réseaux routiers
et autoroutiers étudiés.

Lageplan des untersuchten Strassen-
und Autobahnnetztes.

Dès l'ouverture de la Route nationale 1 entre Lausanne et Genève en 1964, la gendarmerie, puis les services d'entretien des autoroutes, ont noté systématiquement tous les animaux tués par le trafic. Leur cahier des charges prévoit, en effet, au minimum un parcours journalier de toutes les chaussées d'autoroute afin de relever, d'évacuer et de signaler les dégâts et les causes d'accidents possibles. Entre autre, les animaux morts sont identifiés et leur emplacement noté.

Ainsi j'ai pu disposer pour cette étude des statistiques suivantes :

- N1, tronçon Lausanne-Genève, 1964 à 1980, soit 60 km
- N9, tronçon Lausanne-Rennaz, 1974 à 1980, soit 40 km

De 1974 à 1978, j'ai parcouru régulièrement 339 km du réseau routier vaudois pour y relever les animaux tués. Plus particulièrement, les routes comprises entre Yverdon, Moudon, Lausanne et La Sarraz ont été empruntées au moins une fois par semaine au cours de la belle saison (Fig. 5). En plus du lieu exact et de la date des trouvailles, le sexe et l'âge des hérissons tués ont souvent pu être notés suivant l'état du cadavre.

Au total ce sont 3'452 hérissons tués par le trafic routier qui ont pu être ainsi étudiés.

5. ANALYSE DES HERISSONS MORTS

5.1 RECOLTE DU MATERIEL

La centaine de hérissons péris, récoltée entre 1977 et 1980, provient de deux sources différentes. Les animaux de provenance vaudoise ont été récoltés par moi-même, sur les terrains d'étude de populations de hérissons. Quelques animaux ont été envoyés par des particuliers à l'Institut vétérinaire cantonal de Galli Valerio.

La totalité des animaux provenant de Suisse alémanique a été récoltée par l'un des "Centres de soins pour hérissons" existant à Zürich, Winterthur et Bâle. En effet, sur les centaines de hérissons recueillis annuellement, quelques uns, trop gravement atteints, y périssent, malgré les soins.

La majorité des animaux récoltés sont morts sans que la cause soit déterminée. Seuls quelques individus avaient visiblement été accidentés sur une route.

5.2 FICHE DE RENSEIGNEMENT

Chaque hérisson récolté était accompagné d'une fiche (annexe 1), sur laquelle la personne qui l'avait découvert devait indiquer :

- Lieu et date de provenance.
- Description de la région (type de zone, éléments du paysage, sources de pollution).

Cette fiche était complétée, au cours de l'examen parasitologique et chimique, par les renseignements suivants :

- Sexe, âge, poids.
- Examen extérieur (lésions, ectoparasites).
- Résultats de l'autopsie (lésions, endoparasites).
- Résultats de l'analyse chimique.

5.3 CONSERVATION DU MATERIEL

Pour des raisons pratiques, les animaux n'ont souvent pas pu être analysés le jour même de leur récolte. C'est pourquoi, ils ont généralement été conservés dans un congélateur.

De même, après dissection, les foies entiers ou broyats de foie utilisés pour la recherche de résidus chimiques ont été placés dans des récipients de verre fermés par une feuille de papier aluminium, pour être conservés au congélateur.

5.4 ANALYSE PARASITOLOGIQUE ET AUTOPSIE

Les endoparasites ont été recherchés dans l'ensemble des organes par dissection et examen à la loupe binoculaire.

Du fait de la congélation et parfois du début de la décomposition des tissus, l'identification des parasites présents, jusqu'au niveau de l'espèce, n'a pas toujours été possible. Il a généralement fallu se contenter de la famille ou de la classe.

Pour la quantification, nous avons opté pour une cotation très simple, couramment utilisée en médecine vétérinaire. Soit :

- 0 absence du parasite
- 1 infestation faible
- 2 infestation moyenne
- 3 infestation massive.

Sur les 101 hérissons analysés, 57 l'ont été par moi et le solde par l'Institut vétérinaire cantonal de Galli Valério à Lausanne. Ce dernier s'est chargé de la totalité des analyses bactériologiques des animaux présentant des symptômes d'infection. Quelques individus capturés vivants et soignés pendant quelques jours dans un des trois "Centre pour hérissons" ont fourni des renseignements sur les parasites par l'analyse des fèces contenant les oeufs et les larves. En outre, au cours de l'autopsie, toutes les lésions, malformations, traumatismes internes et autres observations ont été notées sur la fiche de l'animal.

5.5 ANALYSE CHIMIQUE

La totalité des analyses chimiques ont été confiées au Laboratoire cantonal vaudois à Lausanne.

Les résidus recherchés étaient les suivants :

- Les pesticides organochlorés tels que : Hexachlorobenzène, Lindane, Heptachlore époxyde, Dieldrine, Chlorobenside, Dichlorodiphényl-trichloréthane.
- Les Polychlorobiphényles (PCB).
- Les métaux lourds tels que : Plomb, Mercure, Cadmium.

De cette manière, les principaux polluants des écosystèmes étaient recherchés.

Les techniques analytiques utilisées ont déjà été décrites en détail (JUILLARD et al. 1978). On peut les résumer de la manière suivante :

Les biocides organochlorés et les PCB sont extraits de l'homogénéisat de foie par un mélange isopropanol-hexane, puis purifiés par chromatographie d'absorption, avant d'être analysés par chromatographie en phase gazeuse.

Les métaux lourds sont quantifiés par spectrophotométrie d'absorption atomique après minéralisation à chaud du même homogénéisat à l'aide d'acide nitrique concentré.

5.6 CHOIX DE L'ORGANE A ANALYSER

Différentes possibilités existent lorsqu'il s'agit de choisir un organe pour la recherche des résidus chimiques.

Les métaux lourds s'accumulent facilement dans les phanères. Les muscles et les tissus adipeux emmagasinent pratiquement tous les résidus chimiques.

Cependant, le foie, par ses fonctions physiologiques, constitue l'organe accumulateur par excellence. De plus, il est suffisamment volumineux et facile à prélever. C'est pour ces raisons qu'il a été choisi pour nos analyses.

Sur chaque hérisson autopsié, l'organe entier a été prélevé, découpé et broyé, conservé au congélateur dans une éprouvette de verre pour l'analyse chimique.

5.7 RECHERCHE DE LA PRESENCE DE METALDEHYDE

Les méthodes analytiques actuelles ne permettent pas de déceler la présence éventuelle de résidus de métaldéhyde. En effet, dès son ingestion, ce produit est rapidement décomposé et métabolisé. Sa présence n'est alors plus décelable.

Théoriquement, l'analyse du bol alimentaire devrait permettre de prouver sa présence. Malheureusement, les hérissons récoltés ne sont analysés, dans le meilleur cas, que plusieurs heures après leur mort. Les quelques hérissons recueillis vivants ont été soignés et nourris, avant de mourir. Cette méthode n'a donc pas pu être utilisée.

Les preuves d'intoxications dues au métaldéhyde manquent totalement. Toutefois, le diagnostic et par conséquent de fortes présomptions de cas de mortalité dus à ce produit, a été posé lorsque les conditions suivantes étaient remplies :

- Epannage le jour même ou les jours précédents de granulés anti-limaces, sur le lieu où l'animal a été trouvé mort.
- Observation de symptômes caractéristiques d'une intoxication aiguë due au métaldéhyde.

Un rapport hollandais (SPIERENBURG 1979) provenant de l'Institut vétérinaire central à Rotterdam, décrit les symptômes de fouines et de blaireaux trouvés agonisants dont le contenu stomacal a révélé la présence de métaldéhyde.

Les symptômes décrits sont, par ordre d'importance : sur l'animal vivant :

- paralysie partielle ou totale
- hyperactivité désordonnée
- diarrhée
- tendance à mordre

à l'autopsie :

- oedème ou emphysème pulmonaire
- rate dilatée, pâle
- foie pâle ou multicolore (nécroses)
- entérite intestinale séreuse.

6. DETERMINATION DE L'AGE ET DU SEXE

Bien que la différence de taille soit parfois importante entre les deux sexes, HERTER (1938) a montré qu'elle n'était pas significative. Il n'y a donc pas de dimorphisme sexuel chez le Hérisson.

Une fois capturé, seule la position de l'orifice génital permet de différencier les mâles et les femelles. Chez le mâle, la distance entre l'orifice de l'étui pénien et l'anus est égale au quart ou au tiers de la longueur ventrale (Fig.6). Chez la femelle, la distance entre l'orifice génital et l'anus représente environ le dixième de la longueur ventrale.

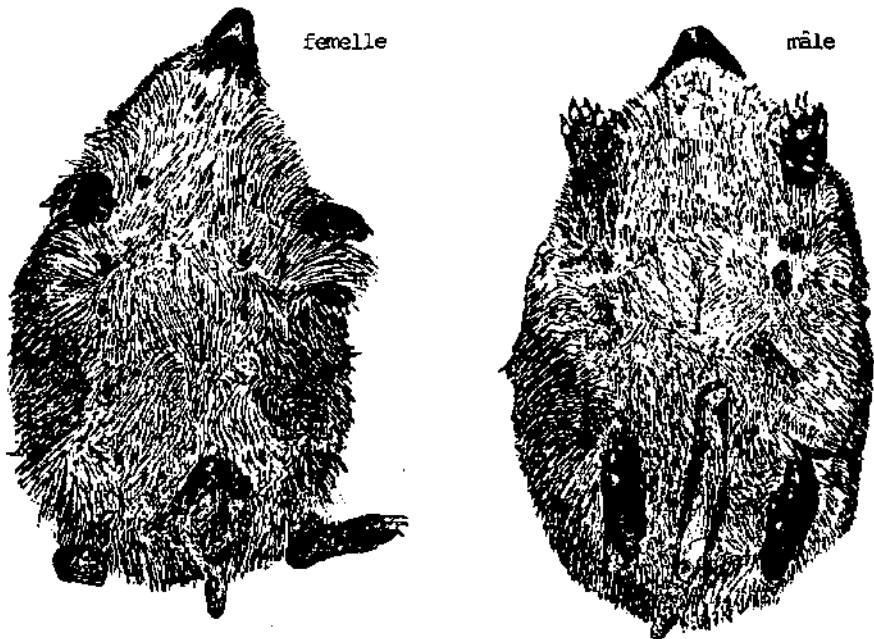


Figure 6

Détermination du sexe par l'examen de la face ventrale. La position de l'orifice génital par rapport à l'anus permet de différencier les mâles des femelles.

Geschlechtsbestimmung durch Untersuchung der Bauchseite. Die Lage der Geschlechtsöffnung im Verhältnis zum After erlaubt die Unterscheidung zwischen Männchen und Weibchen.

Différentes méthodes sont possibles pour déterminer l'âge des hérissons.

L'état de fusion des épiphyses examinées aux rayons-X permet de différencier les subadultes des adultes (WAGENEN & ASLING 1958).

Le pesage du cristallin (LORD 1959) est également une méthode possible, mais elle n'a pas été utilisée jusqu'à maintenant.

Une méthode précise pour cette espèce a été proposée par MORRIS (1970). Elle s'inspire de celles de CHAPSKII (1952) et de LAWS (1960). Le Hérisson étant un hibernant, l'examen de coupes minces de la mâchoire au niveau de la dernière molaire, permet de distinguer des stries annuelles de croissance du périoste à l'extrémité des racines dentaires.

KRISTOFFERSSON (1971) a appliqué cette méthode à une population finlandaise.

Pour éviter de sacrifier des animaux j'ai renoncé à cette méthode précise pour n'utiliser que des critères morphologiques sur l'animal vivant :

- Le poids du corps augmente rapidement jusqu'à une année où il atteint environ 800 g. Les individus plus âgés présentent un poids qui varie entre 750 g. et 1'750 g. selon l'état de santé et l'accumulation saisonnière des masses graisseuses.
- La coloration du pelage varie également en fonction de l'âge. Jusqu'à un an les piquants dorsaux sont très nettement bicolores : la partie médiane est noire ou brun foncé alors que les extrémités sont blanches ou jaunâtres. Avec l'âge tous les individus deviennent unicolores, tous les piquants devenant bruns.
- L'usure des dents permet de séparer les individus âgés, car, à partir de 4 ans (parfois 3 ans), elle est nettement visible.

Tout au long de cette étude je me suis contenté de ces trois critères pour fixer les classes d'âge suivantes :

- Les juvéniles, nés au cours de l'année, se distinguent par leur petite taille et la coloration claire de l'extrémité de leurs piquants.
- Les subadultes qui n'ont pas encore un an mais ont déjà passé un hiver, sont également reconnaissables par leur petite taille, leur pelage dense et clair.

- Les jeunes adultes, âgés de 1 à 3 ans, ont généralement des piquants plus clairsemés, faiblement bicolores. Leur dentition est intacte.
- Les vieux adultes, âgés de 4 ans et plus, sont unicolores avec une dentition usée.

Cette méthode est sujette à caution notamment en ce qui concerne la distinction entre les jeunes adultes et les vieux adultes car l'usure des dents est parfois très rapide. Toutefois, avec la pratique du marquage, ce sont moins de 5 % (12 : 247) des cas où une erreur de détermination d'âge a pu être constatée.

7. LE CLIMAT

Les données météorologiques utilisées dans cette étude proviennent de l'Institut fédéral de météorologie à Zürich.

Pour le nord vaudois, les données ont été fournies par la station de Bochuz à Orbe. Cette station est située dans la plaine de l'Orbe à 7 km, au Sud-Est d'Yverdon et à 440 m. d'altitude.

Dans l'étude des animaux tués sur l'autoroute Lausanne-Genève, j'ai utilisé les domaines de la station de Changins sur Nyon. Cette dernière se trouve en bordure d'autoroute à 460 m. d'altitude.

Ces mesures ont été complétées par des relevés quotidiens effectués à Yverdon et à Mauborget à l'aide de thermo-hydro-barographes et de pluviomètres.

LES TERRAINS D'ETUDE

Les 4 terrains d'étude (Fig. 7) sont situés dans le nord du canton de Vaud (Suisse). Ils sont représentatifs des différents types de milieux de la région. Chaque terrain a été divisé en plusieurs secteurs. Ces derniers recouvrent les milieux suivants :

- Le marais
- La forêt humide
- La forêt caducifoliée de pente
- Les terres agricoles de grandes cultures et cultures maraîchères
- Les prairies naturelles et artificielles
- Les agglomérations urbaines et rurales.

La climatologie détaillée de la région a été étudiée par SCHREIBER (1968) et par PRIMAULT (1972), je n'en rappellerai ici que les principales caractéristiques.

1. LA REGION D'YVERDON

La ville d'Yverdon est une petite agglomération d'environ 20'000 habitants construite à l'extrémité Sud du lac de Neuchâtel sur une plaine alluviale à l'altitude moyenne de 430 m. Elle est traversée par 5 cours d'eau canalisés : Le Bey, Le Mujon, La Thielle, Le Canal Oriental et Le Buron.

Le climat général de la région est du type continental. (Fig. 8 et 9). Les précipitations y culminent en été avec une moyenne annuelle de 925 mm. de pluie. La température moyenne est de 9,4°C avec des extrêmes de - 0,2°C en janvier et de 18,8°C en juillet.

La région d'Yverdon a été divisée en 6 secteurs d'étude d'importance variable en surface et en effort de prospection. La surface étudiée s'étend au total sur 6,75 km² (Fig. 10 et Tab. 2).

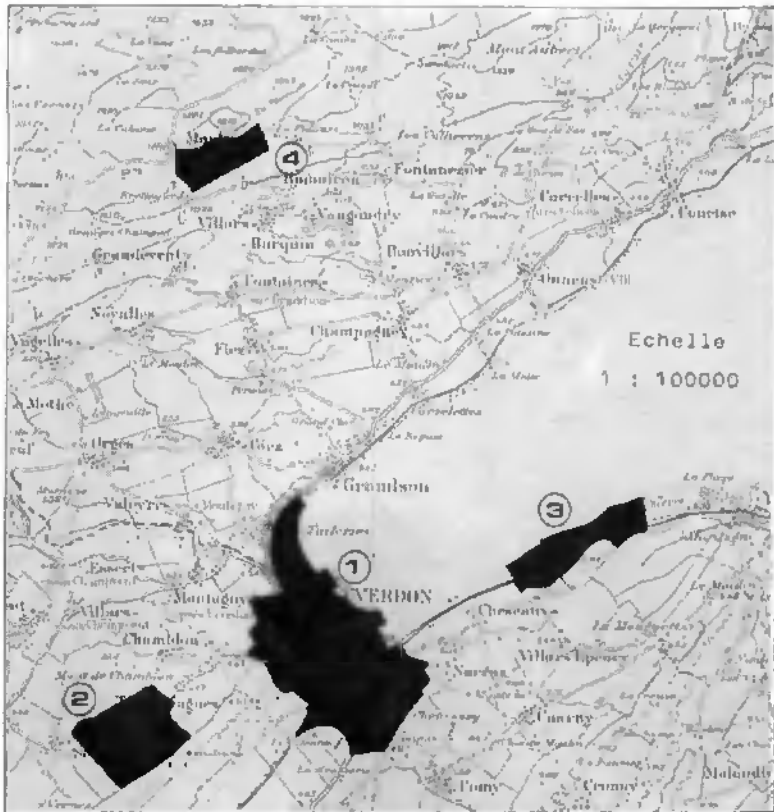


Figure 7

Localisation des terrains d'étude.

1. Région d'Yverdon
2. Région de Susevaz
3. Région de Cheseaux-Noréaz
4. Région de Mauborget

Lokalisierung des untersuchten Gebietes.

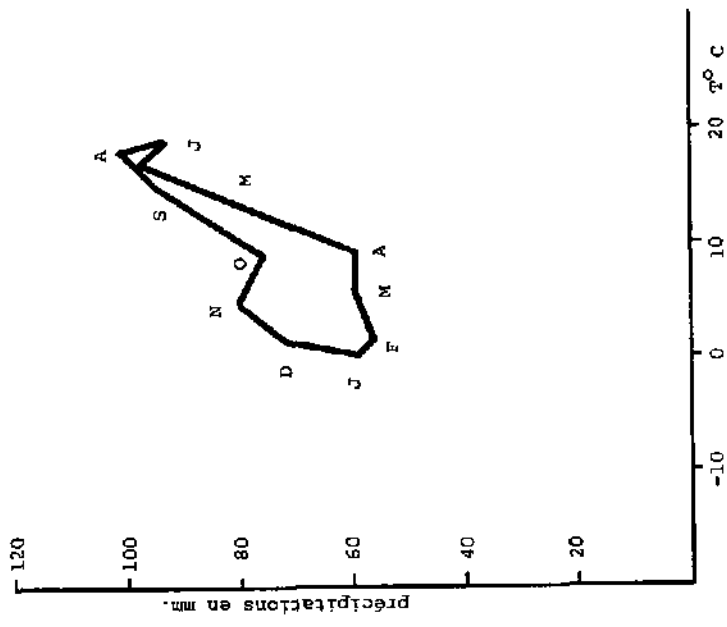


Figure 8

Climatogramme d'Yverdon entre 1901 et 1960 d'après les données de PRIMAULT (1972).
 Klimatogramm von Yverdon zwischen 1901 und 1960 auf Grund der Unterlagen von PRIMAULT (1972).

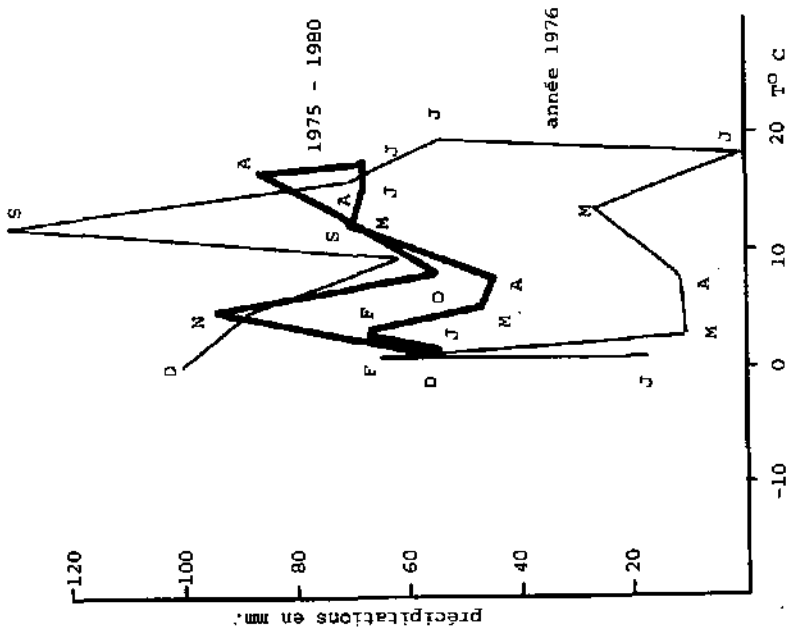


Figure 9

Climatogramme de la Plaine de l'Orbe entre 1975 et 1980 à la station de Bochuz.
 Klimatogramm der Ebene der Orbe zwischen 1975 und 1980 und der Station Bochuz.

Figure 10

Délimitation des secteurs de la région d'Yverdon.

1. Les Vernes
2. Le Cheminet
3. Saint-Roch
4. Centre Ville
5. Les Isles
6. La Prairie

Abgrenzung der Bezirke in der Region Yverdon.



Secteur :	Type de milieu	Surface en ha.
1. Les Vernes	- forêt humide	45,5
	- cultures maraichères	20,3
	- habitations individuelles	30,7
	- zone industrielle	15,2
	- prairies artificielles	9,7
	Total	121,4
2. Le Cheminet	- habitations individuelles et collectives	90,8
	- grandes cultures	30,2
	Total	121,0
3. Saint Roch	- prairies artificielles	34,4
	- zones industrielles	20,5
	- habitations contiguës	14,5
	Total	69,4
4. Centre Ville	- habitations contiguës	24,0
	- zones industrielles	24,1
	Total	48,1
5. Les Isles	- habitations individuelles et collectives	80,6
	- parcs et prairies artificielles	7,5
	Total	88,1
6. La Prairie	- forêts humides et de pente	9,8
	- grandes cultures	51,6
	- prairies artificielles	12,0
	- habitations diverses	153,8
	Total	227,2

Tableau 2

Surfaces des secteurs d'étude et des différents types de milieux de la région d'Yverdon.

Fläche der untersuchten Sektoren und die verschiedenen Arten von Kreise in der Region Yverdon.

Secteur 1. Les Vernes.

Ce secteur est situé en bordure du lac entre Yverdon et Grandson. Il comprend 45 ha de forêt humide qui a colonisé les marais. Actuellement cette forêt est plantée de Peupliers carolins (*Populus sp.*), mais les essences caractéristiques telles que, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Salix sp.*, *Frangula alnus*, *Sambucus nigra*, *Betula sp.*, etc. subsistent en sous-bois. Les cultures maraîchères, les jardins potagers, quelques grandes cultures (surtout du maïs) alternant avec des prairies artificielles, occupent environ 30 ha en lisière de la forêt. Un quartier de maisons familiales et de petits locatifs avec des jardins et de nombreuses haies recouvre environ 30 ha. Une petite zone industrielle en expansion occupe actuellement une surface de 15 ha. Le secteur est délimité naturellement par le lac à l'Est et par la Thielle au Sud. A l'Ouest la voie ferrée est une limite artificielle qui joue un rôle important pour les hérissons. Il a été étudié intensément entre 1975 et 1979 car le terrain est facile à parcourir grâce à l'absence de propriétés privées clôturées. Il se prêtait donc bien à la recherche des animaux. Seuls quelques chemins d'accès secondaires avec très peu de circulation automobile le traversent.

Secteur 2. Le Cheminet.

Le Cheminet est un quartier de la périphérie d'Yverdon qui comprend une part égale de bâtiments locatifs moyens (5 à 12 appartements) et de maisons familiales, ainsi que 2 domaines agricoles et une petite zone industrielle sur une surface de 90 ha. Les terrains agricoles entourés d'habitations occupent encore 30 ha.

Secteur 3. Saint Roch.

A part l'ancien quartier de Saint Roch situé au Sud de la voie ferrée, la zone construite de 35 ha de ce secteur comprend également une zone industrielle placée entre la voie ferrée et le bord du lac. Les terrains gagnés sur le lac par remblayage (35 ha) sont affectés à divers sports et à la détente. Cette surface est en grande partie recouverte de prairies artificielles plantées d'allées de peupliers carolins (*Populus sp.*) ou de peupliers d'Italie (*Populus nigra*).

Secteur 4. Centre ville.

Ce secteur regroupe l'ancienne ville, un vaste parking à voitures, la gare et les ateliers de réparation des CFF. Quelques rares surfaces de verdure, de jardins et de parcs d'agrément y subsistent mais sont pratiquement inaccessibles aux hérissons.

Secteur 5. Les Isles.

La majorité des constructions de ce secteur de 88 ha sont des maisons familiales ou de petits immeubles locatifs construits entre 1920 et 1940. Seul le quartier de Pierre de Savoie situé au Sud du Secteur est constitué de grands immeubles-tours plus récents. Quelques parcs et prairies artificielles s'étendent encore sur 7,5 ha.

Secteur 6. La Prairie.

Ce vaste secteur qui compte au total 227 ha comprend toute la partie Est de la Ville située sur le rive droite du Buron. Il s'étend depuis le bord du lac au Nord et se prolonge en direction Sud sur un coteau molassique exposé à l'Ouest. C'est un secteur très morcelé où les habitations familiales récentes sont en majorité. La zone construite (154 ha) est en mosaïque avec 10 ha de forêt, 51 ha de cultures et 12 ha de prairies artificielles.

En dehors des secteurs d'étude, la région d'Yverdon a été découpée en zones selon un gradient de diversité du milieu (Fig. 11) en utilisant les critères suivants :

- Présence de végétation herbacée sur des surfaces supérieures à 100 m² (pelouses, prairies et cultures).
- Présence de végétation buissonnante sur des surfaces supérieures à 10 m² (haies, fourrés, ronciers).
- Présence de cloisonnements découpant les surfaces de végétation en petites parcelles communicantes (murs et diverses clôtures).

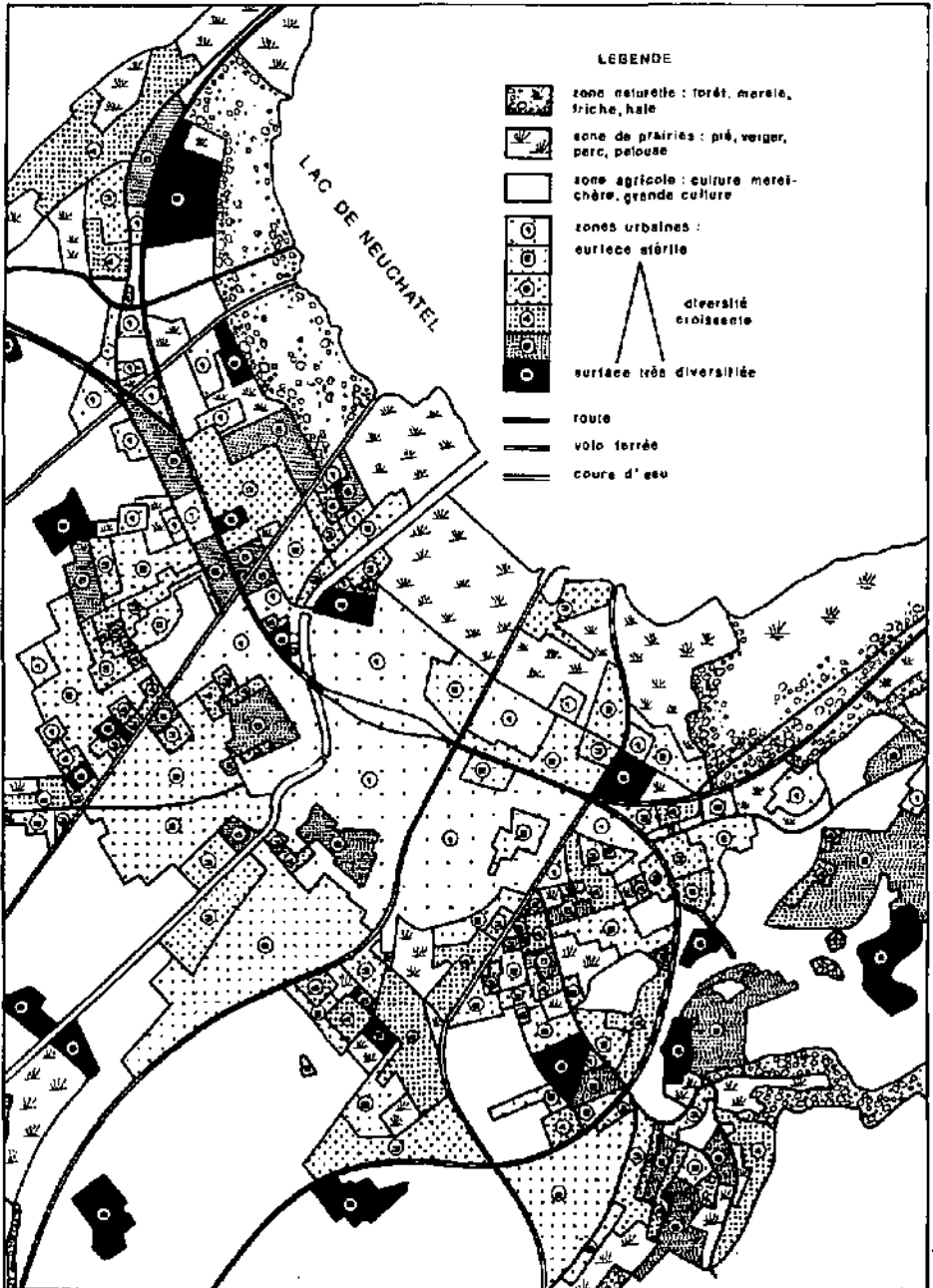


Figure 11

Délimitation des différentes zones selon des critères de diversité du milieu dans la région d'Yverdon. Dans le texte : zone urbaine 1 = zone urbaine stérile - zones urbaines 2 à 6 : zone urbaine diversifiée.

Aufteilung der verschiedenen Zonen nach Vielfältigkeitswert der Umwelt in der Region Yverdon. Im Text : städtische Zone 1 = sterile städtische Zone - städtische Zonen 2 bis 6 = vielfältige städtische Zonen.

- Présence d'abris (cabanons, empierrements, tas de foin, tas de bois, dépôts de divers matériaux).

Ces facteurs ont été évalués selon les classes de fréquence suivantes :

- 0 = nul ou rare
- 1 = régulier ou fréquent
- 2 = abondant

Les éléments observés doivent être accessibles aux hérissons pour être pris en considération. La diversité du milieu est obtenue en additionnant la pondération des différents facteurs.

Cette méthode a permis de définir cinq types de zones ayant les caractéristiques suivantes :

1. Zone urbaine stérile : Centre ville entièrement construit en ordre contigu. Surfaces de végétation herbacée absentes ou inaccessibles. Diversité de 0 à 1.
2. Zone urbaine diversifiée : Périphérie de la ville construite généralement en ordre séparé. Jardins d'agrément ou potagers. Séparations par des haies ou des murs. Abris souvent nombreux. Diversité de 4 à 8.
3. Zone agricole. Surfaces herbacées importantes mais peu d'abris et peu de buissons. Diversité de 2 à 4.
4. Zone de prairie. Surfaces herbacées importantes mais peu d'abris et peu de buissons. Diversité de 2 à 4.
5. Zone de forêt. Surfaces herbacées moyennes ou rases. Buissons fréquents ou rares. Beaucoup d'abris. Diversité de 4 à 5.

Les surfaces de prairies ont été séparées des surfaces agricoles car elles correspondent à des milieux beaucoup plus riches en proies potentielles pour les hérissons, que les surfaces cultivées.

2. LA REGION DE SUSCEVAZ

Ce terrain mesure au total 197,5 ha. Il est situé au pieds Sud-Est de la colline de Chamblon à une altitude moyenne de 440 m. Il a été choisi en raison de sa vocation strictement agricole, mais peut être séparé en deux secteurs nettement différenciés (Fig.12).

Secteur 1. Les Marais.

C'est une surface plane ou légèrement inclinée de 154 ha. Le sol est une bonne terre arable, profonde et tourbeuse convenant aussi bien aux cultures maraîchères qu'aux cultures céréalières.

Les champs sont séparés par une série de rideaux abris boisés de 5 à 10 m. de large qui ont une fonction de coupe-vent. Ces haies entièrement artificielles sont formées d'une lignée de peupliers carolins (*Populus sp.*) forment la strate supérieure, d'une seconde lignée d'épicéas (*Picea Abies*) ou d'aulnes noirs (*Alnus glutinosa*) occupant la strate intermédiaire et parfois de divers buissons où domine le sureau (*Sambucus nigra*) comme strate inférieure. Cette surface agricole est exploitée intensivement.

Secteur 2. Budelan.

Ce second secteur est un coteau exposé au Sud. Le sol y est peu profond voire inexistant par endroit car de nombreux affleurements calcaires sont visibles. A l'inverse du secteur précédent il s'agit ici de terrains à cultures extensives où les prairies naturelles alternent avec des luzernières, quelques champs de blé et même des parquets de vignes. Chaque parcelle est délimitée par de vieux murs de pierres sèches et des haies basses buissonnantes. La faune et la flore thermophiles de ce secteur sont très riches. Elles sont caractéristiques de la chênaie buissonnante (*Lithospermo-Quercetum*) de la garide (*Xérobromia*) et des haies buissonnantes (*Berberidion*).

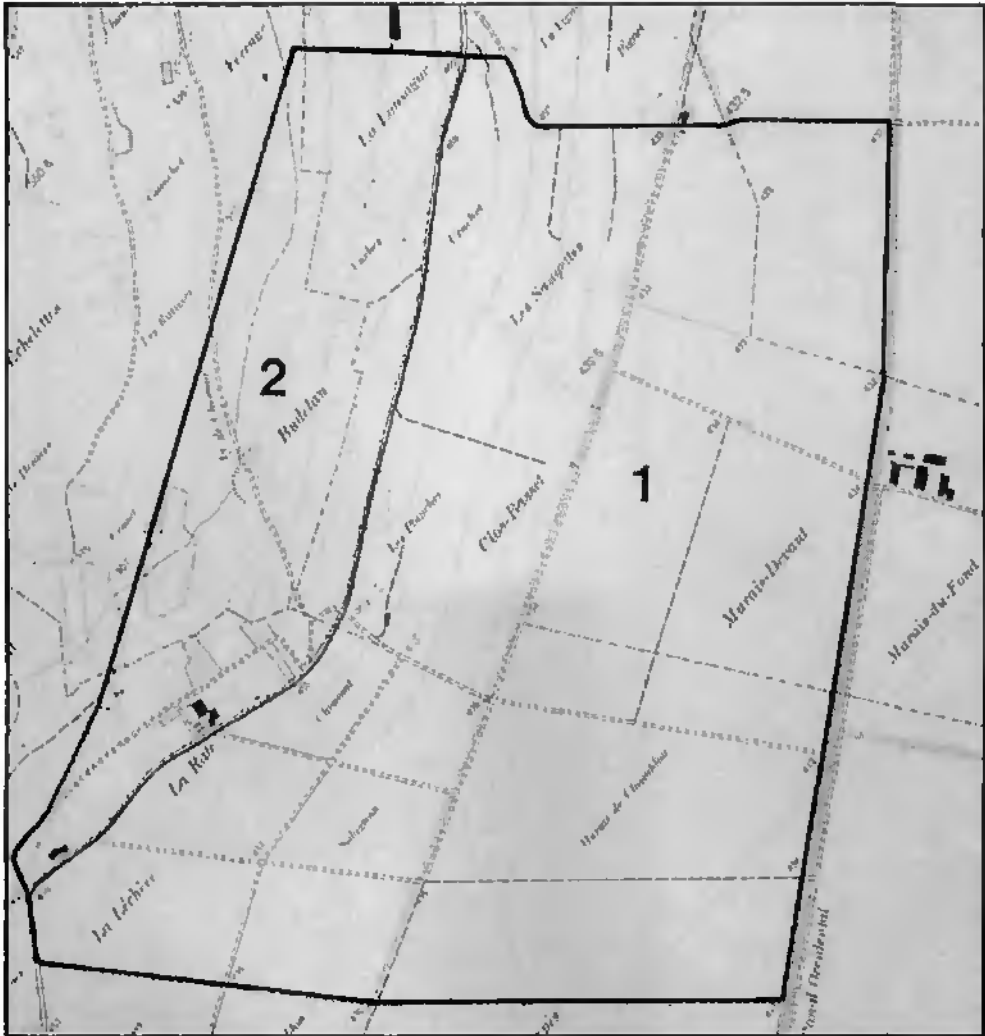


Figure 12

Délimitation des secteurs de la région de Suscévaz.

1. Les Marais
2. Budelan

Aufteilung der Sektoren in der Region Suscévaz.



Figure 13

Région d'étude de Cheseaux-Noréaz.

Untersuchte Region Cheseaux-Noréaz.

3. REGION DE CHESEAU-NOREAZ

Ce terrain sur la rive Sud du lac de Neuchâtel entre Yverdon et Yvonand fait partie d'un vaste ensemble de milieux semi-naturels composés des marais riverains et des forêts de l'arrière-pays. Il mesure au total 141 ha. (Fig.13).

Le secteur marais (26 ha) comprend des étangs avec leurs ceintures de végétation immergées caractéristiques ainsi que des prairies humides à laiches. La forêt humide (50 ha) se rattache, soit à l'aulnaie (*Alnetum glutinoso-incanae*), soit à la pinède à genévriers (*Juniperopinetum*).

La forêt de pente (42 ha) est une hêtraie artificielle où le frêne (*Fraxinus excelsior*) repousse vigoureusement. On y note également plusieurs plantations d'Épicéas (*Picea Abies*).

Sur la grève en direction d'Yvonand l'érosion intense du rivage par l'action des vagues a nécessité la construction d'épis de protection en pierre. Un lotissement de maisonnettes (2,8 ha) entourées de pelouses et de haies s'y trouve.

Le secteur riverain (marais et forêt humide) est malheureusement séparé de la forêt de pente par une route cantonale et une voie ferrée.

Ce terrain difficile à prospecter à cause de son abondante végétation, a été choisi précisément en raison de la richesse de sa faune et de sa flore.

4. REGION DE MAUBORGET

Cette région est située sur le versant Sud du Jura entre 1'050 et 1'230 m. d'altitude. (Fig. 14). Son climat, différent des trois autres régions, est plus rude en raison de l'altitude élevée. La moyenne annuelle de la pluviosité est d'environ 1'400 mm. et celle de la température de 6°C.

Le terrain d'étude de 90 ha. comprend 20 ha. de forêt du type hêtraie à sapins (*Abieti-fagetum*), 55 ha. de champs où dominent les prés de fauche ainsi qu'une zone village de 15 ha. avec de nombreux chalets (résidences secondaires) en lisière de forêt.

LES RESULTATS

1. REPARTITION DANS LE CANTON DE VAUD

Le Hérisson européen est considéré par tous les auteurs comme largement répandu dans toute l'Europe occidentale. HERTER (1963) dit même que l'espèce monte jusqu'à 2000 m. dans les Alpes. LIENHARDT (1980) estime au contraire qu'en Suisse, dans la région zürichoise, il n'y a plus de hérissons au-dessus de 1000 à 1100 m. D'anciennes observations effectuées en Suisse romande m'avaient permis de constater que l'espèce monte effectivement au-dessus de 1000 m, mais que certaines régions montagneuses paraissent peu peuplées, voir même inoccupées. C'est pourquoi il m'a paru intéressant de réunir un maximum de données disponibles pour l'ensemble du canton de Vaud.

Les observations qui m'ont permis d'établir cette répartition proviennent de deux sources : les animaux tués sur les routes et les renseignements obtenus en questionnant les gens.

L'enquête effectuée en Suisse romande n'est certainement pas exhaustive. Cependant, les données obtenues ne sont pas sujettes à caution car l'espèce est facile à observer et elle est en outre bien connue de tous.

Les indications recueillies entre 1975 et 1980 m'ont permis d'établir la carte de répartition de l'espèce dans le canton de Vaud (Fig.15).

On y constate que le Hérisson est présent dans toutes les zones d'altitude inférieure à 1'200 m. Dans les zones supérieures il devient irrégulier et semble strictement lié à la présence de l'homme. De plus, au-delà de 1'200 m. sa reproduction semble exceptionnelle. Sa présence paraît y être uniquement estivale car les 24 observations obtenues sont groupées entre juillet, août et début septembre.

Dans le Jura, je l'ai observé plusieurs fois sur les pâturages des crêtes, tels qu'au Chasseron, au Suchet et au Mont Tendre. Ces observations faites au-dessus de 1'400 m. concernaient toujours des mâles adultes (8 cas).

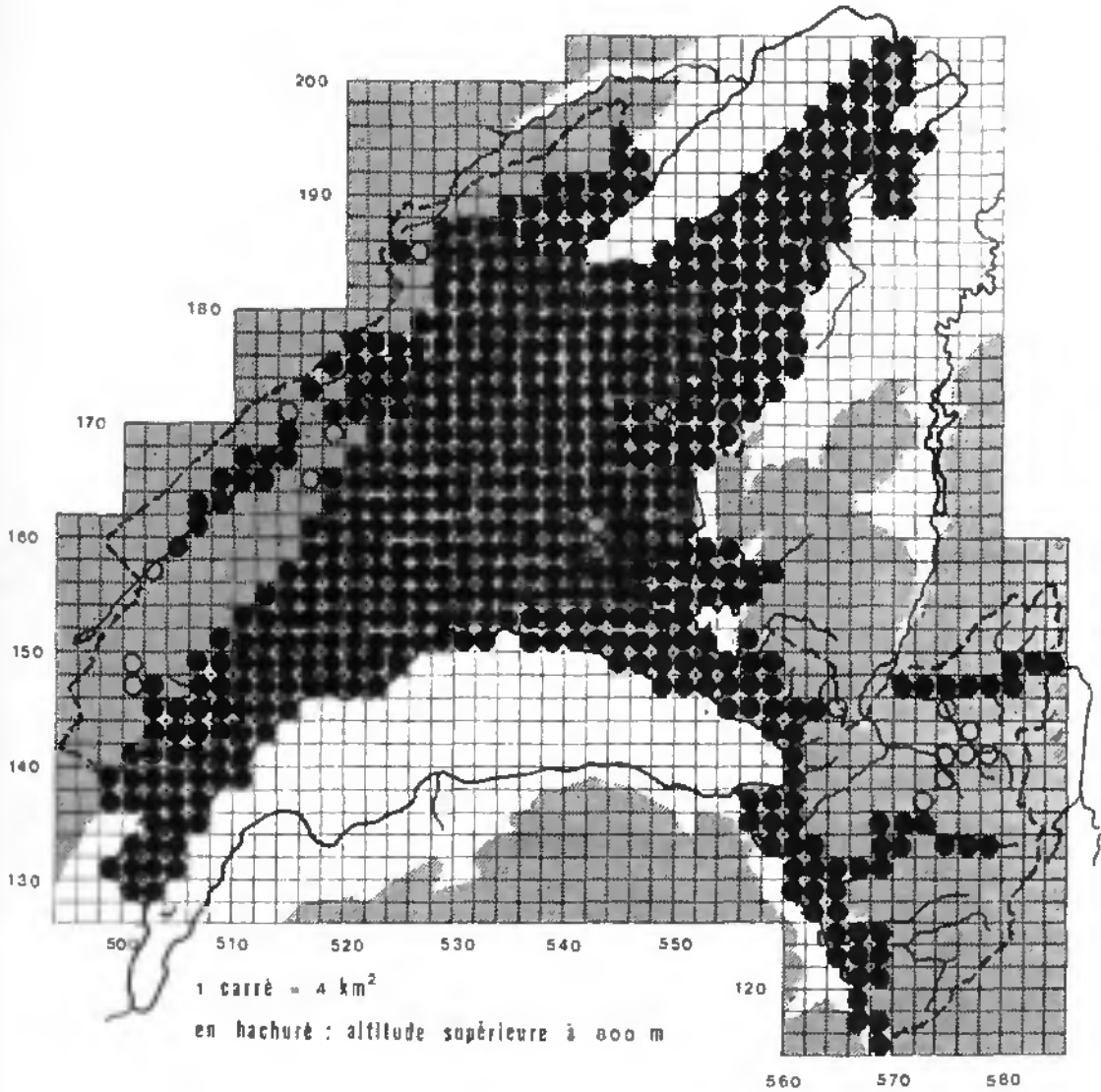


Figure 15

Répartition du Hérisson dans le canton de Vaud.

présence annuelle de l'espèce, reproduction constatée.

présence estivale, pas de reproduction constatée.

Verteilung der Igel im Kanton Waadt.

Jährliches Vorhandensein der Tierart, Fortpflanzung festgestellt.

Sommerliche Anwesenheit, keine Fortpflanzung festgestellt.

Dans les Alpes, il est également présent toute l'année jusqu'à 1'200 m. Au Col des Mosses (1'445m.) il est régulièrement observé en été, mais la reproduction n'est pas prouvée dans le haut de la vallée à partir du Sépey, soit au-dessus de 1'000 m.

A la Vallée de Joux (altitude moyenne de 1'000 m.), l'espèce est peu abondante mais présente partout dans les agglomérations et s'y reproduit. Par contre, sitôt que l'on sort du fond de la vallée, elle disparaît.

Schématiquement on peut résumer la situation de la manière suivante :

- Jusqu'à 1'000 m. l'espèce est présente partout et s'y reproduit régulièrement.
- Entre 1'000 et 1'200 m., elle est également présente, sauf sur les pentes boisées, mais se reproduit irrégulièrement.
- Entre 1'200 et 1'600 m., elle séjourne régulièrement pendant l'été, mais reste liée aux agglomérations sans s'y reproduire.
- Au-delà de 1'600 m. des excursions occasionnelles sont possibles.

Mon observation personnelle la plus élevée est un mâle adulte trouvé sous la Dent de Jaman à 1'560 m. le 2 août 1979.

2. LE REGIME ALIMENTAIRE

2.1 LE CHOIX DE LA NOURRITURE

Les publications sur le régime alimentaire d'animaux captifs ou en liberté sont très nombreuses (KALABUKHOV 1928, WAHLSTRÖM 1933 et 1935, HERTER 1938, CORR 1951, SKILOVA-KRASSOVA 1952, KNIGHT 1953 et 1962, BROCKIE 1959, DINELOW 1963, BURTON 1969). C'est pourquoi ce domaine n'a pas fait l'objet d'investigations particulières de ma part. Cependant l'observation suivie de hérissons porteurs d'émetteur, ainsi que de nombreuses trouvaillles fortuites de proies, me permet d'apporter quelques informations complémentaires intéressantes.

Je ne dispose d'aucune donnée quantitative sur le régime alimentaire du Hérisson, toutefois il m'est possible de donner la fréquence de consommation de certains aliments en me basant sur 702 observations.

La capture de lombrics, *Lumbricus sp.*, vient largement en tête avec 341 observations. Cette proie est consommée régulièrement pendant toute la belle saison.

Les limaces du genre *Arion* et *Deroceras* entrent également en abondance dans leur régime avec 227 observations. Elles sont mangées surtout en mai et en juin.

Bien que la consommation d'insectes soit probablement fréquente, l'observation de la capture d'une proie de ce type est difficile car elle est avalée rapidement en une seule fois. La capture massive de Hanneton commun (*Melolontha vulgaris*) a été constatée 42 fois pendant une période très courte du printemps lors de leur émergence.

La capture d'autres insectes, sous forme de larves ou d'adultes, paraît également fréquente (46 observations). J'ai noté des orthoptères, tels que diverses sauterelles, du Grillon des champs, (*Gryllus campestris*) et de la Courtilière (*Gryllotalpa gryllotalpa*), des lépidoptères (*Agrotis sp.*), des coléoptères et des hyménoptères (fourmis).

Parmi les mollusques, la consommation d'Escargots horticoles (*Cepaea hortensis*) et d'Escargots des arbustes, (*Helix arbustorum*) a été constatée 12 fois.

Les cadavres d'animaux et les déchets de viande attirent facilement les hérissons. Sur 12 observations j'ai noté la consommation des espèces suivantes : grenouilles, (*Rana sp.* 3 fois), campagnols (*Microtus sp.* 2 fois), Hérisson (*Erinaceus europaeus* 1 fois), Mésange bleue (*Parus coeruleus* 1 fois), Rotengle (*Scardinius erythrophthalmus* 1 fois), Perche (*Perca fluviatilis* 2 fois), Vipère aspic, (*Vipera aspis* 1 fois) et Orvet (*Anguis fragilis* 1 fois).

Les fruits au sol sont souvent recherchés (22 observations), surtout en périodes sèches. Ce sont les fraises, les prunes, les pommes, les poires et le raisin.

2.2 LES VARIATIONS DE POIDS

Les variations du poids corporel d'un animal peuvent être considérées comme étant la résultante de facteurs internes et externes. Ainsi, un état physiologique particulier peut influencer son comportement en donnant souvent la priorité à des phases d'activité non alimentaires. C'est le cas du rut, de l'hibernation et des déplacements. Parmi les facteurs externes, certaines conditions climatiques extrêmes vont également limiter ou interrompre les activités alimentaires. Tous ces facteurs, d'ailleurs étroitement liés, vont influencer la croissance et l'accumulation des réserves graisseuses.

Plusieurs auteurs ont étudié les variations pondérales du Hérisson. Entre autre, HERTER (1938) a établi la courbe moyenne pour chaque sexe au cours de l'année. LIENHARDT (1980) a fourni d'intéressantes précisions sur des cas d'individus en hibernation ou en parturition.

DEANESLY (1934), ALLANSON (1934) et PARKES (1975) ont calculé les poids corporels mensuels moyens de séries d'animaux capturés dans la nature. Ils ont contrôlé également l'évolution des glandes sexuelles.

Bien que très fragmentaires les indications que j'ai recueillies concernent des animaux marqués et repris en liberté. Elles sont malheureusement peu nombreuses car les intervalles entre les reprises n'étaient pas suffisamment réguliers pour fournir des résultats utilisables. En effet, la majorité des reprises ont été faites dans les quelques jours suivant la première capture. Il était alors inutile de repeser l'animal.

Pour d'autres données la reprise s'effectuait après plusieurs mois. Dans ce cas l'intervalle était trop long. L'idéal aurait été une série de captures espacées de 2 à 4 semaines. Finalement je n'ai pu utiliser que les données fournies par les reprises de 9 individus recapturés entre 3 et 5 fois au cours des 8 mois d'un cycle annuel.

Les variations observées sont les suivantes (Fig. 16) :

- Les 3 individus (2 mâles et 1 femelle), capturés au printemps comme subadultes (âgés de 6 à 10 mois), n'ont montré au cours de l'année qu'une faible variation de poids. Entre le printemps et l'automne l'amplitude n'a pas dépassé 250 g. Après une perte de poids nettement marquée de mars à mai, l'augmentation a été constante jusqu'à l'entrée de l'hiver.

Poids en grammes

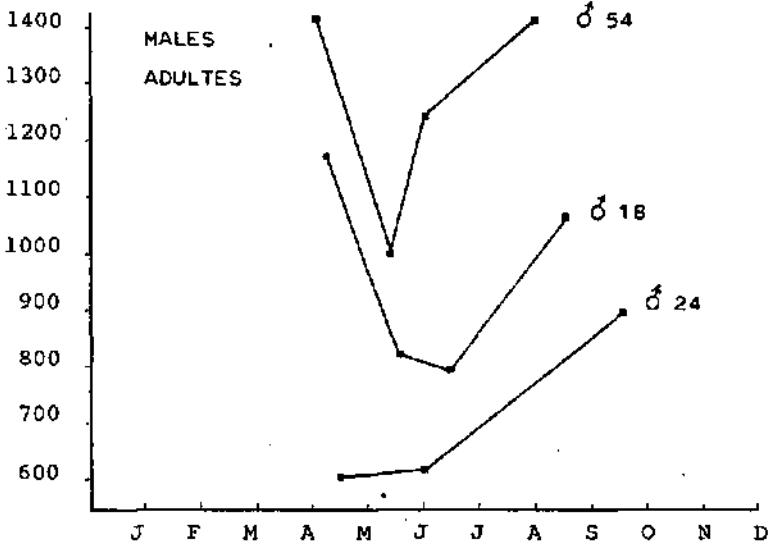
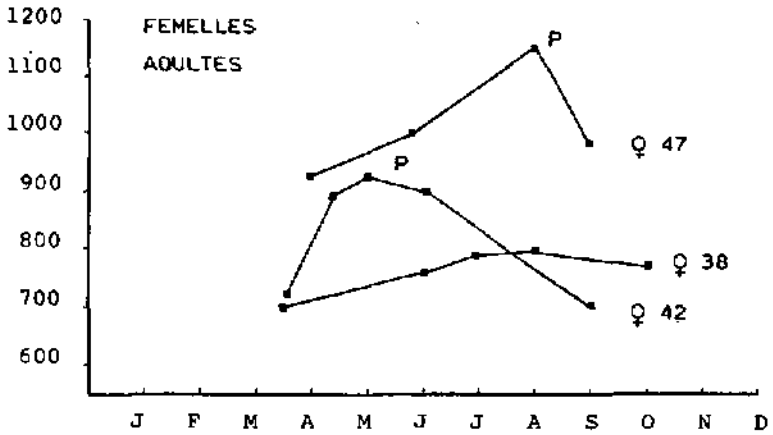
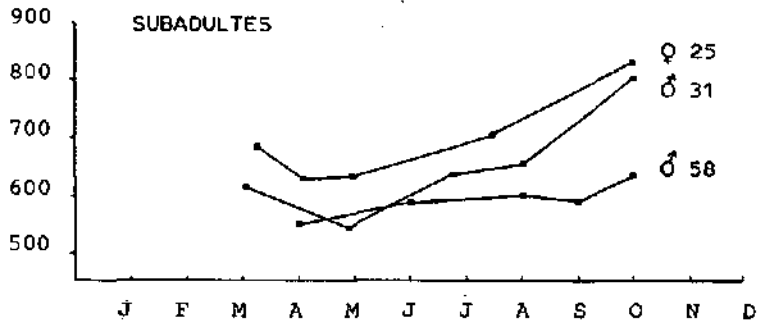


Figure 16

Variations du poids corporel de 9 hérissons marqués et recapturés plusieurs fois dans l'année. Veränderungen des Körpergewichtes von 9 markierten und mehrere Male im Jahr eingefangenen Igel.

- Les courbes suivies par deux femelles portantes ont montré une forte augmentation de poids jusqu'au moment de la mise bas (une femelle en mai et l'autre en août) suivie d'une diminution importante. Les deux amplitudes contrôlées voisinent également 250 g.
- La femelle adulte non portante a suivi une courbe assez semblable à celle des subadultes. Le poids maximum a été atteint en août et s'est maintenu jusqu'en octobre.
- Les trois mâles adultes ont perdu beaucoup de poids à partir du réveil printanier et ont atteint un minimum entre mai et début juin. Par la suite leur poids a augmenté rapidement au cours de l'été. L'amplitude maximale des variations observées entre le printemps et l'été est de 400 g.

3. COMPORTEMENT

L'ethogramme présenté ci-après n'est pas exhaustif. Il ne comprend que quelques comportements observés en milieu naturel qui sont remarquables par leur originalité ou par leur fréquence. Une partie d'entre eux, importants par leur durée, sont repris dans le chapitre consacré à l'activité.

3.1 LA LOCOMOTION

La position du corps et la vitesse de locomotion vont déterminer des allures bien différentes ayant chacune un but particulier. L'observation sommaires de hérissons en déplacement m'a permis de distinguer plusieurs types d'allures (Fig. 17).

- Une allure rapide et dégagée est caractéristique des déplacements à découvert sur un lieu connu. L'animal a son corps perché haut sur pattes avec les piquants couchés en arrière. Il se déplace au pas, au trot ou au galop. Parfois après quelques mètres, mais le plus souvent après quelques dizaines de mètres, il s'immobilise à proximité d'un couvert pour observer. Ce genre de déplacement est utilisé lors de migrations ou lors d'excursions pour franchir des espaces découverts.

- Une allure prudente est un déplacement lent où l'animal se tient bas sur pattes et dont les piquants sont partiellement érigés. Il s'immobilise souvent, attentif aux moindres bruits et odeurs, prêt à se protéger avec ses piquants dorsaux. Cette attitude est caractéristique du hérisson qui explore un secteur inconnu ou qui est conscient d'un danger potentiel.
- L'allure de chasse est un déplacement en zig-zag avec de constantes modifications de direction, de vitesse et de position du corps. L'animal se dandine, marche à petits pas et son nez ne quitte que rarement le sol.
- L'allure trainante où le hérisson se tient avec l'arrière train près du sol et le cou plus ou moins tendu en avant, s'observe chez des individus malades. C'est un symptôme de parasitose massive, notamment de Nématodes, ou d'un empoisonnement qui paralyse les membres postérieurs. Cette attitude est fréquemment observée chez les jeunes individus que l'on voit se promener pendant la journée.

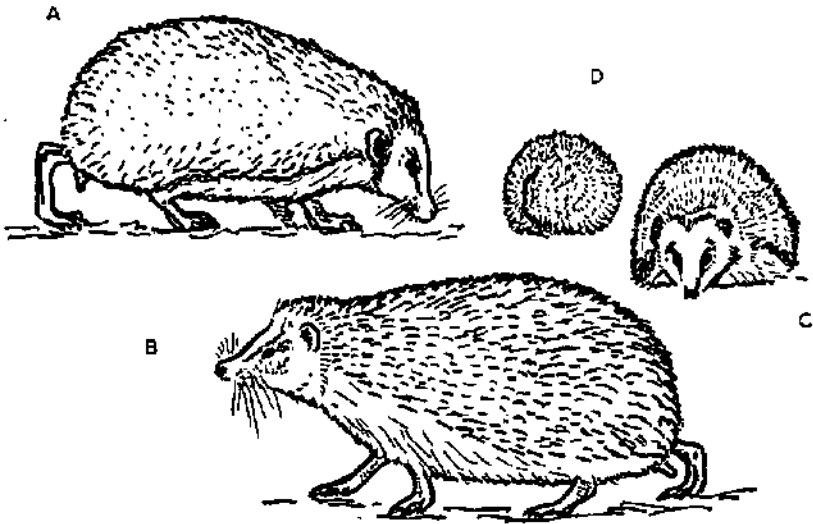


Figure 17

Quelques attitudes du Hérisson.

- A allure de chasse
- B allure de prudence
- C aux aguets
- D en boule

Einige Eigenheiten des Igels.

- A Jagdverhalten
- B Verhalten bei Vorsicht
- C auf der Lauer
- D eingerollt

3.2 LES COMPORTEMENTS DE CHASSE ET L'ALIMENTATION

En dehors de l'"allure de chasse" caractéristique du Hérisson qui cherche à se nourrir, j'ai noté plusieurs comportements propres à cette activité.

Les observations les plus fréquentes concernent la capture de vers de terre. Entre mai et juillet ces derniers constituent en effet une nourriture abondante.

Les lombrics (*Lubricus sp.*) sont essentiellement capturés dans les pelouses ou dans les prairies lorsqu'ils sortent en surface du sol par temps humide. Le Hérisson ne creuse que rarement ou tout au plus va déplacer la litière pour les trouver. Ils sont mangés encore vivants à partir d'une des extrémités du corps, en général par l'arrière.

Plusieurs fois j'ai observé que les hérissons secouaient vigoureusement la tête avant de les manger. Peut-être est-ce dans le but d'assommer leur proie.

Très souvent j'ai entendu des individus qui faisaient crisser leurs dents tout en se déplaçant. En les capturant j'ai pu constater qu'ils avaient du sable dans la gueule. Ce sable provenait de toute évidence du contenu du tube digestif de vers de terre.

En mai 1975 et 1976 une femelle cantonnée à proximité et sur le terrain de football des Tuileries de Grandson, chassa, nuit après nuit, les lombrics qui sortaient en grande quantité de la pelouse inondée par les jets d'arrosage. J'ai estimé qu'elle mangeait chaque nuit entre 80 et 100 vers, ceci à raison d'un vers toutes les 3 ou 5 minutes.

La forêt humide qui borde le lac entre Yverdon et Grandson héberge, entre autre, plusieurs couples de Milans noirs (*Milvus migrans*) qui nichent sur les peupliers. Or, entre 1976 et 1979 j'ai constaté que les hérissons habitant le secteur passaient régulièrement sous les aires de ces rapaces pour y rechercher les déchets de nourriture tombés à terre. En particulier les nombreux débris de poisson semblaient fort appréciés.

De même, à la décharge publique d'Yvonand où sont déversés périodiquement les déchets d'une poissonnerie voisine, j'ai pu capturer souvent des hérissons qui s'y nourrissaient.

Lors des nuits passées à observer le comportement des animaux à proximité des routes j'ai fait de nombreuses observations de hérissons attirés par une source alimentaire. Lors des nuits chaudes et pluvieuses ils venaient capturer les lombrics sortant sur la chaussée. Les cadavres écrasés de divers animaux, dont ceux d'autres hérissons, les attiraient également au risque de se faire écraser eux-mêmes.

Le 7 juin 1978 j'ai observé une grosse femelle en train de manger le cadavre d'une jeune Mésange bleue (*Parus caeruleus*). En 50 minutes la mésange était entièrement mangée, y compris les os et une partie des plumes exception faite des rémiges et des rectrices. C'est d'abord la tête puis le corps à partir du croupion qui ont été consommés.

En mai 1981, certains propriétaires de jardins constatèrent avec étonnement la présence de nombreux trous dans leur pelouse. Chaque nuit des dégâts augmentaient à raison de 20 à 30 trous. Chaque mètre carré de terrain pouvait compter jusqu'à une douzaine de trous de 7 à 8 cm. de diamètre et autant de profondeur. Les responsables de ces dégâts étaient des hérissons à la recherche de Hannetons communs, (*Meloidontha vulgaris*). Ce phénomène exceptionnel a été observé sur une trentaine de propriétés des quartiers résidentiels de Cheseaux-Noréaz et d'Yverdon. Il s'explique par la conjugaison de deux facteurs.

- D'avril à mi-mai le printemps fut particulièrement sec et chaud si bien que l'activité de la petite faune terrestre fut pratiquement nulle cette année là. Les hérissons furent par conséquent privés de leurs proies habituelles.
- 1981 fut, dans la région, une année d'émergence du Hanneton commun. C'est dire qu'en mai les imagos se trouvaient juste sous la surface du sol des prairies de certains coteaux favorables.

Cette source alimentaire constituait donc pratiquement la seule nourriture disponible pour eux à cette époque de l'année. D'autres animaux tels que la Fouine (*Martes fouina*) et le Blaireau (*Meles meles*) en profitèrent d'ailleurs également en labourant chaque mètre carré des prairies favorables.

Du 15 au 19 mai 1976, un tas de salades en putréfaction en bordure d'une culture maraîchère de Grandson attira chaque nuit entre 3 et 5 hérissons adultes. Ils y cherchaient les larves des nombreux diptères (essentiellement des drosophiles, *Drosophila sp.*) et d'autres invertébrés attirés par l'odeur putride.

La consommation de mollusques a été fréquemment observée. Il s'agissait généralement de petites limaces des genres *Arion* et *Deroceras* et de petits escargots du genre *Cepaea* pouvant être avalés d'une bouchée.

Les grosses limaces (*Arion rufus* et *Limax maximus*) ou les gros escargots (*Helix pomatia*) vivants ont toujours été refusés par les hérissons que je gardais en captivité. Par contre ces proies étaient consommées si elles étaient préalablement écrasées.

Les gros mollusques vivants sont cependant mangés par certains individus. En 1978 j'ai observé plusieurs fois un mâle adulte de grande taille, cantonné dans mon jardin, en train de casser les coquilles de gros Escargots horticoles, (*Cepae hortensis*) et les manger.

Au cours de l'été 1977, les hérissons que je gardais dans l'enclos de Corcelettes creusèrent de nombreux trous dans les galeries de campagnols. Plusieurs nids furent pillés. Cependant, je n'ai jamais pu observer la capture de campagnols adultes. Ce fut d'ailleurs la seule année en 4 ans où j'observai ces trous.

L'observation de hérissons mangeant des fruits n'est pas rare. En 1977 un mâle pilla plusieurs nuits de suite une petite plantation de fraisiers. Il finit d'ailleurs par périr de sa gourmandise car il s'étrangla dans le filet de protection posé par le propriétaire. Les prunes, les pommes et les poires tombées sont également consommées à l'occasion. Il s'agit toujours d'un ou deux fruits mangés en période sèche.

La capture de reptiles n'a pas pu être observée. Si elle est possible, elle est certainement exceptionnelle dans nos régions en raison des phases d'activité bien différentes. Le 2 juillet 1978 à Onnens, j'ai surpris un hérisson mangeant un vipereau (*Vipera aspis*) de 30 cm. tué par une poule.

Durant le mois de mai 1976, j'ai suivi deux femelles dont les terrains de chasse étaient partiellement contigus. L'une d'elle chassait sur une prairie semi-naturelle en lisière de forêt. Elle se nourrissait essentiellement de vers de terre, de sauterelles et de limaces. L'autre chassait exclusivement sur un talus de voies ferrées. Les larves de lépidoptères (noctuelles), les coléoptères et les hyménoptères (fourmis) constituaient ses proies essentielles.

L'ensemble de ces observations présente donc le hérisson comme un animal très opportuniste au régime varié. Certains individus montrent cependant des préférences alimentaires très nettes.

La quête de nourriture se fait avant tout à l'aide de l'odorat et de l'ouïe, et secondairement à l'aide de la vue. Les proies sont repérées dans un rayon maximum d'1 m. La végétation, la litière et les pierres sont remuées afin de découvrir les proies habituelles. Le déterrage est pratiqué occasionnellement pour rechercher les lombrics ou les larves d'insectes. Ce mode de chasse est fréquent surtout par temps sec lorsque les proies épigées sont absentes.

La capture des petites proies est faite avec le museau, puis avalée directement. Les proies moyennes, de la taille d'une grosse limace ou d'un gros lombric, sont saisies avec les dents, puis immobilisées avec les pattes de devant, avant d'être mangées en plusieurs bouchées. Les proies qui se débattent sont vigoureusement secouées latéralement dans la queue. Si la proie est de grande taille, le hérisson peut, si nécessaire, se coucher dessus pour l'immobiliser. Le cas a pu être observé, par exemple, lors de la capture d'une grenouille ou d'un orvet. Ces grosses proies sont généralement dévorées sans mise à mort.

Un hérisson en chasse se déplace en "reniflant" constamment toutes les 2-3 secondes. En fait ce reniflage est, semble-t-il, une brusque expiration.

3.3 LES CONTACTS INTRA- ET INTERSPECIFIQUES

J'ai pu observer de nombreux comportements se produisant lors de rencontres individuelles ou en groupe.

Les deux premiers sont des réactions de défense. Ils sont très souvent observés puisqu'ils sont généralement dirigés contre l'observateur lui-même. Ils sont cependant également utilisés vis à vis d'autres congénères ou contre n'importe quel ennemi potentiel.

Lors de l'intimidation, l'animal va adopter deux positions possibles du corps selon l'importance du danger ou selon son état de léthargie. S'il est surpris en train de se déplacer il peut rester sur ses pattes mais érige ses piquants dorsaux et les abaisse jusqu'au sol, ou alors il se met complètement en boule. Puis, brusquement, il expire violemment en faisant des soubresauts avec tout le corps. J'ai observé, chez certains mâles particulièrement agressifs, des sauts de plus de 20 cm. du sol avec des tentatives de morsures. Visiblement le hérisson qui se sent menacé cherche ainsi à piquer son adversaire.

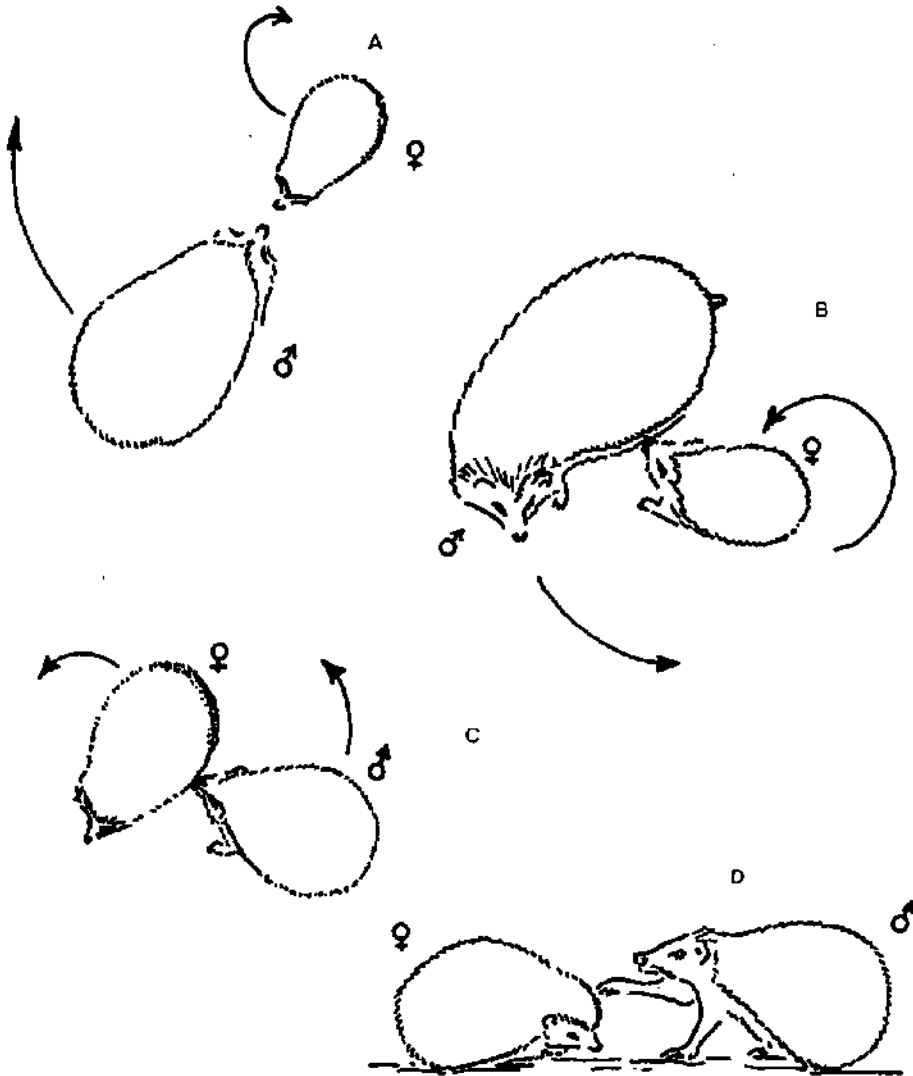


Figure 18

Quelques attitudes de la parade :

- A Contact naso-nasal. Mâle et femelle se font face en expirant par saccadés
- B Le mâle essaie de contourner la femelle
- C Le femelle présente le flanc alors que le mâle donne des coups de museau
- D Coup de patte du mâle.

Einige Paradeverhaltensweisen :

- A Nasenkontakt. Männchen und Weibchen stehen sich gegenüber während sie ruckweise ausatmen
- B Das Männchen versucht das Weibchen zu umgehen
- C Das Weibchen zeigt seine Flanke, während das Männchen mit der Schnauze schubst
- D Pfotenstoss des Männchens.

L'enroulement ou "mise en boule" est sans doute le comportement le plus connu. C'est une réaction de défense face au danger. L'animal contracte ses muscles panciers dorsaux pour ériger ses piquants, rabat son masque frontal en baissant la tête, s'accroupit, rentre la tête entre ses pattes et enfin, contracte son muscle orbiculaire de manière à ne former qu'une boule piquante. Selon l'importance du danger l'enroulement est partiel ou total.

Les trois postures qui suivent sont probablement une recherche de contacts entre congénères.

Dans la posture d'écoute, le Hérisson immobile oriente sa tête et augmente sa réception auditive en formant deux disques fasciaux avec la bordure antérieure des piquants.

Dans la posture de flairage, il tend le cou et les pattes avant et hume l'air en levant plusieurs fois le museau. Dans cette même position il émet parfois un long cri aigu saccadé. Cette posture de cri ainsi d'ailleurs que toutes les émissions vocales semblent peu fréquentes. J'ai observé et entendu deux fois cette posture de cri, une fois chez un mâle et une fois chez une femelle. Elle pourrait traduire l'excitation.

Lorsque deux individus se rencontrent, ils se font généralement face et il s'ensuit un contact naso-nasal. Ce comportement s'observe entre individus de sexe et d'âge différents. Il s'agit sans doute d'une forme de salutation. Il peut être suivi d'un combat, d'une poursuite, d'une parade ou de l'indifférence.

Lors de la parade, l'un des individus, après le contact naso-nasal, donne des coups de museau et des coups de pattes à son partenaire. Ce dernier halète bruyamment par les narines en faisant des soubresauts. Le premier essaye alors de le contourner par la gauche ou par la droite, l'autre pivote pour faire face ou alors présente le flan. Il s'en suit une sorte de ronde où l'un des individus piétine sur place en pivotant, alors que l'autre décrit des arcs de cercle d'environ 1 m. de diamètre (Fig.18).

Ce comportement a souvent été observé entre un mâle et une femelle en période de rut. Il peut durer plusieurs heures. Généralement c'est une femelle qui est au centre de cette "danse". Cependant ce peut être aussi un mâle avec une femelle qui lui tourne autour, deux mâles ou deux femelles. Je l'interpréterai comme étant un comportement de parade.

Les coups de patte que se donnent deux individus ont été observés lors des parades mais également comme jeu entre de jeunes individus. HERTER (1938) a décrit ce comportement en l'appelant la "boxe".

Lors d'une attaque, un individu fonce sur un autre et tente de lui donner des coups de museau dans le flanc pour le faire rouler au sol. Ce comportement n'a été observé qu'entre mâles.

Des combats peuvent parfois opposer deux individus. Les adversaires s'affrontent face à face, gueule ouverte en essayant de se mordre. Au printemps 1978, j'ai observé deux mâles qui s'affrontaient. L'un a déchiré l'oreille de l'autre. En juin 1975, dans l'enclos de semi-captivité de Corcelettes, deux femelles portantes ont égorgé un mâle.

L'observation de groupes de hérissons a été faite à plusieurs reprises. Je distinguerai deux cas de rencontre dont la motivation est très différente.

Le premier cas se rapporte à la rencontre fortuite d'individus attirés par une source alimentaire inhabituelle (déchets alimentaires humains, émergence massive d'insectes, de vers de terre ou de mollusques). Dans ce groupe d'alimentation les individus de taille semblable paraissent s'ignorer. Par contre, si un individu de plus grande taille survient, ce dernier s'approprie la nourriture en repoussant les premiers venus. Il s'ensuit parfois des disputes, mais en général les individus de taille inférieure se retirent et attendent leur tour.

Le second cas de rassemblement de hérissons a probablement un but social. Plusieurs auteurs ont décrits de tels rassemblements (HERTER 1938, BURTON 1969, SCHWERTZELL 1957). Ils avancent la possibilité de parades collectives, mais restent dans l'expectative pour en donner une explication valable.

D'après mes observations il s'agit de rencontres en des lieux particuliers ayant pour but des contacts sociaux. J'ai découvert deux de ces lieux de rencontre.

Le premier a été repéré le 6 avril 1977. Il s'agissait d'une prairie semi-naturelle de deux hectares, partiellement utilisée comme terrain de jeux pour les enfants.

Ce lieu est situé en lisière d'une forêt et d'un quartier de villas avec jardins (Fig. 29). Ce dernier, au Sud de la prairie est bordé d'une haie buissonnante de Troène, *Ligustrum vulgare*. Les cultures, au Nord, en sont séparées par une lignée de Peupliers carolins, *Populus sp.* A l'Ouest se dresse un immense entrepôt industriel. Le site est donc bien abrité du vent. Il s'agit d'un lieu de passage très fréquenté au cours du printemps par les hérissons. En effet, d'une part la forêt est une zone d'hivernage importante, d'autre part le quartier de villas et la zone agricole sont des secteurs riches en hérissons pendant la belle saison.

Voici, par exemple, le protocole des observations faites sur un de ces lieux au cours de la nuit du 21 au 22 avril 1977.

Parc public des Vernes - Yverdon : 21.4.77

- 2030 h. Un gros mâle (A) parade avec une petite femelle (B) sur un terre-plein en bordure du parc.
- 2045 h. Une femelle (C) passe indifférente à 4 m. du couple, puis s'arrête 10 m. plus loin.
- 2055 h. Un second mâle (D) arrive depuis les villas au pieds du terre-plein qu'il escalade. Le mâle A se précipite sur lui et le fait rouler d'un coup de museau au bas du talus. D se met en boule et reste immobile pendant 15 minutes. A retourne vers la femelle B.
- 2115 h. Arrivée d'un nouveau mâle (E) qui s'approche prudemment du couple A et B puis du mâle D. E et D s'affrontent et cherchent à se mordre. Ils avancent et reculent à tour de rôle, soufflent et crient bruyamment. E mord une oreille de D, qui le saisit à la gorge. E s'éloigne de quelques mètres en émettant un long "kékéké..."
- 2145 h. D parade avec la femelle C, alors que A et B se tournent toujours autour.
- 2200 h. Arrivée de deux nouveaux individus (F et G, sexe ?).
- 2300 h. Arrivée d'un nouveau mâle (H). E a disparu. A + B ainsi que D + C paradedent toujours. F, G et H tournent à distance autour des deux couples. Ils s'arrêtent parfois longuement pour observer ou s'affrontent en se donnant des coups de pattes et de museau.

Remarque : du 16 avril au 9 mai 1977, un minimum de 12 individus ont fréquenté entre 5 et 12 fois ce lieu de rencontre. Leur provenance est analysée plus loin. (Fig. 29).

Le second lieu, repéré le 4 juin 1977, a été fréquenté par au moins 9 individus (5 mâles et 4 femelles) pendant les 5 jours d'observation continue qui suivirent.

Il s'agissait également d'un pré d'environ deux hectares entouré de haies de troènes et de divers arbustes d'ornement situé à l'intérieur de la périphérie d'Yverdon. Le secteur est entouré de grands bâtiments et de villas familiales. La voie ferrée qui le borde sur le côté Ouest est un cheminement très utilisé par une partie de la population. L'endroit est bien protégé contre tous les vents (Fig. 30).

Au cours des années suivantes les mêmes lieux ont été utilisés entre avril et juillet.

En 1978 j'ai visité régulièrement les deux sites afin de pouvoir préciser la fréquence de leur utilisation. Les visites de contrôle ont été réparties entre mars et août à raison d'une visite tous les deux ou trois jours. Chacun des deux sites était observé pendant environ une heure au cours de la même nuit (un quart d'heure toutes les heures entre 21 h. et 1 h.).

Le total des heures d'observation est malheureusement insuffisant pour pouvoir connaître la proportion des individus aperçus par rapport à ceux qui ont échappé à l'observation. Toutefois le contrôle répété d'individus marqués me permet de penser qu'en majorité ce sont toujours les mêmes individus qui fréquentent ces lieux de rencontre. Les nouveaux individus ne sont que rarement observés plus de deux nuits de suite.

La fréquentation des deux sites s'est avérée irrégulière d'un mois à l'autre et même d'une nuit à la suivante.

En mai, période de fréquentation maximum (Tab. 3) je n'y ai rencontré parfois qu'un ou deux individus pendant plusieurs nuits consécutives.

Le rôle de la météo ne m'a pas semblé déterminant car une des arènes pouvait être bien utilisée alors que l'autre était déserte au même moment.

L'arène des Vernes a été bien fréquentée dès le début d'avril puis désertée à partir de juillet. L'arène de la Prairie n'a été utilisée qu'à la fin d'avril puis désertée progressivement en août seulement.

Les heures de présence des hérissons semblent également irrégulières. En avril plusieurs animaux paraissent dès 20 h. alors qu'en mai et juin les premiers n'apparaissent pas avant 23 h.

Arène I "Les Vernes"

mois :	nombre de visites	nombre d'obs.	fréquentation horaire moyenne
mars	2	1	0,5
avril	12	62	5,2
mai	10	56	5,6
juin	11	54	4,9
juillet	8	23	2,9
août	4	7	1,8
totaux	47	203	4,3

Arène II "La Prairie"

mois :	nombre de visites	nombre d'obs.	fréquentation horaire moyenne
mars	3	2	0,7
avril	12	41	3,4
mai	12	51	4,3
juin	12	48	4,0
juillet	8	32	4,0
août	4	9	2,3
totaux	51	183	3,6

Tableau 3

Fréquentation des arènes I et II en 1978.
Chaque visite correspond à 1 h d'observation.

*Besuch der Balzplätze I und II 1978.
Jeder Besuch entspricht einer Stunde Beobachtung.*

3.4 L'ACCOUPLLEMENT

Le rituel de la parade nuptiale a été décrit par plusieurs auteurs : LONS 1909, LUTTICH 1929, STEIN 1930, KRUMBIEGEL 1931 et HERTER 1965. Cependant, aucune étude systématique détaillée n'en a été faite si bien qu'il y a certainement encore des faits intéressants à décrire.

HERTER (1965) a observé les phases suivantes : La rencontre débute par un contact naso-nasal. Elle est suivie en général par la défécation ou l'urinage des deux partenaires. Ensuite le mâle essaye de contourner la femelle en lui donnant des coups de museau et des coups de pattes. A ce moment le mâle retrousse ses lèvres supérieures, la tête plus ou moins redressée (= flehmen). Ce manège peut durer longtemps car la femelle va rester face au mâle ou lui présenter le flanc en soufflant par à-coups. Il s'ensuit une danse en arcs de cercle qui peut ou non se terminer par la copulation.

BROCKIE (1976) a constaté la présence régulière de salive sur les piquants de sujets adultes et ceci uniquement en période de copulation. Il pense que suite au "flehmen" il y a (parfois ?) production de salive et autolubrification.

L'accouplement dorso-ventral a été décrit pour la première fois par KOEFOED (1923) : La femelle consentante étire ses pattes postérieures en arrière et couche ses piquants dorsaux. Le mâle monte alors sur son dos, serre les flancs de la femelle à l'aide des pattes avant, saisit la nuque dans sa gueule et copule. (Fig. 19).

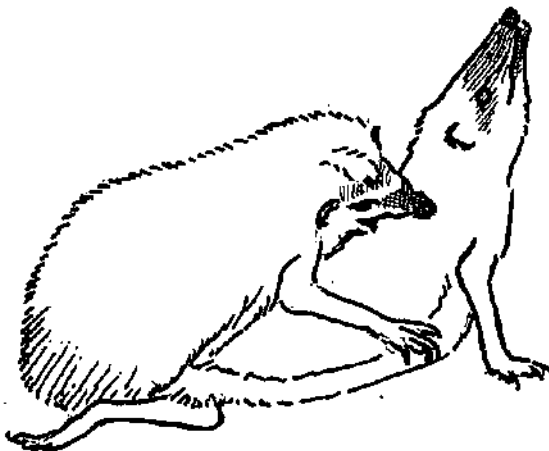


Figure 19

Accouplement. Yverdon 14 avril 1977.

Paarung. Yverdon 14 April 1977.

Mes observations confirment les descriptions précédentes. L'autolubrification n'a jamais pu être observée chez les adultes. J'ai toutefois remarqué à plusieurs reprises la production abondante de salive du mâle qui, haletant et la respiration sifflante, tourne autour de la femelle. J'ajouterais que la danse en arcs de cercle n'est pas obligatoire. C'est une parade de refus de la femelle non consentante.

Les observations d'individus marqués ont montré que les femelles ne s'accouplaient pas obligatoirement avec n'importe quel mâle, mais qu'il existait parfois des mâles dominants ayant le rôle de reproducteurs principaux (mâles α). Par exemple, le cas du mâle n° 6 observé en 1976 qui s'est accouplé avec les femelles nos 1, 2, 3 et 12 (voir chapitre 5.4 p.94). Ainsi, le cérémonial d'accouplement peut être différent selon la position sociale et l'état sexuel des partenaires. Je distinguerais les deux schémas suivants :

1er cas. En présence : mâle α et femelle en oestrus.
Comportements : contact naso-nasal - *flehmen* du mâle - coups de pattes et de museau du mâle - courte et éventuelle danse en arcs de cercle - poursuite précopulatoire - étirement de la femelle - accouplement - séparation.
Durée : 5 à 15 minutes.

2^e cas. En présence : mâle σ et femelle en oestrus, ou mâle α et femelle en anoestrus, ou mâle σ et femelle en anoestrus.
Comportements : contact naso-nasal - forte agressivité de la femelle se traduisant par une intimidation et par des morsures - coups de pattes et de museau du mâle - morsures du mâle - danse en arcs de cercle - accouplement éventuel - séparation.
Durée : 15 minutes à 4-5 heures.

Il est probable que les situations intermédiaires existent. Cependant, il m'a paru que les deux cas étaient bien tranchés et que l'observation des préludes à l'accouplement permettait d'en prévoir l'issue.

3.5 L'AUTOLUBRIFICATION

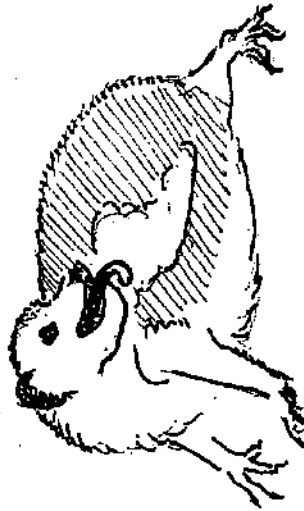
L'autolubrification est la curieuse habitude propre aux hérissons d'enduire leurs piquants dorsaux d'une abondante salive (Fig.20).



1° Flairage d'un objet.



2° Salivation abondante



3° Contorsion et lubrification des piquants dorsaux



4° Poursuite de l'activité en cours

Figure 20

Schéma du comportement d'autolubrification observé en captivité. Corcelettes, avril 1975.
Schema des Selbstbespucken in befangenschaft beobachtet. Corcelettes, April 1975.

HECK (1912) fut le premier à décrire cet étrange comportement. HERTER (1933 et b, 1938, 1963, 1965) l'a décrit en détail et l'a constaté chez les espèces suivantes : *Erinaceus europaeus*, *E. roumanicus*, *Aethechinus algirus*, *Paraechinus aethiopicus*, *Hemiechinus auritus*, *H.a. persicus* et *Atelerix pruneri*. Actuellement il apparaît que tous les hérissons ont ce comportement en commun.

HERTER (1938 et 1965), EISENTRAUT (1953b), BURTON (1957 et 1969), PODUSCHKA et FIRBAS (1969) constatent que cette salivation est déclenchée par des stimuli chimiques car elle apparaît lorsqu'on présente aux hérissons toutes sortes d'objets ayant une odeur inhabituelle. Ces auteurs avancent toute une série d'hypothèses et concluent finalement qu'il s'agit probablement d'un atavisme non fonctionnel.

EISENTRAUT (1953) et BROCKIE (1976) précisent que ce comportement n'existe que chez les jeunes non sevrés et chez les adultes en période de reproduction.

Etant donné le rôle primordial de l'odorat chez le Hérisson (LINDEMANN 1951, BRETTUNG 1972) BROCKIE pense que l'autolubrification est un signal odorant pouvant être détecté à grande distance par les autres congénères et qui aurait deux fonctions :

- Chez les jeunes non sevrés, c'est le moyen d'attirer l'attention maternelle lorsqu'ils s'éloignent trop d'elle et qu'ils paniquent dans un environnement inconnu.
- Chez les mâles adultes, c'est une possibilité supplémentaire d'exciter la femelle, consécutive au flehmen lors de la parade nuptiale, par l'émission d'une phéromone.

Pour ma part je n'ai jamais pu observer l'autolubrification dans la nature. Cependant, ainsi que mentionné auparavant, j'ai observé plusieurs fois une abondante production de salive du mâle, lorsque, haletant et soufflant, il parade autour de la femelle. On m'a montré également cette réaction chez des jeunes qu'on prélevait dans une nichée élevée en captivité.

3.6 LA HIERARCHIE

Les manifestations de soumission et de dominance sont très nombreuses chez le Hérisson. Elles n'ont pas échappé aux auteurs qui ont travaillé avec des animaux en captivité. Au sein d'un groupe l'agressivité d'un mâle en rut ou d'une femelle portante est évidente.

Ainsi LIENHARDT (1980) a remarqué d'importants changements de comportements chez des individus au début du rut. En effet, l'agressivité et l'irritabilité de certains individus entraînent de nombreux affrontements.

Les combats que j'ai observés sur les lieux de rencontre sont de toute évidence des rivalités entre mâles. Leur issue est rapidement atteinte par la fuite du vaincu. De plus, j'ai noté que ce sont toujours les mêmes individus qui dominent.

La hiérarchie est également évidente à proximité d'une source ponctuelle de nourriture. L'individu établi dans le secteur ne tolère la présence de congénères qu'une fois repu. En fait, les groupes alimentaires n'ont été observés qu'au début du printemps alors que les animaux ne sont pas encore strictement cantonnés ou encore dans le cadre d'un groupe familial (mère et ses petits). En général, les dominés attendent patiemment à distance la fin du repas du dominant.

Sur un terrain occupé par un individu, d'autres individus peuvent circuler librement, mais sans s'y installer, ni chasser ouvertement en présence du propriétaire. Il n'y a généralement pas d'attaque de la part de ce dernier, mais l'intrus évite systématiquement de se trouver en sa présence. A part la fuite cette réaction d'évitement est la seule manifestation de soumission que j'aie pu distinguer.

Le cas du mâle tué par l'une des deux femelles portantes dans l'enclos de Corcelettes est également une manifestation de dominance des femelles portantes sur les mâles.

L'existence d'un mâle α qui s'accouple avec un groupe de femelles implique forcément l'existence d'une hiérarchie. Cette explication peut probablement s'appliquer au cas du mâle n° 6 observé en 1976.

3.7 LES COMPORTEMENTS TERRITORIAUX

Le domaine vital et le territoire des hérissons sont examinés plus loin (voir chap. 5 p. 86). Seuls les différents comportements liés à la délimitation et à la défense d'un territoire sont présentés ici.

Jusqu'à maintenant l'existence de comportements territoriaux chez le Hérisson n'a pas été envisagée. Pourtant, HERTER (1938), PODUSCHKA (1969) et LIENHARDT (1980) ont noté chez des sujets captifs l'utilisation de marquages odorants. Il est vrai que seule une étude de terrain pouvait définir le rôle de tels marquages.

Les déjections de marquage vont être utilisées lorsqu'un individu essaye de s'installer au printemps sur un nouveau secteur. J'ai constaté que pendant 3 ou 4 semaines le nouveau venu dépose chaque nuit quelques crottes bien en évidence sur des lieux de passages obligés, tels que les chemins, les coulées au pied des murs ou l'entrée d'une propriété clôturée. Il s'agit de petites crottes noires déposées isolément. Ces indices servent de toute évidence à indiquer sa présence à ses congénères. Les mâles et les femelles semblent se comporter de la même manière. Plus tard dans la saison quelques crottes réapparaissent périodiquement aux mêmes emplacements. Elles sont peut-être un rappel du marquage territorial antérieur, mais elles peuvent aussi être une indication de l'état sexuel de l'individu. En effet LIENHARDT (1980) a constaté qu'une femelle qui entre en oestrus va aussitôt commencer à déposer des petites crottes sur ses chemins habituels. Selon PODUSCHKA (1969), le mâle en rut pratique de même, mais en plus, colle parfois des crottes à une certaine hauteur sur des supports tels que, des murs, des pierres ou des piquets.

Une femelle qui s'était installée dans mon jardin à partir d'avril 1976, a déposé chaque nuit, durant 18 jours consécutifs, une nouvelle crotte contre le portail d'entrée, seul accès possible. Afin de vérifier combien de fois le marquage se répéterait, j'otais chaque matin la nouvelle crotte.

Le marquage par l'urine est probablement aussi utilisé. On observe, en effet, chez les mâles en période de rut, qu'ils ont le ventre et les membres postérieurs régulièrement imprégnés d'urine dégageant une forte odeur poivrée. Cet automarquage a peut-être à la fois une fonction de marquage territorial et un pouvoir attractif sur les femelles.

Un mâle gardé en semi-captivité avait l'habitude d'uriner contre un piquet situé à l'angle de la clôture, ainsi que contre les troncs de quelques arbres fruitiers. Ce fait n'a pas pu être observé ailleurs. Cette manœuvre sert peut-être à marquer des pistes ou à fixer des limites territoriales ainsi que l'a constaté HEDIGER (1957) chez de nombreux mammifères.

Le marquage par les glandes latérales est bien connu chez les mammifères et en particulier chez les insectivores. Les hérissons gardés quelques jours en captivité sur un sol dur laissent des traces odorantes brunâtres bien visibles au pied de chaque obstacle qu'ils ont contournés. Ce genre de traces s'observent plus difficilement dans la nature. Je l'ai toutefois noté à proximité d'un nid construit sur des dalles de béton et sur le pas de portails à l'entrée de jardins. Ce marquage a probablement une double fonction de marquage du territoire et de guidage olfactif pour les chemins principaux.

3.8 L'ELEVAGE DES JEUNES

Les activités qui découlent de l'élevage d'une nichée diffèrent peu de celles d'autres mammifères. Je ne signalerai que 4 comportements importants par leur durée.

L'allaitement est en général difficile à observer dans la nature car le nid ne le permet pas. Toutefois à partir de 25 jours après la naissance, la femelle sort parfois de jour et allaite ses petits au soleil. Quelques jours après la naissance les tétées sont très fréquentes, car la femelle ne quitte pas ses jeunes plus de 20 à 30 minutes. A partir de 15 jours, elle s'absente régulièrement pendant 2 heures en début de nuit. A 30 jours, j'ai constaté plusieurs fois qu'elle restait absente toute la journée. Le sevrage se fait vers le 40^e jour.

Les bains de soleil de la mère, seule ou accompagnée de ses petits, sont fréquents. Pour deux nichées suivies régulièrement en 1977 et 1978, j'ai observé 12 fois ce comportement. Chez les subadultes et les adultes n'élevant pas de jeunes, les bains de soleil peuvent aussi être observés. Il s'agit dans ce cas d'animaux généralement malades.

La chasse en groupe est très limitée dans le temps. Je l'ai constatée entre le 25^e et le 35^e jours après la naissance. Les jeunes suivent en groupe ou en file derrière la mère. Plus tard, ils sortent seuls ou en groupe, sans être accompagnés de la mère. Ils chassent à proximité du nid, alors que la mère va chasser seule plus loin.

Les jeux paraissent rares. J'ai tout de même vu des échanges de coups de museau, des poursuites et des coups de pattes ou "boxe". Cette "boxe" a été observée plusieurs fois entre la mère et un jeune ou entre les jeunes. Elle est souvent le prélude à d'autres jeux.

3.9 LE TOILETTAGE

Les comportements liés à la toilette des hérissons ne comportent apparemment rien d'original par rapport aux autres mammifères.

Le grattage se fait à l'aide des pattes avant ou arrière. Je l'ai observé très souvent chez des animaux en activité. Il est particulièrement bruyant car les piquants dorsaux s'entrechoquent avec un bruit de baguettes. Le grattage du dos malgré les longs piquants est tout à fait possible grâce aux longs ongles médiaux des pattes arrière.

Le léchage est fréquent. La peau du dos peut être suffisamment étirée pour qu'il soit possible sur tout le corps.

J'ai également constaté, mais moins souvent, des bains de poussière ou d'eau.

Le toilettage, même fréquent, ne leur permet de se débarrasser que partiellement de leurs nombreux ectoparasites.

3.10 LA CONSTRUCTION DU NID

Si les hérissons ne disposent pas sur leur domaine vital d'amas de matériaux secs ad hoc, ils sont capables de construire des nids parfois volumineux. En captivité et dans la nature, la récolte de matériaux a été décrite par plusieurs auteurs (HERTER 1938, HEDIGER 1953, HAINARD 1961, BURTON 1969). Chose curieuse, certains hérissons semblent se spécialiser dans la recherche de matériaux particuliers.

En 1978, j'ai observé une femelle amassant des déchets de laine de mouton pour tapisser l'intérieur de son nid, alors qu'une autre récoltait des papiers.

En juin 1979 on me signala le curieux manège d'une femelle qui déterrait des racines de ray-grass, *Lolium perenne*, dans un pré pour construire son nid.

La construction du nid est une technique très particulière décrite par DIMELow (1963 b) et par MORRIS (1973) : L'animal s'introduit dans l'amas de matériaux qu'il a ou non entassé et roule sur lui-même. A l'aide de ses piquants dorsaux il arrange les matériaux en faisant des soubresauts. Très souvent il tapisse l'intérieur du nid d'éléments plus fins en les arrangeant avec la même technique.

Le creusement de cavités ou de galeries souterraines pour l'aménagement d'un nid est signalé par HAINARD (1961).

La plupart des nids sont construits à partir d'une cuvette creusée dans le sol. Certains nids situés dans un talus ou sous une souche sont pratiquement des cavités. (Fig. 21).

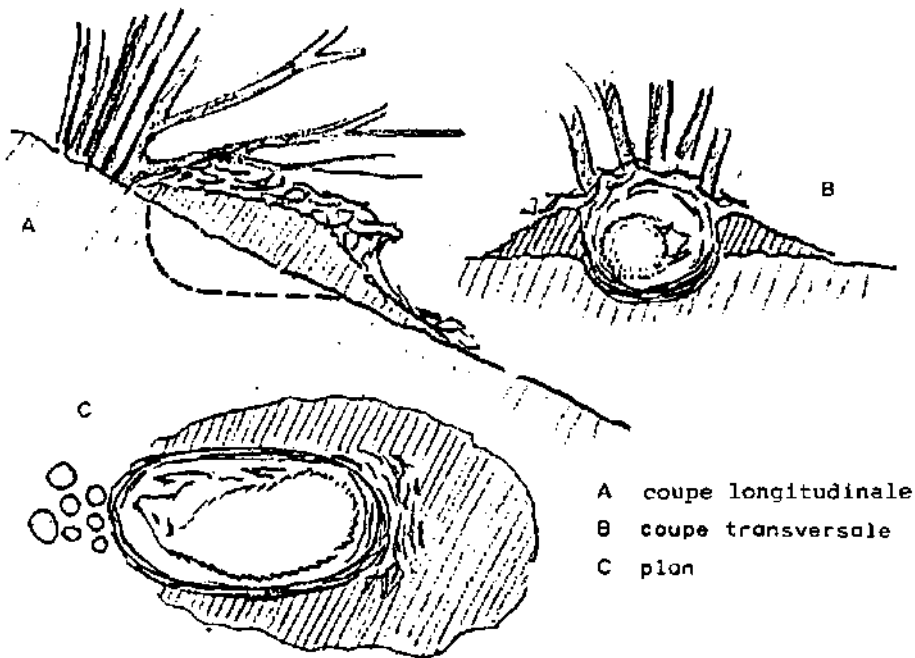


Figure 21

Schéma de construction d'un nid d'hiver.
Yverdon, 12 février 1975.
Schema eines Nestbaus für den Winter.

Dans les régions agricoles dépourvues d'arbres, tels que les pâturages bretons du bord de la mer, j'ai trouvé plusieurs fois des terriers profonds de 0,5 à 1 m. Dans l'enclos de Corcelettes où je gardai des hérissons en semi-captivité, ceux-ci creusèrent rapidement plusieurs terriers.

Au cours de l'été chaud et sec de 1976 la majorité des hérissons des régions étudiées creusèrent des terriers, sans doute pour avoir des nids frais et humides.

Un nid construit est en général un abri principal utilisé pendant plusieurs mois pour l'hibernation, le repos diurne ou la mise bas. L'étude des hérissons suivis par radio-tracking montre qu'il existe également sur leur domaine vital plusieurs abris secondaires qu'ils utilisent temporairement au cours de la nuit pour de courtes périodes de repos. Ces abris sont de simples couverts naturels ou partiellement aménagés les cachant plus ou moins entièrement.

3.11 LE REPOS, L'HIBERNATION ET L'ESTIVATION

Ainsi que l'a constaté HERTER (1938), le Hérisson en hibernation ou en repos diurne dort sur le flanc, complètement déroulé, la tête appuyée sur la litière ou sur une patte avant. Dans un abri temporaire, il dort, par contre, sur le ventre, les pattes ployées et les épines hérissées.

Le phénomène de l'hibernation ayant fait l'objet de nombreuses publications, mes observations personnelles portent uniquement sur la durée et sur les dates d'entrée et de sortie d'hibernation.

Les gros adultes dorment en général plus longtemps que les jeunes. En plaine l'hibernation commence en général à mi-novembre et se termine à fin mars. Dans le Jura elle commence à fin octobre et se termine à fin avril. Les individus observés en activité jusqu'à fin décembre sont toujours des jeunes et des subadultes.

En automne 1977 à Yverdon, une jeune femelle de 700 g. sortit tous les soirs se nourrir dans l'assiette mise à sa disposition jusqu'au 30 novembre, malgré la neige tombée le 20 novembre déjà. Ensuite elle dormit sans interruption jusqu'au 30 mars.

En dehors de l'hibernation, un repos continu de plusieurs jours n'est pas signalé dans la littérature sauf en cas de froid prolongé au printemps et à l'automne. L'estivation provoquée par une longue période de sécheresse est probablement un phénomène exceptionnel dans nos régions. En juin 1976, les 8 hérissons adultes que je suivais simultanément par radio-tracking se creusèrent des terriers dans le bois et dormirent sans interruption entre 5 et 8 semaines. Cette torpeur a probablement été provoquée aussi bien par la sécheresse que par le manque de nourriture qui en a résulté. Cette année-là, la reproduction fut quasiment nulle.

3.12 LES VOCALISATIONS

Les sons audibles à l'oreille humaine émis par le Hérisson sont peu fréquents. Pourtant différents auteurs (BUYSSON 1908; BARRETT-HAMILTON 1911; HERTER 1938; MATTHEWS 1954; BURTON 1969; PODUSCHKA 1969 et GREGORY 1975) ont décrit toute une série de cris.

En dehors des soufflements constants de l'animal en chasse et des sifflements aigus des jeunes, je n'ai entendu que de rares vocalisations audibles.

En groupe sur les arènes ou isolés dans la végétation, j'ai entendu des mâles adultes pousser un puissant et long caquetage très aigu assez semblable aux cris que poussent les fouines, *Martes foina*, en période de rut.

Un subadulte tombé dans un tuyau enterré verticalement criait de manière assez semblable, sans doute par panique.

Il ne fait pas de doute que le sifflement émis par les jeunes au nid sont un appel pour la mère.

Le caquetement des mâles (et des femelles) entendu uniquement en période de rut pourrait traduire leur excitation ou être un appel pour d'autres congénères.

Les soufflements émis constamment par un animal qui cherche sa nourriture pourraient correspondre à une écholocation.

3.13 LA CAPACITE DE RETOUR AU GITE

Ce phénomène, connu chez de nombreux vertébrés, paraît fréquent chez les mammifères et en particulier chez les rongeurs. Chez le Hérisson, il n'a fait l'objet que de quelques observations fortuites par BURTON (1969).

Ce comportement présentant un intérêt pour la protection de l'espèce, j'ai cherché à tester sa capacité de retour au gîte par trois expériences de lâchers à distance avec des animaux porteurs d'émetteurs.

Les lieux de lâcher ont été choisis dans un secteur situé au Sud d'Yverdon avec peu de routes importantes, ceci afin d'éviter les risques d'accidents (Fig.22).

Voici le protocole des trois expériences :

Expérience n°1

Date : 2.8.77

Animal suivi : 1 femelle adulte EM 10, capturée à Yverdon dans le quartier de la Prairie le 1.8.77 à 2200 h.

Point de lâcher : Lisière du Bois d'Essertine, côté Orzens, en bordure de la route Nonfoux-Orzens, à 7 km. au Sud d'Yverdon.

Observations : 2230 Lâcher. L'animal se déplace dans toutes les directions autour du point de départ dans un rayon de 50 m.

2300 Il a traversé la clairière en direction NW.



Légende :

- point de lâcher
- point d'arrivée
- - - trajet du mâle 3
- trajet du mâle 8
- trajet de la femelle 10

Echelle 1 : 25000

Figure 22

Expérience de retour
au gîte

Versuche über das zurück-
kehren zur Unterkunft

2400 Retour en direction S en suivant la lisière forestière.
0110 Emprunte la direction NW sur 2 km.
0215 De retour au point de départ.
0300 Nouveau départ plein N. Il traverse les champs puis la forêt en droite ligne.
0330 Il atteint le village d'Ursins.
0337 Plus d'émission.
0600 Il est découvert à Ursins dans un hangar de machines agricoles par un paysan qui lui enlève son émetteur.

Expérience n°2

Dates : 18 et 19.8.77
Animaux suivis : 1 mâle adulte EM 3, capturé à Yverdon, rue du Montélaz 5, le 17.8.77. (=M3)
1 mâle adulte EM 8, capturé à Yverdon, derrière le cimetière, le 17.8.77. (=M8)
1 femelle adulte EM 10, capturée à Yverdon, dans le quartier de la Prairie, le 17.8.77. (=F10)
Point de lâcher : Entrée du village de Pomy à 2 km. au SE d'Yverdon.
Observations : 2000 Lâcher.
0400 F 10 de retour à la Prairie.
0420 M 8 de retour au Cimetière.
0445 M 3 se trouve en Calamin près du stand de tir.
2330 M 3 de retour à la rue du Montélaz.

Expérience n°3

Dates : du 20 au 25.8.77.
Animaux suivis : Les mêmes que pour l'expérience n°2, soit M 3, M 8 et F 10.
Point de lâcher : Voir expérience n°1. Lisière du Bois d'Essertine, côté Orzens.
Observations : Nuit du 20 au 21.8.77 :
1930 Lâché F 10.
2200 Lâché M 8.
2400 Lâché M 3.
0400 F 10 se trouve à la lisière N du bois devant Ursins.
0415 M 8 sur la lisière N à 1 km. du lâcher.
0420 M 3 dans le village d'Orzens.

Nuit du 21 au 22.8.77 :

2100 M 3 toujours à Orzens.

2120 M 8 chemine en bordure de la route de Valeyres.

2400 F 10 reste introuvable.

M 8 a atteint la lisière du vallon boisé de la Niauque au NE de Valeyres alors que M 3 n'a pas quitté Orzens.

Nuit du 22 au 23.8.77 :

2100 M 3 toujours à Orzens.

2400 M 8 et F 10 sont introuvables.

Nuit du 23 au 24.8.77 :

2100 M 3 toujours à Orzens. Il est recapturé pour être relâché à Yverdon. M 8 et F 10 sont introuvables.

Nuit du 24 au 25.8.77 :

2030 F 10 est découverte à la Prairie sur son lieu d'origine.

1130 Un hérisson porteur d'un émetteur m'est signalé écrasé sur la route aux Condémines à l'entrée d'Yverdon. Il s'agit du M 8.

Si on fait le bilan de ces trois expériences, on peut admettre que, sur 7 animaux lâchés à distance, 5 sont revenus à leur point de départ. La distance maximale testée de 7 km. ne semble pas leur causer plus de problème qu'une distance plus courte. Avec ces quelques expériences, on peut donc supposer que la capacité de retour au gîte des hérissons est bonne. Toutefois, les résultats acquis n'ont pas une grande signification car le nombre de répétitions dans des situations différentes n'est pas suffisant pour avoir une quelconque valeur statistique. Ces recherches ont été abandonnées pour les raisons suivantes : d'une part le matériel de télémétrie utilisé n'était pas suffisamment performant et d'autre part la région se prêtait très mal à ce genre de recherche car les obstacles naturels et surtout artificiels y sont trop nombreux.

L'examen des déplacements cartographiés montre l'importance des fils conducteurs dans le choix des cheminements. Les lisières forestières, les chemins et les cours d'eau sont systématiquement empruntés si leur orientation correspond approximativement à l'axe de déplacement choisi : Les grandes surfaces homogènes, tels que les champs cultivés ou les forêts, sont franchies en ligne droite. A proximité du point de départ l'animal circule longuement en tous sens avant de se décider pour une direction.

3.14 COMPORTEMENT DU HÉRISSON SUR LA ROUTE ET VIS A VIS DU TRAFIC AUTOMOBILE.

Le comportement d'un hérisson traversant une chaussée et sa réaction face à un véhicule automobile sont bien connus de tous. Pourtant on n'en trouve aucune mention dans la littérature.

Les raisons de leurs irruptions sur une route ont déjà été mentionnées dans les chapitres précédents. Je les rappellerai donc brièvement : Il s'agit essentiellement de déplacements migratoires, sociaux ou exploratoires les amenant à traverser une ou plusieurs chaussées. Occasionnellement les hérissons s'aventurent également sur la route pour y chercher de la nourriture. En effet, lors des pluies orageuses d'été, les vers de terre apparaissent souvent en grands nombres sur l'asphalte chaud et humide, constituant ainsi un source de nourriture pour divers animaux. De plus, les hérissons sont attirés par des cadavres d'animaux écrasés.

Leur comportement sur une chaussée est le même que sur d'autres espaces découverts. Tout d'abord ils évitent systématiquement de s'avancer à découvert pour finalement s'élancer très rapidement sur la chaussée. La traversée se fait alors en ligne droite selon la trajectoire la plus courte. Si le hérisson cherche de la nourriture, il s'avance rapidement en zigzagant sur la route, saisit sa proie et retourne à couvert sur la banquette herbeuse. En tous les cas si un danger survient, ici en général un véhicule, il s'immobilise immédiatement et se met en boule jusqu'à la disparition de la menace.

Le comportement du conducteur du véhicule va seul déterminer l'issue de cette rencontre inopinée. Roulant à une vitesse inférieure à 80 km/h, un conducteur attentif peut toujours éviter l'animal pour autant qu'il n'y ait pas de véhicule survenant en face au même instant. En effet, dans ces moments là, l'attention du conducteur est retenue par le véhicule vis à vis et l'éblouissement dû aux phares gêne considérablement la possibilité d'apercevoir le hérisson sur la chaussée.

Il faut d'ailleurs remarquer que beaucoup de conducteurs ne font apparemment aucun effort pour éviter la collision et que certains font même visiblement un écart pour toucher l'animal. Mon propos ne cherche nullement à critiquer le comportement des automobilistes mais uniquement à constater que l'accident pourrait souvent être évité.

J'ai cherché à trouver une éventuelle relation entre le nombre de hérissons tués et l'intensité du trafic automobile. J'ai relevé à ce propos les points suivants :

- En dehors des périphéries urbaines aucun tronçon de route étudié n'a fourni suffisamment de données pour se prêter à une analyse.
- Seules les routes principales font l'objet d'un comptage périodique du trafic automobile.

- Si les moyennes journalières du trafic automobile sont connues, on ne connaît pas le détail des fluctuations horaires journalières ou saisonnières, données indispensables pour une analyse détaillée.

Ces raisons m'ont conduit à abandonner cette étude.

4. L'ACTIVITE

Les nombreux travaux effectués sur l'hibernation ont montré que l'hypothermie et la léthargie étaient déclenchées à la fois par des facteurs climatiques et nutritionnels. Il est donc logique de penser que l'ensemble de l'activité est influencée par ces mêmes facteurs. Ces travaux ont fait apparaître qu'en fait le Hérisson conservait tout au long de l'année un rythme d'activité circadien présentant un maximum nocturne.

HERTER (1938) a mis en évidence avec un actographe une activité triphasique qui est schématiquement la suivante :

- Une première phase d'activité intense s'étend de 18 h. à 20.30 h. Une seconde phase, également intense, entre 24 h. et 2 h., est suivie par une troisième plus réduite entre 4 h. et 5.30 h.

CAMPBELL (1975) a noté une période importante d'alimentation en début de nuit.

PODUSCHKA (1969) et BURTON (1969) constatent toutefois que le rythme d'activité reste très individuel et variable.

L'étude des animaux tués sur les routes par le trafic m'a permis de préciser la phénologie des activités de déplacement, alors que les observations en nature et en laboratoire m'ont fourni la répartition des différentes activités et l'influence des facteurs climatiques et alimentaires.

4.1 LE RYTHME JOURNALIER D'ACTIVITE

Les expériences réalisées en laboratoire au cours de l'automne 1975 cherchaient à établir quelques courbes d'activité de hérissons placés dans des conditions variables de température, d'humidité et de nourriture. Les résultats devaient me permettre, d'une part de contrôler les actogrammes publiés par HERTER (1934c) et par CAMPBELL (1975), et d'autre part me faciliter l'interprétation des observations faites dans la nature.

Durant 5 mois l'activité de 4 hérissons (1 mâle subadulte, 1 femelle subadulte, 1 mâle adulte de 4 ans et 1 femelle adulte d'1 an) élevés en captivité dans une chambre climatisée a été enregistrée à l'aide d'un actographe automatique. Les situations suivantes ont été étudiées :

- Nourriture ad libitum et conditions moyennes de température et d'humidité (10 à 20 T°C, 45 à 75 % HR*).
- Nourriture ad libitum, température et humidité basses (3 à 10 T°C, 30 à 65 % HR*).
- Nourriture ad libitum, température moyenne et humidité basse (10 à 23 T°C, 30 à 65 % HR*).
- Peu de nourriture, conditions moyennes de température et d'humidité (10 à 20 T°C, 45 à 75 % HR*).
- Absence de nourriture, conditions moyennes de température et d'humidité (10 à 20 T°C, 45 à 75 % HR*).

Il a été constaté que chacun des trois facteurs testés a son importance et qu'il va modifier la courbe classique triphasique d'activité. (Fig. 23 et 24).

Ces modifications se font de la manière suivante :

- Par une température inférieure limite, comprise entre 3 et 5°C, l'activité est le double de celle obtenue par une température normale de 10 à 14°C. Ceci est valable pour autant qu'il y ait de la nourriture à disposition.
- Une atmosphère trop sèche limite considérablement l'activité malgré l'abondance de nourriture.
- Par des conditions moyennes de température et d'humidité, l'abondance de nourriture va jouer un rôle important.
- Lorsque la nourriture est abondante, l'activité est nettement triphasique mais peu importante.
- Lorsque la nourriture est rare, l'activité augmente au cours de la première phase, mais reste faible en fin de nuit.
- En absence de nourriture l'activité est strictement monophasique et importante entre 21 h. et 23 h., puis est nulle le reste de la nuit.

A partir de ces constatations on comprend aisément qu'une période prolongée de froid ou de sécheresse va entraîner la disparition de la petite faune terrestre et finalement va provoquer selon les cas une léthargie ou une torpeur chez le hérisson.

* Le programme de climatisation est détaillé sur la figure 23.

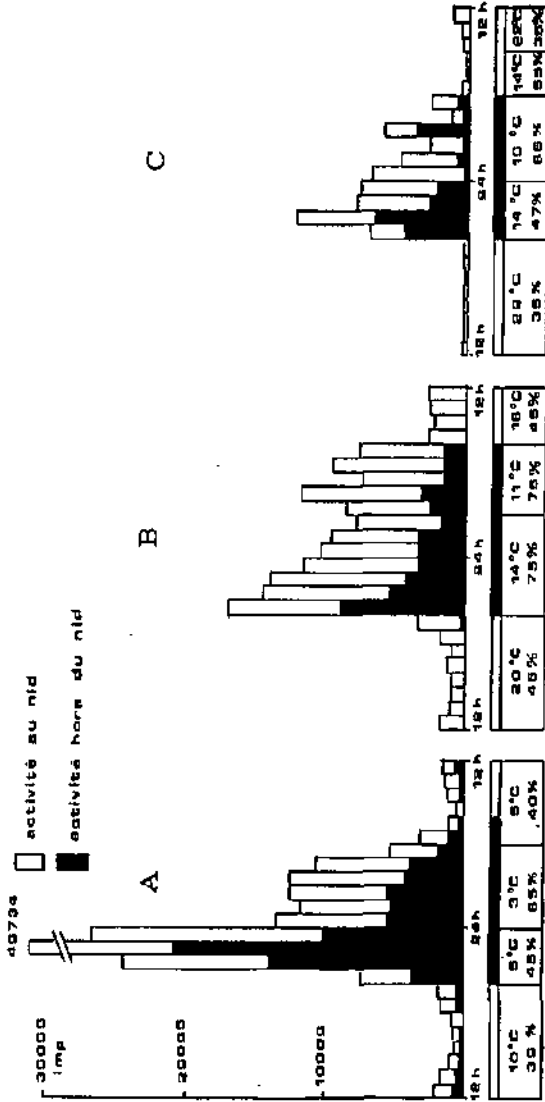


Figure 23

Activité de 4 hérissons en chambre climatisées.

- A Programme avec des températures basses limitées.
 - B Programme avec des conditions moyennes d'humidité et de température.
 - C Programmes avec une humidité faible.
- A Programm mit begrenzten tiefen Temperaturen.
 B Programm mit mittlerer Feuchtigkeit und Temperatur.
 C Programm mit wenig Feuchtigkeit.

4.2 LES RYTHMES D'ACTIVITE EN NATURE

Le radio-tracking complété par l'observation directe a permis de distinguer 8 phases d'activité occupant une part importante dans la vie du hérisson.

- Pendant le repos, l'animal ne quitte pas son gîte. En général il dort. Cependant, les variations des signaux d'émission montrent qu'il change périodiquement la position de son corps. Il peut donc y faire sa toilette ou s'occuper de jeunes si c'est une femelle. La méthode utilisée ne permet pas de différencier ces dernières activités, du repos proprement dit.

Deux activités secondaires sont toutefois partiellement distinguées du repos chez des femelles élevant une nichée. Ce sont :

- L'allaitement des jeunes qui se passe souvent à l'entrée du nid lorsque les jeunes sont âgés de plus de trois semaines.
- Les bains de soleil où la femelle abandonne ses jeunes pendant des périodes de 30 à 60 minutes pour s'exposer à proximité du nid.

Les autres activités concernent l'ensemble des hérissons.

- Dans la phase d'alimentation, l'animal se déplace en cherchant sa nourriture ou stationne pour manger.
- La construction d'un nid est également facile à distinguer. L'animal fait des navettes vers son nid en transportant des matériaux et y stationne épisodiquement pour la construction.
- Les migrations sont des déplacements rapides, parfois sur de longues distances, sans retour immédiat, que l'on observe surtout au printemps et en automne.
- Les déplacements exploratoires sont des excursions limitées dans le temps et dans l'espace, dans des zones où l'animal ne chasse pas habituellement, avec un retour au nid dans la nuit même. Comme il se nourrit parfois au cours de ces explorations, cette phase est souvent difficile à distinguer de l'alimentation. Toutefois, l'attitude prudente de l'animal ainsi que le caractère exceptionnel de ces déplacements permettent de les différencier de cette dernière.
- Les activités de contacts sont reconnaissables par leur finalité. L'animal se déplace rapidement à la rencontre de congénères. J'ai distingué deux types de contacts intraspécifiques faciles à différencier :
 - La rencontre simple n'entraînant pas de réactions particulières de la part des partenaires.
 - La rencontre, suivie du comportement de parade (parade sexuelle ou affrontement entre concurrents).

	Type Activité	Heures													Total
		18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5		
Avril	Alimentation	-	4	20	22	14	12	9	8	5	8	3	1	106	
	Contacts	-	-	1	5	7	8	12	11	9	3	-	-	57	
	Exploration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Migration	-	-	-	-	1	1	1	1	1	-	-	-	5	
	Construction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Mai	Alimentation	1	3	22	18	17	14	10	11	9	4	1	110		
	Contacts	-	-	1	3	4	6	5	5	5	1	-	30		
	Exploration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Migration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Construction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Juin	Alimentation	-	1	14	25	13	12	10	14	13	3	-	105		
	Contacts	-	-	1	3	8	7	11	12	6	-	-	48		
	Exploration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Migration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Construction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Juil.	Alimentation	-	-	14	16	14	8	10	10	12	10	2	96		
	Contacts	-	-	4	10	10	14	12	12	10	10	-	82		
	Exploration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Migration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Construction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Août	Alimentation	-	1	26	25	17	22	21	12	13	14	-	151		
	Contacts	-	-	-	1	2	1	-	1	1	1	-	7		
	Exploration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Migration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Construction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Sept.	Alimentation	-	8	22	16	6	14	8	4	12	10	2	104		
	Contacts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Exploration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Migration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Construction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
Oct.	Alimentation	-	8	22	18	6	2	10	2	2	2	2	74		
	Contacts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Exploration	-	-	-	-	2	2	4	4	6	8	4	30		
	Migration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Construction	-	-	-	-	2	2	4	4	4	2	-	18		
Nov.	Alimentation	14	12	-	2	4	-	-	-	-	-	-	32		
	Contacts	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Exploration	-	-	2	4	4	4	2	-	-	-	-	16		
	Migration	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Construction	-	-	-	2	2	2	2	2	2	2	-	14		
TOTAL	Alimentation	15	37	140	142	91	84	78	61	65	51	10	778		
	Contacts	-	-	7	22	31	36	40	41	31	15	1	224		
	Exploration	-	-	2	4	7	7	7	6	8	9	5	55		
	Migration	-	-	-	1	1	1	1	1	1	-	-	5		
	Construction	-	-	-	2	4	4	6	6	6	4	-	14		

Tableau 5

Répartition de l'activité entre avril et novembre, calculée en heures par mois (720 h), d'après l'observation de 20 individus suivis dans la nature par-radio-tracking. Les heures manquantes correspondent au repos.

Verteilung der Aktivitäten zwischen April und November nach Stunden pro Monat (720 Std.) gerechnet, auf Grund von Beobachtungen von 20 durch "radio-tracking" verfolgten Einzeltieren. Die fehlenden Stunden entsprechen der Ruhezeit.

En période d'activité, d'avril à novembre, 8 mâles et 12 femelles adultes munis d'émetteurs ont été suivis nuit après nuit, pendant des périodes variant de 1 à 4 mois, de manière à pouvoir noter leur comportement. Ces observations permettent de se faire une idée précise sur la répartition de leurs activités au cours des saisons.

La comparaison des activités journalières individuelles (Tab. 4) montre que l'ensemble des activités dépend à la fois des conditions climatiques, de l'heure du coucher et du lever du jour, mais également du sexe et de l'individu considéré.

Les observations sur le type d'activité, notées au départ par tranche de 15 minutes, ont été regroupées en activité dominante par période d'une heure. A partir de ces données j'ai calculé la répartition moyenne par mois des 6 types principaux d'activité. Les résultats obtenus (Tab.5) mettent en évidence une importance relative extrêmement variable de chaque type selon la période considérée.

En règle générale, on observe chaque jour, durant toute la belle saison, dès le coucher du soleil, une première phase d'activité à but essentiellement alimentaire qui s'étend en moyenne de 20 à 22 h. Le reste de la nuit est consacré autant à l'alimentation qu'à des contacts intraspécifiques, des déplacements exploratoires ou des migrations.

Certaines de ces activités vont prendre de l'importance ou, au contraire, en perdre selon la période considérée.

En avril et mai, il existe une importante activité dominée par la recherche de nourriture et les contacts sociaux. C'est également une période de migration et d'exploration.

De juin au début d'août, l'activité alimentaire et surtout les contacts sociaux augmentent encore.

De fin août à mi-octobre, les activités sont pratiquement limitées à l'alimentation.

Dès mi-octobre et jusqu'aux premiers gels de l'hiver, l'alimentation est restreinte au début de la nuit. Par contre, l'exploration et la construction de nids a pris de l'importance.

Il est intéressant de faire le bilan de l'importance relative de chaque type d'activité au cours de l'année.

On constate les faits suivants (Tab.6).

- Le repos, au sens large du terme, va occuper le 87 % de la vie du Hérisson. Pendant les 4-5 mois que dure la léthargie hivernale, il est d'environ 100 %, alors que pendant la belle saison, il représente en moyenne le 75 %.
- L'alimentation est l'activité principale de la belle saison. Elle varie entre 4 et 21 % du temps total, ce qui représente en moyenne le 69,2 % des activités réelles.

- Les contacts sociaux vont varier selon le sexe et l'âge de l'animal suivi. D'avril à août ils occupent entre 2 et 12 % du temps. Ils sont nombreux dès le réveil printannier, diminuent en mai, puis culminent à fin juin, début juillet. Ils représentent le 22,4 % des activités réelles.
- L'exploration est une activité caractéristique du début du printemps et de l'arrière automne. Elle ne prend cependant que le 0,6 % du temps total, soit 4,4 % de l'activité réelle. Il est probable que cette activité est sous-estimée.
- Les migrations ne prennent que très peu de temps : 0,1 % au total et 0,6 % des activités réelles. Ce comportement n'occupe en fait que quelques heures du printemps et de l'automne. La dispersion des jeunes qui prend un temps plus important réparti sur l'automne et le printemps suivant, n'a pas été prise en considération ici, car ce bilan est basé uniquement sur l'activité d'individus adultes.
- La construction de nids peut, selon les individus, être une activité plus ou moins importante. En moyenne elle prend le 0,4 % du temps total ou le 3,2 % du temps des activités réelles. Les femelles s'affairent souvent pendant plusieurs jours à la construction d'un nid pour la mise bas. Pendant l'automne les jeunes construisent souvent plusieurs nids avant d'en choisir un pour l'hiver. Dans ces deux cas le temps utilisé est très supérieur à la moyenne.

Phase d'activité	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL en %
Repos	100	100	100	77	76	78	75	77	86	83	92	100	87,0
Alimentation	0	0	0	14	17	15	13	21	14	10	4	0	9,0
Contacts	0	0	0	8	6	7	12	2	0	0	0	0	2,9
Exploration	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	2	0	0,6
Migration	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Construction	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0,4
Nombre d'heures d'observation	0	0	0	1104	2873	864	719	360	360	360	360	0	7000 h

Tableau 6

Importance relative en % des phases d'activité au cours de l'année chez les adultes.

Relative Wichtigkeit der Aktivitätsphasen während des Jahres bei den ausgewachsenen Tieren in % ausgedrückt.

4.3 PHENOMENOLOGIE DES DEPLACEMENTS

L'analyse de statistiques d'animaux tués sur les routes peut fournir de précieux renseignements sur l'ensemble des déplacements. Cette méthode a été utilisée par de nombreux auteurs dans plusieurs pays (BROCKIE 1960, DAVIES 1957, HODSON 1960, KONIG 1965, MASSEY 1972, GORANSSON et al 1976, VIGNES inprep.). Les résultats n'étant pas forcément transposables, j'ai cherché à réunir des statistiques sur deux réseaux routiers de Suisse romande.

C'est ainsi que de 1964 à 1978, 3452 cas de hérissons tués par le trafic routier ont été notés sur les autoroutes N1 et N9 entre Genève et Rennaz (VD) et sur environ 300 km. de routes cantonales. Les renseignements recueillis permettent de répondre aux questions suivantes :

- dans quelles conditions, où et quand, se font les déplacements ?
- quels sont les hérissons qui se déplacent ?

Les conditions météorologiques jouent indiscutablement un rôle important sur les activités du Hérisson. Il est donc logique de penser que les déplacements sont influencés par les mêmes facteurs.

Les relevés effectués sur l'autoroute N1 se prêtent bien à l'analyse. En effet, un grand nombre d'observations sont groupées sur un secteur soumis aux mêmes conditions climatiques. Elles ont été mises en relation avec les données météorologiques de la station de Changins/Nyon (VD). Pour éviter d'inclure des cas de déplacements isolés, qui ne se justifient pas forcément par des conditions favorables, seules les nuits, où au moins quatre hérissons se faisaient tuer, ont été prises en considération. Les déplacements s'observant surtout durant la première moitié de la nuit, ils ont été corrélés avec les relevés météorologiques de 21 h. (Tab. 7).

On constate qu'en début de saison la température de l'air est un facteur limitant important. Elle doit atteindre au moins 9°C pour que les déplacements puissent avoir lieu. Toutefois, quelques individus sont tués à des températures plus basses.

L'influence de l'humidité de l'air paraît moins importante. On observe cependant plus de déplacements par temps très sec ou très humide. Une pluie fine ne les gêne pas, mais une pluie continue plus abondante interrompt toute activité.

La pression atmosphérique a, par contre, une influence très nette, puisque dans le 80 % des cas elle était en baisse.

Facteur étudié :	Résultats :													
Température	T° C :	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	hérissons tués :	0	0	4	0	0	6	10	4	8	20	17	32	21
Humidité de l'air	% HR :	21	à	40	41	à	60	61	à	80	81	à	100	
	hérissons tués :	36		19		32		13						
Précipitation	présence de pluie :	avec sans												
	hérissons tués :	19												81
Pression atmosphérique	stabilité relativa :	en housse stable en baisse												
	hérissons tués :	19												71
Direction du vent	secteur :	nord est sud ouest												
	hérissons tués :	80												6
Force du vent	noeuds :	0	à	3	4	à	10	10	et	plus				
	hérissons tués :	19												10
Direction du vent par rapport à celle du hériçon	situation :	nord-juro nord-loc sud-juro sud-loc												
	hérissons tués :	25												20
Changement de conditions atmosphériques	stabilité relative :	stable changement												
	hérissons tués :	3												97

Tableau 7

Influence de la météo sur l'activité de déplacement du hériçon d'après les relevés journaliers d'animaux tués sur l'autoroute N1, Genève-Lausanne.
 Choix de 100 hérissons tués par groupe de 4 et plus au cours d'une seule nuit.
Einwirkung des Wetters auf die Fortbewegungsaktivitäten der Igel auf Grund einer täglich geführten Aufstellung der auf der Autobahn N 1 zwischen Genf und Lausanne getöteten Tiere, Auswahl von 100 Igeln, die in Gruppen von 4 und mehr in einer einzigen Nacht getötet worden sind.

Le vent joue également un rôle certain, car dans le 80 % des cas il soufflait du secteur nord. Une force de vent de 4 à 10 noeuds paraît même stimuler cette activité.

En résumé, on constate que les déplacements se font toujours lorsqu'il y a un changement dans les conditions atmosphériques. Cette modification du temps est probablement plus importante que chacun des facteurs pris séparément.

On peut se demander si les hérissons utilisent les effluves apportées par le vent pour se diriger. Si c'est bien le cas, ils devraient donc se déplacer sous le vent. Le fait qu'aucun hérisson n'a été trouvé sur la berne centrale de l'autoroute me permet d'admettre que le trafic automobile est suffisamment dense (en moyenne 24'400 véh./jour en 1975 et 30'500 véh./jour en 1980) sur la chaussée pour qu'elle soit infranchissable. On peut donc mettre en relation le côté où le hérisson est tué et la direction du vent pour répondre à cette question. Les chiffres obtenus montrent une influence peu marquée du vent sur la direction de déplacement du hérisson. Toutefois, on ne peut pas exclure un repérage olfactif antérieur avec mémorisation de la direction à prendre

Parmi les 3'452 cadavres de hérissons relevés sur les routes, 781 étaient suffisamment complets pour que le sexe et l'âge puissent être notés.

En fonction de ces deux critères, la répartition, au cours de l'année, des animaux tués, est intéressante à analyser (Tab.8).

On constate les faits suivants :

- Les mâles adultes sont plus fréquemment tués que les femelles adultes. La proportion est d'environ 2 mâles pour 1 femelle.
- Les mâles adultes se déplacent plus tôt que les autres. Le nombre des mâles tués atteint un maximum entre mi-mars et mi-avril.
- Les déplacements des femelles adultes sont particulièrement nombreux pendant la première quinzaine d'avril, puis, à nouveau, au début de juin et de juillet.
- Les subadultes se déplacent en nombre dès la fin de mars avec un maximum au début d'avril.
- Les mouvements des jeunes se répartissent régulièrement du début de juin jusqu'en décembre, mais présentent un léger maximum en juillet.

mois	adultes		subadultes		juvéniles		total
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	
janvier	-	-	-	-	-	-	-
février	-	-	-	-	-	-	-
mars	8	-	-	1	-	-	9
avril	12	-	4	2	-	-	18
mai	11	13	22	26	-	-	72
juin	43	27	87	81	-	-	238
juillet	42	11	18	13	-	-	84
août	27	7	9	5	4	7	59
septembre	12	20	7	12	4	2	57
octobre	10	9	5	3	6	9	42
novembre	11	16	-	-	15	9	51
décembre	13	3	-	-	17	12	45
total	9	7	-	-	8	9	33
total	2	4	-	-	5	5	16
total	2	3	-	-	4	7	16
total	4	2	-	-	2	3	11
total	4	2	-	-	3	1	10
total	3	2	-	-	2	1	8
total	2	3	-	-	1	3	9
total	1	-	-	-	-	-	1
total	-	-	-	-	-	2	2
total	-	-	-	-	-	-	-
total	216	129	152	143	71	70	781

Tableau 8

Statistique de hérissons trouvés morts sur une partie du réseau routier vaudois entre 1974 et 1978. Seuls les animaux entiers ont été pris en compte.
Statistik der in einem Teil des waadtländischen Strassen-netzes tot auf gefundenen Igel zwischen 1974 und 1978.
Es wurden nur die intakten Tiere berechnet.

Il faut signaler que des différences non négligeables sont observées d'une année à l'autre. En particulier, les premiers hérissons tués au printemps sont trouvés parfois avec un mois d'écart par rapport à l'année précédente. Ces variations sont évidemment provoquées par l'apparition d'un printemps précoce ou non. La statistique globale des hérissons tués sur les routes (Tab. 8) apporte une indication supplémentaire. On constate en effet que le pic d'animaux tués du début du printemps ne s'observe pas uniquement au mois d'avril mais s'étale également en mai. Rappelons que le chiffre de 3'452 hérissons morts se rapporte à un réseau de 439 km de routes et d'autoroutes parcouru chaque semaine pendant 5 ans. J'estime que seule la moitié des animaux tués ont été découverts.

	J	F	M	A	M	J	J	J	A	S	O	N	D	totaux
1974	0	0	44	87	62	12	46	7	1	24	8	0	291	
1975	0	0	18	173	201	85	195	113	22	11	33	2	853	
1976	0	0	25	289	237	108	74	125	54	62	21	0	995	
1977	0	0	103	118	155	79	56	79	24	5	0	0	619	
1978	0	0	42	82	186	112	114	57	89	11	1	0	694	
Totaux	0	0	232	749	841	396	485	381	190	113	63	2	3452	

Tableau 9

Statistique de hérissons trouvés morts sur une partie
du réseau routier et autoroutier vaudois entre 1974 et 1978.

Statistik der in einem Teil des waadtländischen Strassen-
und Autobahnenetzes tat aufgefundenen Igel zwischen 1974 und 1978.

5. ORGANISATION SPATIALE

Mes observations sur l'activité de nombreux individus m'amènent à faire quelques considérations sur l'organisation spatiale et temporelle d'une population de hérissons.

Je traiterai ici uniquement des notions qui concernent l'occupation d'une surface particulière car les déplacements linéaires (migrations, dispersion et contacts sociaux) seront traités plus loin.

L'existence d'une organisation spatiale des populations de hérissons n'a fait l'objet que de quelques publications. KRISTIANSOON et ERLINGE (1977) ont étudié les domaines vitaux de trois individus suivis par radio-tracking. PARKES (1975) a estimé par capture et recapture les domaines vitaux de 20 individus.

Mes observations portent sur le marquage individuel de 247 hérissons, ainsi que sur le repérage par radio-tracking de 36 individus. Elles me permettent d'apporter quelques éléments intéressants sur le sujet.

5.1 LES ZONES D'HIVERNAGE

La localisation des nids d'hiver n'est pas toujours aisée. MORRIS (1973) a décrit les sites de construction de 185 nids trouvés dans un parc londonien. Il a mis en évidence l'importance du choix d'un site adéquat pour la survie de l'animal.

Si la recherche des nids d'hiver dans les parcs ou les jardins est relativement facile, elle s'est avérée très difficile dans les milieux naturels. Dans un jardin familial les sites favorables sont limités, si bien qu'une construction aussi volumineuse que l'habitacle d'hiver est tôt ou tard repéré par le propriétaire. Par contre, l'exploration des lisières buissonnantes, des ronciers et des sous-bois est très décevante, car les nids y passent en effet totalement inaperçus. Ce n'est en général que le hasard qui m'a permis de découvrir quelques sites.

La cartographie des observations cumulées de 1975 à 1980 sur le secteur d'Yverdon (Fig.25) montre que les hérissons hibernent dans l'ensemble de la ville avec, toutefois, une préférence pour les quartiers périphériques. Dans les secteurs agricoles, la présence de haies, de cabanons ou de dépôts de matériel, est indispensable pour retenir quelques hérissons.

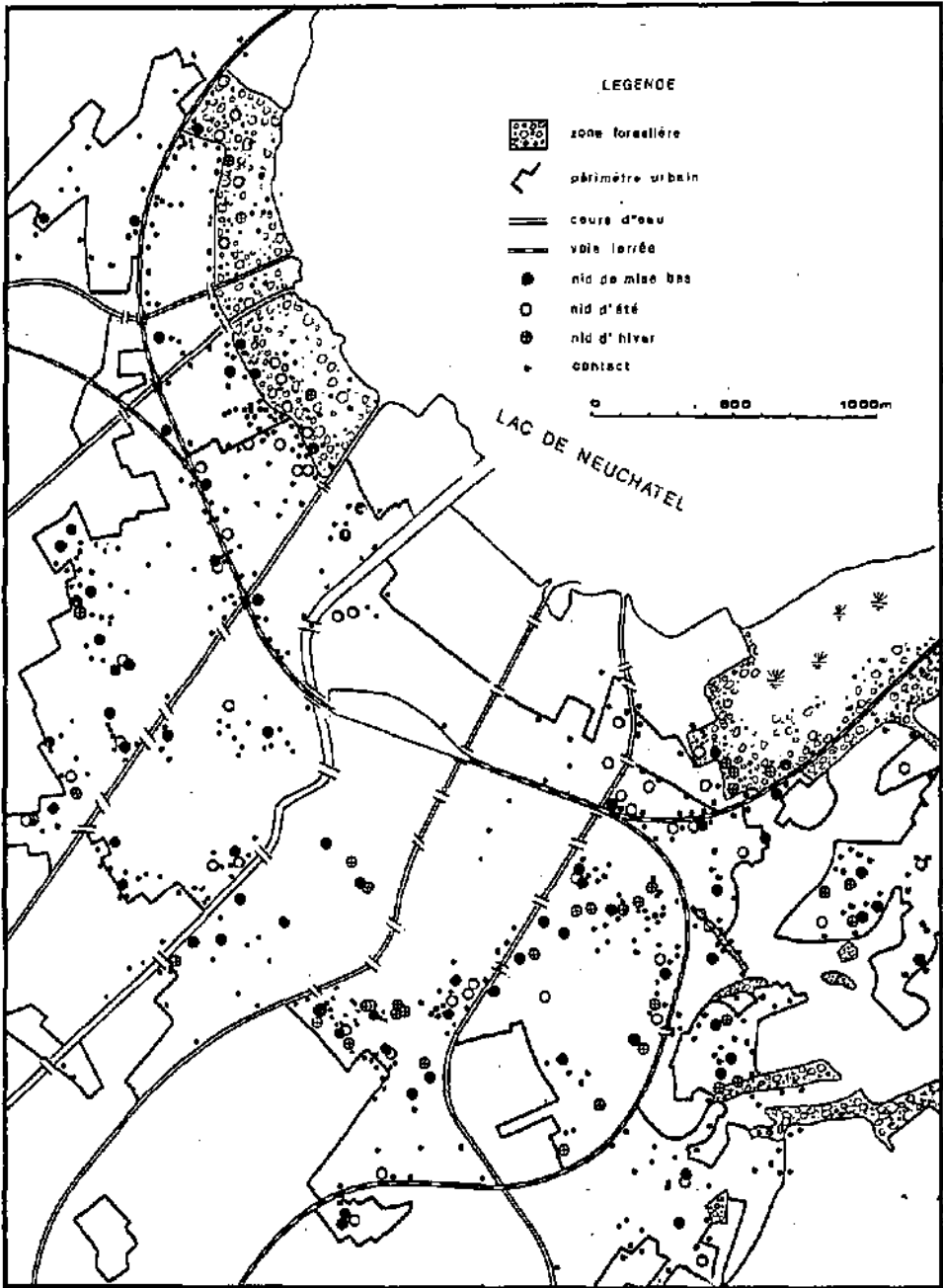


Figure 25

Cartographie des observations ponctuelles faites dans la région d'Yverdon.

Kartographie der regelmässig gemachten Beobachtungen in der Region Yverdon.

En forêt, je n'ai découvert que 9 nids. Toutefois, le grand nombre d'individus repérés à l'automne et au début du printemps en forêt ou en lisière forestière me permet d'affirmer qu'une grande partie de la population environnante hiberne dans le sous-bois forestier. La densité au 100 ha. y est d'ailleurs la plus élevée (Tab.10).

Au début de l'hiver, le choix d'un site favorable à l'hibernation paraît être le seul critère important. Les facteurs déterminant ce choix sont : la présence de matériaux adéquats pour la construction du nid, un emplacement favorable et la proximité des zones d'estivage. La proximité ou non d'autres individus ne joue visiblement aucun rôle, car dans certains cas les nids sont seuls et même éloignés les uns des autres, alors que dans d'autres cas plusieurs nids peuvent être groupés sur quelques dizaines de mètres carrés.

5.2 LES ZONES D'ESTIVAGE

Les observations faites au cours de la belle saison montrent également une répartition plus ou moins uniforme des animaux sur l'ensemble des secteurs d'Yverdon (Fig. 25)

La zone "urbaine diversifiée" renferme un grand nombre de nids d'été, mais, surtout, les observations d'individus isolés y ont été très nombreuses.

Quelques observations ont également été réalisées dans le secteur agricole

La zone forestière et plus particulièrement la lisière entre les terrains agricoles ou la périphérie urbaine est entièrement occupée. La densité d'observations est cependant plus faible qu'en ville.

La répartition des observations permet déjà de percevoir un déplacement d'une partie de la population vers la zone forestière pendant l'hiver. La carte des déplacements d'individus marqués (Fig.36) confirme cette tendance. Elle permet même d'affirmer que les déplacements entre une zone d'hivernage située en forêt et une zone d'estivage située dans la ville, concernent la majorité de la population.

Les déplacements d'animaux marqués entre l'été et l'hiver montre que 68% des hérissons passent l'hiver en forêt et l'été en ville. Le reste, bien que s'étant probablement déplacé dans l'intervalle, a été retrouvé dans le même type de zone. Aucun individu n'a été capturé en ville en hiver ou au début du printemps et repris en forêt pendant l'été (Tab. 11).

Type d'observation	Situation	Nombre réel d'observations	Nb. d'obs. aux 100 ha.
Contacts	urbaine stérile	2	2,3
	urbaine diversifiée	449	104,7
	agricole	145	40,2
	prairie	25	25,0
	forêt	35	38,5
Nids de mise bas	urbaine stérile	0	0
	urbaine diversifiée	62	14,5
	agricole	0	0
	prairie	3	3,0
	forêt	6	6,6
Nids d'été	urbaine stérile	0	0
	urbaine diversifiée	103	24,0
	agricole	0	0
	prairie	0	0
	forêt	16	17,6
Nids d'hiver	urbaine stérile	0	0
	urbaine diversifiée	23	5,4
	agricole	0	0
	prairie	0	0
	forêt	9	9,9
<u>Caractéristiques du secteur étudié :</u>			
Surface totale			1070 ha
Surface de la zone urbaine stérile			88 ha
Surface de la zone urbaine diversifiée			429 ha
Surface de la zone agricole			361 ha
Surface de la zone prairie			101 ha
Surface de la zone forêt			91 ha

Tableau 10

Synthèse des observations ponctuelles obtenues de 1975 à 1980 dans la région d'Yverdon. La répartition spatiale des observations se trouve sur la figure 25.

Synthese der zwischen 1975 bis 1980 regelmässig erhaltenen Beobachtungen. Die Raumaufteilung dieser Beobachtungen findet man auf Bild 25.

Type de déplacement	mâles		femelles		Totaux
	juv. et sub.	adultes	juv. et sub.	adultes	
été en ville	-	2	2	2	6
été en ville	-	1	-	-	1
été en ville	1	-	-	3	4
été en ville	3	5	1	4	13
été en forêt	-	1	-	1	2
été en forêt	-	-	-	-	-
été en forêt	-	-	-	-	-
été en forêt	1	1	-	1	3
été en forêt	-	-	-	-	-
été en forêt	-	-	1	-	1
Totaux	5	10	4	11	30

Tableau II

Synthèse des déplacements contrôlés par
marques dans la région d'Yverdon.
(Répartition spatiale voir la figure 36)
Synthese der durch Markierungen kontrollierten
Wanderungen in der Region Yverdon.
(Raumaufteilung siehe Bild 36)

Les trois autres régions étudiées n'ont pas fait l'objet d'investigations suffisantes pour prouver l'existence de déplacements massifs de populations. Deux observations sont cependant intéressantes à signaler. En effet deux hérissons capturés à Villars-Burquin, à l'altitude de 800 m. au printemps et en automne, ont été observés en été dans le village de Mauborget à 1'200 m. d'altitude. Il s'agit des cas suivants :

- Mâle adulte no.4 marqué le 12 mai 1975 au bas du village de Villars-Burquin. Repris le 12 juillet 1975 vers la porcherie de Mauborget.
- Femelle adulte no 120 capturée le 5 octobre 1976 devant la laiterie de Villars-Burquin. Reprise le 25 juin 1977 vers la colonie de vacances de Mauborget.

Je signalerai ici les données que j'ai recueillies sur la répartition de l'espèce. D'après les paysans et les amodiateurs de bétail interrogés dans les Alpes et dans le Jura, les hérissons n'apparaîtraient dans les pâturages et dans les prairies situées au-dessus de 1'200 m. qu'au cours des mois de juillet, août et septembre.

Ces observations permettent de penser qu'en montagne il existerait de véritables migrations altitudinales concernant la majeure partie, voire la totalité de la population. D'après mes observations, les individus rencontrés au-dessus de 1'200 m., sont uniquement des adultes ayant fini la reproduction et surtout des mâles.

5.3 LE DOMAINE VITAL

Cette notion utilisée pour la première fois par BURT (1943) définit un espace que parcourt un individu ou un groupe tout au long de son existence. Les différents territoires saisonniers, les zones temporairement occupées, ainsi que les cheminements, sont inclus dans le domaine vital.

Par opposition au territoire, EIBL-EIBESFELDT (1972) considère le domaine vital comme une zone neutre non défendue activement.

Actuellement on tend à définir le domaine vital pour une période donnée (COCHRAN et LORD 1963, SANDERSON 1966, STRANDGAARD 1972).

SEMPERE (1979) va même plus loin en disant qu'il est logique de définir le domaine vital comme étant une zone habituellement fréquentée par un animal pendant une période donnée. Je me rallierai à cette définition en considérant que les excursions occasionnelles à but non alimentaire ne font pas partie du domaine vital.

Ainsi, les observations de domaines vitaux, rapportées ci-après, répondent à la définition suivante :

- Le domaine vital est l'ensemble des lieux habituellement fréquentés par un animal au cours d'une période donnée et d'où sont exclus les déplacements exceptionnels.

La fréquence et l'ampleur des déplacements exceptionnels sont extrêmement variables. Elles sont fonctions de la situation du domaine vital, de l'âge, du sexe et de l'état physiologique de l'individu. C'est pourquoi il me paraît plus logique de comparer uniquement les surfaces habituellement fréquentées au cours d'une période et d'analyser dans un autre chapitre les déplacements exceptionnels.

Je traiterais séparément le cas des mâles adultes, des femelles adultes et des subadultes.

1° Cas des mâles adultes

Le domaine vital du mâle adulte est difficile à établir, car la plupart d'entre eux ne paraissent pas se fixer plus de 4-5 jours sur un espace défini avant le milieu de mai.

Sur 6 cas étudiés par radio-tracking entre mars et mai, un seul mâle est resté fidèle à son secteur. Souvent les nouveaux secteurs utilisés étaient éloignés de plusieurs centaines de mètres du premier.

L'exemple du mâle no.3 est intéressant (Fig.26). De mars à juin son domaine vital s'étendait sur 8,45 ha de prairies, de jardins et de grandes cultures. La zone principale, intensivement utilisée, recouvrait 1,6 ha de prairies.

A la fin de juin il déplaça son domaine vital vers le milieu forestier. La surface utilisée était alors de 13,1 ha. avec une zone principale de 1,7 ha située en lisière forestière et en bordure des chemins forestiers. Le nid principal resta le même de mars à août.

Sur l'ensemble des domaines vitaux des mâles (Tab.12) on constate de grandes variations de surface selon l'individu et la période considérée. Ces variations sont difficiles à expliquer, toutefois, il existe probablement une différence entre les hérissons vivant en milieu urbain et en milieu agricole. Ainsi les individus nos 1 et 3 vivaient en zone agricole en lisière forestière. Leur domaine vital moyen est de 8,6 ha. Les individus nos 10, 16, 18 et 58 vivaient, eux, en milieu urbains. Leur domaine vital moyen est de 5,3 ha.

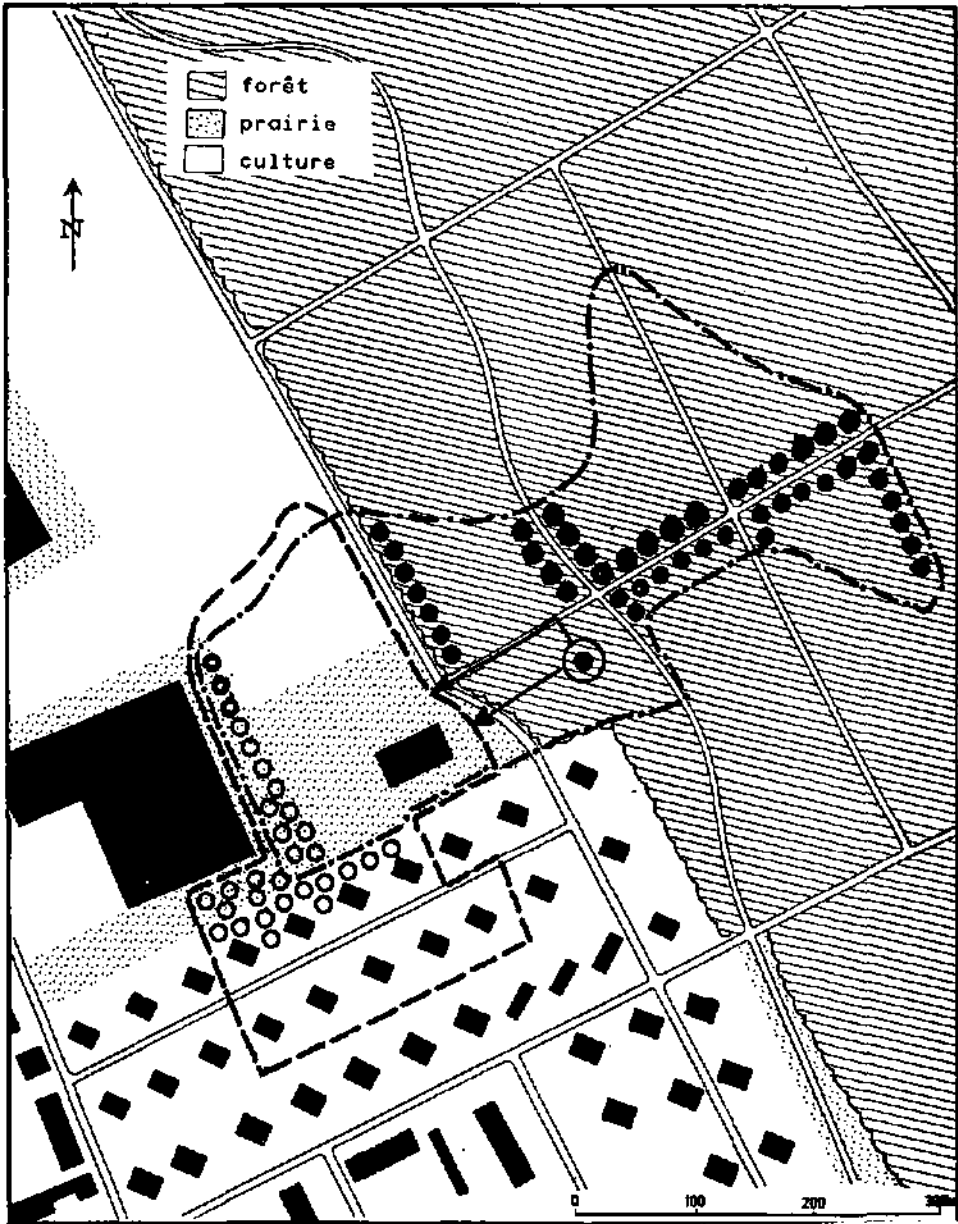


Figure 26

Domaine vital du mâle n°3 au printemps et en été.

- Légende :
- - - domaine vital de mars à juin
 - · - · - domaine vital de juin à août
 - nid principal
 - surface exploitée intensivement au printemps
 - surface exploitée intensivement en été

Lebensraum des Männchens Nr.3 im Frühling und im Sommer.

- Berechnungen :
- - - Lebensraum von März bis Juni
 - · - · - Lebensraum von Juni bis August
 - Hauptnest
 - gründlich ausgenutztes Gebiet im Frühling
 - gründlich ausgenutztes Gebiet im Sommer.

2° Cas des femelles adultes

Les femelles adultes paraissent plus fidèles à leur canton. Dans la majorité des cas observés, les femelles trouvées en avril ont été retrouvées aux mêmes emplacements, ou à proximité immédiate, au cours des mois suivants.

En règle générale le domaine vital initial va diminuer puis rester stable à partir de mai.

En moyenne les surfaces occupées sont plus étendues que chez les mâles (Tab.12).

Le cas des femelles 1 et 2 est intéressant à détailler. (Fig. 27 et 28).

En avril 1976 la femelle n°1, âgée de 2 ans, occupait une surface de 15 ha composée de 6 ha de forêt, 6 ha de prairie et 8 ha de cultures maraîchères. Les secteurs les plus intensément exploités étaient la lisière forestière et le talus de la voie ferrée longé par un fossé humide, soit environ 4 ha.

La femelle n°2 utilisait au total 25 ha formés de 8 ha de forêt, 8 ha de prairie et 9 ha de cultures maraîchères. 4 ha de lisières forestières et de bordures de chemins ainsi qu'une partie de talus de voie ferrée étaient plus particulièrement exploités.

A partir de mi-mai et jusqu'en août, les domaines vitaux de ces deux femelles, utilisés partiellement en commun jusqu'alors, se sont totalement séparés.

Le domaine vital de la femelle n°1 se réduisit à une surface de 10 ha composée d'un talus de la voie ferrée, de prairies et d'une friche buissonnante. Celui de la femelle n°2 se limita à 8 ha de prairie et de cultures maraîchères.

Comme pour les mâles, on constate une différence selon le type de milieu. Les femelles n°s 1, 2, 3 et 8 vivaient en milieu agricole avec un domaine vital moyen de 10,3 ha alors que les femelles n°s 52, 83, 93 et 141, vivaient en milieu urbain avec un domaine vital moyen de 3,0 ha.

Le cas des femelles n°s 52 et 93 est également intéressant. Ces deux femelles installées en ville d'Yverdon avaient des domaines vitaux relativement limités de 1,2 et de 1,4 ha. Elles ont occupé leur secteur en avril puis ont disparu en mai. Elles sont réapparues trois ou quatre semaines plus tard en juin pour y mettre bas et y sont restées jusqu'à la fin de l'automne.

individu no année	Période :			sexe et âge
	mars-avril	mai-juin	juil.-août	
1 / 1976	5,8	7,2	---	Mâles adultes
3 / 1976	8,5 (1,6)	8,5 (1,6)	13,1 (1,7)	
10 / 1977	---	3,5	---	
15 / 1977	---	5,4 (2,5)	---	
18 / 1977	---	2,7	---	
58 / 1978	9,6 (1,8)	---	---	
Moyenne	8,0 (1,7)	5,5 (2,1)	13,1 (1,7)	
1 / 1976	15,0 (4,0)	10,4 (3,6)	10,4 (3,6)	Femelles adultes
2 / 1976	25,0 (6,2)	8,0 (3,2)	8,0 (3,2)	
3 / 1976	---	7,4 (2,9)	7,4 (2,9)	
8 / 1976	---	5,7 (2,7)	5,7 (2,7)	
52 / 1978	---	1,2 (1,2)	1,2 (1,2)	
83 / 1979	---	1,9 (1,9)	---	
93 / 1979	---	1,4 (1,4)	---	
141 / 1980	9,1	---	---	
Moyenne	16,4 (5,1)	5,1 (2,4)	6,5 (2,7)	7,9 (2,9)
11 / 1977	5,6	---	---	Subadultes
37 / 1977	---	6,3	---	
71 / 1979	---	7,2	4,9	
105 / 1979	---	---	3,5	
Moyenne	5,6	6,8	4,2	

Tableau 12

Domaines vitaux de 18 individus de la région d'Yverdon, obtenus par radio-tracking. Les chiffres entre parenthèses indiquent les surfaces intensément exploitées pour la recherche de nourriture.

Lebensraum von 18 Tieren in der Region Yverdon, durch "radio-tracking" erhalten. Die eingeklammerten Zahlen berechnen das für die Nahrungssuche gründlich ausgenutzte Gebiet.

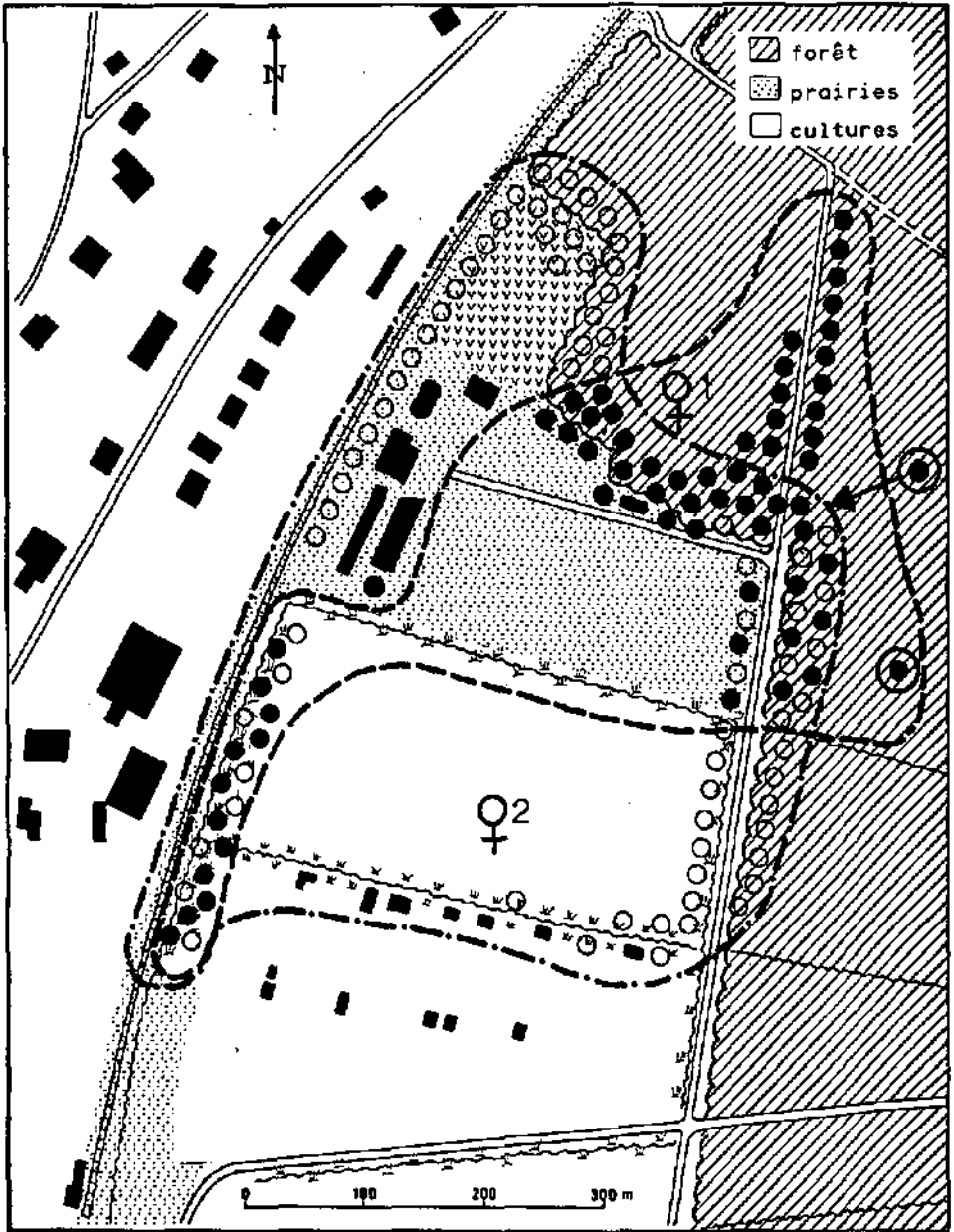


Figure 27

Domaines vitaux des femelles n^{os} 1 et 2 en avril.

Lebensraum der Weibchen Nr. 1 und 2 im April.

- Légende :
- domaine vital de la femelle n^o 1
 - - - domaine vital de la femelle n^o 2
 - ⊙ nid principal
 - surface exploitée intensivement par la femelle 1
 - surface exploitée intensivement par la femelle 2

Bereichungen :

- Lebensraum des Weibchens Nr.1
- - - Lebensraum des Weibchens Nr.2
- ⊙ Hauptnest
- intensiv ausgenutztes Gebiet durch das Weibchen Nr. 1
- intensiv ausgenutztes Gebiet durch das Weibchen Nr. 2

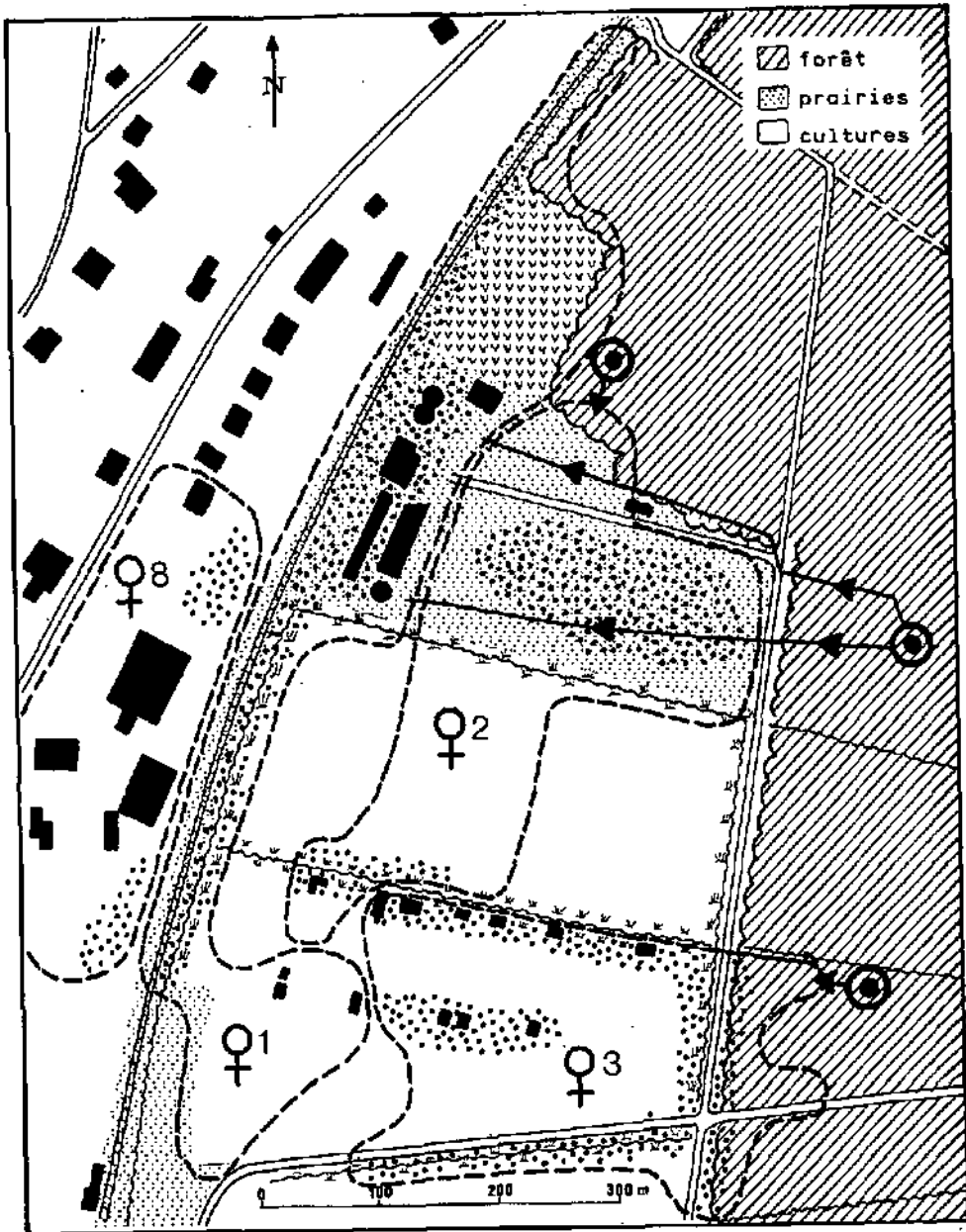


Figure 28

Domaines vitaux des femelles n^{os} 1, 2, 3 et 8 de mi-mai à mi-août.
Légende : ——— domaines vitaux

● nid principal
⋯ surface exploitée intensivement
Lebensraum der Weibchen Nr. 1, 2, 3 und 8 von Mitte Mai bis Mitte August.
Bereichnungen : ——— Lebensraum
● Hauptnest
⋯ intensiv ausgenutztes Gebiet

En fait, à fin avril, ces deux femelles entrèrent en oestrus, elles rejoignirent un autre secteur fréquenté par de nombreux hérissons, s'y accoupièrent, puis retournèrent sur le premier secteur pour y mettre bas.

Il faut noter que toutes deux eurent le même comportement à deux ans d'intervalle et qu'elles occupaient approximativement le même secteur.

3° Cas des subadultes

Pour les subadultes il est difficile, sauf quelques rares exceptions, de pouvoir définir un domaine vital. En effet, les secteurs utilisés ne le sont que temporairement. Les individus suivis par radio-tracking ne sont que rarement restés plus d'une semaine dans un secteur défini, sauf lors de période de mauvais temps où ils étaient alors inactifs. Même dans des secteurs riches en ressources alimentaires, ils repartent après quelques jours et ne construisent que des nids rudimentaires.

Ainsi les chiffres obtenus (Tab.12) n'indiquent que les domaines vitaux obtenus sur des périodes de 4 à 6 jours.

5.4 LE TERRITOIRE

HERTER (1934bet 1938), BURTON (1969), PODUSCHKA (1969) et LIENHARDT (1980) ont constaté à la fois des comportements de dominance et l'utilisation de marquages odorants par les mâles et les femelles. Pourtant aucun auteur n'a signalé l'existence d'un territoire chez le Hérisson.

En fait, l'existence d'un comportement territorial est difficile à mettre en évidence. L'apparition d'un territoire individuel paraît limitée aux adultes reproducteurs et probablement uniquement aux femelles.

Ainsi que je l'ai montré auparavant, le domaine vital de chaque femelle reproductrice devient strictement délimité au cours du mois de mai et parfois en avril déjà. Cette surface peut-être parcourue par d'autres individus, mâles ou femelles, qui y sont tolérés momentanément. Cependant, en aucun cas la femelle territoriale ne tolère, même temporairement, l'installation ou la recherche de nourriture sur son territoire par un autre individu.

Les exemples de domaines vitaux des femelles n^{OS} 1, 2, 3 et 8 (Fig. 28) sont très significatifs. Ces domaines peuvent être contigus ou séparés, mais ne se recouvrent pas.

Ce territoire est-il défendu contre les intrus ? La question est difficile à résoudre car les manifestations d'agressivité existent mais paraissent exceptionnelles. J'ai fait à ce propos les observations suivantes :

- Certaines femelles voisines traversent le territoire d'une autre femelle pour aller sur leur propre territoire. Cette traversée est toutefois rapide par le chemin le plus directe. Il n'y a pas d'accrochage ni même de réaction apparente. C'est le cas, par exemple, des femelles n°51 et 2
- Certains individus non reproducteurs (adultes ou subadultes), observés régulièrement dans le voisinage, s'aventurent souvent sur le domaine d'une femelle territoriale. En général ils évitent systématiquement le contact avec cette dernière et disparaissent rapidement à sa vue.
- Des adultes habituellement non connus dans le secteur, apparaissent occasionnellement sur le canton d'une femelle. Il s'ensuit une rencontre plus ou moins brève avec des contacts naso-nasals, des coups de museau et souvent la danse en arcs de cercle. Les morsures sont rares. Ces visiteurs sont le plus souvent des mâles, mais parfois aussi des femelles.

L'existence d'une limite bien définie entre deux territoires de femelle est difficile à préciser. Il s'agit le plus souvent d'une bande de terrain non utilisée, large d'une dizaine de mètres. La présence d'un obstacle, tels qu'une haie ou un chemin, réduit cette distance à la largeur de l'obstacle. L'existence d'une clôture en treillis va matérialiser la limite entre deux territoires. Cette frontière artificielle sera parcourue chaque jour par les deux voisins. Un "chemin de ronde" est très vite marqué sur le sol ou dans l'herbe de part et d'autre de la clôture. J'ai souvent observé deux hérissons voisins s'affrontant silencieusement museau contre museau à travers un grillage.

Ainsi les données de domaines vitaux de femelles obtenues de mai à août (Tab. 12) peuvent être considérées comme étant des surfaces de territoires.

Le problème des mâles me paraît différent.

Certains mâles adultes se montrent beaucoup plus agressifs que les autres hérissons. Ils attaquent facilement des mâles rivaux en soufflant et en cherchant à mordre. Cette attitude ne paraît toutefois pas se rattacher à la défense d'un territoire, car tous les mâles adultes se déplacent beaucoup et marquent peu de fidélité à un canton. Elle pourrait servir, par contre, à établir une dominance au niveau d'un groupe.

J'ai fait les observations suivantes :

- Deux domaines vitaux de mâles adultes voisins se recouvrent en général partiellement.
- Malgré leur agressivité, ils tolèrent toute l'année la présence de subadultes ou d'autres mâles sur leur domaine vital.

Je rapporterai ici les observations sur le mâle n°6, faites en 1976 dans la région des Tuileries de Grandson. Ce mâle porteur d'un émetteur était alors âgé d'environ 4 ans. En voici le protocole :

- 12 avril Le mâle n°6 est capturé et marqué sur un chemin forestier à proximité de Grandson.
- 14 avril Il construit un nid dans une jeune peupleraie près d'Yverdon, puis chasse dans les jardins.
- 25 avril A 2015 h. il emprunte le chemin qui conduit à Grandson. A 21 h. il atteint un jardin à l'entrée de Grandson occupé par la femelle n°12. Il s'est alors éloigné de 1,6 km. de son nid. Sans raison apparente il fait demi-tour et longe la voie ferrée. A 22 h. il rencontre la femelle n°1 sur l'accotement herbeux de la voie ferrée. Il parade sans succès autour d'elle pendant une heure. A 23 h. il rentre en direction d'Yverdon. A 2315 h. il est à nouveau au voisinage de son nid.
- 7 mai Même parcours. Il reste plus d'une heure dans le jardin déjà visité. Plus tard, il rencontre les femelles n°s1 et 3 sans s'accoupler.
- 17 mai Nouvelle excursion et nouvelles rencontres avec les femelles n°s1, 2, 3 et 12. Il s'accouple avec la femelle n°1.
- 8 juin Alors qu'il n'est plus porteur d'émetteur, il est trouvé mort, emmêlé dans un filet de protection pour les cultures, en face du village des Tuileries.

Les multiples déplacements, effectués en l'espace de deux mois par ce mâle, avaient pour but évident de contrôler un groupe de femelles. Peut-on parler dès lors d'un territoire de groupe surveillé par un mâle dominant ? Je n'ai fait aucune autre observation permettant de confirmer ou d'infirmer cette hypothèse.

5.5 LES LIEUX DE RENCONTRE

J'ai décrit plus haut la découverte en ville d'Yverdon, de deux arènes où se réunissaient régulièrement des groupes de hérissons. (Voir paragraphe 3.3, p.50)

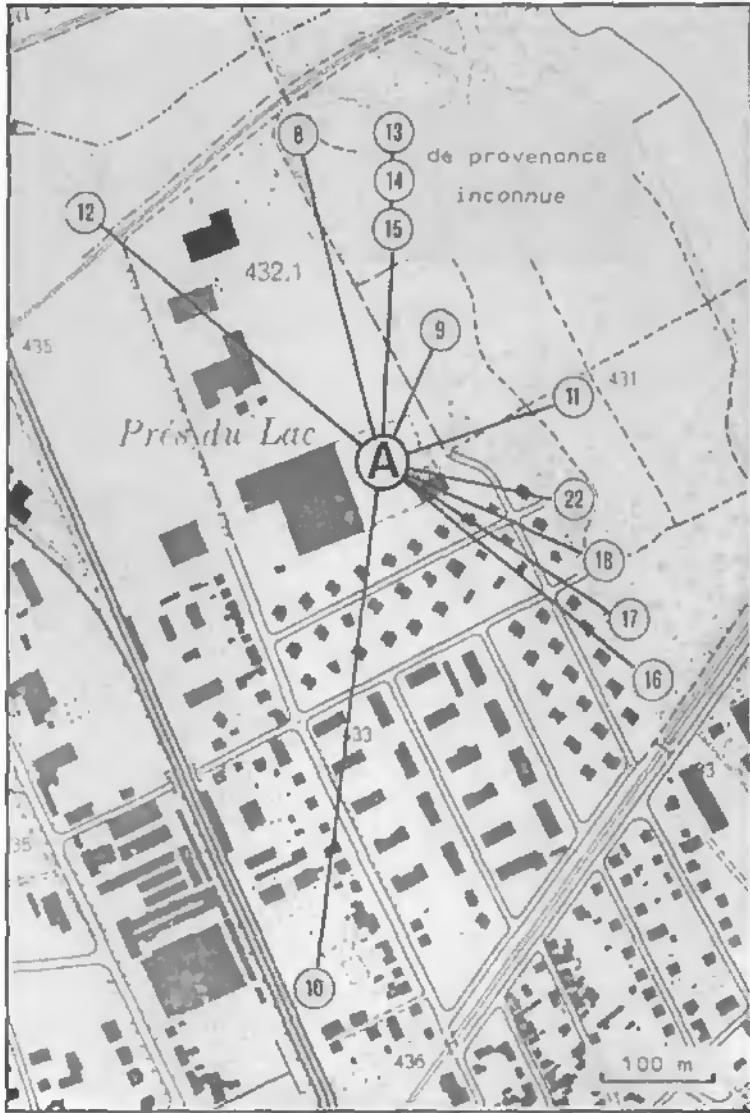


Figure 29

Arena des Près du Lac. Les cercles et les numéros indiquent la provenance des individus observés en 77.

Arena Près du Lac. Die Kreise und Nummern berechnen die Herkunft des Individuums, 1977 beobachtet.

Ces deux endroits étaient régulièrement utilisés entre avril et août par une partie de la population avoisinante. De plus, ils se situent sur des lieux de passage très fréquentés toute l'année par l'ensemble de la population.

Par le marquage, j'ai pu connaître la provenance d'une partie des individus observés sur ces lieux de rencontre (Fig. 29 et 30). J'ai pu constater ainsi, que la majorité, si ce n'est la totalité des hérissons adultes cantonnés dans un rayon de 500 m., se déplaçait vers ces arènes pour y parader et s'y accoupler.

Ce genre de lieux est peut-être particulier aux populations urbaines car ils n'ont pas été observés dans les autres régions d'étude.

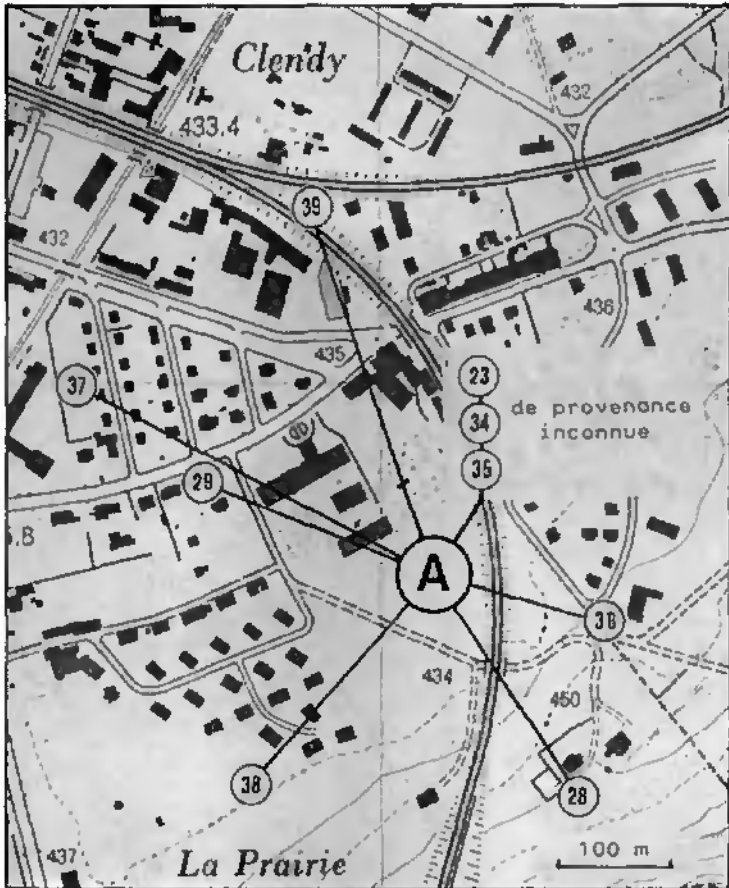


Figure 30

Arène de la Prairie. Les cercles et les numéros indiquent la provenance des individus observés en 1977.

Arena La Prairie. Die Kreise und Nummern berechnen die Herkunft des Individuums, 1977 beobachtet.

6. LES DEPLACEMENTS

L'activité locomotrice du Hérisson n'a fait l'objet que de rares observations. HALTENORTH (1957) a observé en Allemagne un déplacement en masse de plusieurs centaines d'individus sans en connaître l'origine et le but. BURTON (1969) admet que d'importants déplacements par erratisme sont possibles. Seul HERTER (1938) a marqué quelques individus à l'aide de bagues en aluminium et obtenu deux reprises à distance, intéressantes, sans en tirer toutefois de conclusions. Pourtant, les nombreuses publications sur les hérissons tués sur les routes permettent de supposer que ces déplacements sont nombreux.

Il est évident que seul le marquage d'un grand nombre d'individus et surtout le développement récent du radio-tracking pourraient permettre de mieux comprendre ce phénomène.

Mes observations, bien qu'encore peu nombreuses, mettent en évidence l'ampleur et la complexité de ces déplacements. A partir des relevés d'animaux tués sur les routes et l'analyse du comportement des animaux porteurs d'émetteur, j'ai distingué plusieurs types de déplacements dont j'ai décrit la phénologie (voir chapitres 3 et 4).

En raison des risques de mortalité élevés courus par les hérissons lors des déplacements, il est intéressant d'en analyser séparément chaque type.

6.1 LES DEPLACEMENTS DE CHASSE

L'ensemble des déplacements à but alimentaire recouvre une bonne partie du domaine vital. Ce sont des déplacements quotidiens sur des distances limitées ne dépassant pas quelques centaines de mètres autour du nid principal. L'allure de chasse est caractéristique.

Sur 12 déplacements contrôlés chez un mâle et une femelle adultes, j'ai obtenu des distances variant entre 680 m et 2'400 m avec une moyenne de 890 m pour une nuit.

Ce genre de déplacement ne fait courir que relativement peu de risques aux hérissons, car les terrains de chasse ne sont que rarement coupés par une route. En effet, une chaussée, même sans trafic, constitue un obstacle que l'animal cherche à éviter. Toutefois, après un orage, certains individus chassent volontiers les lombrics sur la chaussée.

6.2 LES DEPLACEMENTS EXPLORATOIRES

L'exploration occupe une part importante de l'activité de certains individus. Elle est même prépondérante dans les cas suivants :

- Chez les jeunes en été et en automne au moment de l'éclatement du groupe familial.
- Chez les subadultes dès le réveil printannier et en général jusqu'en été.

On peut distinguer deux types de déplacements exploratoires selon leur durée :

- Le déplacement est limité à quelques heures et l'animal rayonne à partir de son gîte.
- Le déplacement est de longue durée et l'animal se déplace, sans retour immédiat, en utilisant des abris temporaires.

L'animal en exploration a une attitude caractéristique. Il se déplace prudemment, s'arrête fréquemment pour humer l'air, et visite les refuges ou les couverts rencontrés. Le cheminement est apparemment désordonné, car il présente de nombreux crochets et retours en arrière.

Après l'éclatement du groupe familial, la phase d'exploration se poursuit pendant 10 à 15 mois, y compris l'hibernation. Elle culmine en juillet pour les jeunes de l'année et en avril-mai pour les subadultes.

Les déplacements d'une nuit obtenus par télémétrie chez des subadultes n'excèdent pas 1550 m. La distance moyenne entre le point de départ (nid) et le point le plus éloigné est de 322 m pour déplacements contrôlés chez un mâle et une femelle subadultes (Tab, 14).

Les deux exemples présentés (Fig. 31 et 32) illustrent deux possibilités de déroulement d'une activité d'exploration.

Le premier cas est celui du mâle subadulte n°37 suivi en mai 1977, dont voici un résumé du protocole d'observation :

- | | |
|--------------|---|
| 12 mai | Marquage et pose de l'émetteur. |
| 12 au 17 mai | Il évolue chaque nuit sur une surface d'environ 6,3 ha. (= domaine vital) et occupe le même nid. |
| 18 mai | Après un court moment d'alimentation, il fait une excursion d'exploration d'environ 1'100 m. en direction Nord. |

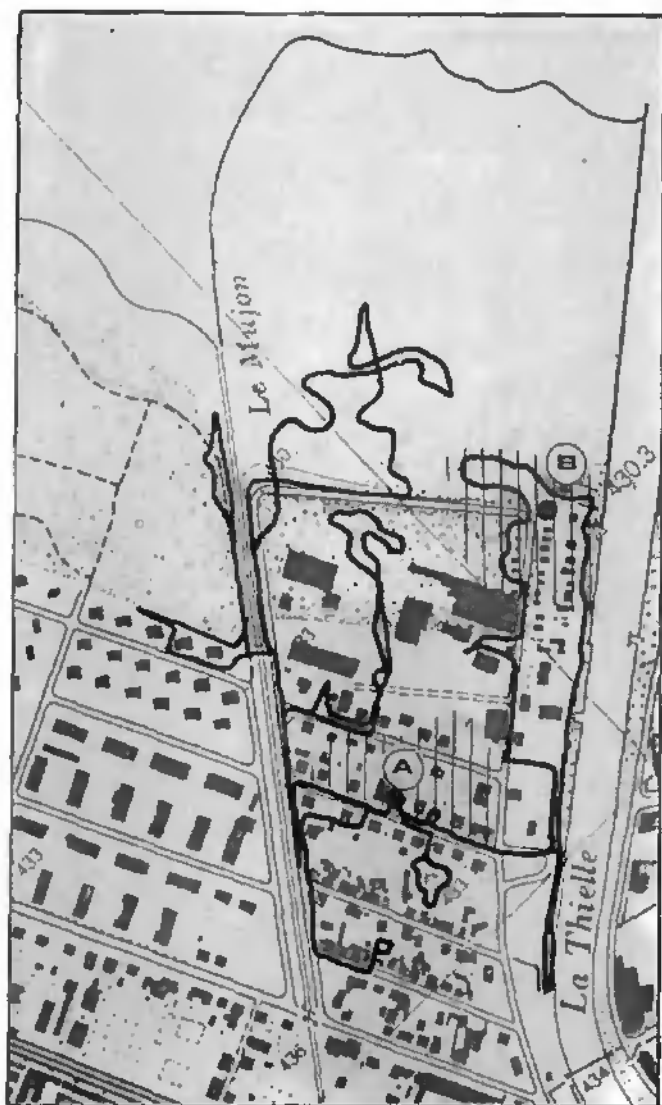


Figure 31

Quatre déplacements exploratoires
du mâle subadulte n° 37 en mai 1978.

Légende : ● nid principal
 ~ cheminement utilisé
 ||| domaine vitéol

4 Erforschungswanderungen des jungen
Männchen Nr. 37 im Mai 1978.

Bereichnungen : ● Hauptnest
 ~ benutzter Weg
 ||| Lebensraum

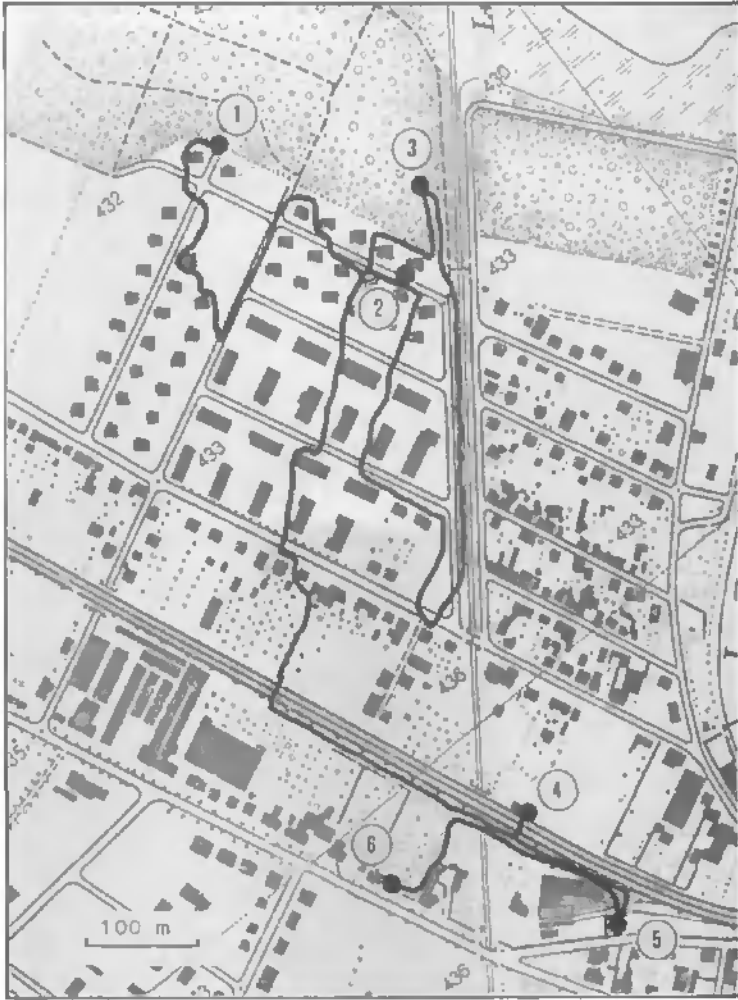


Figure 32

Déplacements exploratoires de la femelle sub-adulte n° 146 en juin 1979. Les chiffres indiquent les emplacements des nids temporaires.

Erforschungswanderungen des jungen Weibchen Nr. 146 im Juni 1979. Die Zahlen bezeichnen die vorübergehenden Nester.

Sexe et no.	date et lieu du marquage	date et lieu de reprise	écart
F 25	25.5.77/J9	12.4.78/J11	500 m.
F 26	21.4.77/J9	7.9.77/H11	1400 m.
M 27	27.5.77/C8	2.10.77/D5	850 m.
F 28	27.6.77/J11	3.4.78/J11	60 m.
F 30	20.7.77/D7	17.10.77/D5	600 m.
M 31	22.7.77/C11	30.3.78/C11	40 m.
M 39	31.7.77/G12	3.10.77/G11	600 m.
F 44	26.10.77/H12	4.5.78/G11	520 m.
F 46	26.10.77/H11	7.4.78/F13	700 m.
F 47	31.10.77/B11	15.8.78/C11	50 m.
M 52	26.5.78/E6	8.4.79/D7	580 m.
F 64	30.6.78/B12	5.7.78/D13	700 m.
M 56	2.5.78/E12	2.7.78/F12	240 m.
moyenne :			526 m.

Tableau 13

Déplacements exploratoires de subadultes obtenus par des reprises d'animaux marqués. Lieux de marquage et de reprise cf. Fig. 36.

Erforschungswanderungen der Jungtiere durch Einfangen der markierten Tiere erhalten. Markierungs- und Einfangsplätze siehe Bild 36.

Sexe et no.	date du déplacement	écart maximum	distance parcourue
M 37	18.5.77	370 m.	1100 m.
	20.5.77	300 m.	1200 m.
	21.5.77	480 m.	1540 m.
	25.5.77	310 m.	1550 m.
	26.5.77	310 m.	450 m.
	18 au 26.5.77	310 m.	5840 m.
F 146	13.6.79	220 m.	520 m.
	14.6.79	50 m.	710 m.
	15.6.79	540 m.	820 m.
	16.6.79	120 m.	130 m.
	17.6.79	205 m.	310 m.
	13 au 17.6.79	650 m.	2490 m.

Tableau 14

Déplacements exploratoires de subadultes obtenus par radio-tracking. Cartographie des déplacements cf. Fig. 31 et 32.

Erforschungswanderungen der Jungtiere durch "radio-tracking" erhalten. Kartographie der wanderungen siehe Bild 31 und 32.

- 20 mai Nouvelle exploration de l'200 m. en direction NE.
- 21 mai 3^e excursion de l'540 m en direction NE.
- 25 mai 4^e excursion de l'550 m en direction E.
- 26 mai Il abandonne définitivement son domaine vital et construit un nouveau nid à 400 m à l'Est du premier.

Le second cas est une femelle subadulte, suivie pendant une semaine en juin 1979. Elle s'est déplacée chaque nuit en utilisant un nouvel abri. La distance parcourue au cours d'une nuit varie entre 130 et 820 m.

La distance à vol d'oiseau parcourue à partir du point de la première capture est une indication intéressante sur l'ampleur de ces déplacements. J'ai considéré comme déplacements exploratoires uniquement les reprises d'animaux marqués comme juvéniles ou comme subadultes et repris moins d'un an après le marquage.

Les 13 reprises à distance obtenues (Tab. 13) indiquent un déplacement moyen de 564 m avec un maximum observé de l'400 m.

Il faut remarquer que la distance réellement parcourue vérifiée par radio-tracking, est de 4 à 19 fois supérieure, soit de plusieurs kilomètres (Tab. 14).

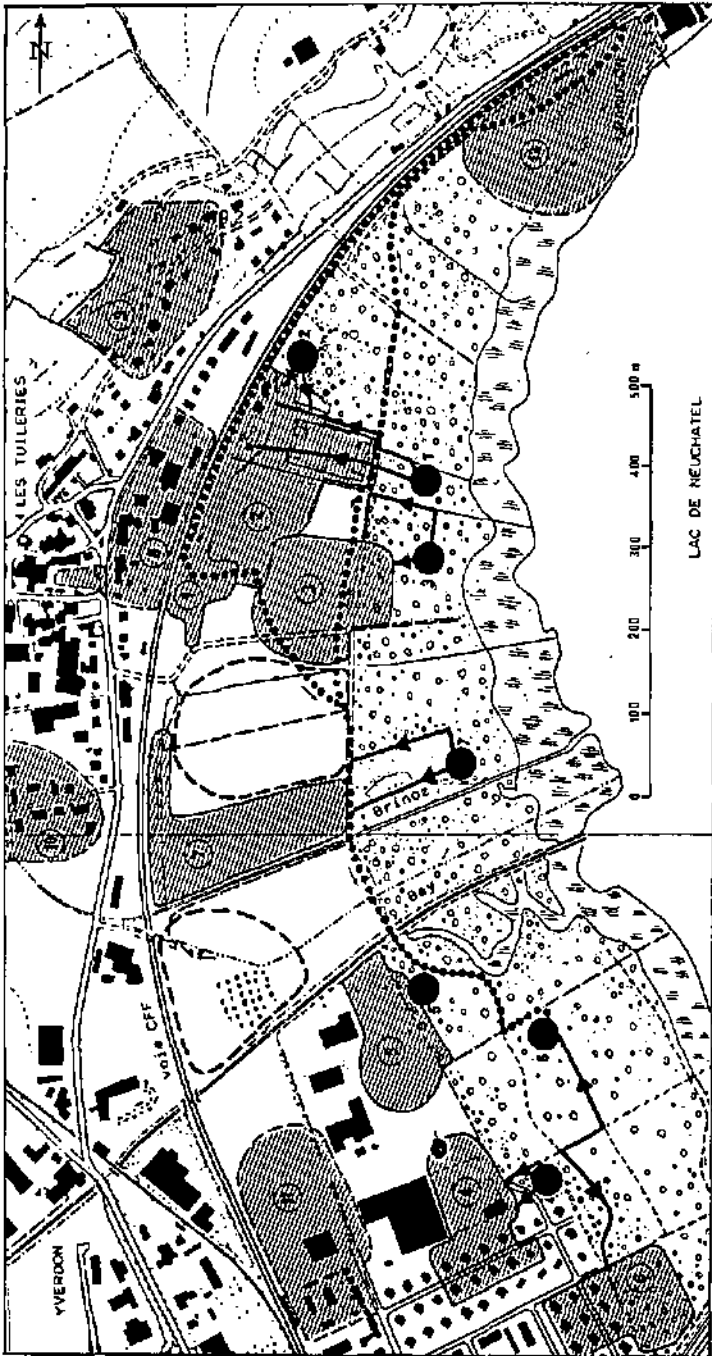
Les adultes cantonnés ou non effectuent également des excursions d'exploration. Leurs déplacements sont toutefois exceptionnels et limités dans le temps et dans l'espace. On les observe surtout au début du printemps et en automne.

Les déplacements des subadultes, qui portent sur des distances importantes ainsi que sur une longue période, sont la cause d'une importante mortalité.

6.3 LES DEPLACEMENTS A BUT SOCIAL

Un hérisson adulte cantonné, c'est-à-dire avec un nid principal et des terrains de chasse régulièrement utilisés, va effectuer fréquemment des déplacements au cours desquels il va rencontrer un ou plusieurs de ces congénères.

Je n'ai pas considéré ces déplacements comme faisant partie du domaine vital, car ils sont irréguliers dans le temps et dans l'espace. Ils se distinguent de l'exploration par le fait qu'il y a toujours un retour au point de départ et parce que l'allure de déplacement est rapide, sans hésitation.



- LEGENDE :
- limite territoriale déterminée par radar
 - - - limite territoriale déterminée par des observations ponctuelles
 - ▨ territoire occupé en 1975
 - ▩ territoire occupé en 1976
 - emplacement du nid principal
 - cheminement entre le nid et le territoire de chasse
 - cheminement effectué par le mâle n° 6

Figure 33

Déplacements à but social observés chez le mâle n° 6 en 1975.
Wanderungen mit sozialern Ziel beim Männchen Nr. 6 1976 beobachtet.

De plus, l'individu qui se déplace ne cherche pas à éviter ces congénères, mais va au contraire à leur rencontre.

Les statistiques d'animaux tués (Tab. 8 p. 84) indiquent que les déplacements sociaux sont nombreux dès le début d'avril et jusqu'à fin juillet. Ils culminent de mi-avril à mi-mai.

La répartition saisonnière et journalière de cette activité est confirmée par l'observation d'animaux porteurs d'émetteur. De plus, elle permet de préciser que les contacts sociaux ont lieu essentiellement entre 2 h. et 3 h. avec un maximum entre 24 h. et 1 h. (Tab. 5 p. 78).

L'analyse détaillée de quelques déplacements ayant pour but des contacts sociaux, permet de comprendre leur déroulement et leur ampleur.

L'observation déjà décrite des déplacements du mâle n°6, entre avril et juin 1976, est très significative. En deux mois ce mâle a parcouru au moins 5 fois un trajet de 3,2 km. au minimum pour visiter un groupe de 4 femelles. Il s'est accouplé successivement avec chacune de ces femelles (Fig. 33).

Au printemps 1977, le mâle adulte n°10 était installé dans des prés-vergers situés le long de la voie ferrée à Yverdon (Fig. 34). Entre le 20 avril et le 7 mai il a effectué 4 fois un parcours de 1,4 km. pour se rendre sur le lieu de rencontre des "vernes". Il y a paradé avec deux femelles et s'y est battu avec plusieurs mâles.

Pendant la même période, le mâle n°18 s'est également rendu plusieurs fois dans ce même pré en bordure de forêt pour parader avec une femelle. Un autre déplacement social l'a conduit dans une direction opposée. Les distances parcourues étaient respectivement de 600 et 580 m. Il reste sur son domaine vital jusqu'à la fin de mai, puis le 6 juin, effectue un déplacement de 2'000 m. en direction Est pour s'installer sur un nouveau domaine vital (Fig. 35).

Plusieurs exemples de déplacements à but social sont donnés par l'analyse de la provenance des animaux capturés sur les lieux de rencontre des "Vernes" et de la "Prairie" (Chap. 5.5 et Fig. 29 et 30). On constate que la majorité (peut-être la totalité) des adultes cantonnés dans un rayon de 500 m. se retrouvait sur ces lieux.

Je citerais encore l'exemple de trois femelles cantonnées dans mon jardin et les jardins avoisinants (femelles n°s 37 en 1977, 113 et 127 en 1979 et 1980). Au cours des mois de mai et juin, chacune d'entre elles ont disparu plusieurs fois pour une nuit et parfois pendant plusieurs jours pour rejoindre le lieu de rencontre de la "Prairie" situé à 400 m. à l'Est.

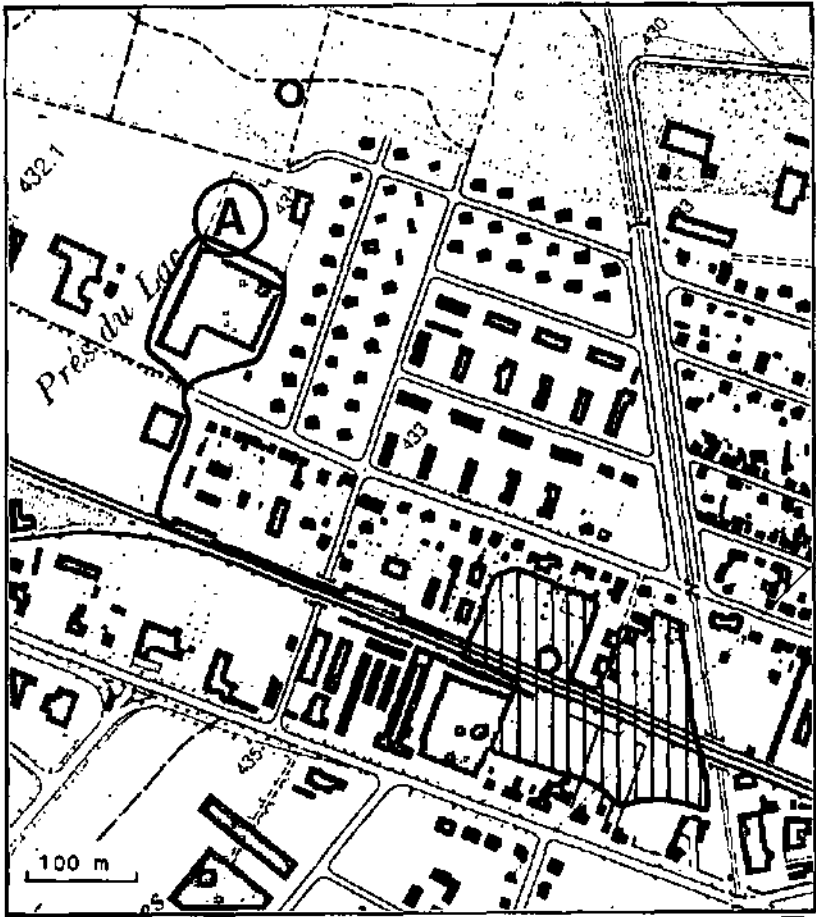


Figure 34

Déplacements à but social observés
chez le mâle adulte n° 10 au cours
du mois de mai 1977.

Wanderungen mit sozialem Ziel bei
dem ausgewachsenen Männchen Nr. 10
während des Monats Mai 1977 beo-
bachtet.

Légende :	—	cheminement	Wege
		domaine vital	Lebensraum
	●	nid principal	Hauptnest
	○	nid d'hiver	Winternest
	Ⓐ	arène	Arena

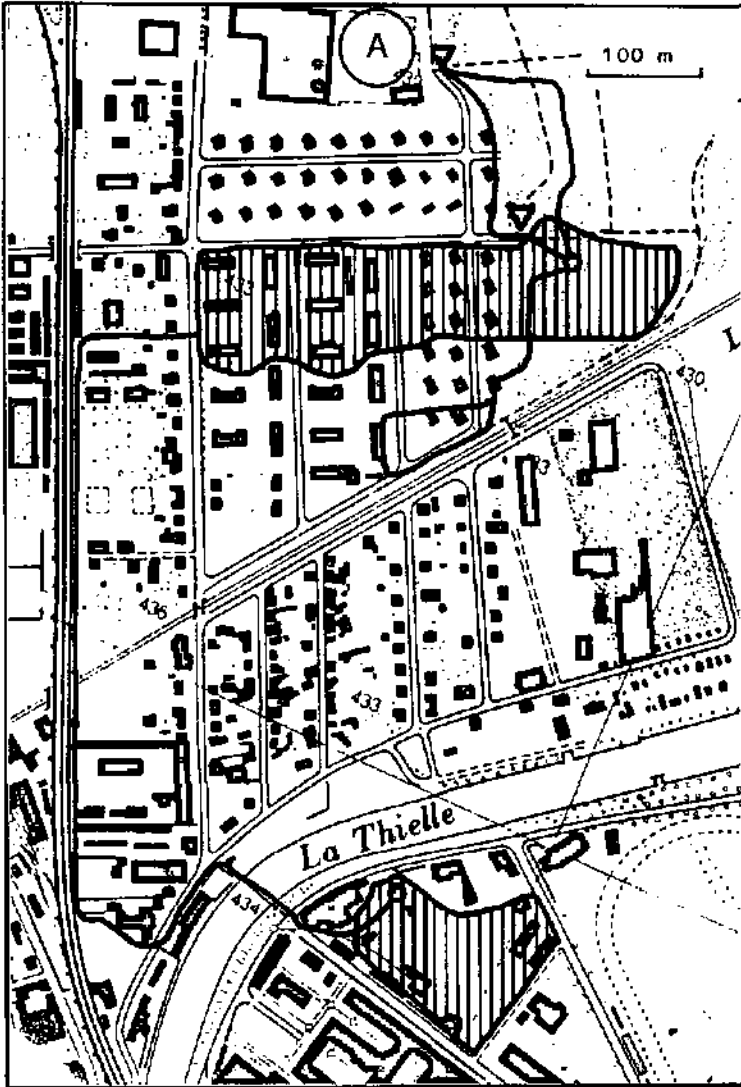


Figure 35

Déplacements à but social observés chez le mâle adulte n° 18 au cours du mois de mai 1977.

Wanderungen mit sozialem Ziel beim ausgewachsenen Männchen Nr. 18 während des Monats Mai 1977 beobachtet.

- | | | | |
|-----------|---|-------------------------|---------------------------|
| Légende : | — | cheminement | Wege |
| | ▨ | domaine vital | Lebensraum |
| | ● | nid principal | Hauptwest |
| | ▼ | parade avec une femelle | Parade mit einem Weibchen |
| | Ⓐ | arène | Arena |

ind. n°	date du déplacement	écart	distance réelle	Méthode de contrôle
M 6	12.4.76	2400 m	3200 m	radio-tracking
	25.4.76	2400 m	3200 m	"
	7.5.76	2400 m	3200 m	"
	17.5.76	640 m	700 m	"
M 10	20.4.77	1020 m	1400 m	"
	24.4.77	1020 m	1400 m	"
	26.4.77	1020 m	1400 m	"
	7.5.77	1020 m	1400 m	"
M 18	24.4.77	440 m	600 m	"
	28.4.77	490 m	580 m	"
Moyenne :		1285 m	1708 m	
F 8	16.4.77	700 m	--	marquage et reprise
M 9	16.4.77	210 m	--	"
F 11	16.4.77	280 m	--	"
F 12	16.4.77	610 m	--	"
M 16	18.4.77	620 m	--	"
F 23	9.5.77	390 m	--	"
M 27	9.5.77	580 m	--	"
F 28	22.6.77	470 m	--	"
M 29	22.6.77	370 m	--	"
M 36	25.6.77	360 m	--	"
F 37	25.6.77	670 m	--	"
F 38	27.6.77	440 m	--	"
M 39	27.6.77	630 m	--	"
Moyenne :		487 m	--	

Tableau 15

Déplacements à but social chez des hérissons adultes obtenus par radio-tracking et par des reprises d'individus marqués.

Wanderungen mit sozialem Ziel bei den ausgewachsenen Igeln durch "radio-tracking" und Einfangen der markierten Tiere erhalten.

Les observations ci-dessus laissent penser que les déplacements sociaux ont pour unique but l'accouplement. C'est effectivement souvent le cas, toutefois, les rencontres homosexuelles paraissent aussi fréquentes que les rencontres hétérosexuelles. Ces dernières n'aboutissent d'ailleurs pas toujours à un accouplement.

Les déplacements sociaux contrôlés par radio-tracking et ceux obtenus par des reprises d'individus marqués (Tab. 15) montrent une différence importante: Sur 10 mâles porteurs d'émetteur la moyenne est de 1'285 m., alors que sur 13 reprises à distance d'individus marqués, elle n'est que de 487 m. La méthode de travail est responsable de cet écart. En effet, une fois une série d'individus marqués sur un des lieux de rencontre, j'ai recherché leur provenance en parcourant les alentours dans un rayon de 500 m. La majorité des individus y ont effectivement été retrouvés. Toutefois, quelques uns sont restés introuvables, car ils étaient probablement installés sur des lieux encore plus éloignés. Le résultat en est donc sous-estimé. Les 10 déplacements obtenus par télémétrie montrent bien que de longues distances sont fréquemment parcourues.

6.4 LES MIGRATIONS

J'ai considéré comme migration tous les déplacements à distance effectués par des adultes entre leur site d'hiver et leur domaine vital d'été ou entre deux domaines vitaux utilisés au cours d'une saison.

Ce genre de déplacement a les caractéristiques suivantes :

- Il n'y a qu'un aller et retour dans l'année.
- Il se fait en une ou éventuellement deux étapes si la distance à parcourir est importante.
- L'allure de déplacement est rapide et sans hésitation.
- Le même déplacement se répète plusieurs années de suite si le hérisson en a la possibilité.

La majorité des déplacements de migration qui ont pu être contrôlés provient de reprises d'animaux marqués, ceci pour deux raisons possibles :

- Les animaux sur lesquels j'ai placé des émetteurs ont été perdus parce qu'ils se sont éloignés de manière imprévisible.
- Ils avaient déjà effectués leurs déplacements.

sexe et no.	date et lieu de marquage	première recapture	deuxième recapture	écart
M 120	31.11.78 Vil.-Burquin	18.7.79 Mauborget	---	1720 m.
M 4	27.6.76 Vil.-Burquin	7.8.76 Mauborget	---	1740 m.
F 6	16.4.77 B 10	10.5.77 C 10	21.11.77 C 11	420 m.
M 7	16.4.77 D 12	21.4.77 F 12	13.6.77 F 11	730 m.
M 10	21.4.77 C 5	3.5.77 C 6	4.5.77 C 7	560 m.
M 18	24.4.77 D 5	29.5.77 D 8	6.6.77 E 7	800 m.
F 32	22.7.77 D 5 Yverdon	21.10.77 Treycovagnes	---	2700 m.
M 61	6.6.78 D 14	11.10.78 H13	---	1080 m.
M 62	10.6.78 J 9	17.6.78 I 10	3.7.78 G 9	840 m.
M 66	20.7.78 A 9	24.7.78 A 9	---	130 m.
F 69	20.10.78 B11	10.10.78 A10	---	600 m.
moyenne :				1029 m.

Tableau 16

Déplacements migratoires observés chez des adultes marqués. Lieux de marquage et de reprise cf. Fig. 36.

Wanderzüge bei den markierten ausgewachsenen Tieren beobachtet. Markierungs- und Einfangstelle siehe Bild 36.

Un seul déplacement observé par radio-tracking chez le mâle n°18 peut-être considéré comme une migration (Fig. 35) Après avoir hiberné dans le sous-bois des "Vernes", il s'est installé dans un premier temps en lisière de la forêt dans un quartier d'habitations individuelles. En juin il se déplaça à environ 800 m. en direction SE. Le cheminement réellement parcouru a été de plus de 2'000 m. Autre fait intéressant, ce même mâle a été observé en 1977, 1978 et 1979 sur le même site d'hivernage, ainsi que sur le même domaine vital d'été en 1977 et 1978.

L'occupation régulière d'un site pendant plusieurs années à une époque précise par le même individu est attestée par de nombreuses observations. Ces dernières permettent de penser que les hérissons montrent une grande fidélité à ces sites et que, de plus, des migrations les amènent à époque régulière sur ces lieux.

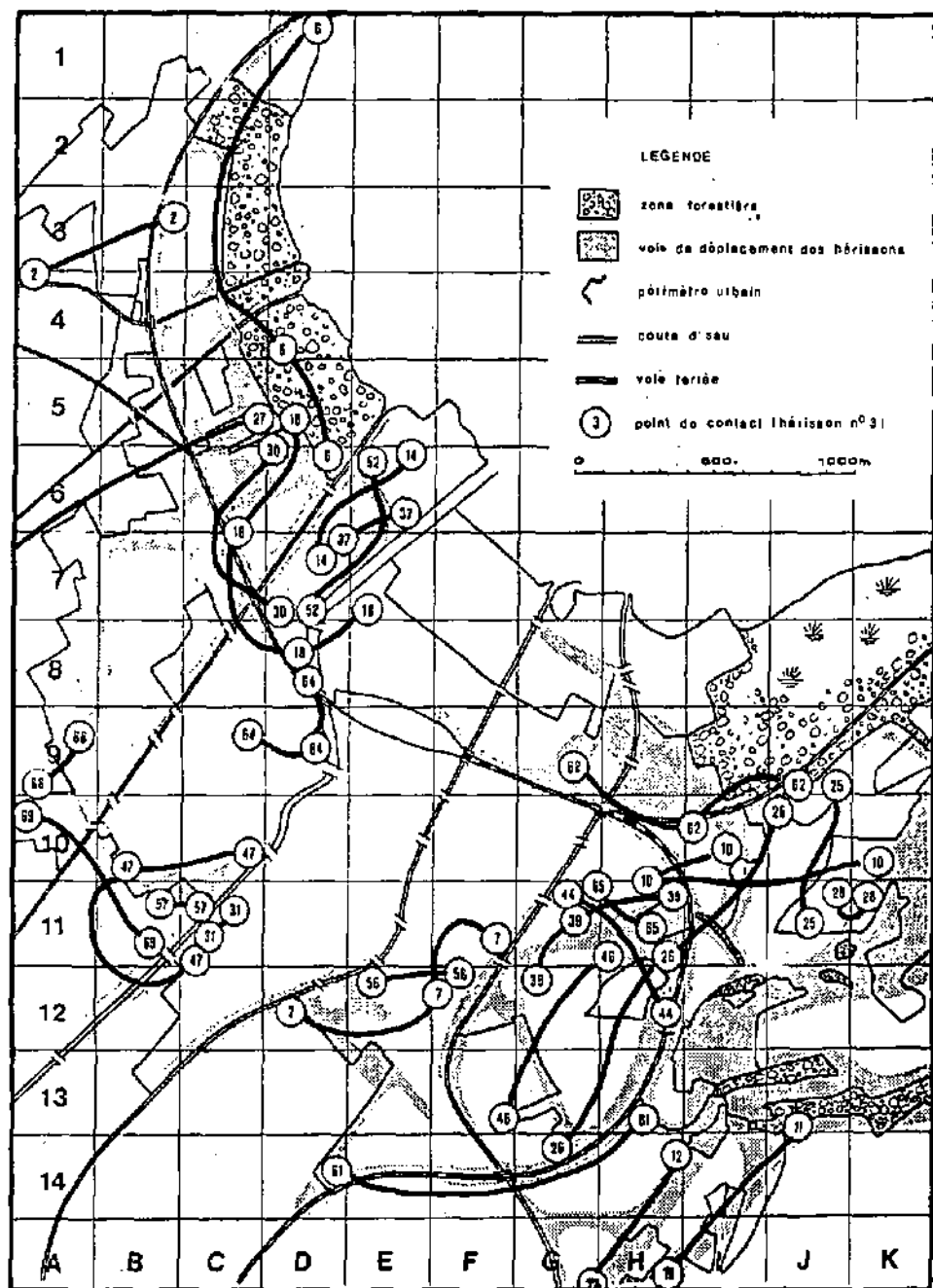


Figure 36

Cartographie des déplacements observés par marquage et par radio-tracking dans la région d'Yverdon.

Kartographie der durch "radio-tracking" und Markierung beobachteten Wanderungen in der Region Yverdon.

L'ampleur des migrations paraît importante puisque sur 11 cas vérifiés par des reprises d'animaux marqués (Tab. 16), la distance moyenne en ligne directe est de 1'029 m. Le plus long parcours constaté concerne une femelle marquée en juillet 1977 à Yverdon et, qui a été retrouvée tuée sur la route dans le village de Treycovagnes, soit à 2,7 km. en direction SW. en octobre 1977.

Ces déplacements se font en général très tôt au printemps en mars ou en avril, ou tard en automne : novembre.

La migration altitudinale est prouvée par les deux reprises faites dans la même région :

- Le mâle n°4 capturé en juin 1976 à Villars-Burquin a été observé en août 1976 à Mauborget à une distance de 1'740 m. mais surtout à une altitude supérieure de 450 m.
- La femelle n°120 a fait le même trajet. Elle a été marquée à fin novembre 1978 à Villars-Burquin et observée en juillet 1979 à Mauborget.

L'enquête sur la répartition de l'espèce dans le canton a montré que les observations au-dessus de 1'200 m. sont exceptionnelles et qu'elles sont limitées entre juillet et septembre. Ainsi, il paraît probable que la migration altitudinale soit la règle dans les régions de montagne. Elle doit vraisemblablement déjà être importante à partir de 1'000 m., surtout dans les Alpes.

6.5 LES CHEMINEMENTS UTILISES

Différentes approches sont possibles pour étudier les cheminement utilisés par un animal. L'observation directe et surtout le radio-tracking combiné avec la première méthode, vont permettre une cartographie précise des déplacements. En complément les statistiques d'animaux tués sur les routes vont fournir des données quantitatives très utiles.

Pour une analyse qualitative il faut tenir compte à la fois de l'offre et de la demande, c'est-à-dire de l'éventail des possibilités existantes et du choix effectué.

Deux types de régions se prêtaient à cette analyse :

- La ville d'Yverdon où les déplacements de toute la population ont été bien étudiés.
- La région agro-sylvicole au SE d'Yverdon où j'ai effectué les expériences de retour au gîte de 3 hérissons.

J'ai étudié environ 25 km de cheminement en milieu urbain et dans la périphérie d'Yverdon en utilisant les déplacements de hérissons étudiés précédemment. Comme tous les trajets observés comportent de nombreux détours, je les ai comparés avec des parcours théoriques plus directs en respectant toutefois la direction générale choisie par l'animal. Lorsque plusieurs milieux étaient disponibles sur un tronçon j'ai cumulé les diverses possibilités. Cette méthode permet de bien différencier un parcours choisi d'un parcours au hasard.

On constate ainsi un choix très net pour certains milieux (Tab. 17). Les murs, les clôtures et les haies séparant les jardins, c'est-à-dire les limites matérielles des propriétés foncières, ainsi que les haies naturelles et les lisières forestières sont utilisés de manière optimale.

Les talus herbeux et buissonnants, très nombreux le long des voies ferrées et des canaux de la ville sont également très bien utilisés, de même que les chemins en terre battue traversant les prairies ou les terres cultivées.

Les surfaces plus ou moins dégagées, telles que les prairies, les zones cultivées, les routes et les chemins ne sont utilisés, par contre, que très modérément.

L'examen des déplacements en zones rurales (Tab. 18) est encore plus intéressant. Pour faire cette analyse j'ai utilisé les déplacements relevés lors des expériences de retour au gîte faites en 1977 entre Orzens et Yverdon.

Sur environ 24 km. de cheminements on constate que les espaces cultivés en prennent environ le 50 %. Cependant, des milieux moins bien représentés, tels que les lisières forestières, les ruisseaux boisés et les talus de voies ferrées sont nettement recherchés. Bien qu'ils ne représentent au total que le 13,3 % du parcours, ils sont utilisés sur environ 90 % de leur longueur. Les terrains cultivés et les agglomérations ne le sont que pour 50 à 60 %, alors que les forêts ne le sont qu'à 27 %.

Le relevé des emplacements des hérissons tués sur les routes permet également de connaître les types de milieux les plus fréquentés par ces animaux.

Deux réseaux routiers qui traversent des régions à vocation différente peuvent être comparés. Le paysage y a été schématiquement découpé en trois types de zones : urbaines, agricoles et forestières.

Types de milieux :	distance réelle		cheminement disponible	utilisation en %
	en km	en %		
clôtures, murs et haies de jardins	5,6	22,2	7,2	78
haies naturelles	4,6	18,2	4,6	100
lisières forestières	4,2	16,8	4,2	100
talus herbeux et buissonnants	3,2	12,6	5,0	64
prairies et grandes cultures	2,6	10,2	8,4	32
gazons et terrains dénudés	1,8	7,3	18,0	10
routes et chemins divers	1,8	7,2	36,0	2
chemins en terre battus	1,3	5,3	8,2	65
Totaux	25,3	100 %	91,5 km	-

Tableau 17

Utilisation des milieux pour le cheminement en zones urbaines d'après la cartographie des déplacements de hérissons adultes et subadultes suivis par radio-tracking.

Für Wanderungen in städtischem Zonen benutztes Milieu nach der Kartographie der durch "radio-tracking" beobachteten Wanderungen der ausgewachsenen- und Jungtiere.

Types de milieux :	distance réelle		cheminement disponible	utilisation en %
	en km	en %		
prairies et grandes cultures	11,6	48,0	18,4	63
limites d'agglomérations	3,2	13,1	5,3	60
lisières forestières et ruisseaux	2,4	10,0	2,6	32
forêts	3,7	15,3	13,7	27
agglomérations	2,0	8,5	3,8	52
talus de voies ferrées	0,8	3,3	0,9	87
routes et chemins	0,5	2,0	3,8	13
Totaux	24,2	100 %	48,5km	-

Tableau 18

Utilisation des milieux pour le cheminement en zones rurales d'après la cartographie des déplacements de hérissons adultes suivis par radio-tracking.

Für Wanderungen in landwirtschaftlichen Zonen benutztes Milieu nach der Kartographie der durch "radio-tracking" beobachteten Wanderungen der ausgewachsenen Tiere.

La première région concerne l'adret lémanique. L'urbanisation y est très dense. Les surfaces viticoles ou arboricoles y sont très morcelées par les agglomérations et les surfaces boisées restreintes. 113 km. d'autoroute y ont été contrôlés.

La seconde région est celle du Plateau vaudois à vocation essentiellement agricole. Il y subsiste de vastes et nombreuses étendues forestières et les agglomérations y sont bien distinctes les unes des autres. 270 km. de routes cantonales y ont été analysés.

Dans ces deux régions, les zones urbaines sont nettement les plus fréquentées par le Hérisson (Tab.19). Cependant, dans la région lémanique l'attraction des agglomérations y est moins marquée que dans la région du Plateau. Par contre, les forêts y sont bien fréquentées.

Type de zone :	hérissons tués	nombre de km.	moyenne par km.	proportion en %
<u>Autoroutes lémaniques</u>				
zone urbaine	520	27	19,2	52
zone agricole	259	64	4,0	11
zone forestière	301	22	13,6	37
<u>Routes du Plateau</u>				
zone urbaine	612	72	8,5	78
zone agricole	206	159	1,3	12
zone forestière	43	39	1,1	10

Tableau 19

Zones les plus fréquentées par les hérissons en déplacement. Comparaison de statistiques d'animaux tués sur les routes de deux régions à vocations différentes.

Am meisten benutzte Zonen der wandernden Igel. Vergleich von Statistiken der auf Strassen in zwei Regionen mit verschiedenen Bestimmungen getöteten Tiere.

Si les chiffres montrent l'intérêt relatif des hérissons pour chaque zone, la cartographie détaillée des accidents montre que leur répartition est très irrégulière à l'intérieur de chaque zone. En effet, le secteur de contact entre deux zones est nettement plus fréquenté.

On constate que la majorité des animaux se déplace à moins de 100 m de cette lisière (Tab. 20). Cette tendance est particulièrement marquée dans les zones agricoles. On peut en déduire que ce sont essentiellement les périphéries urbaines et les lisières forestières qui sont les plus fréquentées. On observe également un grand nombre d'animaux à proximité d'un obstacle tels qu'un cours d'eau, un coteau ou une haie importante.

Type de zone :	nb he tués	distance en mètres depuis la limite				
		0-100	100-200	200-300	300-400	400-500
zone urbaine	331	41 %	17 %	23 %	11 %	8 %
zone agricole	289	75 %	14 %	8 %	3 %	0 %
zone forestière	150	41 %	26 %	13 %	15 %	5 %
obstacle	169	39 %	29 %	22 %	7 %	3 %

Tableau 20

Influence de la lisière sur l'utilisation des zones par des hérissons en déplacement d'après le nombre d'animaux tués sur les routes.

Einfluss des Waldrandes auf die Benutzung des Zone durch wandernde Igel nach Anzahl der auf den Strassen getöteten Tiere.

7. DYNAMIQUE DE POPULATION

Il n'existe aucune étude qui traite globalement de la dynamique d'une population de hérissons. On trouve cependant dans la littérature de nombreuses indications éparées sur le sujet.

Ainsi, la maturité sexuelle, le nombre de jeunes et de portées ont été étudiés en Allemagne (HERTER 1938), en Angleterre (DEANESLY 1934, ALLANSON 1934, BURTON 1969 et MORRIS 1970), en Suisse (LIENHARDT 1980) et en Nouvelle Zélande (WODZICKI 1950 et PARKES 1975), ce qui permet d'utiles comparaisons. La longévité et la pyramide des âges ont été étudiées par quelques captures d'échantillonnage (MORRIS 1970, KRISTOFFERSSON 1971 et PARKES 1975). Enfin les causes de mortalité et particulièrement le parasitisme ont fait l'objet de très nombreux travaux.

7.1 LA MATURITE SEXUELLE

D'après les données de la littérature, les hérissons atteignent leur maturité sexuelle au bout d'une année environ. En Angleterre DEANESLY et ALLANSON (1934) la situe entre 9 et 10 mois. Dans le cas particulier de la Nouvelle Zélande, elle pourrait même être ramenée vers 5-6 mois (WODZICKI 1950, PARKES 1975). Par contre les anciens auteurs (BREHM 1877, GREVE 1909, HECK 1912) estimaient que le hérisson n'était pas sexuellement mûr avant 2 ans.

D'après mes observations, il semble, en fait, que les mises bas soient exceptionnelles au cours de la seconde année. Sur 26 femelles subadultes marquées au printemps et recapturées au cours de l'année aucune n'avait apparemment élevé de jeunes.

J'ai effectivement observé des parades et des accouplements de subadultes. Cependant, d'après les lieux de capture, aucune nichée observée dans le secteur n'a pu être attribuée à l'une ou l'autre de ces femelles.

Certe, je ne peux pas exclure des avortements ou des mises bas suivies d'abandon, mais je serais plutôt enclin à penser que la majorité de ces femelles ne se sont pas reproduites au cours de la première année qui suit leur naissance.

7.2 NOMBRE DE NICHEES

Tous les auteurs s'accordent pour situer la période principale de reproduction entre mars et juillet, avec deux et même parfois trois nichées dans l'année, les dernières s'observant régulièrement jusqu'en septembre.

La répartition mensuelle des 20 nichées que j'ai pu observer corrobore ces données (Tab. 21). Elle confirme en outre la possibilité régulière d'une seconde nichée. Toutefois, pour 5 cas vérifiés avec des femelles marquées, la seconde nichée était une nichée de remplacement, la première ayant péri.

Les nichées tardives semblent assez fréquentes. J'ai recueilli les informations suivantes :

1975 - 2 nichées d'un mois trouvées les 18 et 21 septembre à Yverdon.

- 1976 - 1 observation d'accouplement le 8 septembre à la Praz (VD).
 - 1 femelle portante à terme tuée sur la route le 28 septembre à Yverdon.
 - 1 femelle portante à terme tuée sur la route le 4 octobre à Treycovagnes.
- 1977 - 1 nichée d'un mois le 21 septembre à Yverdon.
 - 1 nichée abandonnée de 15 jours le 12 octobre à Yverdon.
 - 1 jeune d'un mois découvert le 19 novembre à Yverdon.
- 1978 - 1 nichée d'un jour trouvée le 15 septembre à Yverdon.

	mai	juin	juillet	août	sept.	oct.	totaux
nombre de nichées	2	7	3	2	5	1	20
jeunes vivants	7	24	13	6	13	5	68
jeunes morts	1	5	8	8	6	0	28
jeunes total	8	29	21	14	19	5	96

Tableau 21

Répartition mensuelle et réussite des nichées d'après l'observation des groupes familiaux au moment des premières sorties du nid.

Monatliche Aufteilung und Erfolg der Fortpflanzung nach Beobachtungen der Familiengruppen während der ersten Nestsaustritte..

On peut déduire de ces observations qu'une seconde nichée est régulière.

Deux questions essentielles doivent encore être posées :

- Les femelles se reproduisent-elles chaque année ?
- Jusqu'à quel âge une femelle peut-elle se reproduire ?

L'observation prolongée d'animaux marqués me permet d'apporter quelques éléments de réponse (Tab. 22).

n ^o	1975	1976	1977	1978	1979	1980
1	--	(1) 0	--	--	--	--
2	--	(2) 0	--	--	--	--
3	(5) 0	(6) 0	--	--	--	--
6	--	(x) 5	--	--	--	--
11	--	--	(1) 0	--	--	--
12	--	--	(4) 5	--	--	--
32	--	--	(x) 6	--	--	--
37	--	(2) 0	(2) 4	(3) 6	--	--
42	--	--	(2) 4-5	(3) 0	--	--
51	--	(x) 0	--	--	--	--
56	(2) 4-5	(3) 4	(4) 6	(5) 0	--	--
58	--	(x) 0	--	--	--	--
63	--	--	(1) 0	(2) 4	(3) 0	(4) 4

Tableau 22

Nombre de jeunes élevés en fonction de l'âge des femelles.
 Entre parenthèse : âge de la femelle en années.
 Anzahl der aufgezogenen Jungen nach Alter der Weibchen. In
 Klammern : Alter der Weibchen an Jahren.

En 1976, année de sécheresse exceptionnelle, sur 8 femelles adultes suivies d'avril à juillet, seules 2 d'entre elles ont mis bas au début de mai. Les deux nichées de 4 et 5 jeunes ont été abandonnées quelques jours après la naissance. Il n'y a pas eu de nichée de remplacement et les six autres femelles n'ont pas élevé de nichées, sauf peut-être en septembre ou en octobre, ce qui est peu probable.

Par ailleurs, j'ai constaté plusieurs fois que des femelles âgées de 2 à 6 ans n'avaient pas élevé de jeunes pendant une année. Pour des femelles âgées de 5 et 6 ans on peut expliquer ce phénomène par la vieillesse, mais comment l'expliquer chez des femelles âgées de trois ans (cas des femelles n^{OS} 42 et 63) ?

7.3 NOMBRE DE JEUNES ET REUSSITE DES NICHEES

Les très nombreuses données de la littérature indiquent un nombre de jeunes par portée variant entre 2 et 10, avec en moyenne 7 jeunes.

Afin de ne pas perturber la reproduction des animaux étudiés, je n'ai jamais cherché à connaître le nombre de petits contenus dans un nid. A part le cas des nichées abandonnées, je ne dispose que du nombre de jeunes au moment de la sortie du nid, soit à environ 30 jours. Mes données sur l'importance des mises bas sont donc incomplètes et légèrement sous-estimées, les jeunes, morts au nid, n'étant pas toujours retrouvés.

Sur 20 nichées observées dans la région d'Yverdon, j'ai obtenu un nombre minimal de 96 jeunes, soit une moyenne de 4,8 par portée (Tab. 21). Elles comptaient entre 3 et 7 jeunes, mais les portées de 3, 4 et 5 étaient les plus nombreuses (Tab. 23).

La mortalité au nid semble élevée. Elle a été au minimum de 29 %. Au moment de la sortie du nid, j'ai en effet obtenu 68 jeunes vivants, soit en moyenne 3,4 jeunes par nichée.

nombre de jeunes					
par nichée :	3	4	5	6	7
fréquence :	6	6	7	2	1

Tableau 23

Importance et fréquence des nichées observées dans la région d'Yverdon.

Anzahl und Häufigkeit der Fortpflanzungen in der Region Yverdon beobachtet.

7.4 LA PROPORTION DES SEXES

Les données de la littérature sur la sex-ratio sont nombreuses (ALLANSON et DEANESLY 1934, HERTER 1938, BRINCK & LOFQVIST 1973, PARKES 1975, PARKES et BROCKIE 1977). Elles présentent parfois un équilibre entre le nombre de mâles et de femelles, et d'autre fois un déséquilibre.

Mes observations portent à la fois sur des individus marqués, sur d'autres observés directement et sur les animaux trouvés morts sur les routes.

De 1977 à 1979 j'ai marqué 186 individus, soit 99 mâles pour 87 femelles. La proportion est de 53 % de mâles. Cependant, les reprises de ces animaux ou l'observation d'individus non marqués m'ont fourni 692 contacts qui se répartissent de la manière suivante au cours de l'année (Tab. 24).

Au cours des mois de mars à mai, j'ai obtenu 319 observations avec une sex-ratio de 152 mâles sur 319 non significativement différente de 0.5. Par contre de juillet à août la sex-ratio de 171 mâles sur 253 montre une différence significative avec un coefficient de 95 %. De septembre à novembre le léger surnombre de femelles n'est pas significatif. Le bilan sur l'année donne une sex-ratio de 374 mâles pour 318 femelles qui est significative avec un coefficient de sécurité de 95 %.

Parmi les animaux tués par le trafic routier (Tab. 8), la sex-ratio des jeunes et des subadultes est équilibrée avec 223 : 213, la différence n'étant pas significative. Par contre, pour les adultes la disproportion de 216:129 est significative à 99 %.

La sex-ratio des animaux morts utilisés pour l'analyse des causes de mortalité est également en faveur des mâles. Elle est de 57 : 37.

	déc-fév	mars-mai	juin-août	sept-nov	total
mâles	0	152	171	51	374
femelles	0	167	82	69	318
totaux	0	319	253	120	692
fréquence des mâles	0	0,476	0,676	0,425	0,540
♂ (q=95 %)	± 0	± 0,056	± 0,059	± 0,090	± 0,038

Tableau 24

Evolution de la sex-ratio au cours de l'année d'après les observations cumulées de 1975 à 1980.

Entwicklung der Sexquote während des Jahres nach häufigen Beobachtungen von 1975 bis 1980.

7.5 LES CAUSES DE MORTALITE

Les travaux consacrés aux causes de mortalité du Hérisson ne manquent pas.

Par son ampleur catastrophique la mortalité routière a retenu l'attention des auteurs suivants : DAVIES (1957), BROCKIE (1960), HODSON (1960), KONIG (1965), MASSEY (1972) et VIGNES (in prep.).

Les connaissances en médecine vétérinaire pour les hérissons ont rapidement évolué ces dernières années grâce, notamment, à la création de plusieurs "Centres de soins pour hérissons" en Suisse allemande, en Allemagne et en Autriche. Diverses techniques permettent actuellement de diagnostiquer et de soigner efficacement les maladies parasitaires. Citons en particulier les travaux de SMITH (1968), de PODUSCHKA (1970), de PODUSCHKA et al. (1972 et 1977), d'ISENBUGEL (1975) et de VERLUYS (1975).

En toxicologie, les connaissances sont, par contre, très limitées. HERTER (1938) signale la résistance inhabituelle du Hérisson à certaines intoxications aiguës, par contre, les effets d'intoxications chroniques et des synergismes probables entre les contaminants restent inconnus.

Malgré ces importants travaux, aucune étude globale des causes de mortalité n'a été entreprise jusqu'ici au niveau d'une population. Mon travail apporte donc une modeste contribution dans ce domaine, et surtout, il met en évidence d'importantes lacunes qui devront être comblées.

Initialement j'avais prévu d'apporter, par l'expérimentation, la preuve de la toxicité de certains produits. En particulier, le doute qui subsiste sur la toxicité des molluscides à base de métaldéhyde ne pouvait être levé que par l'expérimentation directe en nourrissant des hérissons avec des mollusques empoisonnés. Je n'ai toutefois pas pu réaliser ce travail, car dans l'optique du WWF, qui a financé spécialement cette partie du travail, il était exclu de travailler de cette manière sur un animal protégé par la loi. C'est pourquoi ce chapitre présente certaines faiblesses inévitables.

Deux approches ont été utilisées dans cette étude :

- 1° A l'intérieur des quatre populations régionales suivies, tous les animaux trouvés morts ont été autopsiés.
- 2° Une récolte d'animaux périés a également été organisée sur l'ensemble du canton de Vaud, ainsi que dans une partie de la Suisse allemande.

Cette deuxième série ne comprend que des animaux qui n'ont pas a priori été tués par le trafic routier. Cette récolte a été organisée afin de compléter les renseignements sur les causes de mortalité restées souvent indéterminées lors de l'analyse du premier lot.

Je rappellerais ici le schéma de la méthode de travail :

- Chaque animal péri a fait l'objet d'une fiche de renseignements qui devait être complétée par la personne qui récoltait l'animal. Elle comportait les renseignements sur le lieu et la date de la trouvaille, ainsi qu'une description de la région.
- L'examen extérieur de l'animal fournissait l'âge, le sexe, le poids de l'individu, la présence de lésions et d'ectoparasites.
- L'autopsie permettait de déceler les lésions internes et la présence d'endoparasites.
- L'analyse chimique du foie révélait la présence éventuelle de résidus de biocides et de métaux lourds.

7.5.1 Composition de l'échantillon

La répartition des animaux étudiés est très inégale selon la classe d'âge, le sexe ou la provenance considérée, (Tab. 25).

La majorité des sujets provient du canton de Vaud (53 %), puis du canton de Zürich (29 %) et le solde se répartit entre les cantons de Bâle, de Soleure, d'Argovie, de Thurgovie et de Schaffouse (17 %).

La proportion mâles-femelles est également mal équilibrée (57 : 37). Elle peut éventuellement s'expliquer par une mortalité plus élevée chez les mâles.

Les classes d'âge sont inégalement représentées, puisqu'on a un nombre élevé de très jeunes et de vieux individus. Le surnombre d'individus de plus de 2 ans se rencontre essentiellement dans l'échantillonnage de hérissons de provenance vaudoise. En effet, étant donné le coût élevé de chaque analyse chimique, j'ai volontairement écarté de l'échantillon un certain nombre de jeunes individus.

Cantons	0 à 6 mois				6 à 12 mois				1 et 2 ans				plus de 2 ans				Totaux			
	♂	♀	x	tot.	♂	♀	x	tot.	♂	♀	x	tot.	♂	♀	x	tot.	♂	♀	x	tot.
ZH	5	5	1	11	5	2	0	7	2	2	0	4	7	0	0	7	19	9	1	29
BS, SO, AG TG, SH	6	5	3	14	0	1	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	6	7	4	17
VD	8	4	0	12	7	1	0	8	6	6	0	12	11	10	0	21	32	21	0	53
Totaux	19	14	4	37	12	4	1	17	8	9	0	17	18	10	0	28	57	37	5	99

Tableau 25

Provenance, sexe et âge des animaux étudiés.

Herkunft, Geschlecht und Alter der beobachteten Tiere.

Normalement, les hérissons de moins d'un an représentent environ le 80 % des animaux récoltés. Toutefois, ce choix n'influence pas les résultats.

7.5.2 Les parasites

Le parasitisme global est élevé, puisque 3 hérissons sur 4 étaient infestés par au moins une espèce de parasite.

Seuls les très jeunes (moins de 30 jours) et quelques vieux individus sont souvent exempts de parasites.

Les espèces qui ont pu être identifiées sont les suivantes :

a) Endoparasites

Protozoaires	<i>Coccidia</i> sp.
Trématodes	<i>Brachylaemus erinacei</i>
Cestodes	<i>Hymenolepis erinacei</i>
Nématodes	<i>Crenosoma striatum</i>
	<i>Capillaria tenuis</i>
	<i>Capillaria aerophilia</i>
	<i>Capillaria erinacei</i>
	<i>Physaloptera clausa</i>

b) Ectoparasites

Puces	<i>Archeopsilla erinacei</i>
Tiques	<i>Ixodes hexagonus</i>
	<i>Ixodes ricinus</i>

Les espèces particulièrement fréquentes sont par ordre d'importance :

Crenosoma striatum, *Capillaria spec.*, *Brachylaemus erinacei*, pour les endoparasites, et *Archeopsilla erinacei*, *Ixodes hexagonus*, pour les ectoparasites.

Si on examine globalement le parasitisme (Tab. 26), on constate que les infestations par des Nématodes dominent nettement avec 52 % des cas analysés. Les Trématodes suivent avec 34 %, puis viennent les Cestodes avec 13 %. Les ectoparasites sont également très fréquents puisqu'ils ont été trouvés sur plus de 50 % des animaux.

La répartition des parasites dans les classes d'âge n'est significative que pour les Trématodes et les Nématodes. Dans ces deux groupes, l'infestation apparaît comme étant nettement plus importante chez les hérissons âgés de 6 à 12 mois. Pour les Nématodes elle atteint d'ailleurs environ le 100 % des cas.

Age :	Trématodes		Cestodes		Nématodes		Ixodes		Puces	
	absent	présent	absent	présent	absent	présent	absent	présent	absent	présent
0-6 mois	N = 30 41,1 %	N = 6 24,0 %	N = 32 38,1 %	N = 4 28,6 %	N = 21 53,8 %	N = 15 25,4 %	N = 22 45,8 %	N = 15 29,4 %	N = 19 40,4 %	N = 18 34,6 %
6-12 mois	N = 8 11,0 %	N = 8 32,0 %	N = 14 16,7 %	N = 2 14,3 %	N = 0 0,0 %	N = 16 27,1 %	N = 4 8,3 %	N = 12 29,5 %	N = 4 8,5 %	N = 12 23,1 %
1-2 ans	N = 14 19,2 %	N = 5 20,0 %	N = 16 19,0 %	N = 3 21,4 %	N = 6 15,4 %	N = 13 22,0 %	N = 10 20,8 %	N = 9 17,6 %	N = 10 21,3 %	N = 9 17,3 %
2 ans	N = 21 28,8 %	N = 6 24,0 %	N = 22 26,2 %	N = 5 35,7 %	N = 12 30,8 %	N = 15 25,4 %	N = 12 25,0 %	N = 15 29,4 %	N = 14 29,8 %	N = 13 25,0 %
valeur χ^2	6,6916		0,7681		16,5186		5,6245		3,8740	
probabilité	0,083		0,857		0,001		0,132		0,276	
val. attendue	4,0816		2,2857		6,3673		7,7576		7,5960	

Tableau 26

Fréquence des parasites dans les différentes classes d'âge.

Häufigkeit der Parasiten in den verschiedenen Altersklassen.

	Hexacl benz	Lindane	Heptacl épox	Dield	Chloro benside	D D E	P C B	Plomb	Mercure	Cadmium
Trematodes	sans N=48	0,001	0,005	■ 0,039	0,041	■ 0,040	0,840	■ 1,134	■ 0,102	■ 0,442
	avec N=17	0,000	0,002	■ 0,063	0,000	■ 0,014	0,653	■ 1,800	■ 0,211	■ 0,887
Cestodes	sans N=54	0,002	0,005	0,045	0,036	0,039	0,761	■ 1,210	0,122	■ 0,396
	avec N=11	0,001	0,000	0,015	0,000	0,003	0,300	■ 1,837	0,186	■ 1,323
Nematodes	sans N=30	0,001	0,002	0,040	0,066	0,039	■ 0,500	■ 1,022	■ 0,099	■ 0,349
	avec N=35	0,003	0,001	0,050	0,000	0,027	■ 1,040	■ 1,579	■ 0,162	■ 0,753
Ixodes	sans N=34	■ 0,001	0,001	■ 0,031	0,058	0,036	■ 0,579	■ 1,087	0,107	■ 0,347
	avec N=32	■ 0,003	0,001	■ 0,059	0,000	0,028	■ 1,000	■ 1,531	0,156	■ 0,774
Puces	sans N=34	0,001	0,005	■ 0,025	0,058	0,075	0,668	■ 1,280	0,122	■ 0,486
	avec N=32	0,002	0,001	■ 0,065	0,000	0,029	0,906	■ 1,345	0,142	■ 0,640

Tableau 27

Relations existant entre les résidus chimiques et les différents parasites. Contamination moyenne en ppm des hérissons. (■ chiffre significatif selon test de Student).
 Bestehende Verbindungen zwischen chemischen Rückständen und den verschiedenen Parasiten.
 Mittlere Aussteckung der Igel in ppm. (■ bedeutende Zahl nach dem Students Test).

Parasite :	Trématodes		Cestodes		Nématodes		Ixodes		Puces	
	agric.	urb.	agric.	urb.	agric.	urb.	agric.	urb.	agric.	urb.
Type de zone :										
Animaux non infestés	N=21 28,8%	N=52 71,2%	N=23 27,4%	N=61 72,6%	N=12 30,8%	N=27 69,2%	N=12 25,0%	N=36 75,0%	N=12 25,5%	N=35 74,5%
Animaux infestés	N=5 20,0%	N=20 80,0%	N=3 21,4%	N=11 78,6%	N=14 23,7%	N=45 76,3%	N=14 27,5%	N=37 72,5%	N=14 26,9%	N=38 73,1%
Valeur du χ^2	0,7343		0,0931		0,5971		0,0767		0,0247	
Probabilité	0,392		0,760		0,440		0,782		0,875	
Valeur attendue	6,6327		3,7143		10,3469		12,6061		12,3434	

Tableau 28

Fréquence des parasites dans les zones agricoles et urbaines.
 Häufigkeit der Parasiten in landwirtschaftlichen und städtischen Zonen.

Il est intéressant d'examiner également s'il existe une relation entre le parasitisme et les résidus chimiques. Certains parasites tels que les Cestodes et les Trématodes, ou certains produits, tels que l'Hexachlorobenzène; le Lindane, l'Heptachlore époxide et le Chlorobenside, ne sont pas en nombre suffisant pour fournir des indications valables. Par contre, les résultats (Tab. 27) obtenus pour les Nématodes, les Ixodes et les Puces en relation avec la Dieldrine, le DDE, les PCB et les métaux lourds sont utilisables. On constate une relation très nette entre la présence de parasites et la quantité de résidus chimiques. En effet, tous les animaux parasités renferment entre 0,5 et 3 fois plus de résidus que ceux exempts (?) de parasites.

Les animaux provenant des zones urbaines ou agricoles ne présentent aucune différence significative dans la fréquence des infestations (Tab. 28). Les résultats obtenus pourraient très bien être attribués au hasard.

7.5.3 Les résidus chimiques

Parmi les résidus chimiques analysés, les métaux lourds et les PCB apparaissent comme des polluants universels, puisqu'ils contaminent entre 80 % et 90 % des hérissons étudiés (Tab. 29). Certains biocides organochlorés prennent également une place importante. Ce sont surtout la Dieldrine avec 65 %, le DDE avec 35 % et l'Heptachlore époxide avec 29 % des échantillons.

Si on examine les doses moyennes rencontrées, les métaux lourds, les PCB et la Dieldrine sont également en tête.

Les valeurs extrêmes révèlent quelques cas de contaminations graves susceptibles de causer une intoxication aiguë.

Comme pour les parasites, la contamination chimique va varier en fonction de l'âge du hérisson. Ce sont en général les individus âgés de 6 à 12 mois qui accumulent le plus de résidus. Cette tendance est clairement marquée par quelques biocides organochlorés, mais surtout par les métaux lourds (Tab. 30).

Le DDE, la Dieldrine et les PCB sont présents, même chez les très jeunes hérissons, puisqu'ils ont été décelés chez plusieurs individus âgés de quelques jours, nourris uniquement par l'allaitement maternel. Par ailleurs, les PCB, très rémanents, s'accumulent dans l'organisme tout au long de la vie de l'animal, en augmentant régulièrement.

Produit décelé	Contamination moyenne		Valeurs extrêmes		Nombre ind contaminés
	sur animaux touchés	sur le total des animaux	minimum	maximum	
Hexachlorobenzène	0.012	0.009	T	0.030	11
Lindane	0.018	0.016	T	0.036	4
Heptachlore epoxide	0.014	0.019	T	0.090	20
Dieldrine	0.067	0.082	T	0.400	45
Chlorobenside	1.970	0.029	1.970	1.970	1
DDE	0.091	0.088	T	0.300	24
PCB	0.932	1.638	T	12.000	56
Plomb	1.400	1.314	0.10	7.000	58
Mercuré	0.149	0.164	0.01	0.920	53
Cadmium	0.598	0.976	0.01	6.100	57

Tableau 29

Fréquence, valeur moyenne et valeurs extrêmes données en ppm de la contamination chimique d'après 68 analyses de foies de hérissons. (T = trace de résidus).

Häufigkeit, mittlerer und extremer Wert in ppm ausgedrückt auf Grund von 68 Leberanalysen der Igel. (T = Spuren von Rückständen).

Produit :	0-6 mois N = 34	6-12 mois N = 8	1-2 ans N = 10	2 ans N = 16
Hexachlorobenzène	0,001	0,003	0,003	0,003
Lindane	0,000	0,000	0,004	0,002
Heptachlore époxide	0,003	0,012	0,002	0,004
Dieldrine	0,057	0,055	0,018	0,070
Chlorobenside	0,000	0,000	0,000	0,129
D D E	0,042	0,015	0,045	0,023
P C B	■ 0,488	■ 0,713	■ 0,770	■ 1,388
Plomb	■ 0,924	■ 2,553	■ 1,567	■ 1,533
Mercure	■ 0,098	■ 0,209	■ 0,125	■ 0,167
Cadmium	■ 0,243	■ 1,208	■ 0,548	■ 0,992

Tableau 30

Moyenne en ppm des résidus chimiques en fonction de l'âge des animaux. (■ chiffres significatifs selon test de Student).

Durchschnitt der chemischen Rückstände in ppm nach Alter der Tiere (■ berechnende Zahl nach dem Students Test).

Produit :	Zone agricole N = 18	Zone urbaine N = 50
Hexachlorobenzène	■ 0,000	■ 0,003
Lindane	0,000	0,001
Heptachlore époxide	■ 0,000	■ 0,006
Dieldrine	0,026	0,051
Chlorobenside	0,000	0,039
D D E	■ 0,004	■ 0,042
P C B	■ 0,211	■ 0,968
Plomb	1,062	1,435
Mercure	■ 0,068	■ 0,154
Cadmium	0,666	0,518

Tableau 31

Moyennes en ppm des résidus chimiques trouvés dans des hérissons provenant de zones agricoles et de zones urbaines. (■ chiffres significatifs selon test de Student).

Durchschnitt der gefundenen chemischen Rückstände in ppm der aus landwirtschaftlichen und städtischen Zonen stammenden Igel. (■ berechnende Zahl nach dem Students Test).

La contamination chimique va également varier selon la provenance des animaux (Tab. 31). La zone urbaine apparaît comme beaucoup plus polluée par la plupart des produits recherchés. Même les biocides à usage agricole y apparaissent en beaucoup plus grande quantité. Parmi les métaux lourds, seul le Cadmium fait exception à cette règle.

7.5.4 Les causes de mortalité

L'ensemble des résultats d'analyse d'un hérisson a généralement permis de déterminer la cause probable de la mort. Cependant, il a parfois été difficile de trancher entre deux causes de mortalité, l'une pouvant entraîner l'autre. Il existe certainement de nombreuses interactions entre le parasitisme et la contamination chimique. De même qu'une parasitose en favorise souvent une autre (cas des ecto- et des endoparasites), je peux citer le cas d'infestation par le nématode *Crenosoma striatum* et de la contamination par le plomb. En effet, une forte infestation par ce parasite provoque une hyperactivité dans les déplacements du Hérisson. Lors de ces déplacements le Hérisson vivant en zone urbaine va parcourir fréquemment des bords de route où il se contamine, entre autres choses, avec des particules de plomb issues des gaz de combustion des voitures. Inversement, il est probable qu'une contamination chimique peut favoriser le développement d'une parasitose. Ainsi dans les cas litigieux, les deux causes possibles ont été retenues.

La récapitulation des causes de mortalité (Tab. 32) montre que le parasitisme et la contamination chimique viennent en tête avec 67 % des cas observés.

Les intoxications par absorption chronique ou massive de produits chimiques divers sont responsables d'environ 40 % des cas de mortalité alors que le parasitisme en prend au moins 26 %.

Parmi les produits chimiques qui sont la cause probable de la mort de hérissons, on trouve par ordre d'importance : le Métaldéhyde, le Plomb, la Dieldrine, le DDE et divers produits (Tab. 33).

De nombreux cas restent cependant incertains pour des raisons qu'il est nécessaire de rappeler :

- La toxicité des produits sur les hérissons n'est pas connue. Elle n'a pas pu faire l'objet d'une expérimentation directe au cours de ce travail.
- Les synergismes et les antagonismes entre produits sont également inconnus.
- Les cas d'intoxication attribués au Métaldéhyde ne constituent pas de preuves puisque ce produit n'est pas décelable lors des analyses. Ce sont toutefois de fortes présomptions. (Epannage du produit - symptômes d'intoxication - mort).

7.5.5 Les causes de mortalité dans les populations étudiées

Entre 1975 et 1980 j'ai récolté 154 hérissons morts sur les secteurs étudiés. Environ les 2/3 étaient des jeunes.

Les causes de mortalité qui ont pu être déterminées sans analyse sont les suivantes :

- 36 cas concernaient des animaux tués par le trafic routier.
- 31 cas d'épuisement sont dus soit à l'abandon de jeunes au nid, soit à la chute d'animaux dans des fosses (caniveaux, caves, descentes d'escalier, etc) ou encore à l'inexpérience de jeunes individus qui sortent de jour comme de nuit en période de sécheresse.
- 15 cas de prédation ont pu être attribués au renard (3 fois un jeune), au chien (2 jeunes et 2 adultes), au chat (4 jeunes dans un nid) et à la fouine (4 jeunes dans un nid).
- 2 cas de noyade.

La noyade et l'épuisement ont été repris dans les causes dites "indéterminées a priori" de manière à vérifier si la maladie ou un empoisonnement n'étaient pas les causes primaires de la mortalité.

On constate ainsi, dans un premier temps, qu'environ la moitié des cas sont restés inexpliqués. Une partie de ces animaux était d'ailleurs inutilisables pour une analyse plus détaillée étant plus ou moins écrasé, dévoré ou en putréfaction. Cependant ce flou peut être comblé en se référant à l'analyse des causes de mortalité faite sur l'échantillonnage précédent. On peut donc faire la synthèse des résultats des deux lots en faisant les rapports suivants :

- Le 100 % des causes de mortalité des jeunes hérissons du lot de provenances diverses correspond au 61 % des causes diverses et indéterminées du lot provenant des secteurs d'étude.
- Le 100 % des adultes du 1^{er} lot correspond à 43 % du 2^e lot.

Si on fait la synthèse des résultats obtenus dans ces deux lots (Tab. 34) on constate que le trafic routier avec en moyenne 24 % des causes de mortalité vient en tête. Les adultes sont plus fortement touchés que les jeunes.

Causes de mortalité :	classes d'âge				total	%
	0-6 mois	6-12 mois	1-2 ans	2 ans		
Parasitisme	6	6	8	4	24	26,4
Intoxication	12	6	12	7	37	40,7
Épuisement	15	0	1	0	16	17,6
Pneumonie	1	0	1	1	3	3,3
Salmonellose	1	0	2	0	3	3,3
Divers	2	0	1	1	4	4,4
Indéterminées	2	1	1	0	4	4,4
Totaux	39	13	26	13	91	100 %

Tableau 32

Récapitulation des causes de mortalité autres que celles dues au trafic routier.

Zusammenfassende Wiederholung der nicht durch Strassenverkehr verursachten Todesgründe.

Produits chimiques :	Nombre de cas :
Métaldéhyde	24
Dieldrine	3
D D E	2
P C B	1
Plomb	4
Cadmium	1
Rodenticide (Ramex)	1
Herbicide (2,4 D)	1

Tableau 33

Récapitulation des causes de mortalité attribuées à un produit chimique.

Zusammenfassende Wiederholung der nicht durch ein chemisches Produkt verursachten Todesgründe.

La contamination chimique se place au second rang des causes de mortalité avec 26 % des cas.

Le parasitisme avec 18 % occupe encore une place importante. Puis viennent diverses causes où on trouve par ordre décroissant : l'épuisement, la prédation, les maladies et les accidents divers.

Cause de mortalité	Etude de détail *		Etude générale **		Synthèse		
	Jeunes	adultes	Jeunes	adultes	Jeunes	adultes	total
	N = 52	N = 39	N = 98	N = 55	N = 150	N = 94	N = 244
Parasitisme	23 %	31 %	} 61 %		20 %	14 %	18 %
Intoxication chimique	34 %	49 %				29 %	22 %
Maladies infectieuses	4 %	10 %		43 %	3 %	4 %	4 %
Accidents divers	4 %	5 %			4 %	2 %	3 %
Indéterminées	6 %	3 %			5 %	1 %	3 %
Epuisement	29 %	2 %	8 %	20 %	8 %	20 %	13 %
Trafic routier	-	-	18 %	33 %	18 %	33 %	24 %
Prédation	-	-	13 %	4 %	13 %	4 %	9 %

Tableau 34

Synthèse des causes de mortalité connues.
 * Résultats des analyses d'animaux de provenance diverse.
 ** Résultats des analyses d'animaux trouvés sur les secteurs d'étude.
 Synthèse der bekannten Todesursachen.
 * Resultat der Analysen von Tieren mit verschiedener Herkunft.
 ** Resultat der Analysen der aus den untersuchten Sektoren stammenden Tiere.

7.6 LA LONGEVITE

L'évolution des structures d'une population de hérissons est très mal connue. Seul PARKES (1975) fournit quelques renseignements sur le renouvellement et l'espérance de vie d'une population en Nouvelle Zélande.

La structure des populations étudiées m'est connue que par les trois classes d'âge que j'ai pu distinguer sur le terrain. A savoir :

- Les jeunes, âgés de 0 à 6 mois avant l'hivernage.
- Les subadultes âgés de 8 à 12 mois.
- Les adultes d'un an et plus.

Les observations par secteur faites dans la région d'Yverdon permettent une bonne estimation pour cette population. (Tab. 35).

Afin d'éviter les erreurs de recensement dues au brassage de la population au printemps et en automne, je n'ai utilisé que les observations obtenues de mai à septembre.

Les recensements mensuels du secteur des Vernes ont montré en effet des fluctuations importantes en début et en fin de saison. En particulier, la proportion des subadultes y est beaucoup plus importante en avril qu'en mai.

Une fois ces brassages terminés, on peut admettre qu'en travaillant sur plusieurs mois sur une vaste surface, l'immigration et l'émigration se compensent.

Le nombre de jeunes trouvés au cours de l'été permet d'apprécier le succès de la reproduction. Toutefois, les mises bas étant réparties sur plusieurs mois et la mortalité juvénile étant très grande, ce nombre est difficilement utilisable dans une table de mortalité. Par contre, la proportion des subadultes en période de reproduction peut plus facilement être utilisée pour calculer l'espérance de vie et le renouvellement de la population (Tab. 36).

Dans le cumul des observations faites entre 1975 et 1979, les animaux ayant survécu et n'ayant pas émigré dans cette période sont comptés une fois pour chaque année de présence sur le secteur d'étude.

L'espérance de vie à un âge donné (E_x) peut être calculée par l'équation suivante (DAJOZ 1974) :

$$E_x = 0,5 + \frac{S_{x+1} + S_{x+2} + S_{x+3} + \dots}{S_x}$$

dans laquelle S_x = nombre de survivants à l'âge x .

Secteurs :	1975		1976		1977		1978		1979		1975 - 1979	
	sub	ad juv	sub	ad juv	sub	ad juv	sub	ad juv	sub	ad juv	sub	ad juv
1. Vernes	4	8 12	6	10 2	6	6 12	7	9 20	5	12 13	28	45 59
2. Cheminet	--	--	--	--	2	9 16	5	10 15	7	8 11	14	27 42
3. St Roch	--	--	--	--	4	5 11	3	6 12	--	--	7	11 23
4. Centre ville	--	--	--	--	2	1 0	2	0 0	--	--	4	1 0
5. Les Isles	7	8 16	7	12 4	1	4 9	4	6 13	5	5 4	24	35 46
6. La Prairie	--	--	--	--	15	20 32	11	20 29	9	18 24	35	58 85
Totaux	11	16 28	13	22 6	30	45 80	32	51 89	26	43 52	112	177 255

Tableau 35

Estimation de la population résidente et reproduction par secteur dans la région d'Yverdon (cf. carte des secteurs : Fig. 10). Abréviations : sub = subadulte ; ad = adulte ; juv = juvénile. Schätzung der ansässigen Bevölkerung und der Fortpflanzung nach Sektoren in der Region Yverdon (siehe Sektorenkarte Bild 10). Abkürzungen : sub = Jungtiere ; ad = ausgewachsene Tiere ; juv = Junge.

Dans le cas étudié cette équation devient :

$$E_1 = 0,5 + \frac{\text{nombre d'adultes}}{\text{nombre de subadultes}}$$

Ainsi, l'espérance de vie moyenne des hérissons d'un an de la région d'Yverdon est la suivante :

$$E_1 = 0,5 + \frac{112}{177} = 1,1 \text{ an}$$

Elle varie très peu d'une année à l'autre puisqu'elle oscille entre 1,09 en 1976 et 1,18 en 1975.

Le temps de renouvellement de la population peut être calculée à partir de cette même relation.

PETRIDES (1951) a décrit une méthode applicable ici. Il donne l'équation suivante :

$$T = \frac{\log 0,005}{\log (1-j)} + 1$$

dans laquelle :

T = temps nécessaire pour le renouvellement du 99,5 % de la population.

$$j = \frac{\text{nombre de subadultes}}{\text{nombre total d'individus}}$$

Dans le cas étudié on obtient le résultat suivant :

$$T = \frac{\log 0,005}{\log (1-0,61)} + 1 = 6,62 \text{ années}$$

Année :	1975	1976	1977	1978	1979	75-79
adultes	11	13	30	32	26	112
subadultes	16	22	45	51	43	177
total	27	35	75	83	69	289
<u>adultes</u> subadultes	0,68	0,59	0,66	0,62	0,60	0,63
espérance de vie	1,18	1,09	1,16	1,12	1,10	1,13
<u>subadultes</u> total	0,59	0,63	0,60	0,61	0,62	0,61
renouvellement	6,94	6,32	6,78	6,62	7,05	6,62

Tableau 36

Espérance de vie et renouvellement de la population de la région d'Yverdon d'après les chiffres du tableau 35.

Lebenserwartung und Erneuerung der Bevölkerung in der Region Yverdon nach den Unterlagen von Tabelle 35.

7.7 LES FLUCTUATIONS DE POPULATION

Il n'existe aucune donnée de la littérature sur des recensements de populations poursuivis pendant plusieurs années.

JEFFERIES et PENDLEBURY (1968) ont cependant publié des statistiques de hérissons trouvés morts sur deux domaines. Ils constatent d'importantes fluctuations.

Les recensements effectués dans la région d'Yverdon entre 1975 et 1979 (Tab. 35) permettent également de constater d'importantes fluctuations. Ainsi, par exemple, dans les secteurs des "vernes" et des "Isles", où les comptages ont été faits d'une façon continue pendant 5 ans, j'ai constaté une population maximum de 35 adultes et subadultes au printemps 1976. Au printemps suivant je n'en comptais plus que 17. En 1975, 1978 et 1979 la population de ces deux secteurs atteignait un chiffre moyen de 26-27 individus.

Les 5 années d'étude de cette population ne permettent pas de constater l'existence d'une fluctuation cyclique. Par contre, les statistiques des animaux tués sur l'autoroute N 1 entre Genève et Lausanne, poursuivies sans interruption de 1964 à 1980 fournissent d'intéressantes indications.

Au cours des 16 années d'observation il y a eu 4 cycles plus ou moins prononcés avec des pics en 1964, 1969, 1976 et 1980 (Tab. 37).

Année :	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Hérissons tués :	156	68	58	102	90	138	110	80	64	26	30	86	88	62	79	77	86

Tableau 37

Statistique des hérissons tués sur l'autoroute N 1.
Statistik der auf der Autobahn N 1 getöteten Igel.

Le chiffre très élevé de 1964 peut s'expliquer par le fait que les clôtures de protection n'étaient pas encore posées mais surtout par l'ouverture récente de l'autoroute au trafic automobile.

Il m'a paru intéressant d'étudier ces fluctuations et de voir si elles pouvaient s'expliquer par des facteurs climatiques.

La technique choisie est celle de la "stepwise regression" (voir description de la méthode : Annexe ²).

La première régression avait pour but d'expliquer le nombre de hérissons tués sur l'autoroute au cours d'une année par un modèle linéaire additif faisant intervenir les variables suivantes :

- hérissons tués l'année précédente.
- température de décembre de l'année précédente (= début de l'hiver).
- température de janvier.
- température de ... (février à novembre).
- précipitations de décembre de l'année précédente.
- précipitations de janvier.
- précipitations de ... (février à novembre).
- temps écoulé en année à partir de la première observation.

Soit au total 27 variables.

Avec un risque = 5 % et 14 observations il faut un coefficient de corrélation supérieur à 0,532 en valeur absolue pour pouvoir le considérer comme significativement différent de zéro. Or, si on examine la colonne "hérissons de l'année (Hean)" sur la matrice de corrélation (Annexe 3), on remarque que seules les précipitations d'octobre ont un coefficient significatif.

Cette corrélation est donc due au hasard, car en aucun cas les précipitations du mois d'octobre ne peuvent expliquer la quantité de hérissons qui vont se faire tuer au cours de l'année.

La 2e régression utilise les mêmes variables que ci-dessus pour expliquer le nombre de hérissons tués l'année suivante. Soit au total 27 variables et 13 observations.

Pour un risque de 5 % le coefficient de corrélation doit être supérieur à 0,553 en valeur absolue. La matrice de corrélation (Annexe 4) indique que 2 coefficients répondent à cette condition. Il s'agit des coefficients des précipitations de janvier et d'août. Il est probable que les précipitations du mois d'août ont une influence sur la mortalité des jeunes. Par contre celles de janvier n'ont certainement pas de rôle.

Le test de Fisher permet de montrer que l'introduction de P août se justifie pour expliquer le nombre de hérissons l'année suivante.

L'équation de régression choisie sera donc :

$$He_{su} = a + b P_{août}$$

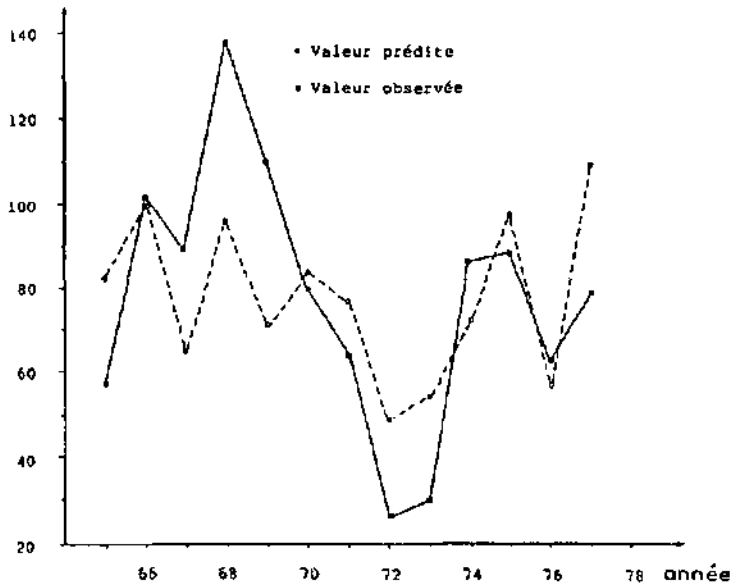
où $a = 37,8$

$$R^2 = 0,378$$

$b = 0,514$

écart - type de $b = 0,199$

hérissons tués



hérissons tués

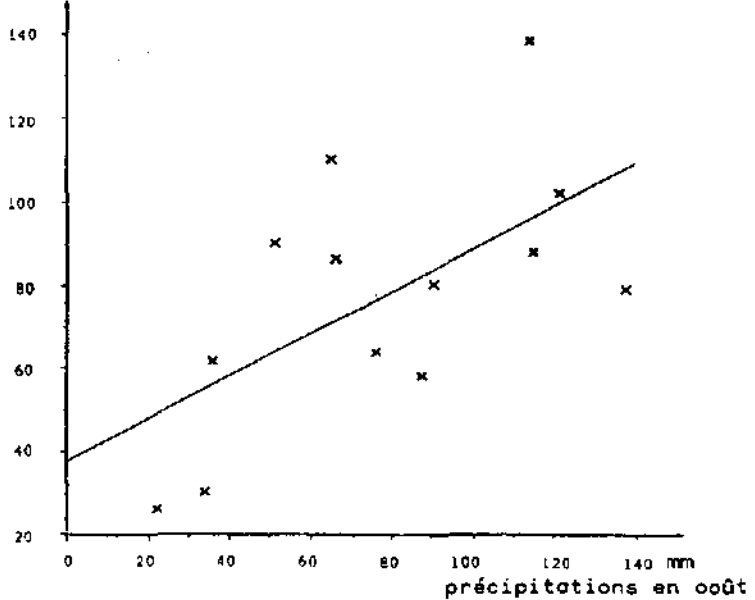


Figure 37

Corrélation entre le nombre de hérissons tués l'année suivante et les précipitations du mois d'août (2^e régression).

Korrelation zwischen der Anzahl der im folgenden Jahr getöteten Igel und den Niederschlägen im August.

La qualité de la régression (Fig. 37) indique que la corrélation n'est pas très bonne. Il faut remarquer également que les précipitations abondantes favorisant une augmentation de la population est un fait peu probable.

Dans une seconde phase j'ai regroupé les précipitations et les températures par saison de la manière suivante :

- Température d'hiver = T déc + T janv = T fév + T mars.
- Température de printemps = T avr + T mai + T juin + T juil.
- Température d'automne = T août + T sept + T oct + T nov.
- Précipitations d'hiver, d'été et d'automne.

L'examen de la matrice de corrélation des variables de cette 3e régression (Annexe 5) montre qu'aucun coefficient n'est suffisamment grand pour justifier une régression linéaire.

Par une 4e régression j'ai ensuite essayé d'expliquer le nombre de hérissons de l'année suivante par les variables : Température de l'hiver, du printemps et de l'automne, précipitations de l'hiver, du printemps et de l'automne.

Dans ce cas également aucune variable n'a un coefficient de corrélation suffisamment grand pour être significatif.

Il faut tout d'abord remarquer que les minces résultats de cette analyse peuvent s'expliquer par un trop petit nombre d'observations (14 ans !), pourtant il faut conclure que les fluctuations observées ont probablement une autre origine que les facteurs climatiques considérés.

7.8 LA DENSITE DE POPULATION

Il est très difficile de connaître la densité des populations de hérissons sans faire une étude suivie sur de vastes secteurs.

Plusieurs estimations existent cependant dans la littérature et permettent d'utiles comparaisons (SCHMIDT - LINDENHART 1929, ZIMMERMANN 1934, WODZICKI 1950, BROCKIE 1957, JEFFERIES & PENDLEBURY 1968, BURTON 1969, PARKES 1975). Les résultats sont souvent très contradictoires en raison des méthodes utilisées.

Pour calculer les densités de populations sur mes secteurs d'étude, j'ai tenu compte des observations obtenues depuis le début de mai et jusqu'à fin septembre, c'est-à-dire à une période de l'année où les animaux sont plus ou moins liés à un canton bien délimité.

L'erratisme d'une partie de la population étant toujours possible, je n'ai considéré comme résidents que les individus marqués et repris au moins une fois dans la saison et avec un intervalle minimum de 15 jours après la première capture.

La densité des adultes, plus particulièrement des femelles, est à mon avis la seule qui ait une véritable signification. D'une part, c'est la seule partie de la population qui soit relativement stable au cours d'une saison, d'autre part, une densité élevée de femelles reproductrices est probablement un facteur limitant important. En effet, ainsi que je l'ai décrit auparavant, une femelle en état de se reproduire devient strictement territoriale. Son canton doit répondre à plusieurs critères de qualité. C'est pourquoi j'ai calculé leur densité sur chaque secteur.

En considérant par ordre d'importance les densités obtenues (Tab. 38) on constate que les petits groupements d'habitations (villages, lotissements de résidences secondaires) dans la campagne et en lisières de forêt sont des points d'attraction extraordinaires pour les hérissons. La densité totale atteint, par exemple, 53 à 60 individus par km² dans le village de Mauborget et même 142 individus par km² à Châble-Perron. Il s'agit toutefois d'agglomérations de petites surfaces (15 ha. et 2,8 ha.) où les animaux exploitent largement toute la région environnante.

La forte densité observée dans le secteur de Budelan (27,5 à 34,3 individus au km²) est intéressante, car c'est un coteau ensoleillé riche en prairies naturelles séparées par des haies buissonnantes. Ce milieu doit correspondre approximativement au milieu originel de l'espèce. La densité des femelles reproductrices n'y est cependant que de 4,6 à 6,9 au km².

L'ensemble de la ville d'Yverdon est également fortement peuplé avec une moyenne de 23 à 25 individus au km². Le centre ville fait toutefois exception avec un peuplement très faible. La densité en femelles reproductrices y est cependant plus faible que sur le secteur précédent. Elle est située entre 3,6 et 5,9.

Les zones forestières de Mauborget ou de Cheseaux sont, par comparaison aux secteurs précédents, beaucoup plus faiblement occupées puisqu'on y compte que 2,3 à 5 individus au km². Les femelles ne s'y tiennent d'ailleurs pas du tout.

Les vastes surfaces agricoles de la Plaine de l'Orbe, malgré l'existence de nombreux rideaux d'arbres, sont également très pauvres. Dans le secteur du Marais de Suscévaz, j'ai trouvé une densité de 4,6 à 7,2 hérissons au km² et seulement 0,7 femelles au km².

Ainsi sur une surface étudiée totale de 11 km² j'obtiens une densité moyenne située entre 17,5 et 20 hérissons et de seulement 3 à 4 femelles par km².

Région ou secteur	Types de milieux	Surface en ha	Population globale		Femelles reproductrices	
			Nombre individus	Densité par 100 ha	Nombre de femelles ad	Densité par 100 ha
1. Les Vernes 2. Le Cheminet 3. Saint Roch 4. Centre Ville 5. Les Iles 6. La Prairie Rég. Yverdon	FH/HI/GC/CM/1	121,4	18 à 36	14,9 à 29,8	5 à 8	4,1 à 6,6
	HI/HI/GC	121,0	26 à 30	21,5 à 24,8	4 à 8	3,3 à 6,6
	PA/1/HC	69,4	20 à 21	28,8 à 30,3	2 à 4	2,9 à 5,8
	HC	48,1	2 à 3	4,2 à 6,2	0	0
	HI/HC/PA	88,1	14 à 23	15,9 à 26,1	3 à 7	3,4 à 7,9
	HI/HC/GC/PA/FH/FP	227,2	51 à 67	22,4 à 29,5	10 à 13	4,5 à 5,8
Rég. Yverdon			155 à 172	23,0 à 25,5	24 à 40	3,6 à 5,9
1. Forêt 2. Villoge 3. Champs Rég. Mouborget	FP	20,2	1	5,0	0	0
	HI/HC	15,0	8 à 9	53,3 à 60,0	3	20,0
	GC/PR	55,0	3	5,5	0	0
Rég. Mouborget			11 à 12	12,2 à 13,3	3	3,3
1. Les Marais 2. Budelon Rég. Suscévoz	GC	153,8	7 à 11	4,6 à 7,2	1	0,7
	GC/PR/FP	43,7	12 à 15	27,5 à 34,3	2 à 3	4,6 à 6,9
		197,5	18 à 25	9,1 à 12,7	3 à 4	1,5 à 2,0
1. Les Grèves 2. Côte du Lac 3. Châble-Perron Rég. Cheseaux	M/FH	75,7	5 à 7	6,6 à 9,2	2 à 3	2,7 à 4,0
	FP	42,5	1 à 2	2,3 à 4,6	0	0
	HI	2,8	4	142,9	1	35,7
Rég. Cheseaux			8 à 12	5,7 à 8,5	3 à 4	2,1 à 2,8

Tableau 38

Densité de la population résidente et des femelles reproductrices pour chaque région et chaque secteur étudiés. Légende : FH = forêt humide ; GC = grandes cultures ; CM = cultures maraichères ; PA = pelouses et parcs ; PR = prairies ; HC = habitations collectives ; HI = habitations individuelles ; I = zone industrielle ; M = marais.

Dierte der ansässigen Bevölkerung und der zeugungsfähigen Weibchen für jede Region und jeden untersuchten Sektor. Bezeichnungen : FH = Feuchter Wald ; GC = grosse Anpflanzungen ; CM = Gemüseanbau ; PA = Rasen und Parkanlagen ; PR = Wiesen ; HC = Gemeinschaftsbehausungen ; HI = Einzelbehausungen ; I = industrielle zone ; M = Moor.

DISCUSSION DES RESULTATS

1. REPARTITION DE L'ESPECE

La carte de répartition du Hérisson dans le canton de Vaud (Fig. 15) montre que l'espèce est répandue partout en dessous de 1'000 m. et qu'elle s'y reproduit régulièrement.

Les populations qui occupent des régions plus élevées sont plus instables. Il est probable que la majorité des individus vont y faire des migrations altitudinales. Les 2 reprises à Mauborget (Jura, 1'200 m. d'altitude) d'individus marqués à des altitudes inférieures (Villars-Burquin, 800 m. d'altitude) prouvent l'existence d'une telle migration. Entre 1'000 et 1'200 m. la reproduction encore possible reste irrégulière. Les femelles y ont peut-être un rythme de reproduction bisannuel.

L'observation citée par HERTER (1964) et reprise par d'autres auteurs, selon laquelle les hérissons monteraient jusqu'à 2'000 m. dans les Alpes, concerne probablement des individus isolés vus au cours de l'été. En Suisse, de telles observations paraissent difficiles, sauf, peut-être, au Tessin. HAINARD (1961) pense de même et constate que l'espèce est d'ailleurs absente de certaines vallées alpines telles que l'Engadine ou le Val d'Urseren, par exemple.

Il est intéressant de reprendre de manière plus détaillée la région du nord vaudois en utilisant, d'une part, les résultats de l'enquête sur la répartition de l'espèce et d'autre part, les recensements effectués sur chaque secteur d'étude. Par extrapolation il est en effet possible d'établir une carte synoptique de cette région avec les densités relatives des hérissons en fonction de la structure paysagère.





Les facteurs pris en considération sont les suivants :

- La végétation au niveau des sïgmassociations.
- La richesse du milieu en écotome (lisières forestières, limites de cultures, périphéries d'agglomérations, haies etc).
- Le type d'agriculture (extensive ou intensive).







Figure 38

Répartition du hérisson dans le Nord vaudois obtenue par extrapolation à partir des secteurs étudiés.
Légende :

-  zone à forte densité de population
-  zone à densité moyenne
-  zone à faible densité
-  zone à densité nulle ou très faible

Durch "Extrapolation", den untersuchten Sektoren entsprechend, erhaltene Verteilung der Igel im Norden des Kantons Waadt.

-  Hohe Bevölkerungsdichte
-  Mittlere Bevölkerungsdichte
-  Schwache Bevölkerungsdichte
-  Nichtige Bevölkerungsdichte

- La superficie du secteur.
- L'altitude.

A partir de ces facteurs on peut définir 4 types de zones en fonction de la densité potentielle des populations de hérissons :

- Zone 1 : Secteurs à forte densité de population : 25 à 55 individus au km². Exemples : périphéries urbaines, agglomérations rurales, prairies buissonnantes, friches de basse altitude.
- Zone 2 : Secteurs à densité moyenne : 15 à 25 individus au km². Exemples : coteaux, vallons abrités et agglomérations rurales de montagne.
- Zone 3 : Secteurs à faible densité : 5 à 15 individus au km². Exemple : lisières forestières ou cours d'eau boisés dans un milieu agricole intensif.
- Zone 4 : Secteurs à densité nulle ou très faible : 0 à 5 individus au km². exemples : zones au-dessus de 1'200 m., terrains agricoles à culture intensive.

La carte ainsi obtenue (Fig. 38) présente une répartition très irrégulière. Les petites populations isolées, telles que dans les villages ou sur un coteau, sont nombreuses.

Les coteaux de faible pente où sont implantées des cultures extensives entrecoupées de nombreux murs de pierres, haies et friches, constituent encore des milieux étendus. Le pied du Jura et les côtes situées de part et d'autre de la Plaine de l'Orbe permettent à des populations importantes de se maintenir.

Les pentes boisées ainsi que les crêtes sommitales du Jura sont par contre pratiquement vides de populations permanentes.

La région d'Yverdon est particulièrement intéressante par la contiguïté des forêts riveraines du lac, de vastes zones résidentiellles des périphéries d'Yverdon et de Grandson, ainsi que les coteaux secs de la colline de Chamblon.

Ainsi l'indication de la présence générale de l'espèce dans toutes les zones situées en dessous de 1'200 m. doit être relativisée. Effectivement, tous les milieux favorables y sont colonisés. Cependant, les zones à densités de peuplement faibles ou nulles sont très vastes.

Par estimation on peut considérer que dans la région étudiée les agglomérations regroupent à elles seules environ le 54 % des effectifs, alors que les milieux plus naturels, proches des biotopes primaires, n'en ont que le 27 %.

2. LE REGIME ALIMENTAIRE

2.1 LE CHOIX DE LA NOURRITURE

Parmi les nombreuses publications concernant l'alimentation du Hérisson, certaines observations se rapportent à des croyances populaires, ou relatent des observations occasionnelles dans la nature. D'autres, enfin, donnent des indications plus complètes basées sur des analyses de contenus stomacaux ou sur des tests de laboratoires.

La consommation des fruits est entrée dans les croyances populaires. HERTER (1938) et BURTON (1969) rappellent la légende du hérisson transportant des fruits piqués sur son dos pour les manger dans son nid. Si les fruits tels que les pommes, les poires ou les prunes sont effectivement mangés à l'occasion, le mode de transport paraît, par contre, accidentel. BURTON (1969) a montré que la trouvaille de fruits provoquait chez le Hérisson une abondante salivation. Il s'ensuit l'étrange comportement de l'autolubrification où l'animal se couche sur le flanc pour oindre ses piquants dorsaux. Des fruits qui se trouvent à proximité peuvent alors se planter sur les piquants.

La recherche de petits invertébrés terrestres est relevée par tous les auteurs. DIMELOW (1963a) a testé la préférence d'individus captifs en leur offrant divers invertébrés. Les espèces choisies par ordre de préférence sont les suivantes : Les Carabides, les Myriapodes, diverses larves de Coléoptères et enfin des Mollusques. L'observation en nature montre cependant quelques différences. Le choix de la nourriture dépend en effet de sa disponibilité.

BROCKIE (1959), qui a analysé les contenus stomacaux de 90 hérissons capturés dans les prairies de Nouvelle Zélande, constate une consommation massive d'escargots, de myriapodes et de vers de terre, au début du printemps. En été, par contre, les Coléoptères et les limaces dominent, alors qu'en automne, ce sont les larves de Lépidoptères qui sont les plus nombreuses.

Parmi l'éventail des aliments identifiés par cet auteur, on note : les limaces, les Diplopodes, les escargots, les vers de terre, les larves et les imagos de Lépidoptères, les Dermaptères, les araignées, les larves et les imagos de Coléoptères, les puces et les imagos de Diptères, les cloportes, les fourmis et divers autres Hyménoptères, les Orthoptères et les cicadelles. Ceci accompagné de divers végétaux non identifiés, de poils de hérissons et d'un vertébré : une grenouille.

La consommation d'oeufs d'oiseaux nichant au sol est attestée par de nombreuses observations et les poulaillers sont même parfois visités par certains individus qui se spécialisent. Localement le problème peut être important, BURTON (1969) cite, par exemple, que le parlement anglais décréta en 1564 qu'une prime serait offerte pour chaque tête de hérisson. Le pillage des nids de poules reste toutefois un cas exceptionnel car CORR (1951) a montré que les hérissons étaient en général incapables de casser une coquille d'oeuf de plus de 18 mm. de diamètre.

MIDDLETON (1935) a estimé que sur 1323 pontes de Perdrix grise, *Perdix perdix*, trouvées détruites, les 1,3 % des pertes étaient dues aux hérissons. AXEL (1956) mentionne qu'il est un prédateur courant dans les colonies de Sternes pierregarins, *Sterna hirsundo*. KRUK (1964), toujours en Angleterre, a calculé que dans une colonie de 8'000 couples de Mouettes rieuses, *Larus ridibundus*, 2 à 3 % des oeufs sont subtilisés par les hérissons.

La capture d'oiseaux, particulièrement de poussins, est également prouvée par AXEL et KRUK dans ces mêmes colonies. BURTON (1969) cite de nombreuses observations de captures de jeunes poules, canards et perdrix.

La capture de souris et de campagnols, mise en doute par de nombreux auteurs, a été observée par WAHLSTROM (1935) et BURTON (1969).

A l'occasion, le Hérisson peut être nécrophage, voire cannibale. En effet, les cadavres d'animaux morts, y compris ceux d'autres hérissons, peuvent être mangés (BURTON 1969).

Les hérissons capturant des reptiles fait aussi partie des croyances populaires. KNIGHT (1962) mentionne effectivement les lézards, les orvets et les vipères dans les proies du Hérisson. KALABUKHOV (1928) dans une étude faite sur le Hérisson à ventre clair, *Erinaceus roumanicus*, et sur le Hérisson oreillard, *Hemiechinus auritus*, dans le Nord Caucase, mentionne que 2 à 3 % de leur nourriture était constituée de chair de reptiles, d'oiseaux et de mammifères.

Enfin, SKILOWA-KRASSOVA (1952) note que les hérissons des forêts de chênes, de bouleaux et de pins de la région de Kharkiv en Russie, consomment de grandes quantités de hannetons lorsque ces derniers sont en activité de vol. Un individu a été observé durant 4 jours mangeant plus d'une centaine de hannetons chaque jour.

A propos de quantité de nourriture, HERTER (1938) note qu'un individu captif de 675 g. a mangé 229 g. de nourriture en 24 heures, soit un tiers de son poids. Un autre a mangé 1'880 g. de vers de farine en dix jours aux cours desquels son poids a passé de 679 g. à 1'155 g.

Tous les auteurs s'accordent pour dire que le régime du Hérisson est très variable en quantité comme en qualité.

Ainsi mes observations ne font que confirmer les données de la littérature. Elles me permettent toutefois de faire quelques commentaires.

L'observation continue, pendant plusieurs semaines, d'animaux porteurs d'émetteur, m'a permis de constater que, durant les périodes difficiles où la nourriture est rare, les hérissons savent exploiter toutes les sources alimentaires disponibles.

Je rappellerais également que le Hérisson cherche sa nourriture essentiellement dans les milieux ouverts, tels que les prairies, les lisières buissonnantes et le long des haies. Mais il déplace rapidement ses terrains de chasse vers des secteurs forestiers ou vers des marais si la saison devient trop sèche. Lors de l'émergence de certains insectes, de lombrics ou lors de prolifération de limaces, il peut ingurgiter une quantité impressionnante de la proie disponible. Toutefois, s'il en a la possibilité, il diversifiera autant que possible ses proies en montrant parfois des préférences très nettes.

Finalement, en règle générale, le Hérisson choisit toujours sa nourriture dans l'éventail des proies les plus faciles à capturer. Ces proies vont varier en fonction de l'écosystème choisi et des conditions climatiques.

2.2 LE POIDS CORPOREL

Les variations obtenues correspondent approximativement aux observations qu'HERTER (1938) a faites sur 14 hérissons captifs. Il a constaté que les mâles perdent du poids jusqu'en juin, puis progressent rapidement jusqu'à la fin de l'automne. Les femelles, par contre, augmentent leur poids dès le début de l'année, atteignent un maximum en juin suivie d'une chute en automne.

PARKES (1975) en Nouvelle Zélande a observé des variations légèrement différentes. En tenant compte de l'inversion des saisons, il constate en effet que l'augmentation estivale du poids est perturbée par une période sèche très marquée. Inversement l'hiver doux permet une alimentation presque ininterrompue.

LIENHARDT (1980) a apporté des précisions intéressantes sur le poids de deux femelles avant et après la parturition. La mise bas correspond à une perte de poids importante et la lactation également. En cas de mort des jeunes et après le sevrage, le poids augmente rapidement.

Cet auteur a montré également l'importance du poids automnal pour l'hibernation. Les individus très lourds (1200 à 1700 g) entrent en hibernation environ un mois avant les individus légers (moins de 1000 g). La durée d'hibernation est également plus longue chez un animal lourd.

J'interpréterai de la manière suivante mes données complétées par celles de la littérature.

Au printemps dès le réveil les mâles adultes n'ont utilisé que partiellement leurs réserves graisseuses. Comme ils sont plus précoces que le reste de la population ils sont confrontés à la nécessité de se trouver un domaine vital et au manque de nourriture. Par la suite, jusqu'en juin, c'est la période principale du rut et ils se déplacent beaucoup. Ainsi la perte de poids va être pratiquement continue durant tout le premier semestre de l'année.

Les femelles adultes qui sortent de l'hibernation presque un mois plus tard que les mâles vont se nourrir activement dès leur réveil. Elles sont déjà au maximum de leur forme en mai-juin et peuvent ainsi mettre bas dans de bonnes conditions. La naissance et l'élevage des jeunes provoquent une baisse de poids durant un à deux mois. Cette perte est compensée rapidement au cours de l'automne afin qu'elles puissent entrer en hibernation avec un poids suffisant.

Chez les subadultes l'augmentation de poids est régulière mais peu marquée jusqu'à l'automne. L'erratisme auquel ils sont contraints est en effet peu favorable à une croissance rapide du poids.

3. LE COMPORTEMENT

3.1 LOCOMOTION, CHASSE, RECHERCHE DE NOURRITURE ET CONTACTS

L'éthogramme très fragmentaire que j'ai donné n'apporte que quelques compléments à ceux déjà très complets développés par HERTER (1938) puis par LINDEMANN (1951).

Mis à part le déplacement de chasse en zig-zag, facile à observer et décrit par la plupart des auteurs, les autres allures de locomotion n'ont jusqu'ici pas fait l'objet de description.

La recherche et la capture de proies ont été étudiées en détail par LINDEMANN (1951). Par des tests il a montré que l'odorat était le sens dominant qui permettait au Hérisson de se nourrir. Par exemple, un coléoptère distant d'1 m est immédiatement repéré par odorat, alors que les yeux et les oreilles sont bouchés. Le déplacement en zig-zag serait en fait un système de repérage d'une proie par goniométrie.

Parmi les comportements qui se rattachent aux contacts intra et inter spécifiques, celui de la parade nécessite un commentaire. L'observation d'une paire de hérissons faisant une danse en arcs de cercle a été décrite par beaucoup d'auteurs (KOEFOED 1923, HERTER 1933 a et 1938, SCHUTZ 1956, BURTON 1969) comme étant une parade nuptiale au cours de laquelle le mâle essaie de contourner la femelle alors que cette dernière pivote sur elle-même. Certes, ce comportement est une composante importante du prélude à l'accouplement, mais, d'une part, il n'est pas obligatoire et, d'autre part, les rôles peuvent être inversés, ou encore l'action peut se passer entre individus de même sexe. Je pense donc qu'il faut plutôt l'interpréter comme une parade de domination, l'individu placé au centre de la ronde cherchant à s'opposer à la volonté de son adversaire. Les fréquents échanges de coups de pattes, de coups de museau et de morsures témoignent bien de l'agressivité et de la volonté d'opposition des adversaires.

L'existence obligatoire de lieux de rencontres peut être un élément important dans l'organisation spatiale d'une population. Plusieurs auteurs ont signalé des rassemblements parfois importants de hérissons.

Entre autre, SCHWERTZELL (1957) a observé dans un parc de Regensburg plus d'une centaine de hérissons qui paraissent au même moment. De son côté, BURTON (1969) a surpris à plusieurs reprises des rassemblements de douzaines de hérissons.

Leurs observations et les miennes ont en commun les points suivants :

- Il s'agit de rassemblements d'adultes en période de rut.
- Le lieu de rassemblement est situé dans un parc d'une banlieue urbaine.
- Le lieu est une prairie ou une pelouse entourée de buissons et d'arbustes.
- La majeure partie des hérissons y paradent.

SCHWERTZELL, BURTON et HERTER présentent ces rassemblements comme étant exceptionnels. Ils le sont effectivement par le nombre des individus observés, puisque dans mon cas je n'ai rencontré au maximum qu'une douzaine d'individus.

La rareté des observations laisse penser que ces rassemblements se font dans des circonstances particulières.

Le marquage des animaux rencontrés dans ces arènes m'a montré que, d'une part, il s'agit d'individus cantonnés à proximité et, d'autre part, ils reviennent régulièrement sur ces lieux.

Le gigantesque rassemblement de Regensburg peut probablement s'expliquer par des conditions météorologiques exceptionnellement favorables. En effet, j'ai eu l'occasion de constater en avril 1975, par exemple, qu'après une période froide de 18 jours avec vent du Nord, les hérissons étaient très actifs et paraient partout.

Ces rassemblements ne sont pas réguliers et ne concernent généralement qu'une partie de la population. De plus, il est possible qu'ils soient propres aux populations urbaines. En effet, dans les quartiers périphériques des villes j'ai constaté que la densité des hérissons est élevée, mais que, par contre, les contacts entre individus ne sont pas aisés à cause des nombreux cloisonnements existants entre les propriétés. Des lieux de rencontre y sont donc une nécessité en période de rut.

L'étude des déplacements en ville d'Yverdon montre l'existence de zones d'hivernage préférentielles situées dans les forêts riveraines du lac. Les déplacements entre les zones d'hivernage et d'estivage se font par des passages obligés qui sont de véritables couloirs de circulation. Or, on constate que les deux lieux de rencontre observés se trouvent précisément en des points stratégiques de ces couloirs.

Inversément, parmi les populations rurales ou forestières étudiées, les contacts sociaux sont faciles et nombreux. Je n'y ai jamais observé de rassemblements importants et répétés.

On peut donc imaginer que ce sont les particularités topographiques du secteur, d'une part, et une période favorable, d'autre part, qui provoquent ces rassemblements.

Pour un animal connu pour vivre en solitaire une fois sorti du groupe familial, l'existence d'une hiérarchie peut paraître étonnante. Pourtant l'observation de lieux de rassemblement et de contacts réguliers entre individus cantonnés sont les preuves de l'existence d'un minimum d'organisation sociale. Le type de société formé ici paraît cependant assez primitif.

La délimitation de territoires individuels par les adultes reproducteurs est également un fait intéressant. Cette organisation, ainsi que les marquages territoriaux par les crottes, l'urine et les glandes latérales, sont connus chez de nombreux mammifères dont beaucoup d'insectivores (Soricidés, Talpidés, Vespertilionidés).

L'apparition au cours du développement de toute une série de comportements innés a été décrite par HERTER (1938) puis par LINDEMANN (1951). On peut relever, entre autre, les points suivants :

- L'enroulement (= mise en boule) est complet vers environ 25 jours.
- La lubrification a été observée pour la première fois à l'âge de 8 jours.
- Le grattage et le toiletage commencent vers 16-18 jours.
- Le "humer l'air" et le reniflage de l'animal en chasse apparaissent entre le 18e et le 24e jours.
- Le creusage avec les pattes antérieures commence à 25 jours.
- Le "caquetage" n'a été entendu qu'à 10-12 mois.

L'hibernation a fait l'objet de très nombreuses publications. Au niveau du comportement on a constaté les faits suivants :

KRISTOFFERSON et SOIVIO (1964 et 1966) ont trouvé d'importantes différences individuelles dans l'entrée et la sortie d'hibernation. Les mâles se réveillent plus vite que les femelles. Le rythme circadien persiste tout l'hiver.

PARKES et BROCKIE (1977) ont noté en Nouvelle Zélande qu'au printemps la proportion des mâles est beaucoup plus élevée que celle des femelles (sex ratio 2:1) alors qu'elle est équilibrée en été.

Selon FOLK et al (1970) une période prolongée d'exposition au froid n'est pas nécessaire pour déclencher l'hibernation. Au bout de 2 jours les battements de coeur diminuent jusqu'à 9-13 par minute et les changements physiologiques apparaissent.

Au cours de 4 années d'observation, LIENHARDT (1980) a calculé que ses 4 hérissons avaient dormi entre 58 et 156 jours consécutifs avec une moyenne de 100 jours. La perte de poids dans ce cas a été de 15,4 %.

HERTER (1938) et FOLK et al (1970) estiment que la perte de poids en hiver est d'environ 20 à 40 %.

La physiologie de l'hibernation chez le Hérisson a été étudiée par ZONDECK (1924), GROEBBELS (1926), HERLANT (1932), EISENTRAUT (1933, 1935 et 1956), UIBERALL (1934) puis surtout par SUOMALAINEN et ses élèves (SUOMALAINEN, 1935, 1939 et 1944; SUOMALAINEN & al, 1951, 1953 et 1970) et plus récemment encore par SMIT-VIS (1962), FOURRE (1974), FAURE (1975), HOO-PARIS & al (1975) et par KRAMM & al (1975).

Leurs observations montrent que, non seulement la température extérieure, mais également la disparition de la nourriture, jouent un rôle déterminant dans le déclenchement de l'hibernation. Son succès dépendra à la fois du poids du corps élevé (réserves adipeuses suffisantes) et de l'expérience de l'individu pour construire son nid. Les pertes énergétiques seront d'autant plus importantes que l'animal est dérangé dans son sommeil et que les variations de température sont nombreuses.

Dans ses expériences sur l'hibernation des hérissons WEINLAND (1925) constate qu'en été, en cas de diète, les hérissons peuvent aussi tomber en léthargie. Ce fait confirme l'existence possible d'une estivation. Il s'agit sans doute d'une adaptation encore plus poussée de la torpeur journalière constatée chez de nombreux mammifères homéothermes et découverte récemment chez quelques insectivores. (FREY et VOGEL 1979, VOGEL & al. 1979).

Les émissions de sons du Hérisson n'ont pas fait l'objet d'une étude systématique. HERTER (1938) signale le sifflement puissant que peuvent émettre les jeunes au nid. MATTHIAS (1929) décrit une sorte de claquement des dents ainsi qu'un coassement de grenouille qui pourraient être à la fois des manifestations de peur et de contentement.

BURTON (1969) parle d'un cri puissant et perçant qui serait un cri de peur et de douleur. Face à un chien il a entendu également un caquètement rappelant le cri de l'écureuil mâle. Il parle également d'un code d'environ 25 sons séparés utilisés pour appeler des congénères.

PODUSCHKA (1969) qui a étudié les vocalisations du Hérisson à l'aide d'un sonogramme constate à la fois des émissions d'infra-sons et d'ultra-sons.

Dans l'expiration bruyante que l'animal émet continuellement dans ses déplacements, il distingue deux séquences. La première est une expiration haletante régulière dont les signaux s'étendent de 85 à 250 Hz. La seconde est une expiration plus violente, entrecoupant la première, dont la fréquence et l'amplitude varient d'un signal à l'autre, qui s'étend entre 8400 à 9200 Hz. Il pense que ces signaux peuvent être utilisés pour une écholocation. Cette hypothèse n'a pas été confirmée jusqu'à maintenant.

Les sifflements des jeunes au nid ainsi que divers cris émis dans des fréquences audibles ou dans les ultras-sons sont interprétés comme étant des appels ou des cris de contact.

GREGORY (1975) a étudié les vocalisations du Hérisson, *Erinaceus albiventris*. L'une est de haute fréquence (environ 12 KHz) et de faible intensité. Elle pourrait être utilisée pour l'écholocation. L'autre, de plus faible fréquence (environ 1,5 KHz) n'est produite que par le mâle lorsqu'il fait sa cour à une femelle.

Il est certain qu'une étude détaillée des émissions vocales du Hérisson européen, *Erinaceus europaeus*, révélera encore de nombreux renseignements inédits.

3.2 LE RETOUR AU GITE

Des expériences de retour au gîte n'ont, à ma connaissance, jamais été tentées avec des hérissons. Seul TRANIER (1974) a décrit ce comportement chez un Hérisson du désert, *Paraechinus aethiopicus*, sur une distance de 30 km, dans le Sahara nigérien. Cette observation fortuite bénéficiait de circonstances très favorables puisque l'animal a pu être pisté sur les nombreuses plages de sable du désert.

BURTON (1969) signale également avoir déplacé des hérissons devenus gênants à plusieurs centaines de mètres, puis finalement à 4 km, de leur point de capture. Ces animaux sont toujours revenus dans leur gîte après quelques jours de vagabondage.

Les résultats d'études faites avec des rongeurs (par exemple : BOVET 1960, MERMOD 1970), avec des oiseaux (par exemple : RUPPELL 1935, MATTHEWS 1952) ou avec des chiroptères (CASTERET 1961) ont toujours été basés sur des lâchers d'animaux marqués que l'on espère recapturer sur leur site d'origine. Malgré des chances de recapture très faibles, des résultats remarquables ont pu être obtenus.

Le radio-tracking devrait permettre des investigations nouvelles dans ce domaine puisque chaque individu marqué va fournir des renseignements.

Bien qu'ils ne permettent pas de conclure grand chose sur la capacité réelle de retour au gîte du Hérisson, les résultats de mes expériences de lâchers à distance sont encourageants. Ils permettent de supposer que cette capacité est très bonne pour des distances allant jusqu'à 5 voire 10 km. Cependant il eut été nécessaire de multiplier les expériences et en particulier de faire des lâchers dans d'autres directions, afin de mieux étayer ces résultats. J'y ai toutefois renoncé pour diverses raisons :

- J'ai estimé qu'au delà de 7 km. les risques de perdre des animaux et du matériel coûteux sont très élevés.
- Avec les faibles performances du matériel de repérage utilisé (mauvaise réception des signaux due aux nombreux cours d'eau coulant au fond de vallons boisés et à la présence de 3 lignes électriques aériennes à haute tension) il eut été nécessaire de suivre sans interruption un seul animal à la fois pendant 4-5 jours et peut-être plus, ce qui n'était pas possible pour l'observateur.
- Aucun autre secteur de la région d'étude ne se prête à des lâchers, car les nombreux cours d'eau et voies de communication auraient obligatoirement influencé les résultats.

Dans un but louable de protection de l'espèce vis à vis du trafic routier, on m'a souvent suggéré de déplacer des populations de hérissons dans des régions plus sûres. Les quelques essais décrits ici, auxquels s'ajoutent les étonnants déplacements spontanés constatés chez des animaux cantonnés, me permettent d'affirmer que de telles transplantations de populations sont inutiles voire dangereuses. Les principales raisons en sont les suivantes :

- Dans notre pays il est extrêmement difficile de trouver des régions où les risques d'accidents sont faibles ou nuls.
- Une fois libérés les hérissons abandonneront les lieux de lâcher, soit pour retourner à leur lieu de départ si la distance est faible, soit en vagabondant longuement si la distance est grande. Dans les deux cas les pertes par accident seront élevées.
- Si le lieu de lâcher est favorable, une population autochtone y est déjà installée. Dans ce cas les nouveaux venus sont condamnés à se disperser et les pertes seront également importantes.

3.3 COMPORTEMENT DU HÉRISSON VIS À VIS DU TRAFIC ROUTIER

Pendant des millénaires la réaction innée du Hérisson qui se met en boule devant le danger, a permis la survie de l'espèce face à ses prédateurs habituels. Par contre, le brusque avènement des véhicules automobiles ne lui a laissé aucune possibilité d'adaptation. Ce nouveau danger conduira peut-être le Hérisson à sa perte car le parc automobile et le réseau routier ne cessent d'augmenter.

Si la plupart des animaux sont menacés par une collision mortelle avec un véhicule, le Hérisson est certainement l'espèce qui doit supporter les plus lourdes pertes. Sa disparition des zones à forte densité de circulation paraît donc inévitable si rien n'est entrepris pour séparer le trafic automobile des déplacements des animaux.

Il est certainement possible de mettre en parallèle une augmentation du trafic de véhicules avec celle du nombre de hérissons tués. Toutefois je pense qu'il faut envisager le problème sous un autre angle.

Tant que l'on trouve des animaux tués sur un réseau de routes à grand trafic cela signifie que la population en réserve est satisfaisante. Il vaut donc mieux chercher à limiter au maximum et dans tous les cas l'accès aux chaussées fréquentées et favoriser le maintien de milieux favorables à l'espèce plutôt que de chercher uniquement à construire des installations de protection pour la faune là où il y a des risques de massacres sur la chaussée.

4. L'ACTIVITE

4.1 LE CYCLE JOURNALIER D'ACTIVITE

HERTER (1938), KRISTOFFERSSON (1964), OTWAY (1965), PODUSCHKA (1969), BURTON (1969) et CAMPBELL (1973 et 1975) ont montré que le Hérisson est un animal nocturne polyphasique avec cependant d'importantes variations individuelles.

Mes observations confirment ces faits, mais montrent également que plusieurs facteurs conditionnent le nombre et la durée des phases d'activité. Ces facteurs agissent de la manière suivante :

- Lorsque la température est basse, l'activité générale est augmentée en début de nuit, mais reste faible le reste de la nuit.
- La rareté de la nourriture fait également augmenter l'activité en début de nuit alors qu'elle est faible le reste de la nuit.
- L'absence de disponibilité alimentaire interrompt toute activité.
- Le temps sec inhibe ou annule l'activité.

A propos de l'influence de la température sur l'activité du Hérisson, SUOMALAINEN et SUVANTO (1953), EISENTRAUT (1956) et MATTHIAS (1929) estiment que la limite inférieure d'activité est atteinte avec une température de l'air de 8 à 10°C. LISSMANN (1933) et PODUSCHKA (1969) citent cependant des observations possibles jusque vers 0°C. PARKES (1975) a trouvé une très bonne corrélation entre le nombre d'observations d'animaux actifs et la température dans l'herbe. Il constate un minimum vers 1°C.

Mes observations montrent que quelques individus peuvent effectivement être actifs aux alentours de 0°C pour autant qu'ils disposent de nourriture.

En règle générale, une température crépusculaire de 9°C est nécessaire pour permettre des déplacements à distance mais ils peuvent très bien être actifs à des températures plus basses. On peut admettre la moyenne de 5°C comme limite inférieure.

Les observations de CAMPBELL (1975) qui note une période d'alimentation principale en début de nuit, sont confirmées. Personne, cependant, n'avait soupçonné l'importance d'activités telles que les explorations, les contacts sociaux et les migrations, plus difficiles à observer. Toutes ces activités se passent essentiellement durant la seconde moitié de la nuit. Même si elles sont plus limitées dans le temps que l'alimentation, elles jouent pourtant un rôle essentiel dans l'organisation de la population.

4.2 LE CYCLE ANNUEL D'ACTIVITE

En se basant sur mes observations en nature d'animaux porteurs d'émetteurs et en examinant l'importance relative des différents types d'activité rencontrés, je propose de découper schématiquement le cycle annuel du Hérisson en cinq périodes distinctes.

La première période est l'hibernation. Elle n'a pas été étudiée dans le cadre de cette étude, mais est bien connue par de nombreuses publications. Elle est caractérisée par l'hypothermie et le sommeil léthargique qui se prolongent durant les 3 à 5 mois d'hiver. Dans les populations étudiées elle s'étend en général de mi-novembre à mi-mars.

La seconde période est une phase d'organisation spatiale et sociale. Elle débute avec le réchauffement printanier et va durer environ un mois. Elle est caractérisée par une hyperactivité de toute la population. Les hérissons ne sont pas encore cantonnés. Ils se déplacent beaucoup pour chercher leur nourriture, mais également pour explorer la région. En ces occasions ils ont de nombreux contacts avec des congénères.

La troisième période est celle de la reproduction. Elle se situe entre fin avril et fin août. Les adultes reproducteurs sont cantonnés alors que les adultes non reproducteurs et les subadultes continuent leur erratisme. Les contacts sociaux sont réguliers.

De septembre à début novembre, on observe une période de dispersion des jeunes et d'alimentation intense pour toute la population. Les déplacements d'exploration ainsi que les constructions de nids temporaires sont nombreux.

La préhibernation est une courte période de fin novembre. Avec les premiers froids, la petite faune du sol disparaît et les hérissons recherchent activement un emplacement pour construire leur nid d'hiver. Beaucoup font des migrations vers des sites favorables à l'hibernation.

Ce schéma d'organisation de l'activité n'a rien de rigide dans le temps. Il prétend uniquement donner une idée de la succession des activités dominantes du Hérisson au cours de l'année.

4.3 LES DEPLACEMENTS

Les nombreux déplacements attestés par les animaux tués sur les routes correspondent à plusieurs phénomènes qui se recouvrent partiellement.

Dès la mi-mars, l'ensemble de la population se déplace entre les quartiers d'hivernage et d'estivage. L'organisation spatiale et les contacts sociaux nécessitent également de nombreux déplacements. Pour les adultes c'est le début de la période de rut. Les mâles très excités parcourent de longues distances à la recherche des premières femelles.

Le printemps est aussi la principale période de dispersion des jeunes. La femelle adulte, qui a jusque là toléré leur présence dans son voisinage, va dès lors les chasser. Bien qu'ils puissent se reproduire déjà à l'âge de 10-12 mois (DEANESLY 1934), les subadultes ne le font que rarement au cours du premier printemps. En fait ils poursuivent leur période d'erratisme jusqu'en mai et souvent plus tard.

Parmi les adultes, les mâles continuent à chercher les femelles en oestrus jusqu'en juillet-août alors que ces dernières sont généralement cantonnées. Beaucoup d'entre elles changent d'ailleurs souvent de quartier juste avant de mettre bas. En effet les femelles trouvées sur les routes entre mai et juillet sont généralement portantes.

Les auteurs qui se sont penchés sur le problème de la mortalité routière (DAVIES 1957, BROCKIE 1960, MASSEY 1972, KONIG 1965 et VIGNES in prep.) constatent des fluctuations globales assez semblables. GORANSSON et al (1976) qui ont analysé des hérissons tués sur des routes suédoises constatent également ces différences dans les déplacements des mâles et des femelles. Ils n'interprètent toutefois pas leurs constatations.

On peut considérer que pour la majorité des animaux tués, les déplacements ont pour but l'exploration du terrain ou la recherche de partenaires. Les cheminements empruntés le sont pour la première fois. Ceci est évident pour un grand nombre de jeunes individus, mais l'est également pour tous les individus tués sur les autoroutes ; milieu considéré comme infranchissable dans le cadre de mes observations.

Parmi les conditions climatiques qui influencent les déplacements, la température joue un rôle important lors de la reprise d'activité au printemps. Entre un printemps précoce ou tardif, les premiers hérissons peuvent apparaître avec deux ou trois semaines de décalage. Entre l'Adret lémanique et le Plateau où le réchauffement printanier est plus tardif, il y a généralement 10 à 15 jours de différence. De même, dans le Jura ou plus au nord de l'Europe, la sortie d'hibernation a lieu avec plusieurs semaines de retard par rapport aux deux régions étudiées.

La température de 9°C est une limite inférieure qui a peu d'exception pour le début de l'activité. Les quelques animaux que l'on peut observer durant la mauvaise saison sont des jeunes inexpérimentés ou des malades qui sont tôt ou tard condamnés. Après le réveil printanier, on observe quelques fois des hérissons actifs même par une température plus basse. Dans l'arrière automne, les jeunes individus restent souvent actifs très tardivement.

La pression atmosphérique, l'humidité de l'air et le vent semblent influencer l'activité du hérisson. Cependant, il apparaît que c'est en fait un changement dans les conditions météorologiques qui est le facteur déterminant. Dans nos régions, une période de haute pression s'accompagne généralement de l'installation d'un régime de bise. Ce vent froid et sec venant du nord perturbe l'activité de la microfaune du sol, nourriture de base du hérisson. Une chute de pression annonce donc une modification prochaine du temps. Cela entraîne certainement une reprise d'activité du hérisson et pousse ce dernier à se déplacer sur de longues distances vu l'absence de nourriture.

En résumé, on constate que toutes les activités, y compris les nombreux déplacements, sont conditionnées par tout un complexe de facteurs biotiques et abiotiques souvent difficiles à dissocier.

5. L'ORGANISATION SPATIALE

5.1 LES ZONES D'HIVERNAGE ET D'ESTIVAGE

L'existence de zones séparées pour l'hivernage et l'estivage, et, par conséquent, de migrations, est probablement un problème local propre à tous les milieux insuffisamment variés ou dont le climat est trop rude.

Ce manque de variété peut avoir deux causes fondamentalement différentes :

- Le biotope est un milieu naturel très homogène, trop fermé ou au contraire trop ouvert. Par exemple : une région forestière ou une steppe.
- Le biotope est un milieu artificiel trop banalisé. C'est le cas des périphéries urbaines et des zones agricoles, par exemple.

Pour survivre en hiver, le Hérisson va rechercher, avant toute chose, un abri sûr, bien protégé et des matériaux adéquats pour construire son nid. Ces conditions sont parfois réunies dans certaines propriétés rurales, des quartiers de villas dans les périphéries urbaines, mais surtout dans les lisières et les sous-bois forestiers.

En altitude les hivers très rudes obligent les animaux à se réfugier dans les granges à foin ou à redescendre à des altitudes inférieures plus favorables.

Les exigences estivales sont différentes. Le problème de l'abri est moins important que des ressources alimentaires suffisantes et que l'organisation sociale. Les milieux favorables sont, en qualité, surtout les prairies buissonnantes et les lisières forestières, mais, en quantité ils sont surtout représentés par les quartiers résidentiels des périphéries urbaines.

La période estivale, chaude et sèche, incite beaucoup d'animaux à se retirer dans des zones plus fraîches et plus humides qu'ils vont trouver, soit en forêt, soit en altitude.

Les résultats de mes marquages sont peu probants, parce que certainement sous-estimés. D'une part, les chances de reprise sont très faibles et, d'autre part, les déplacements migratoires sont très rapides et passent facilement inaperçus.

5.2 LE DOMAINE VITAL

Le domaine vital du Hérisson n'a fait l'objet que de quelques publications récentes.

PARKES (1975), en Nouvelle Zélande, a calculé par capture et recapture d'individus marqués, le domaine vital d'une vingtaine d'individus vivant dans une prairie en bordure d'une rivière. Sur une année d'observation il a trouvé les domaines vitaux moyens suivants :

- Femelles adultes : 3,6 ha
- Mâles adultes : 2,5 ha
- Subadultes : 2,5 ha

Il faut remarquer que le secteur étudié ne comptait aucun nid, c'est pourquoi les chiffres donnés correspondent probablement uniquement à des terrains de chasse.

KRISTIANSSON et ERLINGE (1977), en Suède, ont publié les domaines vitaux de 3 hérissons, obtenus par radio-tracking. Ils donnent les résultats suivants :

- 1 mâle adulte en juillet : 3,1 ha
- 1 femelle adulte en juin : 2,3 ha
- 1 femelle juvénile en octobre : 3,7 ha

Leurs observations ont été faites dans un quartier résidentiel à faible densité d'habitations.

Mes résultats confirment ces chiffres. Les mâles suivis en zone urbaine avaient un domaine vital moyen de 5,3 ha. et les femelles de 3,0 ha. En zone de grandes cultures et de cultures maraîchères les surfaces utilisées étaient respectivement de 8,6 ha. et 10,3 ha. Il faut toutefois considérer que les surfaces effectivement exploitées sont plus restreintes. En effet, l'examen attentif de certains domaines vitaux (cas des mâles n^{os} 3, 16 et 58 et des femelles n^{os} 1, 2, 3, 8, 52, 83 et 93) permet de conclure que leur surface réelle est comprise entre 1,5 et 2 ha.

La longueur des écoto^{nes} présents sur un domaine vital donne probablement une meilleure idée des exigences d'un hérisson, que la surface comprise entre les chemements.

5.3 LE TERRITOIRE

Ainsi que je l'ai montré, il est certain que les femelles reproductrices possèdent un territoire défendu et respecté par les autres femelles. Le comportement territorial des mâles, par contre, est probablement différent.

L'observation réalisée avec le mâle n^o 6, qui a visité régulièrement et qui s'est accouplé avec 4 femelles éloignées de plus d'un kilomètre, permet de penser à l'existence d'un territoire de groupe. Ce genre d'organisation est connu chez de nombreux mammifères, en particulier chez le Blaireau, *Meles meles* (KRUUK 1978) et chez les canidés (MECH 1970) pour ne prendre que des animaux européens.

L'organisation spatiale d'un groupe de hérissons présente, par exemple, des analogies frappantes avec celle du Blaireau. Ainsi, NEAL (1948) qui avait longuement observé ce mustélide déclarait qu'il était non territorial, excepté toutefois les femelles qui défendent les abords du terrier de mise bas.

Cependant, trente ans plus tard, KRUK (1978) démontrait à l'aide du radio-tracking l'existence d'un territoire de groupe à l'intérieur duquel les femelles ont leur terrain de chasse individuel.

L'existence d'une organisation sociale chez le Hérisson est indubitable. Elle me paraît toutefois moins structurée que chez le Blaireau ou le Renard, mais l'hypothèse d'un territoire de groupe ne doit pas être écartée d'emblée.

Le fait que le cas du mâle n° 6 observé en 1976 soit resté unique peut s'expliquer. Bien qu'une vingtaine de mâles adultes aient été étudiés par radio-tracking, les périodes d'observation étaient très courtes et, de plus, la proportion de mâles dominants est faible (environ 1 pour 10 adultes ?). Ainsi, en considérant ces paramètres, il y avait très peu de chance de faire plusieurs observations de ce genre.

5.4 LES LIEUX DE RENCONTRE

L'observation de lieux de rencontre est originale pour le Hérisson.

Les deux arènes ont été découvertes en périphérie de la ville d'Yverdon, alors qu'aucun rassemblement de ce genre n'a été constaté dans les autres régions étudiées. Ce fait est probablement dû aux caractéristiques du milieu urbain. En effet, le cloisonnement du terrain en petites parcelles séparées par des murs ou des clôtures favorise l'installation d'un grand nombre de hérissons. Inversement, les contacts entre individus sont rendus difficiles précisément par ses séparations et par les nombreuses routes sillonnant le secteur. Ainsi, pour les hérissons il est probablement plus simple de rallier des lieux de rencontre communs plutôt que de visiter de nombreuses propriétés à la recherche de congénères.

L'utilisation de lieux de réunion, d'arènes (ou lek) est d'ailleurs connue chez certains mammifères, mais surtout chez les oiseaux.

A mon avis ces réunions sont contraires au principe du territoire de groupe. Elles peuvent cependant très bien en être une variante d'organisation sociale induite par les conditions du milieu selon le schéma suivant :

<u>Type de milieu</u> :	<u>Possibilités de contacts</u> :	<u>Organisation spatiale</u> :
- urbain	- limitées en fonction du cloisonnement du milieu.	- domaines vitaux et territoires individuels séparés avec lieux de rencontre communs.
- agricole	- illimités ou partiellement limités par des obstacles naturels.	- domaines vitaux et territoires individuels compris dans un territoire de groupe.

En tous les cas ces rassemblements sont la preuve évidente de la nécessité et de l'importance des contacts sociaux.

6. LES DEPLACEMENTS

Jusqu'à maintenant, seuls les travaux sur la mortalité routière (voir chapitre 7) avaient attiré l'attention sur l'existence de déplacements chez le Hérisson, sans pour autant en définir l'ampleur et les modalités.

Les données recueillies dans le cadre de cette étude permettent de compléter ces lacunes. On constate que chaque type de déplacement possède ses caractéristiques et entraîne des risques de mortalité plus ou moins élevés.

6.1 LES DEPLACEMENTS DE CHASSE

En début de saison, alors que les ressources alimentaires sont rares, les hérissons peuvent parcourir parfois des distances importantes à la recherche de nourriture. Mais rapidement, en parallèle avec le développement de la végétation, l'émergence de la faune terrestre devient importante. Chaque individu va alors essayer de se fixer sur un espace limité et l'exploiter intensément.

Ainsi, après une courte période d'exploitation, ce nouveau domaine sera parcouru régulièrement. Cette portion de terrain sera donc connue et les zones dangereuses ou peu intéressantes seront évitées.

Tous les individus n'ont pas la possibilité de s'approprier un espace vital fixe. Les facteurs déterminant la qualité du milieu pour un hérisson sont difficiles à apprécier à vue humaine. Si on considère uniquement les facteurs de diversité, de tranquillité et de surface, on constate que les adultes occupent rapidement les meilleures places. En particulier les femelles portantes sont de toute évidence les plus exigeantes.

Par leur taille, leur état physiologique, leur expérience et leur meilleure connaissance du terrain, les individus reproducteurs occupent certainement une position dominante à l'intérieur de la population. Ils sont capables d'imposer leur présence sur les meilleurs emplacements.

Les subadultes et les adultes non-reproducteurs, bien que généralement tolérés sur les domaines vitaux des adultes reproducteurs, ne peuvent pas s'installer pour une longue période sur un espace limité. Ils vont, au contraire, changer fréquemment d'emplacement et se contenter des espaces encore libres, souvent moins favorables.

Ainsi, selon la position sociale de l'individu, les déplacements alimentaires vont faire courir des risques plus ou moins importants. L'adulte reproducteur qui évolue sur un espace limité, qu'il connaît bien et qui présente un minimum de dérangement, ne va courir pratiquement aucun risque sérieux. Par contre, l'individu de rang inférieur qui utilise des espaces moins favorables dont il va changer fréquemment, risque fort de s'aventurer sur des milieux dangereux parce que contaminés ou perturbés.

En tous les cas, les risques d'accidents pendant la recherche de nourriture sont minimes par comparaison avec d'autres types de déplacements car dans ce cas ils s'effectuent sur de petites surfaces.

L'ampleur des déplacements sur un terrain de chasse va dépendre, d'une part de l'appétit du hérisson et d'autre part des disponibilités alimentaires du milieu. Les valeurs obtenues vont varier de manière importante selon la saison et le milieu étudié.

KRISTIANSSON et ERLINGE (1977) citent, pour des individus évoluant sur leur domaine vital, des déplacements journaliers compris entre 700 et 1000 m. Leurs résultats sont comparables aux miens.

6.2 LES DEPLACEMENTS EXPLORATOIRES

L'exploration caractérise essentiellement les périodes juvéniles et subadultes qui s'étendent de la sortie du nid, à l'automne de l'année suivante, soit pendant 12 à 15 mois. Même si elle n'a pas été décrite jusqu'à maintenant chez le Hérisson, elle est cependant connue chez la plupart des vertébrés comme étant une phase de dispersion et d'erratisme ayant les effets suivants :

- Un brassage de la population qui évite ainsi les problèmes d'une trop forte consanguinité.
- Une néocolonisation des espaces laissés libres par les adultes péris en cours de saison.
- Une reconnaissance des milieux favorables à l'espèce.

Dans le cas du Hérisson, cette phase est interrompue par 3 à 5 mois d'hibernation. Elle se déroule sous forme de petits déplacements d'exploration, selon les variantes suivantes :

- L'animal explore les environs à partir d'un point fixe qu'il ne change que périodiquement.
- L'animal se déplace chaque nuit en changeant d'abri temporaire.

Il existe probablement tous les intermédiaires possibles entre ces deux variantes.

Les déplacements exploratoires journaliers ne sont apparemment pas beaucoup plus importants que ceux effectués pour la recherche de nourriture. L'éloignement moyen est, par contre, plus important, puisque l'animal cherche précisément à parcourir des secteurs qu'il ne fréquente pas habituellement.

Le but de ces explorations, bien que facile à imaginer, est en réalité difficile à définir lorsqu'on observe l'animal. En effet, ce dernier ne s'alimente que rarement et ne fait que visiter les milieux traversés. Il s'agit d'ailleurs souvent des endroits les plus inhabituels. C'est ainsi que beaucoup de jardins et de cours, même isolés dans les anciens quartiers des villes, sont souvent visités. On m'a signalé et j'ai observé plusieurs fois des hérissons en plein centre de villes, telles que Lausanne ou Genève.

Ces animaux en exploration cherchent à pénétrer dans les jardins ou dans les maisons par les portes restées entrouvertes, les soupiraux, les bouches d'aération ou autres canalisations et s'aventurent dans des rues fréquentées. Ils terminent souvent lamentablement leurs expéditions enfermés dans une cave, coincés dans un conduit trop étroit, pris au piège dans une fosse quelconque ou, plus fréquemment encore, écrasés sous la roue d'un véhicule.

La totalité des hérissons qui se font écraser sur les autoroutes sont certainement des animaux en exploration, car aucun d'entre eux ne parvient à traverser vivant une chaussée où circule plus de 10'000 véhicules par jour.

Ces explorations représentent donc une cause de mortalité très importante, mais sont toutefois indispensables à la survie. Chaque individu doit en effet se trouver des sites adéquats pour l'hibernation, pour chasser, et pour la reproduction, ainsi que les cheminements pour y accéder. De plus, il doit savoir où rencontrer ses congénères.

En bref, ces explorations permettent au hérisson de bien connaître sa région. Elles caractérisent surtout l'activité des subadultes.

Cette phase dite de "dispersion ou d'erratisme" est en fait une phase d'expérimentation et de mémorisation du milieu.

Les déplacements migratoires et les déplacements à buts sociaux sont les conséquences des déplacements exploratoires.

6.3 LES DEPLACEMENTS A BUT SOCIAL

Au printemps, lorsqu'une partie de la population est installée, les individus sédentaires cherchent aussitôt à connaître ce qui se passe chez leurs voisins.

Entre voisins immédiats les contacts s'établissent spontanément sans qu'il y ait de déplacements particuliers. Cependant, mes observations montrent que certains individus cherchent également à en contacter d'autres qui ne sont pas des voisins directs.

Les observations faites en 1976 dans le secteur des Tuileries de Grandson montrent l'existence d'un groupe de femelles ayant des territoires partiellement contigus. Ces femelles ont été régulièrement visitées par au moins un mâle dont le domaine vital habituel est éloigné d'environ 1 km.

La découverte de deux arènes dans la périphérie de la ville d'Yverdon révèle la possibilité d'un autre type de contact : les rassemblements sur un lieu neutre.

Ces deux types de rencontre impliquent des déplacements répétés sur des distances qui varient en fonction de l'éloignement respectif des domaines vitaux de chaque protagoniste.

La distance moyenne parcourue en ces occasions est du même ordre de grandeur que celle constatée lors des déplacements de chasse ou d'exploration.

6.4 LES MIGRATIONS

Une fois qu'il connaît sa région, le hérisson devenu adulte peut être amené à effectuer au cours des saisons toute une série de déplacements entre des secteurs répondant aux exigences saisonnières.

Bien qu'ils puissent s'être déplacés dans l'intervalle de temps compris entre le marquage et la recapture, le grand nombre d'individus repris sur place permet de penser qu'une grande partie de la population ne migre pas. Probablement qu'elle trouve sur place de quoi assurer toutes ses fonctions vitales.

Les déplacements restent cependant nombreux. Mes observations montrent que le hérisson n'hésite pas à parcourir plusieurs kilomètres pour rejoindre un site particulier si les conditions du milieu l'imposent.

Le déplacement maximum obtenu de 2,7 km. n'est probablement qu'un pâle reflet de la réalité.

Les migrations altitudinales peuvent s'expliquer de plusieurs manières.

En altitude, comme la période d'activité est restreinte, la sécheresse estivale pousse peut-être les animaux à monter temporairement à des niveaux plus humides et surtout à suivre l'émergence de la pédofaune. Mais c'est peut-être plus simplement une période d'erraticisme automnale qui pousse par hasard certains adultes à s'aventurer jusqu'à la limite supérieure des forêts. Les deux reprises en altitude d'animaux marqués ne permettent pas d'élucider ce problème.

6.5 LES CHEMINEMENTS UTILISES

L'ensemble des observations sur les cheminements montre clairement que les déplacements ne se font pas au hasard.

Un des premiers éléments importants est la bonne capacité de retour au gîte du Hérisson. Les quelques expériences effectuées semblent prouver qu'il est capable de retrouver en quelques jours son domaine habituel en franchissant une distance égale et probablement supérieure à 7 km.

Le point suivant est l'utilisation préférentielle de certains milieux pour se déplacer. En milieu urbain, comme en milieu rural, les animaux vont le plus souvent emprunter la limite entre deux milieux pour se déplacer. Les écotones les plus utilisés sont les haies, les murs, les clôtures, les lisières forestières, les ruisseaux boisés, les coteaux et les limites d'agglomérations. L'individu en migration ne va s'en écarter que si leur orientation est trop différente de la direction générale choisie.

Quatre facteurs au moins justifient ce choix de cheminements préférentiels.

- Certains de ces éléments, tels que les cours d'eau, les coteaux, les clôtures ou les murs, sont des obstacles difficiles à franchir. Les animaux préfèrent donc les longer pour les contourner.
- Ces milieux sont des repères faciles à suivre. Ils servent de guide à leurs déplacements.
- Comme beaucoup d'animaux, le Hérisson n'aime pas s'aventurer trop loin de couverts. La plupart de ces milieux sont des refuges efficaces en cas de besoin.
- Les hérissons recherchent l'effort minimum pour se rendre d'un point à un autre. Ils préfèrent se déplacer sur un terrain plat et dégagé. Dans nos régions rentabilisées à l'extrême, les chemins sont le plus souvent placés le long des lisières.

A propos de ce dernier point, on constate que les débouchés de chemins sur une route fréquentée, qu'ils soient en forêt, en campagne, dans une agglomération ou en lisière, sont toujours des endroits où les hérissons se font régulièrement tués.

Tous ces éléments jouent un rôle de fil conducteur d'autant plus important s'ils relient des milieux attractifs.

L'aboutissement d'un réseau de haies, d'un cours d'eau boisé ou d'une lisière forestière sur une route à fort trafic représente inévitablement un piège mortel terriblement efficace.

7. DYNAMIQUE DE POPULATION

Une fois de plus mes observations personnelles sur certains domaines, tels que la reproduction, la mortalité ou la longévité, sont trop fragmentaires pour apporter des éléments décisifs. Ces lacunes proviennent, d'une part, de la difficulté de suivre des populations dans la nature et, d'autre part, du peu d'années d'observation. Ma modeste contribution permet toutefois de confirmer ou d'infirmer certaines observations faites en laboratoire et de les restituer dans un milieu naturel.

7.1 LA MATURITE SEXUELLE

ALLANSSON (1934) et DEANESLY (1934) en Angleterre, ont étudié le développement des gonades de hérissons capturés dans la nature. Ils constatent que les femelles nées en août ne peuvent pas être en oestrus avant juin de l'année suivante. Le développement du mâle est un peu plus rapide. Selon ces auteurs la maturité sexuelle est atteinte entre 9 et 10 mois, ce qui confirme HERTER (1938).

Cependant LIENHARDT (1980) en Suisse a observé en captivité des naissances hivernales avec des femelles âgées de 5 mois.

En Nouvelle Zélande, où la saison hivernale est peu marquée, WODZICKI (1950) et PARKES (1975) ont constaté que la reproduction était régulière dès l'âge de 5-6 mois.

Ainsi, selon les conditions du milieu, les hérissons peuvent très bien se reproduire après quelques mois. Cependant, il est évident que dans la nature sous nos latitudes, les conditions atmosphériques ne permettent pas la reproduction avant le printemps qui suit la naissance. Ce qui correspond effectivement à un minimum de 9 mois. Malgré tout, mes observations, ainsi que celles de BREHM (1877), GREVE (1909) et HECK (1912), permettent de penser qu'en règle générale la reproduction est possible la première année, mais qu'elle n'est régulière que la seconde année.

7.2 LE NOMBRE DE NICHEES

DEANESLY (1934) a montré qu'en Angleterre les femelles sont sexuellement inactives du début octobre jusqu'à fin avril car leurs organes reproducteurs sont atrophiés

COURRIER (1927) a trouvé que l'activité testiculaire du mâle était essentiellement printannière. ALLANSON (1934) précise que les mâles sont sexuellement actifs d'avril jusqu'à fin août.

ALLANSON et DEANESLY (1934), SCHUTZ (1956) et PEYRE (1968) s'accordent pour dire que le Hérisson est une espèce polyoestrienne à oestrus bien séparés par une phase de lactation anoestrienne.

STIEVE (1949) a observé qu'il y avait d'abord accouplement, stockage des spermatozoïdes, ovulation puis fécondation. Selon les conditions du milieu la fécondation peut être différée de plusieurs jours.

Je rappellerai encore une fois les observations faites sur les hérissons introduits en Nouvelle Zélande. Dans cette région les conditions climatiques permettent une reproduction sur presque toute l'année.

Toutes ces indications me permettent de conclure que la reproduction de l'espèce est en fait très souple et que ce sont essentiellement des contraintes climatiques qui vont décider de la période de reproduction et du nombre de nichées.

La période de mise bas, parfois tardive, est confirmée par une observation citée par HAINARD (1961) : La découverte de 2 petits encore aveugles le 8 octobre 1960 à Genève. Ainsi il n'y a pas de doute, deux nichées et peut-être même trois sont possibles.

LIENHARDT (1980) a obtenu deux fois des nichées séparées respectivement par 37 et 70 jours. Dans le premier cas la première nichée de 6 jeunes périt à la naissance et la seconde fut menée à bien. Dans la seconde ce fut la seconde nichée qui périt. Cet auteur constate également que la perte de poids d'une femelle qui nourrit ces jeunes est considérable.

Si on fait le bilan et que l'on ne tienne compte que de conditions optimales pour la reproduction, on obtient le schéma suivant :

- 1er accouplement à mi-avril
- 1ère mise bas à fin-mai
- sevrage des jeunes à mi-juillet
- 2e accouplement à fin juillet
- 2e mise bas au début septembre
- élevage des jeunes jusqu'à mi-octobre.

Mes observations montrent que, dans la réalité, ce schéma ne peut être que rarement respecté, car la majorité des accouplements ne se font qu'en mai et même plus tard. Il faut également tenir compte que dans nos régions il y a régulièrement des périodes froides et sèches prolongées, qui interrompent toute activité. Ainsi la principale période de mise bas est le mois de juin et la seconde période observée en septembre correspond plutôt à des nichées de remplacement. D'ailleurs sur le plan énergétique, une femelle qui a élevé avec succès deux nichées ne posséderait plus suffisamment de ressources pour affronter 4 mois d'hibernation.

7.3 LE NOMBRE DE JEUNES PAR NICHEE

Selon la littérature les portées comptent entre 2 et 10 jeunes. En Angleterre la moyenne serait de 5 (DEANESLY 1934), alors qu'en Allemagne elle serait de 7 selon HERTER (1938). En Suisse, sur 67 nichées, LIENHARDT (1980) a trouvé une moyenne de 4,5 jeunes avec un maximum de 7 (2 cas). Cet auteur remarque que dans les nichées dépassant 4-5 jeunes la mortalité est plus élevée.

La moyenne de 4,8 jeunes par nichée que j'ai obtenu dans la population yverdonnoise concorde avec celles de LIENHARDT et de DEANESLY. Le nombre de jeunes vivants au moment de la sortie du nid n'est donné par aucun auteur.

7.4 LA PROPORTION DES SEXES

Les données sur la proportion mâles-femelles d'échantillonnages d'animaux capturés dans la nature sont relativement nombreuses. J'ai relevé les indications suivantes :

<u>Références :</u>	<u>Sex ratio :</u>	<u>% de mâles :</u>
HERTER (1938)	134 : 115	54
ALLANSON & DEANESLY (1934)	136 : 135	50
BRINCK & LOFQVIST (1973)	228 : 274	45
PARKES (1975)	181 : 164	52
PARKES & BROCKIE (1977)	579 : 638	48

Ainsi, la plupart des auteurs ont obtenu une sex-ratio à peu près équilibrée. Toutefois, RANSON (1941), sur 8 portées, a constaté une porportion de 25 mâles pour 15 femelles, soit 62 % en faveur des mâles.

HERTER (1938) et plus tard HAINARD (1961) font remarquer que la femelle devient très discrète et prudente au cours de la période de reproduction, d'où l'impression qu'il y a plus de mâles.

C'est effectivement le résultat que j'ai obtenu en regroupant mes observations par trimestre (Tab.24).

En début de saison, après une courte période où seuls les mâles sont actifs, les femelles sont rencontrées en plus grand nombre que les mâles. De juin à août c'est au contraire le nombre des mâles qui domine largement.

D'ailleurs, PARKES & BROCKIE (1977) font exactement les mêmes constatations en Nouvelle Zélande si l'on tient compte de l'inversion des saisons. En hiver et au début du printemps, où une partie de la population reste active, les mâles sont nettement plus nombreux.

Dans les statistiques de hérissons tués sur les routes, la disproportion entre les mâles et les femelles adultes est flagrante. Le grand nombre de mâles tués provient certainement de leur activité locomotrice beaucoup plus importante.

Le surnombre de mâles présents dans l'échantillon des animaux péris peut probablement s'expliquer également de la même manière. Peut-être aussi sont-ils plus sensibles aux maladies et aux résidus chimiques.

7.5 LES CAUSES DE MORTALITE

7.5.1 Critique de la méthode d'échantillonnage

Un échantillonnage correct devrait être basé, dans la mesure du possible, sur une grande série de prélèvements au hasard.

L'idéal, dans le cas présent, aurait été de travailler à la fois sur des animaux récoltés vivants et morts, afin d'avoir une idée réelle du parasitisme et des résidus chimiques, contaminant une population de hérissons. Or, dans le cadre de ce travail, seuls les animaux périssés sont analysés. En effet, dans l'optique du WWF qui a financé cette étude, il n'était pas question de sacrifier des hérissons, même malades. En outre, afin de limiter les frais d'analyses, ce sont les causes de mortalité difficiles à diagnostiquer à priori qui ont volontairement été recherchées. C'est-à-dire que les indications sur la contamination "normale" d'une population font défaut. Une série d'analyses de hérissons tués par le trafic routier aurait pu constituer une base de référence si on considère ce prélèvement comme étant un échantillonnage au hasard. Toutefois seuls 12 cas de ce genre ont été analysés, les autres ayant été écartés. De plus, il est possible qu'il existe une relation entre la mortalité routière, la contamination chimique et le parasitisme. En effet, j'ai observé, par exemple, que les hérissons fortement parasités par des Nématodes devenaient hyperactifs et se déplaçaient souvent sur de longues distances.

Il faut donc rester prudent sur les conclusions à tirer de ces observations. La référence à l'étude détaillée de la population yverdonnoise permet toutefois de se faire une idée relativement précise de l'importance des différentes causes de mortalité.

7.5.2 Importance du parasitisme.

La liste des espèces identifiées n'apporte rien d'original. SMITH (1968), VERSLUYS (1975) ont établi une liste exhaustive de tous les parasites connus chez le Hérisson.

Concernant la fréquence des parasites, les observations de Mme RAMESEYER, de Zürich (comm. pers.), sont intéressantes. En moyenne, sur les 500 animaux qu'elle soigne chaque année depuis 10 ans dans sa "station pour hérissons", elle a estimé les pourcentages suivants :

"Fréquence des parasites" :

<i>Crenosoma striatum</i>	(Nematoda)	99 %
<i>Capillaria spec.</i>	(Nematoda)	80 %
<i>Capillaria aerophila</i>	(Nematoda)	60 %
<i>Coccidia spec.</i>	(Protozoa)	30 %
<i>Brachylaemus erinacei</i>	(Trematoda)	10 %
<i>Cestoda spec.</i>		10 %

A partir de 300-400 g. (soit environ 3 mois), le 90 % des animaux présentent une infestation multiple dont le 10 % est suffisamment grave pour être mortelle.

Précisons que les animaux récoltés proviennent à 70 % de la banlieue zurichoise et le 30 % d'agglomérations voisines.

Mme LIENHARDT (1980) qui a également fait le bilan de 10 années d'activité, passées à soigner et à élever des hérissons recueillis malades dans la nature, constate une augmentation considérable du parasitisme (Tab.39) Elle montre qu'entre 1973 et 1977 le nombre de cas a doublé en passant de 37 à 74 %. Pour cet auteur, les causes sont à rechercher dans la dégradation générale de l'environnement. Elle souligne en particulier que l'augmentation explosive de certains Nématodes, tels que *Crenosoma striatum*, coïncide avec la prolifération de leurs hôtes intermédiaires, c'est-à-dire les Mollusques.

Année :	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Mortalité :	31 %	32 %	36 %	37 %	43 %	56 %	71 %	74 %	75 %

Tableau 39

Augmentation du taux de mortalité dû au parasitisme dans la région zurichoise d'après LIENHARDT (1980).
Ansteigen der Sterbensquote auf Grund des Parasitentums in der Region Zürich nach Lienhardt (1980).

Il eut été intéressant de réaliser des séries d'analyse de crottes sur des échantillonnages d'animaux vivants provenant de mes populations afin de connaître leur taux de parasitisme. Néanmoins les chiffres obtenus par mes analyses d'animaux morts, bien qu'étant moins importants que ceux cités par LIENHARDT, montrent bien que les hérissons des zones urbaines sont plus fortement parasités que dans d'autres zones, notamment dans le cas des Nématodes.

Le parasitisme important des jeunes hérissons âgés de 6 à 12 mois (Tab. 26) peut s'expliquer, d'une part, par une faible immunité des animaux de cette classe d'âge vis-à-vis des parasites et, d'autre part, par l'utilisation de milieux de chasse inappropriés. Cette dernière cause, étonnante à première vue, se confirme lorsqu'on examine la contamination chimique de cette même classe d'âge (Tab. 30). Les jeunes individus se déplacent en effet constamment et sont amenés par conséquent à se nourrir fréquemment dans des milieux pollués et banalisés qui sont peut-être favorables à certains parasites.

L'existence d'une corrélation positive entre le niveau de parasitisme et la quantité de résidus chimiques est intéressante. Ainsi que je l'ai déjà mentionné, elle peut s'expliquer par l'utilisation de milieux où la pollution va de pair avec un niveau de présence élevé des parasites, mais également par un phénomène de synergisme. En effet, il n'est pas exclu que certains contaminants chimiques n'entraînent pas un affaiblissement suffisant de l'organisme pour favoriser l'installation de parasites. La réciproque où la présence d'un parasite favorise une contamination chimique est d'ailleurs également possible dans le cas de l'hyperactivité des animaux parasités par des Nématodes. Bien que la relation de cause à effet reste à prouver, le mécanisme : contamination chimique induisant un parasitisme élevé est tout à fait possible.

7.5.3 Importance des résidus chimiques

Les doses de résidus trouvées dans les foies de hérissons sont très variables, mais la contamination paraît générale, puisque la totalité des animaux contenait un ou plusieurs produits.

Le fait que la plupart des produits, exception faite du Cadmium, aient été trouvés en dose beaucoup plus importante dans les périphéries urbaines que dans les zones agricoles, peut s'expliquer par différents facteurs.

Pour le Plomb, le Mercure et les PCB, les sources de contamination y sont de toute évidence plus nombreuses : circulation automobile, chauffages au mazout, industries, déchets et usines d'incinération.

Pour les biocides, ce résultat est par contre plus étonnant. On peut avancer deux hypothèses.

- 1° Le perfectionnisme du jardinier amateur lui fait utiliser des produits phytosanitaires à la moindre apparition de parasites sur ses cultures. Par ailleurs, comme le jardinier, à l'inverse de l'agriculteur, travaille sur des surfaces restreintes, il va souvent utiliser des quantités de produits supérieures à celles prescrites sur l'emballage.

2° Malgré l'interdiction générale des biocides organochlorés depuis 1972, certains commerces de détail écoulent encore leurs anciens stocks. Ou alors, ce sont les jardiniers amateurs, eux-mêmes, qui ont conservé ces produits en stock, ignorant l'interdiction.

Dans tous les cas, il faut prendre conscience de ce problème et revoir l'éducation du jardinier amateur.

Il est maintenant nécessaire d'examiner séparément le cas de chaque produit.

1° L'Hexachlorobenzène

L'Hexachlorobenzène (= HCB) n'entre apparemment que dans une faible mesure dans la chaîne alimentaire du hérisson. En effet, seuls 11 adultes étaient contaminés avec une quantité moyenne relativement faible de 0.012 ppm de HCB.

En Suisse, l'utilisation de ce produit est interdite dans tous les produits destinés au public et à l'artisanat. En agriculture, il a encore été utilisé comme désinfectant des semences en mélange avec le Furidazol ou des sels de mercure jusqu'en 1978. Depuis cette date, aucun produit phytosanitaire ne contient du HCB, même comme impureté technologique.

La toxicité aiguë est faible puisque la DL 50 chez le rat est calculée à 10 g/kg. Par contre, le comité mixte FAO/OMS, pour les résidus de pesticides, a supprimé la dose journalière admissible du HCB, parce que des études ont montré les propriétés cancérogènes de ce produit.

Les doses rencontrées sont faibles, si on les compare à celles trouvées dans les foies de rapaces de Suisse romande. JUILARD et al. (1978) signalent, par exemple, une dose de 25 ppm chez un Faucon crécerelle et des doses moyennes de 0.44 ppm chez 11 Buses variables et 0.28 ppm chez 5 Milans noirs.

Le Hérisson n'entre qu'exceptionnellement dans la chaîne alimentaire : semences de céréales - rongeurs - oiseaux granivores - prédateurs. On peut également admettre que les résidus de HCB sont en régression.

2° Le Lindane

Ce produit est un isomère de l'Hexachlorocyclohexane. C'est un des insecticides les plus puissants découverts. Sa toxicité est élevée (DL 50 de 125 ppm chez le rat). Puissant neurotoxique, il est également connu pour provoquer des anomalies génétiques.

En intoxication subaiguë, il entraîne des troubles d'activité surréhalienne. Enfin, il persiste longtemps dans les sols : 14 ans après son emploi, NASH et WOOLSON (1967) ont retrouvé encore le 10 % de la dose utilisée, RAMADE (1977) a montré qu'il s'accumule même dans les sols des régions de non-utilisation.

La dose létale en intoxication chronique n'est pas connue.

Les utilisations du Lindane sont les suivantes :

- En arboriculture : lutte contre les pucerons et le bostryche.
- En agriculture : lutte contre le charançon de la tige du chou, l'altise des crucifères, la mouche du chou, le charançon de la tige du colza et l'altise du colza.
- En jardinage : lutte contre la courtilière.

Le peu de cas d'intoxication et les concentrations faibles rencontrées dans les analyses s'expliquent par le fait que ce produit s'accumule peu dans les chaînes alimentaires.

3° L'Heptachlore époxyde

Ce métabolite de l'Heptachlore est un dérivé chloré du Cyclopentadiène, proche de la Dieldrine. L'Heptachlore est un insecticide très toxique (DL 50 de 90 ppm chez le rat) et très rémanent.

En effet, NASH et WOOLSON (1967) ont retrouvé 16 % du produit dans le sol 14 ans après son utilisation.

Dans les foies de rapaces de Suisse romande, JUILLARD et al. (1978) ont décelé les doses moyennes suivantes :

- 0,47 ppm chez 2 Faucons crécerelles
- 0,08 ppm chez 11 Buses variables
- 0,26 ppm chez 4 Eperviers

La dose moyenne des hérissons (0,014 ppm) est donc faible, mais la fréquence est relativement élevée (20 cas sur 68).

Ce produit est interdit en Suisse depuis 1972.

4° La Dieldrine

La Dieldrine a été notée dans le 65 % des analyses avec une valeur moyenne de 0,068 ppm, ce qui n'est pas négligeable pour un produit également interdit depuis 1972.

La dose maximale observée (0,400 ppm) provient d'une zone résidentielle de la ville de Zürich.

3 hérissons nouveaux-nés trouvés morts renfermaient chacun 0,057 ppm de Dieldrine et 0,013 ppm d'Heptachlore époxyde. Ces deux produits passent donc dans le lait maternel.

Cet insecticide est également très toxique et très rémanent. Sa dose létale (DL 50) est de 87 ppm chez le rat et sa demi durée de vie est de 20 ans dans l'eau. En intoxication chronique, il provoque une atrophie des glandes rénales et du cortex cérébral (RAMADE 1977).

Les analyses de rapaces (JUILLARD et al. 1978) ont montré les doses moyennes suivantes :

- 2,4 ppm chez 2 Faucons crécerelles
- 0,21 ppm chez 11 Buses variables
- 0,20 ppm chez 5 Milans noirs
- 0,87 ppm chez 5 Eperviers

Les concentrations trouvées chez les hérissons sont nettement plus faibles. Il est étonnant toutefois de constater que les animaux provenant de zones résidentielles sont beaucoup plus contaminés que ceux des zones agricoles.

5° Le Chlorobenside

Le Chlorobenside est un sulfure de p-chlorobenzyle et de p-chlorophényle.

C'est un acaricide peu utilisé, car il est phytotoxique. Il est peu toxique pour les vertébrés à sang chaud (DL 50 de plus de 10 g/kg).

Il n'a été trouvé qu'une fois chez un hérisson adulte, trouvé mort dans un jardin potager à Yverdon, mais à une dose d'environ 2 ppm.

6° Le DDE

Le Dichlorophényl-dichloroéthylène (= DDE) est un métabolite du Dichlorodphényl-trichloréthane (= DDT).

Le DDT est interdit en Suisse depuis 1972.

Il est toxique pour les vertébrés (DL 50 de 250 ppm pour le rat), mais surtout très persistant dans le sol et l'eau.

Il est connu pour perturber gravement l'équilibre endocrinien des vertébrés. Entre autre, chez les oiseaux, il perturbe le métabolisme du calcium et provoque ainsi un amincissement de la coquille des oeufs.

Abondamment utilisé il y a dix ans, il est encore présent dans le tiers des hérissons analysés, mais avec une dose moyenne relativement faible de 0,090 ppm. La dose maximale (0,300 ppm) a été observée chez deux jeunes individus âgés de 30 jours de la région de Schaffhouse. Ils avaient été recueillis pour être analysés alors que toute la nichée ainsi que la mère avaient périés.

Le DDE a d'ailleurs également été décelé chez 3 nouveaux-nés de la région bâloise à la dose de 0,150 ppm, ce qui montre clairement le mécanisme de concentration et de transmission par le lait maternel de ce produit.

7° Les PCB

Les Polychlorobiphényles (= PCB) se présentent sous l'aspect d'huiles visqueuses ou de solides résineux. Ils sont chimiquement et physiquement très stables. C'est pourquoi ils ont de très nombreuses utilisations : échangeur de chaleur, systèmes hydrauliques, lubrifiants, plastifiants, adjuvants de pesticides, agents antipoussières, peintures, encres, papiers, etc. Ils contaminent largement tout notre environnement.

Selon une brochure de l'OMS (1978), les principales pénétrations des PCB dans l'environnement sont les suivantes :

- 1° Volatilisation des PCB utilisés comme plastifiants dans certaines résines (Chlorure de polyvinyl, par exemple).
- 2° Volatilisation par les incinérateurs municipaux.
- 3° Les fuites et les décharges de fluides industriels.

La dispersion de ces polluants se fait essentiellement par les courants dans l'air et dans l'eau sur l'ensemble de la terre et des océans.

Leur rémanence est variable en fonction de la teneur en chlore du produit final. En moyenne, leur demi-vie est d'environ 5 ans.

La toxicité des PCB est due surtout aux impuretés, notamment au Chlorodibenzofurane. La toxicité aiguë est faible, mais leur toxicité chronique n'est pas négligeable.

Chez les mammifères, on a décrit de nombreux effets. Chez l'homme, on connaît la "Maladie de Yusho" dont les principaux symptômes sont : les maux de tête, des éruptions acnéiformes, des hypersécrétions des glandes

oculaires, des vomissements, une faiblesse générale, des troubles respiratoires et une pigmentation abondante de la peau. Cette maladie est apparue pour la première fois au Japon. Elle était due à une ingestion chronique minimale de 0.07 ppm par jour.

Plusieurs études récentes (BARSOTTI et al. 1976, CALAMBAKIDIS et al. 1978, AULERICH et al. 1977, ANONYMES 1979) ont montré que la reproduction des mammifères était inhibée par des doses minimales de PCB.

Au niveau physiologique, les effets toxiques les mieux connus sont l'augmentation de l'activité enzymatique des microsomes du foie, avec accroissement du poids de ce dernier et l'inhibition du métabolisme des graisses et des stéroïdes (PEAKALL, 1975).

Le 82 % des hérissons examinés montraient des résidus de PCB et la dose moyenne trouvée est de 0,93 ppm.

Ces chiffres confirment bien l'ampleur du problème. Dans ce cas également, il faut noter que le milieu urbain est nettement plus pollué que le milieu agricole.

Le cas de contamination le plus grave concerne un hérisson mâle adulte, dont l'analyse du foie a révélé les doses de 5 à 12 ppm de PCB, selon les dérivés considérés. Cet animal a été trouvé mort dans la zone industrielle d'Ecublens où plusieurs industries utilisent ces produits. Il était très peu parasité. Le foie hypertrophié, bosselé et vert, montrait clairement qu'il s'agissait d'un cas d'intoxication chimique. C'est le seul cas de mortalité attribuable uniquement aux PCB.

Si l'on pense au problème de l'hibernation, où l'accumulation de réserves de graisse joue un rôle primordial, il est probable que les PCB, même à des doses faibles, représentent un facteur de mortalité important.

8° Le Plomb

La principale source de pollution par le Plomb, dans l'environnement est l'alkyle de Plomb contenu dans l'essence des véhicules à moteur. Diverses études ont montré que le Plomb se déposait en grande quantité jusqu'à 100 mètres des chaussées. Comme il n'est pas absorbé par les plantes, la contamination des chaînes alimentaires se fait essentiellement par la pollution aérienne déposée sur la végétation et le sol, d'où une absorption orale non négligeable.

La toxicité du Plomb est bien connue. A une concentration de 0,8 ppm dans le sérum sanguin, il provoque chez l'homme des lésions cérébrales (RAMADE, 1977). A des doses plus élevées, il provoque le saturnisme, dont les symptômes sont de graves encéphalopathies, l'anémie, des disfonctions rénales, divers troubles endocriniens et en particulier ceux des glandes reproductrices.

Les hérissons se nourrissent volontiers de vers de terre, organismes qui accumulent de grandes quantités de plomb, chassant et se déplacent fréquemment sur les talus des routes, sont donc très exposés à cette pollution. Le 88 % des animaux étaient contaminés avec une dose moyenne de 1,39 ppm sur l'ensemble.

Dans plusieurs cas (extrême de 7 ppm), les doses observées sont certainement suffisantes pour entraîner des lésions et probablement la mort.

Il faut également rappeler qu'il existe probablement une relation entre le parasitisme et la contamination de Plomb. En effet, dans les milieux urbains et agricoles intensifs, les bords de routes sont des lieux de déplacement privilégiés. En outre, les animaux fortement parasités errent longuement avant de périr. Ils sont en général fortement contaminés par le Plomb.

9° Le Mercure

Les sources de contamination en milieu terrestre par le Mercure sont les suivantes :

- Les fongicides organomercuriels utilisés en agriculture pour le traitement des semences de céréales.
- Les fumées des usines d'incinération des ordures ménagères.
- La combustion du charbon et du pétrole par les chauffages.

Dans les cycles biochimiques, le Mercure est transformé en méthyl et en diméthyl de mercure. Il peut donc être, au contraire du Plomb, recyclé et se propager le long d'une chaîne alimentaire.

La toxicologie humaine du Mercure est bien connue. Ce produit provoque la "Maladie de Minamata" dont les principaux symptômes sont les suivants :

- Des effets mutagènes, tels que le blocage des divisions cellulaires, des arrêts de développement du cerveau des fœtus, des mutations chromosomiques.
- Des effets toxiques, tels que des atteintes du SNC (troubles auditifs, visuels et moteurs).
- Des effets sur la reproduction, tels que la diminution de l'ovulation et l'augmentation de la mortalité juvénile.

Le 80 % des hérissons contrôlés contenaient des résidus mercuriels. Toutefois, la dose moyenne rencontrée (0,14 ppm) et les valeurs extrêmes sont nettement plus faibles que celles rencontrées dans la musculature de rapaces en Suisse romande. VELUZ et al. (1976) ont en effet trouvé une contamination moyenne de 0,95 ppm chez 81 rapaces. Les régimes alimentaires et les zones de chasse

essentiellement agricoles sont nettement différents de ceux du hérisson. Ce qui pourrait expliquer cette différence.

Il faut noter également que la pollution mercurielle peut apparaître comme beaucoup plus importante, si on examine certains groupes de champignons. Une étude effectuée sur les cryptogames en Suisse romande (QUINCHE, 1976) montre en effet que cette pollution est très généralisée, mais qu'elle est surtout importante à proximité des usines d'incinération d'ordures et des industries.

10° Le Cadmium

Cet autre métal lourd est également un polluant général des continents émergés. Le Cadmium est en effet dispersé dans l'atmosphère sous forme d'aérosol.

Les principales sources de pollution pour la Suisse sont les suivantes :

- Les fumées industrielles de la métallurgie du zinc.
- L'incinération des ordures ménagères (piles).
- L'usure des clous des pneus de voiture.
- L'épandage massif d'engrais phosphatés.

Dans ce dernier cas, le Cadmium et le Plomb sont en effet des impuretés importantes contenues dans les orthophosphates.

Selon RAMADE (1977), on y trouve entre 50 à 170 ppm de Cadmium et de 7 à 92 ppm de Plomb.

Une étude sur des champignons récoltés dans la région lémanique (STIJVE et BESSON, 1976) montre que la pollution au Cadmium est aussi importante et généralisée que celle due au Plomb.

Les doses les plus importantes (4 à 6 ppm) ont été observées chez des hérissons de la banlieue industrielle de Zürich. En règle générale, la dose moyenne de résidus est nettement plus faible que pour le Plomb.

Bien que la contamination en Cadmium soit plus faible, le problème est plus grave, car sa toxicité est d'environ 10 fois supérieure à celle du Plomb. Par ailleurs, sa période biologique chez l'homme (= persistance dans les organes) est de 7 ans dans le foie et de 17 à 33 ans dans les reins, alors que pour le Plomb, elle est d'une vingtaine de jours dans les organes à échange rapide.

Chez l'homme, on a décrit la maladie "Itai-Itai" due à une accumulation progressive du Cd dans le cortex rénal.

Les effets connus sur l'organisme sont les suivants (TRUFFERT, 1976) :

- Perturbation du métabolisme du Calcium et du Phosphore entraînant des troubles du squelette (douleurs, fractures, déformations).
- Nécroses du foie par lésions d'hépatocytes.
- Troubles pulmonaires.
- Hypertension.
- Lésions testiculaires entraînant la stérilité (action connue chez les rats, les souris, les cobayes et les hamsters).

La toxicité chronique du Cd est donc importante.

D'après nos analyses, c'est le seul cas où la pollution est plus élevée en zone agricole qu'en zone urbaine. Ceci confirme la contamination importante des milieux agricoles par épandage d'engrais phosphatés.

11° Le Métaldéhyde

Le dosage du Métaldéhyde n'étant pas réalisable, il est difficile de se faire une idée réelle du nombre de cas de contamination chez le hérisson. Cependant, sur 99 animaux analysés, 24 au moins sont morts par une intoxication aigüe due au Métaldéhyde.

Pour chacun de ces cas, des granulés anti-limaces ont été répandus, quelques heures ou quelques jours auparavant; et des symptômes caractéristiques d'empoisonnement ont été notés à l'autopsie. Dans 9 cas, il s'agissait d'empoisonnements multiples. C'est-à-dire que dans un groupe familial, on a retrouvé pendant la même période 2 ou 3 hérissons périés.

Seule, l'expérimentation pourra prouver, comment et avec quelle dose, les hérissons s'empoisonnent. En effet, les fabricants des produits anti-limaces affirment que le hérisson ne mange pas ces granulés. Les observations directes effectuées en nature ne viennent pas les contredire. Cependant, dans 18 cas, nous avons observé que des limaces empoisonnées ont été consommées et que la mort survenait quelques heures après. Le Métaldéhyde est donc indirectement la cause de la mort.

Tous les produits anti-limaces à base de Métaldéhyde, vendus comme étant soi-disant inoffensifs pour les animaux, sont en fait probablement extrêmement dangereux pour les hérissons et d'autres animaux.

Le Métaldéhyde est très toxique (DL 50 de 200 ppm pour le chien).

Les pullulations toujours plus fréquentes de limaces, signes évidents de milieux déséquilibrés, sont liées

surtout aux périodes chaudes et humides. Le propriétaire de jardin potager qui voit ses récoltes anéanties par les mollusques n'a actuellement que peu d'autres moyens efficaces de lutte en dehors des granules de Métaldéhyde.

En général, il ignore la présence de hérissons et de plus, la publicité pour ces produits les mentionne comme étant inoffensifs. Par conséquent, il va en épandre une grande quantité pour être sûr du résultat. Les jours suivants, il est navré et étonné de découvrir un ou plusieurs hérissons périss.

Soit il comprendra la cause de cette mort multiple et ne va pas s'en vanter, soit il ne fera pas la relation de cause à effet.

Dans les deux cas, l'empoisonnement reste en général ignoré. Seuls une enquête systématique permet de constater l'ampleur des dégâts.

7.5.4 Les causes de mortalité dans les populations étudiées.

Dans l'analyse globale des causes de mortalité, les intoxications chimiques et le trafic routier apparaissent comme étant les facteurs principaux puisqu'ils concernent la moitié des cas.

Les intoxications chimiques dominent légèrement avec 26 % des cas. Lors des analyses de résidus chimiques il n'a pas été possible de distinguer les intoxications chroniques des intoxications aiguës. On constate néanmoins que les jeunes individus contenaient en général des résidus d'un ou deux produits à des doses élevées alors que les adultes renfermaient souvent de nombreux produits mais à des doses plus faibles. On peut donc supposer que la mort par intoxication aiguë est plus fréquente chez les jeunes alors que l'intoxication chronique l'est chez les adultes. Le trafic routier vient ensuite avec 24 % des cas.

Les statistiques des animaux tués sur les routes de Suisse romande ont montré que les risques étaient bien différents selon l'âge et le sexe. Ce sont surtout les mâles adultes, puis l'ensemble des subadultes, les femelles adultes et en dernier lieu, les jeunes qui se font écraser. Par ailleurs, différents facteurs météorologiques, physiologiques et éthologiques, vont influencer les déplacements à longues distances et, par conséquent, les risques d'accidents.

Le parasitisme est également un phénomène préoccupant puisqu'il concerne 18 % des cas parmi lesquels surtout les jeunes individus. Bien qu'il s'agisse d'une cause naturelle de mortalité. Cette cause est aggravée en zone urbaine par la surpopulation et par la pollution du milieu.

La mort par épuisement (13 % des cas) concerne souvent des jeunes hérissons, abandonnés par leur mère, qui errent inexpérimentés et incapables de se nourrir. Les subadultes et les adultes se font également prendre dans des fosses, des caniveaux ou des canalisations où ils périssent d'inanition. En 1976, année de sécheresse exceptionnelle, il n'y eut pratiquement pas de reproduction et beaucoup d'adultes périrent de faim et d'épuisement.

A propos, la mort par épuisement chez des animaux pris dans des filets de protection pour les cultures peut localement être un facteur de mortalité très important.

Dans les régions viticoles, les hérissons périssent par dizaine chaque automne. Dans les secteurs étudiés je n'ai observé que deux cas dans des cultures de fraises protégées par des filets contre les oiseaux. Des enquêtes sur ces hécatombes dans les vignobles sont en cours afin de connaître l'ampleur de cette destruction. Elles sont effectuées par les stations fédérales de recherche agronomique.

Avec 9 % des cas, la prédation est très limitée dans les populations observées. En zone urbaine, certains chiens tuent facilement les hérissons, les chats et les fouines peuvent également détruire une nichée.

Dans les régions agricoles et forestières de Suisse, seuls les renards et les blaireaux peuvent être de sérieux prédateurs des hérissons. Toutefois, ces dernières années, les populations de ces deux carnassiers sont très faibles à cause de la rage. Ils représentent un facteur de mortalité négligeable.

Les 10 % des cas restant regroupent les animaux morts par diverses maladies, des accidents tels que la noyade ou des blessures ainsi que la vieillesse. Cette dernière possibilité paraît bien rare. Elle n'a été notée qu'une seule fois.

7.5.5 Synergisme

Mis à part quelques cas d'intoxications aiguës, causes directes de mortalité, il existe probablement des synergismes entre les différents résidus chimiques observés.

On peut même aller plus loin, en supposant l'existence d'un synergisme entre le parasitisme et les résidus chimiques.

En fait, la majorité des cas de mortalité constatés dans cette étude pourrait s'expliquer de cette manière. Même parmi les animaux tués par le trafic routier, on constate que la majorité des individus sont fortement parasités et contaminés par des résidus chimiques..

Si les exemples de synergisme abondent dans la littérature toxicologique, l'expérimentation est totalement lacunaire.

7.5.6 Le comportement des hérissons et la contamination

L'analyse des causes de mortalité, la fréquence des parasites et des résidus chimiques en fonction de l'âge des animaux, montre que les hérissons âgés de 6 à 12 mois sont les plus menacés.

Dans une population qui se développe normalement, la classe des individus de moins d'un an constitue la majorité. Il est donc normal que le nombre absolu des cas de mortalité de cette classe soit plus important. Par contre, si on considère les pertes relatives à l'intérieur de chaque classe d'âge, la mortalité de ces jeunes hérissons apparaît comme très lourde.

Cette disparition de jeunes individus avant la reproduction peut être considérée de deux manières :

- 1° Il s'agit d'un phénomène normal de régulation de population dans une situation de surpopulation.
- 2° Il s'agit d'un affaiblissement de la base de la pyramide de la population qui entraîne une situation classique d' "overfishing" et donc il peut découler un effondrement global de la population.

Dans la situation actuelle, avec l'accroissement de la pollution de l'environnement et du trafic automobile, il paraît logique d'envisager la deuxième solution.

Le comportement social des hérissons permet d'expliquer pourquoi cette classe d'âge est très exposée.

En effet, la période qui s'écoule entre la dispersion du groupe familial et la fixation sur un domaine est une période particulièrement critique pour ces animaux.

Leur inexpérience et leur curiosité les conduit à s'aventurer dans de nombreux endroits inhabituels et souvent dangereux.

Au niveau de l'espèce, cette phase est importante, puisqu'elle permet la colonisation de nouveaux emplacements et de combler les espaces vides laissés par les animaux péris.

Au cours de cette période d'erratismo, les jeunes hérissons parcourent souvent de longues distances en vagabondant le long des lisières, des haies, des cours d'eau, des routes et des périphéries urbaines qui sont les fils conducteurs habituels de ces animaux. Les meilleurs emplacements étant généralement déjà occupés par des adultes, ils sont obligés de continuer leur pérégrination ou de se contenter d'emplacements moins favorables. Le stress important qui en résulte et les nombreuses occasions de contamination augmentent considérablement les risques de mortalité.

L'attraction des biotopes secondaires urbains est également un facteur de déséquilibre. En effet, les régions agricoles perdent progressivement toute leur diversité : haies, lisières forestières buissonnantes, prairies naturelles, etc. Inversement, le milieu urbain et surtout les périphéries résidentielles apparaissent comme des milieux attractants (parcellaire important, nombreux abris, nourriture abondante) qui attirent un grand nombre de hérissons.

Cependant, c'est un milieu très pauvre en espèces et très pollué, car cette banalisation va de pair avec la nécessité d'entretenir et de traiter chimiquement les plantes que l'on y cultive. Ensuite, la pollution par les voitures et les chauffages y est importante. Enfin, la densité élevée de hérissons y favorise un parasitisme intense.

Tous ces facteurs concourent pour que les régions urbanisées soient des milieux à mortalité élevée.

7.6 LONGEVITE

Etant donné la méthode de travail utilisée, il n'a pas été possible de déterminer avec précision l'âge des individus recensés. Par conséquent, l'établissement d'une pyramide des âges détaillée n'a pas pu être obtenue.

On peut remarquer que dans le calcul du renouvellement de la population donné par PETRIDES (1951), si on modifie le taux de renouvellement de 99,5 % à 95 %, le temps nécessaire qui est de 6,62 années dans le 1er cas, devient de 4,18 années. Ce dernier chiffre me paraît mieux refléter la rapidité du renouvellement de la population.

Je rappellerais ici les résultats obtenus par KRISTOFFERSSON (1971) en Finlande d'après un échantillonnage de 53 individus âgés d'un an et plus (Tab. 40). Cet auteur a appliqué la méthode mise au point par MORRIS (1970). Les animaux y sont sacrifiés pour examiner les stries de croissances présentes sur les racines dentaires.

Il constate que, dans cette population finlandaise, les adultes âgés de 1 à 4 ans représentent le 87 % des individus et que l'âge de 7 ans n'est atteint qu'exceptionnellement. L'application des formules sur cette population donnerait une espérance de vie de 2,6 ans à l'âge d'un an et un renouvellement de la population en 14,7 années.

PARKES (1975) dans une population de Nouvelle Zélande évoluant sur une surface de 16,3 ha. a calculé une espérance de vie de 2,0 ans à l'âge d'un an et un renouvellement de la population en 8,5 ans.

âge :	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7 ans	
fréquence :	17	17	12	5	1	1	individus

Tableau 40

Distribution par classe d'âge des 53 individus de plus d'un an d'une population finlandaise d'après KRISTOFFERSSON (1971).

Aufteilung einer finnischen Bevölkerung von 53 Individuen von mehr als einem Jahr nach Altersklassen, nach Kristoffersson (1971).

Par comparaison avec mes résultats, l'espérance de vie et le renouvellement de la population trouvés dans la population finlandaise paraissent étonnamment plus prolongés. L'explication peut être recherchée dans la manière de faire l'échantillonnage : soit l'auteur a volontairement été orienté sur la capture de vieux individus, soit il s'est fait dans un rayon limité pendant plusieurs mois, ce qui a eu pour conséquence d'attirer essentiellement des individus âgés.

La seconde hypothèse est probablement la meilleure, car une estimation de l'âge des individus capturés est impossible sur le terrain. De plus ces animaux ont été récoltés à l'origine pour des expériences de physiologie. Les auteurs n'avaient donc pas de raison de choisir leurs animaux.

Les résultats obtenus par PARKES sont plus intéressants car les conditions étaient analogues aux miennes.

L'espérance de vie de 2 ans, pour des individus âgés d'un an, dépasse d'environ 1 an celle de la population yverdonnoise. Le renouvellement de la population s'y fait également sur une plus longue période (8,5 ans) alors que j'ai obtenu 6,6 ans.

Ces écarts peuvent s'expliquer par des conditions de vie très différentes entre les deux populations. La population néozélandaise bénéficie d'un climat permettant une reproduction quasiment ininterrompue et elle vit dans un milieu de pâtures et de lisières forestières en bordure d'une rivière. Inversement, la population yverdonnoise vit dans un milieu urbain avec une période de reproduction bien limitée et des hivers rudes prolongés. La mortalité dans le premier cas est probablement moins élevée qu'en Suisse.

A propos de la longévité, MORRIS (1970), dans son développement sur sa méthode pour déterminer exactement l'âge des hérissons, cite le cas d'un individu de 7 ans. LIENHARDT (1980) a élevé en captivité des individus jusqu'à l'âge de 6½ ans. Elle note toutefois qu'à partir de 5 ans l'usure des dents et telle qu'ils ont des difficultés à se nourrir. Pour ma part, je n'ai contrôlé par le marquage qu'un seul individu âgé de 5 ans au moins (mâle n° 18).

7.7 LES FLUCTUATIONS DE POPULATION

En Angleterre, JEFFERIES et PENDLEBURY (1968) ont publié des statistiques d'animaux trouvés morts sur deux domaines agricoles pendant 23 ans. Pour le Hérisson, ils constatent des fluctuations importantes avec des pics tous les 4 ou 5 ans (1946, 1949, 1954, 1959, 1964).

Ces observations sont confirmées par les 16 années de statistiques des animaux tués sur l'autoroute où les pics sont apparus en 1964, 1969, 1975 et 1980.

Il faut noter qu'il y a probablement une coïncidence entre les fluctuations observées en Angleterre et en Suisse.

1975 et 1980 sont également des années où la population yverdonnoise de hérissons atteignait un maximum.

L'existence de cycle de prolifération avec une périodicité de 4 ou 5 ans est possible. Toutefois, seule une observation prolongée sur plusieurs dizaines d'années permettra de confirmer cette hypothèse.

Si l'analyse statistique de mes résultats n'a pas pu mettre en évidence l'influence déterminante d'un facteur climatique, certaines des fluctuations coïncident tout de même avec des conditions exceptionnelles. Ainsi la chute observée en 1972 correspond à un automne et un hiver très froid. Alors que celle de 1976 correspond à une année de sécheresse exceptionnelle.

S'il est possible de justifier ainsi certaines années catastrophiques pour les populations de hérissons par de mauvaises conditions météorologiques, rien ne permet apparemment de comprendre les années de prolifération.

Si on excepte le cas particulier des animaux prédateurs liés à l'abondance d'une seule proie, aucune explication satisfaisante n'a été donnée jusqu'à maintenant sur ces cycles de prolifération connus chez de nombreux mammifères.

7.8 LA DENSITE DE POPULATION

En Allemagne, dans une réserve de chasse, SCHMIDT-LINDENHART (1929) a tué à l'aide d'un chien de chasse en moyenne 60 hérissons par année sur une surface de 32 ha. Cela correspond à une densité de 187 individus par km².

Egalement en Allemagne, ZIMMERMANN (1934) a estimé que sur une surface de 400 ha. de forêt et 24 ha. de prairie vivaient entre 40 et 50 individus, soit une densité de 10 par km².

En Angleterre, JEFFERIES & PENDLEBURY (1968) ont récolté sur deux domaines agricoles totalisant 7'400 acres entre 277 et 529 hérissons morts par année sur une période de 23 ans. Ils estiment la densité de population entre 54 et 72 individus par 1'000 acres, soit entre 13 et 18 individus au km².

BURTON (1969) l'estimait par contre à un individu par acre, soit à environ 250 individus par km².

En Nouvelle Zélande, WODZICKI (1950), BROCKIE (1957), puis PARKES (1975) qui ont étudié successivement des populations dans les dunes de sable de la côte et dans des secteurs de prairies et de forêts, trouvent une densité estivale de 250 animaux par km².

Ces résultats paraissent très contradictoires. Ils peuvent s'expliquer par les méthodes de recensement utilisées mais surtout par les milieux étudiés. Ainsi la densité déduite par SCHMIDT-LINDENHART est certainement exagérée, car, d'une part il peut s'agir d'un milieu d'hivernage favorable avec une concentration momentanée d'individus, d'autre part le prélèvement étant réparti sur l'année, les places vides sont comblées par l'immigration.

Les résultats provenant de Nouvelle Zélande sont également extraordinaires. Le climat très favorable, l'absence de prédateurs et de certains parasites, et peut-être simplement le bouleversement apporté par l'introduction de l'espèce dans des milieux nouveaux, ont pu entraîner une prolifération extraordinaire de l'espèce.

L'estimation de BURTON en Angleterre n'est basée sur aucun recensement précis. A mon avis elle est largement exagérée même pour des milieux urbains favorables.

Finalement, seules les densités trouvées par ZIMMERMANN en Allemagne et par JEFFERIES et PENDLEBURY en Angleterre corroborent mes observations. Les densités que j'ai observé sont des minima, mais doivent être proches de la réalité. L'erreur éventuelle ne devrait en aucun cas dépasser un facteur 2.

C O N C L U S I O N

L'étude de la répartition du Hérisson dans le canton de Vaud a montré que l'espèce est largement répandue dans toutes les régions situées en dessous de 1000 m d'altitude. Plus haut, jusqu'à 1500 m et parfois plus, elle est régulièrement présente mais paraît étroitement liée à l'habitat humain. Cette situation se répète apparemment dans toute la Suisse.

Avec l'avènement de l'agriculture primitive, le Hérisson a largement profité de l'activité humaine pour occuper les espaces défrichés et augmenter ainsi ses populations. La colonisation du milieu urbain est, par contre certainement plus récente. En effet, c'est probablement surtout avec l'apparition des quartiers périphériques, vers le début du 20^e siècle, que l'espèce s'est installée dans les villes. Cette néocolonisation a été d'autant plus marquée que simultanément les milieux agricoles se modifiaient sous la pression de la mécanisation et que les biotopes primaires de l'espèce, c'est-à-dire les lisières forestières et les prairies buissonnantes, se raréfiaient.

Les lotissements de villas avec leurs parcs et leurs jardins, les petites maisons locatives et, dans une moindre mesure, l'ensemble des bâtiments d'habitation voire même certaines zones industrielles, sont devenus des biotopes secondaires intéressants pour l'espèce. Elle y trouve généralement de nombreux abris et une nourriture, certes peu variée, mais abondante. En effet les surfaces de gazon régulièrement tondues sont des milieux particulièrement favorables pour les lombrics et pour de nombreuses larves de coléoptères, de diptères et de lépidoptères. Les jardins potagers sont souvent envahis par les limaces. De plus, le système de cloisonnement de chaque propriété par des haies, des murs ou des clôtures, tel qu'on l'observe couramment dans notre pays, augmente considérablement l'effet de lisière sur des portions de terrain souvent restreintes. Ce fait permet une forte densité de hérissons. L'espèce a donc trouvé dans les périphéries récentes des villes des biotopes de remplacement très attractifs.

Malheureusement ces milieux présentent également de nombreux dangers. Le réseau routier y est dense et le trafic automobile intense, d'où une probabilité importante de périr écrasé. De plus, les autres risques d'accidents sont omniprésents. Fosses, canalisations, piscines, pièces d'eau constituent autant de pièges mortels. La pollution y est également importante : gaz d'échappement, chauffages, fumées industrielles et d'incinération d'ordures, biocides utilisés sans discernement, etc. Enfin, une trop forte densité de hérissons permet un parasitisme élevé.

Certes les populations de hérissons supportent, comme beaucoup d'autres animaux, un taux de mortalité étonnamment élevé. Cependant l'effet dynamisant d'un prélèvement continu a des limites à ne pas dépasser. Actuellement déjà la situation est localement critique ou peut le devenir rapidement.

La mortalité routière ne représente, dans la majorité des cas, qu'une cause supplémentaire supportable pour les populations. Dans certains cas, elle peut cependant être catastrophique. C'est le cas notamment lorsqu'une zone d'hivernage est séparée d'une zone d'estivage ou lorsque le cloisonnement d'un paysage par un réseau routier devient trop important.

Le problème de la contamination chimique est identique, c'est-à-dire que ponctuellement les doses de résidus chimiques se sont avérées très importantes.

Enfin, on peut s'imaginer qu'au voisinage de l'homme la prédation habituelle de l'espèce est supprimée. Ce n'est toutefois pas le cas. Le renard, le blaireau ou le hibou grand-duc ont simplement été remplacés par le chien, le chat, la fouine ou l'homme ignorant qui brûle son tas de feuilles sèches.

Ainsi, si on fait le bilan, on constate que toutes les causes de mortalité importantes telles que le trafic routier, les résidus chimiques, la prédation, la destruction des biotopes et le parasitisme, sont imputables directement ou indirectement aux activités humaines.

Si le Hérisson, espèce encore abondante possédant des facultés d'adaptation remarquables, vient à disparaître d'une région, c'est le signe évident d'un désastre écologique. Ce n'est pas l'espèce qu'il faut chercher à sauver mais bien le milieu dans lequel elle vit. Il faut considérer le Hérisson comme étant l'indicateur d'un environnement encore suffisamment sain et diversifié. Il faut évidemment tout entreprendre pour maintenir le milieu dans cet état.

Plusieurs problèmes restent à résoudre. Ce sont notamment la toxicité réelle de certains produits chimiques et la chance de survie d'une population en fonction d'un certain trafic automobile sur un secteur donné. Ces données certes très utiles auraient demandé des investigations dépassant le cadre de cette étude. Elles ne sont toutefois pas indispensables pour déterminer l'urgence d'une situation. La surveillance de populations connues ou plus simplement la collecte suivie des animaux morts sur un secteur donné permettraient de percevoir les fluctuations des effectifs de l'espèce et de déceler ainsi le déclin local d'une population.

Les observations collectées dans ce rapport permettent de prodiguer quelques conseils pour la sauvegarde de l'espèce. Ces conseils concernent aussi bien la conservation des milieux favorables, la protection des voies de déplacements des animaux, que la lutte contre une dégradation générale de l'environnement. Si le Hérisson en est le thème central, il faut admettre que ces principes sont valables pour l'ensemble des espèces animales liées aux milieux agricoles et urbains.

APPLICATIONS A LA PROTECTION

DE L'ESPECE

1. PROTECTION LEGALE

Diverses lois fédérales et cantonales protègent le Hérisson et ses biotopes.

Au niveau fédéral deux lois et leurs ordonnances d'exécution les protègent directement. A savoir :

- La loi fédérale du 10 juin 1925 sur la chasse et la protection des oiseaux, ainsi que son ordonnance du 7 juin 1971.
- La loi fédérale du 1er juillet 1966 sur la protection de la nature et du paysage, ainsi que son ordonnance du 27 décembre 1966.

Il s'agit de lois cadre pour tous les décrets cantonaux concernant la protection des espèces ainsi que la chasse et la pêche. Cela signifie qu'aucun canton n'a le pouvoir d'annuler sur son territoire la protection de l'espèce. De plus la loi fédérale du 1er janvier 1980 sur l'aménagement du territoire, auparavant l'arrêté fédéral du 17 mars 1972, permet, par des mesures de planification, d'assurer la protection des bases naturelles de l'existence, c'est-à-dire de l'air, de l'eau, du sol, de la forêt et du paysage.

Au niveau cantonal, la protection de l'espèce est donc générale, mais finalement ce sont des plans d'aménagement cantonaux et surtout communaux qui vont établir les bases légales de la protection des biotopes. C'est sur eux que va reposer la sauvegarde indirecte des espèces.

En résumé, on peut considérer que la protection théorique de l'espèce est assurée. En revanche, dans la pratique, il n'y a violation de la loi que si celui qui enfreint une prescription sait qu'il commet un acte interdit et qu'il profite de cet acte. Ainsi, une protection réellement efficace des biotopes ou des cheminements ne peut se faire que s'ils sont clairement définis et qu'ils sont planifiés par des inventaires ou par des secteurs protégés (= zone à protéger) inclus dans des plans de zones.

Les dérangements ou la pollution des biotopes par l'activité humaine relève plus d'une question d'éthique que de la législation.

La mise sous protection d'un milieu intéressant est généralement ressentie comme une restriction à la propriété individuelle ou collective, si bien que des mesures strictes de surveillance ou de contrôle sont d'autant moins bien acceptées. On doit donc veiller à justifier cette protection comme une mesure générale visant à la conservation de l'ensemble de la faune et de la flore.

Le cas du Hérisson est intéressant, car il s'agit d'une espèce commune, certes très populaire, pour laquelle des mesures de protection très draconiennes ne s'imposent pas pour le moment. Il s'agit plutôt de considérer cette espèce comme un indicateur de la qualité de l'environnement. Il ne s'agit pas d'un bon bio-indicateur, puisqu'elle est omnivore et ubiquiste, mais plutôt d'une espèce indicatrice d'un milieu anthropogène diversifié où les échanges sont possibles. Cela implique que les points suivants doivent être respectés :

- Un environnement varié où les refuges de végétation naturelle sont nombreux.
- Une perméabilité entre les portions de terrain aussi grande que possible, avec des "voies d'échanges" protégées si une coupure artificielle (routes, canaux, fossés, murs, clôtures, etc.) vient cloisonner le paysage.
- Une limitation de la pollution du milieu.

2. PROTECTION DES BIOTOPES

Le Hérisson est peu exigeant car il montre des facultés d'adaptation étonnantes. En dessous de 1'200 m. il colonise pratiquement tous les milieux terrestres. Au-delà de cette altitude il reste strictement inféodé aux agglomérations.

Son biotope primitif optimal est un milieu ouvert de prairies buissonnantes et de lisières forestières. Avec l'avènement de la civilisation agraire et le début de l'ère industrielle, il a trouvé des biotopes secondaires très favorables dans les paysages ruraux. La multiplication des parcelles cultivées alternant avec des pâtures ou des prairies, délimitées par des haies ou des murs, a favorisé le développement d'importantes populations.

Actuellement, avec la mécanisation, la rationalisation et l'utilisation massive des biocides dans l'agriculture, les hérissons désertent progressivement la campagne pour s'installer dans les villes. On obtient ainsi deux types de milieux fortement peuplés par l'espèce ayant une influence très particulière sur les populations et pouvant se schématiser de la manière suivante :

Milieux naturels et ruraux

Milieux urbains

Caractéristiques

milieux diversifiés, équilibrés, peu cloisonnés, riches en écotones, peu pollués

milieux banalisés, mal équilibrés, très cloisonnés, très riches en écotones et souvent pollués

Facilité d'échanges

peu de déplacements nécessaires

beaucoup de déplacements (migrations, lieux de rencontres, contacts individuels)

Dynamique de la population

faible densité de population, bonne reproduction, mortalité limitée à la prédation

forte densité de population, mortalité élevée due aux accidents, à la pollution et aux parasites.

Avec la raréfaction des milieux naturels et des paysages ruraux traditionnels, les espèces trop spécialisées disparaissent. Sans être une espèce banale, le Hérisson fait partie des espèces peu exigeantes. Il peut se maintenir dans une région en transformation si on lui fournit des compensations sous la forme de refuges répartis régulièrement dans le paysage. Ces exigences sont modestes. Il lui suffit de trouver :

- Des abris pour le jour et pour l'hiver, tels que des souches, des empierrements ou des buissons.
- Des milieux de chasse, tels que des prairies et des buissons.

Chaque adulte occupe toutefois un domaine vital assez vaste, compris entre 3 et 10 ha. La protection d'une petite population ne peut donc s'envisager que pour des surfaces de l'ordre du km². Dans nos régions, les surfaces colonisées sont généralement plus petites. Elles supposent l'existence de communications entre les diverses parcelles. Dans les milieux urbains le morcellement des surfaces utilisables par le Hérisson est tel, que chaque individu occupe généralement plusieurs parcelles, pour autant qu'elles communiquent.

Parmi les zones naturelles favorables aux hérissons on trouve par ordre d'importance :

- Toutes les prairies buissonnantes naturelles bordées de haies ou en lisières forestières (prairies sèches et humides).
- Les forêts de feuillus clairsemées riches en sous-bois, telles que les chênaies, chênaies buissonnantes et diverses forêts humides.
- Les paysages ruraux riches en prairies, en pâturages et en vergers séparés par des murs ou des haies.

La protection de l'espèce dans les milieux urbains pose des problèmes très différents (cf. p. 207. Protection du Hérisson en milieu urbain). La mortalité y est élevée par suite des nombreux accidents et par un parasitisme important.

Aussi bien dans les régions agricoles que dans les agglomérations, la conservation systématique d'îlots de végétation, tels que les bordures herbeuses des chemins, les talus buissonnants et les haies, permet de retenir quelques animaux. Il faut toutefois veiller à ce que ces éléments du paysage soient en communication.

Comme la plupart des animaux en déplacement réagissent de la même manière que le Hérisson, on peut sérieusement promouvoir l'aménagement ou le maintien de réseaux de haies, de cours d'eau boisés et d'autres éléments de végétation naturelle permettant des déplacements sans danger. Les berges de cours d'eau, les coteaux, les talus de voies ferrées ou d'autoroutes pourraient facilement être aménagés en voies de déplacement et en refuges pour la faune en y maintenant un minimum de végétation naturelle en relation avec d'autres éléments favorables du paysage de la région.

A ce propos, l'étude de l'ensemble de la faune montre que les cours d'eau et leurs rives naturelles constituent des voies d'échange et des refuges privilégiés. A ce titre l'ensemble du réseau hydraulique encore naturel mériterait une protection absolue.

L'entretien de tels milieux devrait être, sinon nul, du moins limité au strict minimum. Le brûlage des herbes sèches recouvrant les talus pendant l'hiver et le printemps, ainsi que le fauchage périodique y sont aberrants car ces actions détruisent les nids. Les tas d'épierrage et les souches entassées en bordure de champs constituent par contre d'excellents abris pour l'ensemble de la faune.

3. PROTECTION DU HÉRISSEON EN MILIEU URBAIN

Les hérissons sont nombreux dans les villes. Les quartiers périphériques avec leurs nombreuses maisons familiales leurs jardins et leurs parcs sont particulièrement attractifs car les abris et les sources de nourriture y abondent. D'autre part le cloisonnement partiel des propriétés par des haies, des murs ou des clôtures permet une densité de population très élevée.

Malheureusement la mortalité y est très forte du fait de la surpopulation et des nombreux risques d'accidents. Le stress de la surpopulation entraîne une superactivité dans leurs déplacements d'où découle un plus grand risque d'accidents. Le taux de parasitisme y est également beaucoup plus important qu'ailleurs car l'infestation est favorisée par le grand nombre d'animaux présents et par les pullulations d'hôtes intermédiaires tels que les limaces.

Cette situation peut toutefois être améliorée en prenant certaines précautions ou en ayant simplement quelques égards vis-à-vis des animaux que nous avons attirés. Le jardinier amateur trouve dans le Hérisson un allié précieux. Ce dernier va en effet détruire une grande quantité d'insectes et de mollusques gênant dans les cultures.

Pour retenir quelques hérissons dans son jardin, on peut donner les conseils suivants :

- Un jardin ne doit jamais être complètement clos. Les hérissons doivent pouvoir circuler librement sur un espace de plusieurs hectares.
- Les massifs et les haies de buissons, les composts de feuilles mortes et les tas de foin rendent un jardin accueillant. Les hérissons y construiront leurs nids.
- Un abri artificiel peut les inciter à s'installer. Une caisse pleine d'herbe sèche placée à l'envers sous un buisson ou une cavité aménagée dans un empierrement leur convient parfaitement. L'abri doit être ombragé car ils supportent mal la chaleur.
- Les clôtures ou les murs sans ouverture sont à éviter comme séparation avec d'autres propriétés. Par contre si le jardin est du côté d'une route une clôture sans ouverture est à conseiller. Un espace de 5-6 cm. sous une clôture suffit largement pour le passage d'un hérisson.

- Une allée de gravier est à éviter si elle est la seule issue de la propriété. Inversement, elle est à conseiller si elle débouche sur une chaussée fréquentée et qu'il existe d'autres accès possibles. En effet les hérissons ne s'y déplacent que rarement et uniquement par obligation.
- Garder un ou plusieurs hérissons en captivité dans un enclos ou dans un jardin est une erreur car leur espace vital est beaucoup plus grand. Le plus souvent ils s'en échapperont ou alors une femelle portante tuera ses congénères.
- Les piscines ainsi que toutes les fosses sont des pièges mortels fréquents. Une planche avec des aspérités accrochées sur les bords leur permettra d'en ressortir vivant.
- La traditionnelle assiette de lait qu'ils adorent est le plus sûr moyen de leur donner la diarrhée. L'eau est préférable et ils boivent d'ailleurs très peu.
- Le perfectionnisme du jardinier amateur qui s'efforce d'obtenir de beaux légumes ou de belles plantes d'ornement à coup de biocides dans un jardin "aseptisé" doit être combattu. En particulier l'épandage massif de produits anti-limaces à base de Métaldéhyde représente un danger d'empoisonnement important pour les hérissons et beaucoup d'autres animaux. Il existe sur le marché d'autres produits qui sont réellement sans danger. L'usage de la plupart des produits chimiques peut être évité en utilisant des techniques dites "de jardinage biologique". En tous les cas, la promotion des jardins naturels, beaucoup plus variés et donc mieux équilibrés, est à encourager pour le maintien de toute une faune commensale à l'homme et pour la santé humaine en général.

La multiplication de "stations de soins pour hérissons" telle qu'on l'observe en Suisse allemande peut avoir une action bénéfique sur les populations de hérissons si elle s'accompagne d'une large information du public sur les mesures de protection à prendre dans la nature et dans les jardins et sur une meilleure connaissance de la biologie de l'espèce. Elle ne sert à rien si on parvient uniquement à dénaturer le Hérisson pour en faire un animal domestique.

4. PROTECTION LE LONG DES ROUTES

Les populations de hérissons entreprennent de nombreux déplacements conditionnés par des facteurs physiologiques, éthologiques, météorologiques et topographiques. L'environnement naturel, profondément modifié par l'homme dans nos régions, est rarement approprié pour assurer leurs déplacements vitaux. Les routes et d'autres éléments construits limitent les effectifs des populations, d'une part en cloisonnant le paysage et d'autre part en les massacrant inutilement.

L'aménagement judicieux d'éléments paysagers tels que les haies pourraient au contraire les tenir à l'écart du trafic routier ou les amener à des passages protégés. Comme la plupart des animaux en déplacement réagissent de la même manière que le Hérisson, on peut sérieusement promouvoir l'aménagement ou le maintien de réseaux de haies, de cours d'eau boisés et d'autres éléments de végétation naturelle assurant des déplacements sans danger pour la faune. Tout projet de construction de route, de plan de zones ou de remembrement parcellaire devrait tenir compte de ces éléments. Les berges de cours d'eau, les coteaux, les talus de voies ferrées ou d'autoroutes pourraient facilement être aménagés en voie de déplacement et en refuge pour la faune en y maintenant un minimum de végétation naturelle buissonnante en relation avec d'autres éléments favorables au paysage de la région.

Ainsi la protection du Hérisson le long des routes devrait d'abord commencer par un aménagement paysager local. En tous les cas si des ouvrages de protection s'avèrent nécessaires, il faut s'assurer que les milieux favorables à l'espèce, situés de part et d'autre de la chaussée, ne vont pas disparaître à plus ou moins brève échéance.

Les installations de protection proprement dites vont obligatoirement se composer de deux parties complémentaires, soit un obstacle à l'accès sur la chaussée et un passage protégé au travers de la chaussée.

L'observation prolongée de plusieurs dizaines d'ouvrages de protection installés le long des autoroutes ou des routes cantonales permet de préciser les caractéristiques nécessaires pour une efficacité optimale.

4.1 LES OBSTACLES DE PROTECTION

Divers obstacles permettent d'empêcher les hérissons d'accéder à la chaussée.

Excellents grimpeurs, les hérissons franchissent facilement n'importe quelle clôture de treillis. Les seuls moyens pour les retenir sont les suivants :

- Une paroi lisse de plus de 50 cm. de hauteur.
- Une grille avec des barres verticales écartées de moins de 5 cm.
- Un treillis haut d'environ 70 cm. présentant un retour de 10 cm. dans la partie supérieure de la clôture et tourné vers l'extérieur par rapport à la chaussée.

Comme tous les animaux, le hérisson qui butte contre un obstacle recherchera l'effort moindre. Il longera d'abord la clôture pour essayer de la contourner, puis cherchera à passer dessous avant de grimper. On veillera donc à ce que la clôture plaque bien au sol ou soit enterrée pour être efficace.

En Suisse le clôturage des autoroutes est obligatoire. Plusieurs types de clôtures sont préconisés selon la situation géographique et le type de zone traversée. Aucune n'est réellement efficace car les animaux peuvent, soit passer au travers, soit passer dessous.

La clôture du type "urbain" constituée par un treillis à maille carrée de 5 x 5 cm. pourrait être utilisable dans les secteurs riches en hérissons, aux conditions suivantes :

- La maille devrait être requise à 3 ou à 4 cm. au maximum.
- La base de la clôture devrait être enterrée.

Les clôtures du type "rural", "ursus" et "gibier" (normes VSS 640693) sont par contre inutilisables. Toutes ces clôtures sont constituées de fils horizontaux plus ou moins espacés retenus à distances régulières par des fils verticaux. Dans les meilleurs cas l'espace entre les fils horizontaux est de 5 cm. Ces types de clôtures sont utilisés en campagne ou en forêt.

Dans les secteurs riches en petite faune il est nécessaire de les compléter par une bande de treillis à petites mailles de 50 à 60 cm. de hauteur dont la base est enterrée.

Quel que soit le type de clôture utilisé, il est nécessaire de vérifier périodiquement leur état de fonctionnement. Rapidement après la pose on constate généralement un tassement du terrain laissant un espace important entre le sol et la clôture. Il sera nécessaire de combler les trous ainsi formés.

Par la suite le plus grand problème est la corrosion des clôtures provoquée en grande partie par les produits de déneigement. Un treillis fin devient généralement inutilisable au bout de 3-4 hivers. Une excellente solution est la construction d'un muret ou la pose de planches en béton sur une hauteur de 50 cm. Elle est évidemment plus onéreuse.

La pose de clôture de protection ne constitue pas obligatoirement la meilleure solution.

Si le trafic des véhicules est important et que la plupart des animaux se font tuer sur la chaussée, la clôture est une nécessité évidente. Il faut toutefois être conscient qu'une route clôturée forme un cloisonnement supplémentaire dans l'environnement de la faune terrestre. Cette coupure peut contribuer à isoler totalement une population. Ainsi la solution de la clôture devrait toujours être combinée avec l'aménagement de passages protégés au travers de la chaussée. Si ce n'est pas le cas, il vaut parfois mieux que quelques animaux se fassent écraser sur la route, plutôt que d'interrompre tous les échanges entre deux parties d'une population. La limite de trafic acceptable où les pertes ne sont pas totales se situe autour des 2'000 véhicules par jour.

4.2 LES PASSAGES PROTEGES

L'observation a permis de constater que pour traverser une chaussée sans risque, la plupart des passages supérieurs sont efficaces. On peut préconiser les types de passages suivants :

- Les tuyaux ciment de 30 cm. de diamètre et plus placés pour les animaux sous les routes en remblais.
- Tous les types de passages inférieurs ou supérieurs prévus pour les animaux de grande taille, les piétons, le bétail et les véhicules agricoles.
- Les voûtages de cours d'eau, pour autant qu'ils soient profilés avec des lits de basses et de hautes eaux. Les voûtages existants peuvent d'ailleurs être complétés avec la construction d'un plancher intermédiaire.

4.3 EMPLACEMENTS FAVORABLES POUR LES OUVRAGES DE PROTECTION

Les emplacements favorables pour des installations de protection sont souvent difficiles à déterminer à priori.

Bien que les cheminements des animaux ne se fassent pas au hasard, il existe souvent une multitude de solutions possibles. Seules l'observation prolongée pendant plusieurs saisons d'un secteur donné permet de délimiter les passages les plus fréquentés.

Il existe quelques situations types où la construction d'une route va inévitablement créer une zone dangereuse pour les animaux. Ces situations sont principalement les suivantes :

- Périphéries urbaines.
- Proximité d'une zone marécageuse ou d'une prairie humide.
- Pied de coteaux ou lisière forestière longés sur toute leur longueur.
- Cours d'eau boisés ou haies longés ou coupés par une route.

Il s'agit, soit de points d'attraction vers lesquels les animaux convergent, soit de passages obligés.

Si la région est pauvre en zones naturelles ou même en zones de végétation (en urbanisme : zone de verdure) ces zones critiques sont importantes et faciles à localiser. Inversement dans les régions très diversifiées et riches en milieux naturels, le tracé routier peut être dangereux sur toute sa longueur sans qu'apparaissent de secteurs critiques. Dans nos régions cette dernière situation est devenue plutôt rare.

R E S U M E

CONTRIBUTION A LA BIOLOGIE DU HERISSON (Erinaceus europaeus L.) ET APPLICATIONS A SA PROTECTION.

Malgré les nombreux travaux de recherche existant, les études générales sur l'écologie du Hérisson sont rares et incomplètes. Leurs résultats ne sont pas forcément transposables à la population suisse.

Bien qu'étant protégée par la loi, l'espèce figure parmi les victimes les plus fréquentes du trafic routier. La banalisation, la pollution générale de l'environnement et l'utilisation massive des biocides contribuent également à sa raréfaction. Cette étude essaye de préciser l'importance des différentes causes de mortalité. Elle aboutit également à une série de recommandations pour la protection de l'espèce.

Parmi les méthodes utilisées, l'observation en laboratoire et en enclos a permis d'étudier le comportement et le rythme d'activité des animaux. C'est toutefois essentiellement l'étude en milieu naturel qui a fourni les principales données de ce travail.

Quatre populations vivant dans des milieux différents du Nord vaudois ont été étudiées dans les secteurs suivants :

- Une zone urbaine et sa périphérie de 5,75 km² : Ville d'Yverdon, altitude 430 m., en bordure du lac de Neuchâtel.
- Une zone agricole de 2 km² : Commune de Suscévaz, altitude 440 m., sur une plaine alluviale et un coteau.
- Une zone naturelle de 1,4 km² : Commune de Cheseaux-Noréaz, altitude 430 à 470 m., rive de lac.
- Une zone agricole et forestière de 0,9 km² : Commune de Mauborget, altitude 1000 à 1200 m., flanc sud du Jura.

Les animaux capturés ont été identifiés à l'aide de marques permanentes numérotées, placées à une patte ou à une oreille, et par des taches colorées déposées sur le dos.

36 animaux ont été suivis par radio-tracking pendant des périodes variant entre 3 et 10 semaines.

Une enquête sur la répartition de l'espèce dans le canton de Vaud a été effectuée en interrogeant les gens et en recherchant les animaux. Elle a été complétée par des relevés d'animaux tués sur les routes et les autoroutes.

Enfin, 244 hérissons trouvés morts ont été analysés pour déceler la présence éventuelle de blessures, de maladies, de parasites ou de résidus chimiques.

RESULTATS

En Suisse, le Hérisson est largement répandu dans toutes les régions situées à une altitude inférieure à 1'000 m. Il est également présent sur les fonds de vallées ou sur les plateaux situés entre 1'000 et 1'500 m., parfois plus. A ces altitudes, les populations y sont instables et sont souvent soumises à des migrations altitudinales. En tous les cas ils paraissent strictement liés aux agglomérations et aux habitations humaines.

Les importantes modifications du paysage dues à une agriculture intensive et à une urbanisation croissante ont fait progressivement disparaître les biotopes primaires du Hérisson tels que les prairies bocagères, les lisières buissonnantes ou les haies. Actuellement cette espèce a trouvé des biotopes secondaires très attractifs dans les périphéries urbaines et dans les lotissements de résidences secondaires.

Son régime alimentaire très varié, qui se compose essentiellement de la petite faune du sol, lui a permis de s'adapter au milieu urbain pourtant mal équilibré et très banalisé. Ce milieu se caractérise en effet par la prolifération de quelques espèces ubiquistes telles que les limaces et les vers de terre, par exemple.

L'abondance saisonnière des proies disponibles va influencer son poids corporel. Cependant l'état physiologique joue également un rôle important. Ainsi, l'augmentation de poids est progressive jusqu'en automne chez les sub-adultes. Par contre, le poids des femelles adultes augmente rapidement au printemps, diminue au cours de l'élevage des jeunes, puis reprend avant l'hibernation. Enfin, chez les mâles adultes la diminution de poids est importante jusqu'à fin mai. Après quoi ils engraisser progressivement jusqu'à la fin de l'automne.

Bien que rarement spectaculaire, l'actogramme du Hérisson paraît très riche. En particulier, les contacts entre individus sont nombreux. Ils établissent probablement une hiérarchie sociale avec des individus dominants et des individus dominés.

L'observation de deux lieux de rassemblement dans la périphérie yverdonnoise renforce cette hypothèse. Ces deux "arènes" réunissaient régulièrement d'avril à juillet, 12 à 15 individus, soit la totalité des adultes reproducteurs vivant dans le secteur.

La capacité de retour au gîte paraît remarquable. Des expériences de lâchers d'animaux à des distances de 2 à 7 km ont permis de constater que la majorité d'entre eux revenait à leur point de départ après quelques heures.

Comme chez beaucoup d'animaux, l'activité du Hérisson est étroitement liée aux conditions météorologiques. En effet, par temps froid ou sec les proies habituelles de la macrofaune du sol disparaissent. Ces périodes de disète vont déclencher soit des torpeurs estivales soit des léthargies hivernales. L'activité annuelle du Hérisson va donc comporter des interruptions plus ou moins prolongées selon la saison. Sous nos latitudes l'hibernation des populations est une règle générale alors que les torpeurs estivales sont exceptionnelles.

Le bilan de l'activité annuelle est le suivant : Les 87 % sont utilisés par le repos diurne et l'hibernation. L'alimentation prend les 9 % avec des maxima en mai et en août. Cette activité se passe essentiellement en début de nuit. Les autres activités sont par contre fréquentes essentiellement au cours de la seconde moitié de la nuit. Les contacts intraspécifiques occupent environ 3 % du temps alors que l'exploration, les migrations et la construction de nids utilisent chacune moins de 1 %.

Les déplacements sont importants pendant plusieurs périodes de l'année. Ils peuvent porter sur quelques centaines de mètres ou sur plusieurs kilomètres en une nuit. C'est essentiellement au printemps que l'agitation est la plus grande. Les migrations vers de nouveaux terrains de chasse, l'établissement d'une organisation sociale de la population, puis le rut nécessitent de nombreux déplacements à courtes et à longues distances.

Sur les routes on trouve des hérissons tués durant toute la belle saison avec cependant un maximum entre mi-mars et fin avril. Les mâles adultes sont les victimes les plus nombreuses et les plus précoces. Ils se font tuer surtout en avril, période principale du rut. Les femelles adultes, moins nombreuses, se font tuer également en avril, alors qu'elles cherchent un terrain de chasse favorable, puis à nouveau à fin mai et enfin en juillet, juste avant les mises bas. Les subadultes s'observent régulièrement dès mi-mars jusqu'au début mai. Enfin de nombreux jeunes se font tuer dès mi-juin jusqu'à la fin de septembre alors qu'ils viennent de quitter le groupe familial.

L'organisation spatiale d'une population de hérissons est difficile à mettre en évidence. Les individus reproducteurs, plus particulièrement les femelles, se cantonnent sur un territoire fixe d'ou ils éloignent les intrus. Certains mâles dominants établissent probablement un territoire de groupe sur lequel vivent plusieurs femelles reproductrices. Le domaine vital, ou le territoire selon le cas, peut varier entre 3 et 10 ha. selon la diversité du milieu.

On peut distinguer différents types de déplacements selon leur fréquence et leur ampleur. Les déplacements de chasse sont effectués chaque nuit favorable à l'intérieur du domaine vital individuel. L'animal peut parcourir entre 680 et 2400 m. par nuit à la recherche de sa nourriture. Les déplacements exploratoires sont essentiellement réservés aux jeunes et aux subadultes. Ils sont périodiques ou continus pendant plusieurs mois. L'animal peut parcourir jusqu'à 1540 m. par nuit en dehors de son domaine habituel. Les déplacements à but social sont propres aux adultes cantonnés. Plusieurs fois au cours de la période de reproduction ceux-ci vont se déplacer en dehors de leur domaine vital pour rencontrer des congénères plus ou moins éloignés. Par exemple, en 1976, un mâle a parcouru au moins 5 fois en 3 mois un trajet d'environ 3200 m. pour rencontrer des femelles. Des migrations entre des lieux d'hivernage et d'estivage paraissent régulières dans les milieux modifiés par l'homme tels que les zones urbaines et agricoles. Il en est probablement de même en montagne au-dessus de 1000 m. d'altitude où il s'agit alors de migration altitudinale.

Pour l'ensemble de ces déplacements, les cheminements ne se font pas au hasard. On constate en effet que certains éléments paysagers sont très recherchés comme fil conducteur. En règle générale les hérissons se déplacent toujours sur des écotones, s'ils en ont la possibilité. Parmi ceux-ci on trouve, par ordre de préférence : les haies, les lisières forestières, les cours d'eau et les talus.

La maturité sexuelle des hérissons est atteinte à la fin de la première année. La reproduction des femelles est donc déjà possible au cours du printemps qui suit la naissance. Cependant, le cas est exceptionnel dans la nature. En fait les jeunes femelles se reproduisent plutôt en été, voire même au printemps de l'année suivante.

Les nichées sont réparties de mai à octobre avec des maxima en juin et en septembre. L'observation de 20 nichées a montré une réussite de 3,4 jeunes à la sortie du nid. Deux nichées par an sont possibles, cependant il s'agit : soit de nichées de remplacement, soit la 2^e nichée est vouée à l'échec. En effet, sous nos latitudes, la dépense énergétique occasionnée par deux nichées annuelles est probablement trop importante pour permettre à la femelle d'hiverner normalement.

Les risques de mortalité sont nombreux. Les causes en ont été recherchées en analysant 244 hérissons péris. On trouve par ordre d'importance : les intoxications chimiques, le trafic routier, le parasitisme, l'épuisement, la prédation et diverses autres causes.

Parmi les cas d'intoxication chimique, les produits anti-limaces à base de Métaldéhyde sont peut-être les biocides les plus dangereux pour le hérisson.

Le parasitisme est également préoccupant car il est en augmentation constante. Il paraît lié à la contamination chimique de l'environnement. Les Nématodes tels que *Crenosoma striatum* et *Capillaria* sp. figurent parmi les parasites les plus dangereux.

Dans les conditions naturelles, la longévité maximum est d'environ 7 ans, cependant l'espérance de vie d'un individu âgé d'un an n'est que de 1,7 ans. Le renouvellement de la population se fait sur environ 6,6 ans.

Les populations présentent des fluctuations importantes qui sont probablement cycliques, les maxima apparaissant tous les 4 ou 5 ans.

Les densités des populations sont extrêmement variables selon le milieu considéré. Les résultats suivants ont été obtenus. :

- zone urbaine limitée	50 à 100
	individus/100 ha
- zone urbaine importante	23 à 25
- zone agricole extensive	27 à 34
- zone agricole intensive	5 à 7
- zone marécageuse	6 à 9
- zone forestière (feuillus)	2 à 5

On en conclut que, du fait de ses excellentes capacités d'adaptation, le Hérisson a supporté et même souvent a su profiter des modifications des milieux naturels pour coloniser les régions agricoles puis les villes.

Actuellement la situation se détériore car les biotopes naturels deviennent rares, les zones agricoles sont progressivement transformées en désert biologique et les agglomérations sont toujours plus polluées. De plus, dans ces dernières, du fait des fortes densités de population, le parasitisme devient toujours plus important.

Ainsi, bien que les populations de hérissons supportent un taux de mortalité élevé, la situation devient localement critique. Dans la plupart des régions, la mortalité routière ne représente qu'une cause de mortalité supplémentaire, mais supportable. Cependant, il faut considérer que le trafic routier, la pollution chimique de l'environnement, la prédation, la destruction des biotopes et le parasitisme sont tous des facteurs de

mortalité directement ou indirectement imputables à l'activité humaine. Si on n'y prend pas garde, le seuil critique risque d'être rapidement atteint. Il faut donc considérer le Hérisson comme étant un indicateur d'un environnement encore sain et diversifié et tout faire pour le maintenir.

Sur la base des observations consignées dans ce rapport, des indications sont fournies pour favoriser la protection de l'espèce sur le plan légal, dans ses biotopes naturels, en milieu urbain et le long des routes.

SCHLUSS FOLGERUNGEN

Die Studie über die Verteilung der Igel im Kanton Waadt zeigt, dass sie unter 1000 m Höhe überall weit verbreitet sind. Bis 1500 m und manchmal höher, ist die Art regelmässig vertreten, scheint aber eng an menschlichen Siedlungen gebunden zu sein. Dieser Zustand wiederholt sich offenbar in der ganzen Schweiz.

Seit Beginn der primitiven Landwirtschaft hat der Igel stark von der menschlichen Tätigkeit profitiert, den getodeten Raum besetzt und so seine Bestände vermehrt. Die Besiedelung der städtischen Gebiete besteht allerdings wehrscheinlich erst seit neuerer Zeit. Sicherlich hat sich diese Tierart erst am Anfang des 20. Jahrhunderts, mit der Entstehung der Stadtrandgebiete, in den Städten niedergelassen. Diese Neuensiedlungen wurden noch verstärkt durch die fortschreitende Mechanisierung der Landwirtschaft und dem gleichzeitigen Rückgang der primären Biotope, das heisst der Waldrandgebiete und des buschigen Wiesenlands.

Die Villensiedlungen mit ihren Parkanlagen und ihren Gärten die kleinen Wohnblocks und in geringerem Masse die Gesamtheit aller Wohnhäuser, sogar einige industrielle Zonen, sind für sie interessante zweitrangige Biotope geworden. Sie finden normalerweise zahlreiche Unterkünfte und eine wenn auch wenig abwechslungsreiche, so doch reichliche Nahrung. In der Tat sind die regelmässig gemähten Rasenflächen ein besonders günstiges Milieu für Regenwürmer und für die Larven von Käfern, Schnetterlingen und Zweiflüglern. Die Gemüsegärten werden oft auch von Nacktschnecken heimgesucht. Ausserdem steigert die Abgrenzung der Besitzungen durch Hecken, Mauern und Zäune, so wie man es oft kleinen Flächen beachtlich. Dieser Umstand erlaubt eine starke Bevölkerungsdichte der Igel. Diese Tierart hat somit in den neuen Vorortgebieten der Städte ein anziehendes Ersatzbiotop gefunden.

Leider bietet diese Umgebung auch viele Gefahren. Das Strassenverkehrsnetz ist dicht und der Verkehr stark, somit ist die Möglichkeit des Überfahrenwerdens sehr gross. Zusätzlich bestehen andere Unfallrisiken: Gruben, Kanalisationen, Schwimmbäder, Wasserbecken bilden ebensoviele tödliche Fallen. Die Umweltverschmutzung ist ebenfalls erheblich: Auspuffgase, Heizungen, Industrie- und Abfallverbrennungsrückstände, willkürlich angewendete Biozide usw. fördert eine zu starke Bevölkerungsdichte der Igel ein erhöhtes Parasitismus.

Sicher, die Bevölkerung der Igel verträgt, wie viele andere Tiere, eine erstaunlich hohe Todesrate. Trotzdem hat der dynamische Effekt einer andauernden Entnahme eine Grenze, die nicht überschritten werden darf. Die jetzige Lage ist stellenweise schon kritisch oder kann es schnell werden.

Die Sterblichkeit durch den Strassenverkehr ist für die Bevölkerung in den meisten Fällen nur eine tragbare zusätzliche Belastung. In einigen Fällen kann sie allerdings katastrophal sein. Dies ist der Fall, wenn eine Überwinterungszone von einer Sommerzone getrennt wurde, oder wenn die Unterteilung der Landschaft durch das Strassenverkehrsnetz zu stark wird.

Das Problem der chemischen Verseuchung ist identisch, das heisst, ab und zu erweist sich die Dosis der chemischen Rückstände als erheblich.

Es wäre denkbar, dass in menschlicher Nähe die natürlichen Feinde der Tierart fehlen. Das ist jedoch nicht der Fall. Der Fuchs, der Dachs oder der Uhu sind nur durch den Hund, die Katze, den Steinmarder oder den unwissenden Mann, der seinen Blätterhaufen verbrennt, ersetzt worden.

Alle wichtigen Todesursachen, wie Strassenverkehr, chemische Rückstände, Feinde, Zerstörung des Biotops und Parasitismus werden direkt und indirekt durch menschliche Tätigkeiten verursacht.

Wenn der Igel, eine noch zahlreich vertretene Art mit bemerkenswerter Anpassungsfähigkeit, aus einer Gegend verschwindet, so ist dies offensichtlich ein Zeichen einer ökologischen Katastrophe oder eines ökologischen Misstandes. Man soll nicht versuchen, die Tierart zu retten, sondern das Milieu, in dem sie lebt. Der Igel muss als Zeichen einer noch genügend gesunden und vielfältigen Umwelt betrachtet werden. Es muss natürlich alles unternommen werden, um diese Umwelt so zu erhalten.

Mehrere Probleme bleiben noch zu lösen. Das sind insbesondere die reelle Giftigkeit von einigen chemischen Produkten und die Überlebenschancen einer Bevölkerung mit gegebener Verkehrsdichte in einem bestimmten Gebiet. Diese Angaben, sicher sehr brauchbar, hätten eine Ermittlung verlangt, die den Rahmen dieser Arbeit überschreiten. Sie sind unnötig, um die Dringlichkeit einer Lage zu bestimmen. Die Überwachung bekannter Bevölkerungen oder fortgesetzte Sammlung der toten Tiere auf einem bestimmten Gebiet erlaubt die Wahrnehmung von Schwankungen der Tieranzahl und eines lokalen Bevölkerungsrückganges.

Die in diesem Bericht zusammengetragenen Beobachtungen erlauben einige Ratschläge für die Erhaltung dieser Tierart. Diese betreffen ebenso die Erhaltung der günstigen Gebiete, den Schutz der Wechsel, sowie den Kampf gegen die allgemeine Zersetzung der Umwelt. Der Igel ist das zentrale Thema, man muss jedoch zugeben, dass diese Prinzipien für die ganze Tierwelt, die mit städtischen und landwirtschaftlichen Gebieten verbunden ist, gültig sind.

A N W E N D U N G Z U M S C H U T Z

D I E S E R T I E R A R T

1. GESETZLICHER SCHUTZ

Verschiedene eidgenössische und kantonale Gesetze schützen den Igel und seine Biotope.

Auf Bundesebene schützen sie zwei Gesetze mit ihren Anordnungen zur Durchführung direkt. Es handelt sich um :

- Bundesgesetz vom 10. Juni 1925 über Jagd- und Vogelschutz, ebenso seine Anordnungen vom 7. Juni 1971.
- Bundesgesetz vom 1. Juli 1966 über Natur- und Landschaftsschutz, ebenso seine Anordnungen vom 27. Dezember 1966.

Dies sind Rahmengesetze für alle kantonalen Verfügungen über Tierschutz, Jagd und Fischerei. Das bedeutet, das kein Kanton die Macht hat Tierschutzgesetze in seinem Gebiet aufzuheben. Darüberhinaus erlaubt das Bundesgesetz vom 1. Januar 1980 über Raumplanung, (vorher federale Verfügung vom 17. März 1972) durch Planungsmaßnahmen Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen, das heisst, der Luft, des Wassers, des Bodens, des Waldes und der Landschaft.

Auf kantonaler Ebene ist der Tierschutz also allgemein, aber schliesslich wird die kantonale, hauptsächlich aber die Raumplanung auf Gemeindeebene die gesetzliche Grundlage des Umweltschutzes darstellen. Bei ihnen wird die indirekte Erhaltung der Tierarten liegen.

Zusammenfassend kann man theoretisch den Schutz der Tierarten als gesichert betrachten. In der Praxis wird jedoch nur desjenige strafbar, der weiss dass er ein gesetz übertritt und der davon profitiert. Somit kann ein wirklich wirksamer Schutz des Biotops und der Wechsel nur erfolgen, wenn sie klar und deutlich definiert sind und durch ein Bestandesverzeichnis oder durch geschützte Sektoren (zu schützende Zonen) im Zonenplan eingeschlossen sind.

Störung oder Verschmutzung des Biotops durch menschliche Tätigkeiten ist mehr eine ethische Frage als die der Gesetzgebung.

Die unter Schutz Stellung eines interessanten Gebiets wird allgemein als Beschränkung des individuellen oder kollektiven Besitzes empfunden und deswegen werden strikte Überwachungs- oder Kontrollmassnahmen schlecht akzeptiert. Man muss also darauf achten, dass dieser Schutz als Massnahme zur Erhaltung der gesamten Pflanzen- und Tierwelt begieffen wird.

Der Igel ist ein interessanter Fall da es sich um eine gewöhnliche, sicher sehr populäre, Tierart handelt, für die sehr strenge Schutzmassnahmen momentan noch nicht nötig sind. Eher sollte diese Tierart als Qualitätsmesser der Umwelt angesehen werden. Es handelt sich hier nicht um einen guten "Bioindikator", da er allesfressend und allgegenwärtig ist, jedoch um eine bezeichnende Tierart für ein vielfältiges anthropogenes Milieu, wo ein Austausch möglich ist. Das setzt voraus, dass nachfolgende Punkte respektiert werden müssen :

- Eine vielfältige Umwelt mit zahlreichen natürlichen Vegetationszufluchtsorten.
- Grösstmögliche Durchlässigkeit zwischen den Landstücken mit geschützten "Wechseln" falls ein Künstlicher Einschnitt (Strassen, Kanäle, Gräben, Mauern, Abzäunungen usw.) die Landschaft begrenzt.
- Beschränkung der Umweltverschmutzung.

2. SCHUTZ DER BIOTOPE

Der Igel ist wenig anspruchsvoll, da er eine erstaunliche Anpassungsfähigkeit besitzt. Unter 1200 Metern bevölkert er praktisch sämtliche Erdbereiche. Über 1200 Meter Höhe bleibt er strikt an menschliche Siedlungen gebunden.

Sein optimales ursprüngliches Biotop ist ein offenes Gelände aus buschigem Wiesenland und Waldrändern. Seit Beginn der Landwirtschaftlichen Zivilisationort seit dem Anfang des Industriezeitalters hat er ein sehr günstiges sekundäres Biotop in den ländlichen Gebieten gefunden. Die Vervielfältigung der bebauten Parzellen, mit Weiden- und Wiesenland abwechselnd, der aus Hecken oder Mauern bestehenden Abgrenzungen, hat die Entwicklung einer grossen Bevölkerung gefördert.

Heutzutage, auf Grund der Mechanisierung, der Rationalisierung und der massiven Anwendung von Bioziden in der Landwirtschaft verlässt der Igel in steigendem Masse das Land, um sich in den Städten anzusiedeln. Man erhält so zwei stark von ihnen bevölkerte Gebiete mit ganz besonderem Einfluss auf die Bevölkerung, was sich auf folgende Art darstellen lässt.

Natürliches und landwirtschaftliches Milieu

Charakteristik

Milieu vielfältig, ausgeglichen, wenig abgeschlossen, reich an Ecotons, wenig verschmutzt

Leichtigkeit des Austausches

wenig umherziehen nötig

Dynamik der Bevölkerung

schwache Konzentration der Bevölkerung, gute Fortpflanzung, begrenzte Todesfälle durch natürliche Feinde

Städtisches Milieu

Charakteristik

Milieu banal, unausgeglichen sehr abgeschlossen, sehr reich an Ecotons und oft verschmutzt

Leichtigkeit des Austausches

viel umherziehen erforderlich (Wanderungen, Treffpunkte, individuelle Kontakte)

Dynamik der Bevölkerung

starke Bevölkerungskonzentration, hohe Todesrate durch Unfälle, Verschmutzung und Parasiten.

Da die natürlichen Milieus und die traditionellen Ländlichen Gegenden selten werden, verschwinden die zu spezialisierten Arten. Ohne banal zu sein, gehört der Igel zu den anspruchslosen Rassen. Er kann sich in der Umwandlung begriffenen Zonen erhalten, wenn man ihm einen Ausgleich, in Form von regelmässig in der Landschaft verteilten Zufluchtsorten, anbietet. Seine Anforderungen sind bescheiden. Es genügt ihm, folgendes zu finden :

- Unterkünfte für den Tag und für den Winter, wie Baumstümpfe, Steinhaufen oder Büsche.
- Jagdgebiete, wie Wiesen und Büsche.

Jeder ausgewachsene Igel besetzt trotzdem ein ziemlich weites Gebiet (3 bis 10 Hektare). Schutz einer kleinen Bevölkerung kommt daher nur für Flächen von mehreren Quadratkilometern in Frage. In unseren Regionen sind die besiedelten Flächen meistens kleiner. Sie lassen das Bestehen von Verbindungen zwischen den verschiedenen Parzellen vermuten. Im städtischen Gebiet ist die Zerstückelung der von den Igeln nutzbaren Flächen so, dass jedes Individuum mehrere Parzellen besetzt, soweit diese miteinander verbunden sind.

Unter den für den Igel günstigen natürlichen Zonen findet man nach Bedeutung geordnet :

- Alles natürliche buschige, von Hecken oder Waldrand umgebene Wiesenland (trockene und feuchte Wiesen).
- Sparsam bewachsener Laubwald, reich an Unterholz, wie Eichenwald, buschiger Eichenwald und verschiedene feuchte Wälder.
- Ländliche Gebiete, reich an Wiesen, Weiden und Obstgärten, Hecken und Mauern unterteilt.

Schutz dieser Tierart im städtischen Gebiet stellt ganz andere Probleme (siehe Seite 207. Schutz der Igel im Städt. Gebiet): Die Todesrate ist, auf Grund von vielen Unfällen und eines starken Parasitismus, erheblich.

Sowie in landwirtschaftlichen Gebieten als auch in den Ansiedlungen hält die systematische Erhaltung von Vegetationsinseln, wie begraste Wegränder, von strauchern bewachsene Böschungen und Hecken, einige Tiere zurück. Es muss allerdings darauf geachtet werden, dass diese Landschaftselemente in Verbindung stehen.

Da die meisten herumziehenden Tiere ähnlich wie die Igel reagieren, kann ernstlich die Anpflanzung und Erhaltung von Hecken, bewachsenen Flussläufen und anderen Elementen der natürlichen Vegetation gefördert werden, da sie Fortbewegung ohne Gefahr erlauben. Die Uferböschungen von Flussläufen, Abhänge, Böschungen der Bahnlinien oder der Autobahnen können leicht als Fortbewegungswege und als Zufluchtsorte für die Tierwelt, durch Erhaltung eines Minimums der natürlichen Vegetation in Verbindung mit anderen günstigen Elementen der Landschaft, eingerichtet werden.

So zeigt das Studium der gesamten Tierwelt, dass die Wasserläufe mit ihren natürlichen Ufern Austauschwege und bevorzugte Unterschlupfe sind. In dieser Hinsicht verdient die Gesamtheit des natürlichen Wassernetzes einen absoluten Schutz.

Die Pflege solcher Milieus sollte auf das strikte Minimum beschränkt bleiben. Das Verbrennen trockener Blätter, und das periodische Mähen sind Irrtümer, da dies die Nester zerstört. Steinhaufen und am Feldrand angehäufte Baumstümpfe bedeuten allerdings ausgezeichneten Schutz der gesamten Tierwelt.

3. SCHUTZ DES IGELS IM STADTGEBIET

Die Igel sind zahlreich in den Städten. Die Randgebiete mit den vielen Einfamilienhäusern, ihren Gärten und ihren Parkanlagen sind aussergewöhnlich anziehend, da sie reich an Nahrungsquellen und Unterschlupfen sind und eine hohe Bevölkerungsdichte fördern.

Leider ist die Todesrate auf Grund von Überbevölkerung und vielen Unfallrisiken sehr hoch. Der Stress der Überbevölkerung ruft eine Superaktivität in der Fortbewegung hervor, und bemüht ein grösseres Unfallrisiko. Der Parasitismus ist ebenfalls viel höher als anderswo, da die Übertragung und Anstreckung durch eine grosse Anzahl Tiere und durch die sich schnell vermehrenden Zwischenwirte wie Nacktschnecken, gefördert wird.

Diese Lage kann allerdings durch einige Vorsichtsmassnahmen oder durch etwas Rücksichtnahme gegenüber den von uns angezogenen Tieren verbessert werden. Der Amateurgärtner findet im Igel einen wertvollen Verbündeten, da dieser eine grosse Anzahl von Insekten und Nacktschnecken die den Gartenbau stören, vernichtet.

Für die Zurückhaltung einiger Igel in seinem Garten, kann man folgende Ratschläge geben :

- Ein Garten soll nie vollständig abgeschlossen sein, Igel müssen frei auf einer Fläche von mehreren Hektaren herumstreifen können.
- Gruppen und Hecken aus Büschen, Blattkompost und Heuhaufen machen einen Garten einladend. Die Igel bauen dort ihre Nester.
- Ein künstlicher Unterschlupf kann sie zum Niederlassen reizen. Eine Kiste voll getrockneten Grases, verkehrt herum unter einem Busch aufgestellt, oder eine in einem Steinhaufen eingerichtete Höhle passt ihnen sehr gut. Der Unterschlupf soll schattig sein, da sie Hitze schlecht vertragen.
- Umzäunungen oder Mauern ohne Lücken sollten als Abtrennung von anderen Besitzungen vermieden werden. Allerdings ist, wenn der Garten neben einer Strasse liegt, eine Absperrung ohne Öffnung angebracht. Ein Raum von 5-6 cm unter einer Abzäunung genügt vollkommen, um den Igel durchzulassen.
- Eine Allee aus Kies soll vermieden werden, wenn sie der einzige Zugang zum Besitztum ist. Andererseits ist sie zu empfehlen, wenn sie auf eine stark benutzte Strasse führt und andere Zugänge vorhanden sind. Tatsächlich benützt sie der Igel nur selten und nur wenn er dazu gezwungen ist.

- Einen oder mehrere Igel in Gefangenschaft in einem eingezäunten Grundstück oder Garten festzuhalten ist ein Fehler, da der nötige Lebensbereich viel grösser ist. Meistens laufen sie trotzdem fort oder ein tragendes Weibchen tötet seine Artgenossen.
- Schwimmbecken sowie sämtliche Gräben sind häufige Todesfallen. Ein am Rande befestigtes Brett mit Unebenheiten erlaubt ihnen, lebend herauszukommen.
- Der traditionelle Teller mit Milch, welchen sie heiss lieben, ist das sicherste Mittel, Durchfall hervorzurufen. Wasser ist zu bevorzugen und sie trinken sowieso sehr wenig.
- Der Perfektionismus des Amateurgärtners, welcher bestrebt ist, schönes Gemüse und schöne Zierpflanzen durch Biozide in einem "keimfreien" Garten zu erhalten, sollte bekämpft werden. Die weite Verbreitung von Schneckenvertilgungsmitteln auf Metaldehyde Basis, bedeutet eine starke Vergiftungsgefahr für die Igel und viele andere Tiere. Auf dem Markt befinden sich andere Mittel, die wirklich gefahrlos sind. Im biologischen Gartenbau kann auf die Anwendung der meisten chemischen Mittel ganz verzichtet werden. Diese natürlichen Gärten sind mit ihren Mischkulturen vielseitiger und ausgeglichener und daher zu unterstützen, sie fördern und erhalten die Gemeinschaft zwischen Tier und Mensch und damit letztlich die menschliche Gesundheit.

Die Vermehrung der "Igelstationen", wie man sie in der Deutschschweiz beobachtet, kann eine heilsame Wirkung auf die Bevölkerung der Igel ausüben, wenn sie von einer Information des Publikums über Schutzmassnahmen in der Natur und in Gärten und über ein besseres Verständnis der Biologie der Tierart, begleitet wird. Sie nützt gar nichts, wenn man nur eine Entartung der Igel erreicht, um aus ihnen Haustiere zu machen.

4. SCHUTZ AM STRASSEN RAND

Die Igelbevölkerung unternimmt viele Wanderungen die durch physiologische, ethologische, meteorologische und topografische Faktoren bestimmt werden. Die natürliche Umwelt, gründlich vom Menschen in unseren Regionen umgewandelt, ist selten dazu angetan, die lebensnotwendigen Wanderungen zu schützen. Strassen und andere Bauelemente begrenzen die Bevölkerungsanzahl, einestells durch Abschluss der Landschaft, andererseits durch unnötige Massaker.

Vernünftige Anlagen von Landschaftselementen, wie Hecken, könnten sie im Gegenteil vom Strassenverkehr abhalten oder geschützten Durchgängen zuführen. Da die meisten herumziehenden Tiere in der gleichen Weise wie die Igel reagieren, kann ernstlich die Anpflanzung und Erhaltung des Netzes von Hecken, bewachsenen Flussläufen und anderen Elementen der natürlichen Vegetation, gefördert werden, da sie Fortbewegung ohne Gefahr gewährleisten.

Sämtliche Konstruktionsprojekte, Zonenpläne oder Flurbereinigungen der Parzellenstücke sollten diese Elemente berücksichtigen.

Die Uferböschungen von Flussläufen, Abhänge, Böschungen der Bahnlinien oder der Autobahnen können leicht als Fortbewegungswege und als Zufluchtsorte für die Tierwelt durch Erhaltung eines Minimums der natürlichen Buschvegetation in Verbindung mit anderen günstigen Elementen der Landschaft der Region, eingerichtet werden.

Daher sollte der Schutz des Igels am Strassenrand zuerst mit einer lokalen Landschaftsplanung beginnen. Auf jeden Fall muss, falls sich Schutzmassnahmen als nötig erweisen, darauf geachtet werden, dass das für die Tierart günstige Milieu auf beiden Seiten der Strasse in kürzerer oder längerer Zeit nicht verschwinden wird.

Diese Schutzmassnahmen werden aus zwei sich ergänzenden Teilen bestehen : einem Hindernis zum Betreten der Fahrbahn und einem geschützten Weg, der hinüberführt.

Langwierige Beobachtungen von vielen Schutzeinrichtungen, längs den Autobahnen und kantonalen Strassen erlauben die nötigen Merkmale für eine optimale Wirksamkeit zu bestimmen.

4.1. SCHUTZENDE HINDERNISSE

Verschiedene Hindernisse halten die Igel davon ab, die Fahrbahn zu betreten.

Als ausgezeichnete Kletterer übersteigt der Igel leicht jede Abzäunung aus Drahtgeflecht. Die einzigen Möglichkeiten, sie zurückzuhalten, sind folgende :

- Eine mehr als 50 cm hohe glatte Wand.
- Ein Gitter aus vertikalen Stäben mit weniger als 5 cm Abstand.
- Ein etwa 70 cm hohes Drahtgeflecht mit einem Vorsprung von 10 cm am oberen Teil der Abzäunung, der Strasse entgegengesetzt.

Wie jedes auf ein Hindernis stossendes Tier, sucht der Igel die geringste Anstrengung. Er wird zuerst an der Abzäunung entlangtrotten und versuchen, sie zu umgehen, danach untendurch zu gelangen, bevor er klettert. Es muss darauf geachtet werden, dass die Abzäunung gut auf dem Boden festgemacht oder eingegraben ist, damit sie wirksam ist.

In der Schweiz sind Absperrungen der Autobahnen obligatorisch. Verschiedene Typen von Abzäunungen werden jenach geographischer Situation und Art der durchlaufenen Zone befürwortet. Keine ist wirklich wirksam, da die Tiere entweder hinüber oder untendurchgelangen.

Die Abzäunung vom städtischen Typ, aus einem Drahtgeflecht von 5 x 5 cm Maschenweite bestehend, könnte in den Sektoren, welche reich an Igel sind, angewendet werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt werden.

- Die Maschenweite müsste auf 3-4 cm reduziert werden.
- Der untere Teil der Abzäunung müsste eingegraben werden.

Die Abzäunungen vom Typ "Land", "Ursus" und "Wild" (Normen VSS 640693) sind allerdings unbrauchbar. Alle diese bestehen aus waagrechten Drähten mit mehr oder weniger grossen Zwischenräumen, in regelmässigen Abständen von senkrechten Drähten zusammengehalten. Im besten Falle betragen die Zwischenräume zwischen den waagrechten Drähten 5 cm. Diese Art wird auf dem Lande oder im Walde benutzt.

In den an Kleintieren reichhaltigen Sektoren ist es notwendig, sie durch ein 50-60 cm hohes Drahtgitterband mit kleinen Maschen und eingegrabener Basis zu ergänzen.

Bei sämtlichen benutzten Abzäunungsarten muss regelmässig der Zustand kontrolliert werden. Meistens stellt man bald nach dem Aufstellen eine Erdsenkung fest, eine ziemlich grosse Lücke zwischen dem Boden und der Abzäunung lassend. Es ist dann nötig, die so entstandenen Löcher zu schliessen.

Danach ist die Korrosion des Abzäunung, zum grössten Teil durch Streusalz hervorgerufen, das grösste Problem. Ein feines Drahtgitter ist normalerweise nach 3-4 Wintern unbrauchbar geworden. Erstellung einer Mauer oder das Setzen von Betonbrettern von 50 cm Höhe sind ausgezeichnete Lösungen. Sie sind natürlich kostspieliger.

Die Anlage einer Schutzabzäunung bedeutet nicht unbedingt die beste Lösung.

Falls der Fahrzeugverkehr bedeutend ist und die meisten Tiere auf der Fahrbahn getötet werden, ist die Abzäunung sicher eine Notwendigkeit. Man muss sich allerdings bewusst sein, dass eine abgezäunte Strasse eine zusätzliche Absperrung der Umwelt der erdgebundenen Tiere bedeutet.

Diese Einschnitt kann zu einer totalen Isolation einer Population führen. Daher sollte eine Abzäunung immer mit der Errichtung von geschützten Wegen über die Strasse verbunden sein. Wenn dies nicht der Fall ist, ist es besser, dass einige Tiere auf der Strasse umkommen, als dass der Austausch zwischen zwei Teilen einer Population unterbrochen wird. Die Grenze eines tragbaren Verkehrs, wo die Verluste nicht total sind, liegt ungefähr bei 2000 Wagen pro Tag.

4.2. GESCHÜTZTE ÜBERGÄNGE

Beobachtungen ergeben dass für das Überqueren der Fahrbahn ohne Gefahr die meisten höhergelegenen Übergänge wirksam sind. Man kann folgende Arten von Übergängen empfehlen :

- Für die Tiere in den Strassendamm eingelegte Zementrohre von 30 cm und mehr Durchmesser.
- Sämtliche für grosse Tiere, Fussgänger, Vieh und Landmaschinen angelegte Durch- und Übergänge.
- Gewölbe für Wasserläufe, falls sie für tiefen und hohen Wasserstand vorgesehen sind. Die bestehenden Gewölbe können ausserdem durch Anlage eines Zwischenbodens vervollständigt werden.

4.3. GÜNSTIGE STELLEN FÜR SCHUTZEINRICHTUNGEN

Die günstigen Stellen für die Schutzeinrichtungen sind oft schwer auf den ersten Blick zu erkennen.

Obwohl die Wanderungen der Tiere nicht zufällig geschehen, bestehen oft eine Menge von Möglichkeiten. Nur längere Beobachtungen über mehrere Jahreszeiten hinweg in einem bestimmten Gebiet erlauben, den am meisten benutzten Weg zu bestimmen.

Es besteht einige Arten von Situationen, wo der Bau einer Strasse unumgehbar eine gefährliche Zone für die Tiere bilden wird. Das sind hauptsächlich folgende :

- Stadtrandgebiete.
- Nähe einer Sumpfbzone oder feuchten Wiesenlandes.
- Am fusse von Abhängen und Waldränder, wenn sich diese über die ganze Länge erstrecken.
- Bewaldete Wasserläufe oder an Hecken entlangführend oder von einer Strasse durchschnitten.

Es handelt sich entweder um Anziehungspunkte, an welchen die Tiere zusammenströmen, oder um notwendige Wege.

Wenn die Gegend arm an natürlichen Zonen oder selbst an Vegetationszonen (in Städten = Grünzonen) ist, sind die kritischen Punkte bedeutend und leicht zu lokalisieren. Umgekehrt in landschaftlichen reichen Gegenden, können die Strassen auf ihrer ganzen Länge sehr gefährlich sein, ohne dass ein kritischer Sektor auftaucht. In unserer Umgebung ist diese Situation höchst selten.

Z U S A M M E N F A S S U N G

BEITRAG ZUR BIOLOGIE DES IGELS (Erinaceus europaeus L.) UND ANWENDUNG ZU SEINEM SCHUTZ

Trotz Bestehen der zahlreichen Forschungsarbeiten sind die allgemeinen Studien über die Ökologie des Igels selten und unvollständig. Die Resultate können nicht unbedingt auf das Schweizer Igelvolk übertragen werden.

Obwohl durch das Gesetz geschützt, gehört diese Tierart zu den häufigsten Strassenverkehrsoffern. Die Verarmung, die allgemeine Verschmutzung der Umwelt und der starke Gebrauch von Bioziden tragen erheblich zu seinem Rückgang bei. Diese Studie versucht die Bedeutung der verschiedenen Todesursachen zu bestimmen. Sie schliesst mit einer Reihe von Ratsschlüssen zum Schutz dieser Tiere.

Die Beobachtungen im Laboratorium und in Abzäunungen haben erlaubt, das Verhalten und den Lebensrythmus der Tiere zu studieren. Die Beobachtung in freier Natur hat aber die wichtigsten Angaben für diese Arbeit geliefert.

Vier, in verschiedenen Gebieten im nördlichen Waadt, lebende Igelvölker wurden beobachtet :

- Eine städtische Zone und ihr Randgebiet von 6,75 km² : Stadt Yverdon, 430 m Höhe, am Rand des Neuenburger Sees.
- Eine landwirtschaftliche Zone von 2 km² : Gemeinde Suscévaz, 440 m Höhe, auf einer angeschwemmten Ebene und einem Hügel.
- Eine natürliche Zone von 14 km² : Gemeinde Cheseaux-Noréaz, 430 bis 470 m Höhe, Seeufer.
- Eine landwirtschaftliche und bewaldete Zone von 0,9 km² : Gemeinde Mauborget, 1000-12000 m Höhe, südlicher Hang des Jura.

Die gefangenen Igel wurden mit Hilfe von fortlaufend nummerierten Zeichen, an einem Bein oder hinter einem Ohr befestigt, und durch bunte flecken auf dem Rücken identifiziert.

36 Tieren folgte man durch "radio-tracking" während 3 bis 10 Wochen.

Eine Untersuchung über die Verteilung der Tiere im Kanton Waadt wurde durch Umfragen bei der Bevölkerung und Suchaktionen durchgeführt. Sie wurde durch Aufzeichnungen der auf den Strassen und Autobahnen getöteten Tiere vervollständigt. Endlich wurden 244 tot aufgefundene Igel analysiert, um eventuelle Verletzungen, Krankheiten, Parasiten oder chemische Rückstände aufzuspüren.

RESULTATE

In der Schweiz ist der Igel weit in allen unter 1000 m Höhe gelegenen Gebieten verbreitet. Er ist ebenfalls in den Tälern oder auf den Ebenen zwischen 1000 und 1500 m Höhe (manchmal auch höher) vertreten. In diesen Höhen sind die Völker unbeständig und unterliegen oft Höhenwanderungen. In allen Fällen scheinen sie strikt an menschliche Behausungen gebunden.

Die Veränderung der Landschaft infolge einer intensiven Landwirtschaft und einer wachsenden Verstädterung haben in zunehmendem Masse die primären Biotope des Igels, wie buschreiches Wiesenland, Waldränder oder Hecken, vernichtet. Heute hat diese Art sehr anziehende sekundäre Biotope in den Stadtrandgebieten und in den Ansiedlungen von Wochenendhäusern gefunden.

Die Mannigfaltigkeit seiner Nahrung, welche zum grössten Teil aus der Bodenfauna besteht, hat ihm erlaubt sich den städtischen Gebieten anzupassen, obwohl diese unausgewogen und sehr eintönig sind. Dieses Milieu charakterisiert sich durch starke Vermehrung einiger allgegenwärtiger Arten, wie zum Beispiel Schnecken und Regenwürmer.

Der jahresbedingte Überfluss der vorhandenen Nahrung beeinflusst sein Körpergewicht. Der physiologische Zustand spielt ebenfalls eine wichtige Rolle. So ist die Gewichtszunahme bei den Jungtieren regelmässig bis zum Herbst. Andererseits steigt das Gewicht der ausgewachsenen Weibchen im Frühling schnell an, verringert sich während der Aufzucht der Jungen, um vor der Überwinterung wieder anzusteigen. Endlich, bei den ausgewachsenen Männchen ist die Gewichtsabnahme bis Ende Mai erheblich. Danach nehmen sie regelmässig bis zum Herbst zu.

Obwohl selten spektakulär, scheint das Actogramm der Igel sehr reich. Insbesondere sind die Kontakte zwischen den Einzeltieren ausgeprägt. Sie begründen möglicherweise eine soziale Hierarchie.

Beobachtungen zweier Versammlungsstellen in der Umgebung von Yverdon bestätigen diese Hypothese. Auf diesen "Kampfplätzen" treffen sich regelmässig von April bis Juli 12 bis 15 Igel, d.h. die Gesamtheit der in diesem Sektor lebenden erwachsenen Tiere.

Die Fähigkeit, zum Lager zurückzufinden, scheint bemerkenswert. Die Erfahrung von Leuten, die Tiere im Umkreis von 2-7 km freigelassen haben, erlaubte festzustellen, dass der grösste Teil unter ihnen nach einigen Stunden zum Ausgangspunkte zurückgekehrt waren.

Wie bei vielen Tieren ist die Tätigkeit der Igel eng mit den meteorologischen Bedingungen verbunden. In der Tat verschwinden seine gewöhnlichen Opfer der Bodenmakrofauna bei kaltem oder trockenem Wetter. Diese Zeiten von Nahrungsmangel lösen eine Sommer oder Winterstarre aus. Die Jahresaktivität der Igel wird somit mehr oder weniger lange Unterbrechungen, je nach Jahreszeit, aufweisen. In unseren Breiten ist der Winterschlaf die allgemeine Regel, während Sommerstarren aussergewöhnlich sind.

Die Bilanz der Jahresaktivitäten ist folgende : 87 % werden für die tägliche Ruhe und den Winterschlaf gebraucht. Die Nahrungssuche beansprucht 9 % mit Maxima im Mai und im August. Diese Tätigkeit findet hauptsächlich am Anfang der Nacht statt. Die anderen Beschäftigungen fallen dagegen in die zweite Hälfte der Nacht. Die dieser Tierart eigenen Kontakte betragen ungefähr 3 % der Zeit, während Erforschung, Wanderungen und Nestbau weniger als 1 % ausmachen.

Wanderungen sind während mehreren Perioden im Jahr beachtlich. Sie können sich über einige Hundert Meter oder mehrere Kilometer pro Nacht erstrecken. Hauptsächlich im Frühling ist die Unruhe am grössten. Erschliessung neuer Jagdgebiete, Errichtung der sozialen Ordnung und die Brunst bedingen Wanderungen über kurze und lange Strecken auf.

Auf den Strassen findet man während der ganzen schönen Jahreszeit überfahrene Igel, das Maximum liegt jedoch zwischen Mitte März und Ende April. Die ausgewachsenen Männchen sind die zahlreichsten und frühesten Opfer. Sie werden hauptsächlich im April, Hauptperiode der Brunstzeit, getötet. Die ausgewachsenen Weibchen, weniger zahlreich, werden ebenfalls im April, wenn sie günstiges Jagdgebiet suchen, getötet, dann Ende Mai und hauptsächlich im Juli, kurz bevor sie werfen. Überfahrene Jungtiere kann man regelmässig von Mitte März bis Anfang Mai beobachten. Letztlich werden viele Jungen Mitte Juni bis Ende September getötet, wenn sie die Familiengruppe verlassen.

Die räumliche Organisation einer Igelbevölkerung kann schwer aufgezeigt werden. Die Fortpflanzungsfähigen Tiere, hauptsächlich die Weibchen, verweilen in einem festgesetzten Gebiet, aus dem sie Eindringlinge vertreiben. Einige herrschende Männchen richten möglicherweise Gruppengebiete ein, auf denen mehrere fortpflanzungsfähige Weibchen leben. Der lebensnotwendige Bereich oder das den Umständen entsprechende Gebiet kann sich über 3 bis 10 Hektare ausdehnen, was von der Vielfältigkeit des Milieus abhängt.

Mann kann verschiedene Arten von Wanderungen nach Häufigkeit und Weite unterscheiden. Die Jagdwanderungen werden in jeder günstigen Nacht in den einzelnen Lebensbereichen vorgenommen. Das Tier kann zwischen 680 und 2400 m bei seiner Nahrungssuche durchlaufen. Die Forschungswanderungen beschränken sich hauptsächlich auf die Jungen und die Subadulten. Sie sind periodisch oder während einiger Monate fortlaufend. Das Tier kann bis 1540 m ausserhalb seines gewohnten Gebietes pro Nacht bewältigen. Wanderungen mit sozialem Ziel gehören zu den Eigenheiten der niedergelassenen Erwachsenen. Mehrere Male während der Fortpflanzungsperiode werden diese ihren Lebensbereich verlassen, um ihre mehr oder weniger entfernten Gleichgestellten zu treffen. Zum Beispiel hat 1976 ein Männchen mindestens 5 Mal innerhalb von 3 Monaten eine Strecke von etwa 3200 m durchlaufen, um Weibchen zu treffen. Umsiedlungen von den Überwinterungen zu den Sommerplätzen scheinen in den von Menschen umgewandelten Gebieten, wie städtische und landwirtschaftliche Zonen, die Regel zu sein. Es ist wahrscheinlich ebenso in den Bergen über 1000 m Höhe, wo es sich dann um Höhenumsiedlungen

handelt. Bei der Gesamtheit dieser Wanderungen bleibt der Weg nicht dem Zufall überlassen. Man stellt tatsächlich fest, dass einige Landschaftselemente als Leitfaden sehr gesucht sind. In der Regel bewegen sich die Igel immer wenn sie die Möglichkeit haben, auf "Ecotones" fort. Unter ihnen befinden sich nach Bevorzugung geordnet : Hecken, Waldränder, Wasserläufe und Abhänge.

Die sexuelle Reife der Igel ist am Ende des ersten Jahres erreicht. Die Fortpflanzung der Weibchen wäre also schon in dem der Geburt folgenden Frühling möglich. Trotzdem ist dieser Fall in der Natur ungewöhnlich. Tatsächlich vermehren sich die jungen Weibchen eher im Sommer sogar selbst im Frühling des nächsten Jahres.

Die Geburten sind von Mai bis Oktober, mit Maxima im Juni und September, verteilt. Beobachtungen von 20 Geburten zeigen einen Erfolg von 3, 4 Jungen beim Verlassen des Nestes. Zwei Würfe pro Jahr sind möglich, doch handelt es sich dann entweder um Ersatz oder um zweite Würfe die zum Scheitern verurteilt sind. In der Tat, der durch 2 Würfe pro Jahr hervorgerufene Energieverbrauch ist in unseren Breiten wahrscheinlich zu hoch, um dem Weibchen eine normale Überwinterung zu erlauben.

Die Todesrisiken sind zahlreich. Durch Analyse von 244 verendeten Igel wurden folgende Ursachen festgestellt : chemische Vergiftung, Strassenverkehr, Parasitenbefall, Erschöpfung, natürliche Feinde und verschiedene andere Gründe.

Bei den durch chemische Vergiftung hervorgerufenen Fällen sind die Schneckenvertilgungsmittel auf der Basis von Metaldehyden vielleicht die gefährlichsten der Biozide für den Igel.

Der Parasitenbefall ist ebenfalls beunruhigend, da er ständig zunimmt. Er scheint mit der chemischen Verseuchung der Umwelt zusammenzuhängen. Die Nematoden, wie *Crenosoma striatum* und *Capillaria sp.* fallen unter die gefährlichsten der Parasiten.

Unter natürlichen Bedingungen liegt die höchste Lebensdauer bei 7 Jahren, trotzdem beträgt die Lebenserwartung eines 1 Jahr alten Igels nur 1,7 Jahre. Die Erneuerung der Bevölkerung erfolgt ungefähr innerhalb von 6,6 Jahren.

Die Bevölkerungsanzahl unterliegt grossen Schwankungen, die möglicherweise zyklisch bedingt sind, die Höchstwerte erscheinen alle 4-5 Jahre.

Die Bevölkerungsdichte ist in den betroffenen Gebieten aussergewöhnlich verschieden. Folgende Resultate wurden erhalten.

- kleines städt. Gebiet	50 bis 100 Igel pro 100 ha.
- grosses städt. Gebiet	23 - 25
- extensive landwirtschaftliche Zone	27 - 34
- intensive landwirtschaftliche Zone	5 - 7
- Sumpfgebiet	6 - 9
- Waldgebiet (Laubwald)	2 - 5

Wir folgern daraus, dass auf Grund seiner ausgezeichneten Anpassungsfähigkeit der Igel die Veränderungen des natürlichen Milieus vertragen und oft sogar auszunutzen verstanden hat, um die landwirtschaftlichen Gebiete und schliesslich die Städte zu besiedeln.

Zur Zeit verschlechtert sich die Situation, da die natürlichen Biotope selten werden, die landwirtschaftlichen Zonen in zunehmenden Masse in biologische Wüsten umgewandelt sind und die Ansiedlungen immer verschmutzter werden. Ausserdem steigt der Parasitenbefall in letzteren auf Grund der starken Bevölkerungsdichte ständig an.

Folglich wird die situation stellenweise kritisch, obwohl die Igel eine hohe Todesrate vertragen. In den meisten Gegenden stellen die Verkehrsoffer nur einen zusätzlichen, jedoch tragbaren Sterblichkeits dar. Währenddessen muss man den Strassenverkehr, die chemische Verschmutzung der Umwelt, die natürlichen Feinde, die Zerstörung der Biotope und das Parasitentum als Todesursachen betrachten, die direkt oder indirekt den menschlichen Aktivitäten zuzuschreiben sind. Wenn, man dieses nicht beachtet, besteht die Gefahr, dass die kritische Stufe schnellstens erreicht werden wird. Man muss den Igel als Zeichen einer noch heilen und vielfältigen Umwelt betrachten und alles tun, um sie zu erhalten.

Durch die in diesem Bericht aufgeführten Beobachtungen ergeben sich Hinweise zur Förderung des gesetzlichen Schutzes dieser Tierart in seinem natürlichen Milieu, in städtischen Gebieten und den Strassen entlang.

REMERCIEMENTS

Cette étude n'aurait pas pu être réalisée sans l'aide précieuse, les encouragements et les conseils que m'ont généreusement prodigués de nombreuses personnes.

A Monsieur le Professeur C. Mermod qui a dirigé mes travaux, je tiens à dire toute ma gratitude. Il m'a fait profiter de son expérience, m'a aidé à structurer mon travail et n'a pas épargné sa peine pour corriger les manuscrits.

A Monsieur le Professeur A. Aeschlimann, Directeur de l'Institut de zoologie de l'Université de Neuchâtel, qui a mis à ma disposition le matériel de l'institut et m'a vivement encouragé dans mon travail, je souhaite exprimer ma profonde gratitude.

A mon ami S. Müller, ingénieur en génie civil préoccupé par la protection de la faune le long des routes, je tiens également à faire connaître toute ma reconnaissance. Non seulement il a été l'initiateur de cette étude, mais, de plus, il s'est chargé de réunir et de gérer les fonds nécessaires à cette recherche. Enfin il a accepté de faire partie du jury de soutenance.

A Messieurs les Professeurs V. Matthey et P. Vogel qui m'ont généreusement ouvert les portes de leur Institut à Neuchâtel et à Lausanne, pour discuter de mes problèmes et me conseiller, et qui ont également accepté de faire partie du jury de soutenance, je tiens à exprimer mes remerciements les plus sincères.

Ma reconnaissance va également à de nombreuses personnes qui ont collaboré à cette étude :

A Monsieur le Dr. P. Goeldlin, directeur du Musée zoologique de Lausanne qui a dirigé par ses conseils et son expérience l'élaboration de la recherche sur les résidus chimiques.

A Monsieur le Dr. H. Bürgisser, directeur de l'Institut Galli Valerio à Lausanne et à son personnel qui ont analysé gratuitement une grande partie des animaux morts.

A Messieurs les Dr. P. Beaud et A. Etournand, chimistes au Laboratoire cantonal de Lausanne, qui m'ont conseillé et qui ont accepté d'effectuer la totalité des analyses chimiques à des conditions avantageuses.

A Madame la Dr. E. Von Saar, responsable des projets de recherche du WWF, qui a efficacement participé à mon travail en se chargeant de nombreux contacts à l'étranger et en dirigeant la recherche sur les pesticides.

A Madame J. Moret de l'Institut de mathématique qui s'est chargée de l'analyse statistique de mes données chiffrées.

A Mesdames L. Rameseyer de Zürich, E. Heller de Winterthur et à Monsieur F. Kunz de Bâle, qui ont bien voulu m'envoyer tous les hérissons morts qu'ils recevaient dans leur "Igelstation" et qui m'ont fait profiter de leurs observations et de leurs connaissances pratiques.

A tous mes amis, naturalistes ou non, qui se sont intéressés à mon travail, qui m'ont parfois accompagné dans mes tournées nocturnes d'observation et qui m'ont soutenu par d'enrichissantes discussions.

L'ensemble de cette recherche a été financée par les organismes suivants : La division Protection de la nature et du paysage de l'Office fédéral des forêts, cantons d'Argovie, de Bâle-Campagne, de Genève, des Grisons, de Lucerne, de Soleure, de Vaud et de Zürich, la Ligue Suisse pour la Protection de la Nature, le World Wildlife Fund Suisse, la Société Vaudoise pour la Protection des Animaux, la firme Meyer & Cie. Je les en remercie vivement.

Enfin, mon travail a été grandement facilité par la sollicitude et le réconfort constant de ma famille qui pendant de très nombreuses nuits a supporté la vie rendue fantaisiste par les impératifs du travail de terrain. Je pense plus particulièrement à ma femme qui m'a si souvent remplacé dans mes tâches familiales, qui, de plus s'est chargée de la correction de ma thèse et qui m'a aidé à améliorer la forme.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLANSON M., 1934. Seasonal variation in the reproductive organs of the male hedgehog. *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, 223: 277-303.
- ALLANSON M. & DEANESLY R., 1934. The reaction of anoestrus hedgehogs to experimental conditions. *Proc. Roy. Soc. London*, (B) 223: 277-303.
- ANONYME, 1978. Critères d'hygiène de l'environnement 2: Polychlorobiphényles et polychloroterphényles. OMS, Genève.
- ANONYME, 1979. Sperm density tied to toxic substances level. *Chemical & Engineering News* 57: 34-35.
- AULERICH R.J. & RINGER R.K., 1977. Current status of PCB toxicity to mink, and effect on their reproduction. *Arch. of Env. Cont. & Toxicology* 6: 279-292.
- AXEL H.E., 1956. Predation and Protection at Dungeness bird reserve. *Brit. Birds* 49: 193-212.
- BARRETT-HAMILTON G.E.H., 1911. History of british mammals. London. GURNEY & JACKSON.
- BARSOITI D.A., MARLAR R.J. & ALLEN J.R., 1976. Reproductive disfunction in Rhesus Monkeys exposed to low levels of Polychlorinated biphenyls (Aroclor 1248). *FOOD & Cosmetic Toxicology*, 14: 99-103.
- BOVET J., 1960. Experimentelle Untersuchungen über das Heimfindervermögen von Mäusen. *Z. Tierpsychol.*, 17: 728-755.
- BREHM A.E., 1877. Die Säugetiere 11. Brehms Tierleben, grosse Ausgabe. 2. Aufgabe Leipzig.
- BRETTUNG H., 1972. Die Bestimmung der Reichswellen bei Igel (Erinaceus europaeus L.). *Z. Säugetiermitt.* 37. (5): 286-311.
- BRINCK P. & LOFQVIST J., 1973. The Hedgehog, *Erinaceus europaeus* and its Flea, *Archeopsylla erinacei*. *Zoon* 1: 97-103.
- BROCKIE R.E., 1957. The Hedgehog population and the Invertebrate Fauna of the West Coast Sand Dunes. *Proc. N.Z. Ecol. Soc.* 5: 27-29.
1959. Observations on the food of the Hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.) in New Zealand. *N.Z.J. Sci.*, 2: 121-136.
1960. Road mortality of the hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.) in New Zealand. *Proc. Zool. Soc. London*. 134: 505-508.
1964. Dental abnormalities in European and New Zealand hedgehogs. *Natur* 202: 1355-1356.
1974. Studies on the hedgehog in New Zealand. Ph. D. Thesis, Victoria University.

- BROCKIE R.E., 1975. Distribution and abundance of the hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.) in New-Zealand. *New-Zealand, J. Zool.* 2 (4) 445-462.
1976. Self-anointing by wild hedgehogs (*Erinaceus europ.*) in New-Zealand. *Anim. Behav.* 24 (1): 68-71.
- BUFFON G.L.L., 1767. *Histoire naturelle générale et particulière*. Vol. 25.
- BURT W.H., 1943. Territoriality and home range concepts as applied to mammals. *J. Mammals*, 24: 346.
- BURT N.M., 1957. Hedgehog self anointing. *Proc. Zool. Soc. London*, 129: 452-543.
1969. *The hedgehog*. Ed. Andre Deutch. London, 111 pages.
- BUYSSON H., 1908. *Le cri du hérisson*. Feuille des jeunes naturalistes p. 37.
- CALAMBAKIDIS J. & al., 1978. Chlorinated hydrocarbon concentrations and the ecology and behaviour of harbor seals in Washington State waters. Report. Stud. Nat. Sc. Foundation. The Evergreen State College, Olympia, Washington, USA.
- CAMPBELL P.A., 1973. The feeding behaviour of the european hedgehog (*Erinaceus europ.*) in a New-Zealand pasture. Thesis. Lincoln College University of Canterbury. 276 p.
1975. Feeding rythmus of caged hedgehog (*Erinaceus europ.*). *Proc. New-Zealand. Ecol. Soc.* 22: 14-18.
- CARLIER E.W. & EWANS C.A.L., 1903. A chemical study of the hibernation of the hedgehog. *Journal Anat. Physiol.* 38: 15-31.
- CASTERET N., 1961. *Les mémoires d'une chauve-souris*. Edit. Lib. Acad. Perrin. 277 p.
- CHAPSKII K.K., 1952. Determination of the age of some mammals by means of the microstructure of their bones. *Jzv. nauch. Inst. P.F. Lesgafta.* 25: 47-67.
- COCHRAN W.W. & LORD R.D., 1963. A radiotracking system for wild animals. *J. Wildl. mgmt.* 27 (1) 9-24.
- CORR H.B., 1951. The palatibility of the eggs of birds: illustrated by experiments on the food preferences of the hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.). *Proc. Zool. Soc. London*, 121: 1-42.
- COURRIER R., 1927. *Etude sur le déterminisme des caractères sexuels secondaires chez quelques mammifères à activité sexuelle périodique*. *Arch. Bio.* 37: 173-334.
- DAJOZ R., 1974. *Dynamique des populations*. Edit. Masson & Cie. 301 p.
- DAVIES J.L., 1957. A hedgehog road mortality index. *Proc. Zool. Soc. London*, 128: 606-608.

- DEANESLY R., 1934. The reproductive processes of certain mammals. VI. The reproductive cycle of the female hedgehog. Phil. Transact. Roy. Soc. London Ser. B. 223: 239-276.
- DIMELOW E.J., 1963 a. The feeding of the hedgehog. Proc. Zool. Soc. London, 141: 291-309.
- 1963 b. The behaviour of the hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.) in the routine life in captivity. Proc. Zool. Soc. London, 141: 281-289.
- EIBL-EIBESFELDT I., 1972. Ethologie-Biologie du comportement. Naturalia et biologia. Edit. scientifiques, Paris. p. 575.
- EISENTRAUT M., 1933. Winterstarre, Winterschlaf und Winterruhe. Mitt. a.d. Zool. Mus. Berlin. 19.
1935. Die Entwicklung der Wärmeregulation beim jungen Igel. Biol. Zentralb. 55: 45-53.
1953. Vergleichende Beobachtungen über das Sichbespucken bei Igeln. Zeitschrift Tierpsych. 10: 50-55.
1956. Der Winterschlaf mit seinen ökologischen und physiologischen Begleiterscheinungen. Jena.
- ESSER J. & REICHHOLF J., 1980. Die Höhe der Igelverluste auf bayerischen Strassen. Akad. Nat. 4. Land. 4: 2-4.
- FAURE A. 1975. Effet des catécholamines d'origine exogène sur le rythme cardiaque de la thermorégulation du hériſson (*Erinaceus europaeus* L.) en hibernation. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. série D 280 (22) 2559-2562.
- FOLK G.E & FOLK M.A. & KREUZER F., 1970. Initial stages of hibernation : is cold acclimatization necessary ? Acta Theriol. 15: 373-380.
- FOURRE A.M. & al., 1974. Etude polygraphique de la veille et du sommeil chez le hériſson (*Erinaceus europaeus* L.). Compt. Rend. Soc. Biol. (Bordeaux) 168 (8-9): 959-964.
- FREY H. & VOGEL P., 1979. Etude de la torpeur chez *Suncus etruscus* (Soricidae. Insectivora) en captivité. Rev. Suisse Zool. 86: 23-36.
- GEISLER M. & GROPP A., 1967. Chromosome polymorphismus in the European Hedgehog (*Erinaceus europaeus*). Nature. 214: 396-397.
- GIROD C. & DUBOIS P. & CURE M., 1965. Identification expérimentale en microscopie optique et en microscopie électronique des cellules à prolactine antéhypophysaire chez le hériſson (*Erinaceus europaeus* L.). C. R. Ac. Sc. Paris, 261, 5660-5663.
- GORANSSON G., KARLSSON J. & LINDGREN A., 1976. Igelkotten und biltrafiken. Fauna und Flora. 1: 1-40.

- GRASSE P.P., 1974. *Traité de zoologie*. Tome 17(11): 1667-1674
Édit. Masson & Cie.
- GREGORY M., 1975. *Observations on vocalisation in the Central African Hedgehog (Erinaceus abbiventris) including a court ship call*. *Mammalia* 39 (1): 1-7.
- GREVE K., 1909. *Säugetiere Kur-Liv-Estlands*. Riga.
- GROEBBELS F., 1926. *Untersuchungen über den Stoffwechsel von Igel und Maulwurf*. *Pflügers Arch.* 213: 407-418.
- GROPP A., CITOLER P. & GEISLER M., 1969. *Karyotypvariation und Heterochromatinstreifenmuster bei Igeln. (Erinaceus und Hemiechinus)*. *Chromosoma* 27: 288-307.
- HAINARD R., 1961. *Mammifères sauvages d'Europe*. Vol. 1 Insectivores-Chéiropt.- Carnivores. Edit. Delachaux et Niestlé p. 320.
- HALTENORTH TH., 1957. *Massenwanderung von Igeln*. Kosmos 53.
- HANSEN L., 1969. *Trafikrøden i danske dyreverden*. *Dansk. Orn. Foren. Tidssk.* 63: 61-92.
- HECK L., 1912. *Die Säugetiere*. I Brehms Tierleben. 4. Aufl. 10. Leipzig und Vienna.
- HEDIGER H., 1953. *Les animaux sauvages en captivité*. Edt. Payot Paris, 236 p.
1957. *Beobachtungen zum Markierungsverhalten einiger Säugetiere*. *Z. Säugetierk.* 22: 57-76.
- HERLANT M., 1932. *Recherches d'histophysiologie génitale chez le hémisson hibernant*. *Arch. Anat. microsc.* 23: 335-362.
- HERTER K., 1932. *Zur Fortpflanzungsbiologie des Igels*. *Z. Säugetierk.* 7: 251-253.
- 1933 a. *Gefangenschaftsbeobachtungen an europäischen Igeln*. *11. z.f. Säugetierkunde* 8: 195-218
- 1933 b. *Gefangenschaftsbeobachtungen an europäischen Igeln (Erinaceus europaeus L.)*. *Zool. Jahrb. Syst.* 65: 65-98.
- 1934 a. *Studien zur Verbreitung der europäischen Igel (Erinaceidae)*. *Arch. Naturgesch. N.F.* 3: 313-382.
- 1934 b. *Über die Verbreitung und das Verhalten europäischer Igel*. *Sitz. Ges. Natur. Freunde Berlin*. 340-344.
- 1934 c. *Körpertemperatur und Aktivität beim Igel*. *Z. Vergl. Physiol.* 20: 511-544.
1938. *Die Biologie der europäischen Igel*. *Zentrb. f. Kleintierk. u. Pelztierk.* 14 (6): 1-22.
1956. *Winterschlaf*. *Handb. Zool.* 8.1. Liefg. T.4. Berlin.

- HERTER K., 1961. Ober Igel von Neuseeland. Zool. Beit. Berl. N.F. 6: 347-376.
1963. Igel. Wittenberg-Lutherstadt Ziemsen Verlag. Die neue Brehm Bücherei no 71. 72 p.
1965. über das Paarungsverhalten der Igel. Stzgh. Gesellsch. Naturforsch. Freunde Berlin, (NF) 5 (2): 57-77.
- HODSON N.L., 1960. A summary of vertebrate road mortality. Bird study. 7: 224-231.
- HOLZ H., 1978. Studien an europäischen Igeln. Z. f. Zool. Syst. u. Evolutionsforschung. 16: 148-165.
- HOO PARIS R. & al., 1975. Evolution du Ca, Na et K plasmatiques au cours de l'hibernation des hérissons, des loirs et des lérots. Com. Rend. Séances Soc. Biol., 169 (4): 946-953.
- ISENBUGEL E., 1976. Untersuchung, Haltung und Fütterung des Igels. Der Prakt. Tierarzt (Coll. vet.) 21-27.
- JEFFERIES D.J. & PENDLEBURY J.B., 1968. Population fluctuations of Stoats Waesels and Hedgehogs in recent years. J. Zool. London 156: 513-517.
- JUILLARD M., PRAZ J.-C., ETOURNAUD A. & BEAUD P., 1978. Données sur la contamination des rapaces de Suisse romande et de leurs oeufs par les biocides organochlorés, les PCB et les métaux lourds. Nos Oiseaux 34: 189-206.
- KALABUKHOV N.J., 1928. Über die Nahrung des Igels im Nord-Kaukasus und in der Ukraine. Mitt. Nordkaukas. Pflanzenschutzstation, Rostowa Don 4: 62-68.
- KNIGHT M., 1953. Hedgehogs in nature and captivity. Zoo. Life 8: 12-13. Ge 48 Bibl. Mus. Hist. Nat.
1962. Hedgehogs. London, Sunday Times Publ. Animals of Britain, no 3.
- KOEFOED A., 1923. Parrigen hos Pindsvinet. Fauna och Flora - Kopenhagen 105-107.
- KONIG D., 1965. Der Igel (Erinaceus europaeus L.) als Verkehrstopfer. Faun. Mitt. Norddeutsch. 2: 236-237.
- KRAL B., 1967. Karyological analysis of two european species of genus Erinaceus. Zool. Listy 16: 239-252.
- KRAMM CH, 1975. Respiratory function of blood in hibernating and non hibernating hedgehogs. Resp. Physiol., 23 (3): 311-318.
- KRISTIANSSON H. & ERLINGE S., 1977. Rörelser och aktivitetsområde hos igelkotten. Fauna och Flora, Nr. 4: 149-169.
- KRISTOFFERSSON R., 1964. An apparatus for recording general activity of hedgehogs. Ann. Acad. Sci. Fenn. A (IV), 79: 1-8.

- KRISTOFFERSSON R., 1971. A note on the age distribution of hedgehogs (*Erinaceus europaeus* L.) in Finland. *Ann. Zool. Fenn.* 9 (4): 554-557.
- KRISTOFFERSSON R. & SOIVIO A., 1964. The periodicity of hibernation of undisturbed animals during the winter in a constant ambient temperature. *Ann. Acad. Sci. Fenn. (A)* 80: 1-22.
1966. Studies on the periodicity of hibernation in the hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.). A comparison of induced hypothermia in constant ambient temperatures of 4-5 and 10°C. *Ann. Zool. Fenn.* 1: 370-372.
- KIRSTOFFERSSON R. & SOIVIO A. & SUOMALAINEN P., 1966. The distribution of the hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.) in Finland in 1964-1965. *Ann. Acad. Sci. Fenn. (A)* 102: 1-12.
- KRUMBIEGEL I., 1931. *Biologie der Tiere Deutschlands. Mammalia I und II.* Berlin.
- KRUUK H., 1964. Predator and antipredator behaviour of the black headed gull. *Behaviour. Suppl.* no 11.
1978. Spatial organization and territorial behaviour of the European badger (*Meles meles*). *J. Zool. London.* 184: 1-19.
- LAWS R.M., 1960. Laminated structure of bones from some marine mammals. *Nature, Lond.* 187: 338-339.
- LIENHARDT G., 1980. Beobachtungen zum Verhalten des Igels (*Erinaceus europaeus*) und seine Überlebens Möglichkeit im heutigen Biotop. *Zool. Beiträge* 25 (3) 447-484.
- LINDEMANN W., 1951. Zur psychologie des Igels. *Z.f. Tierpsychol.* 8: 214-251.
- LINDGREN A. & ERLINGE, 1973. Home range and activity pattern of the hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.)
- LISSMANN H. W., 1933. Beobachtungen und Experimente am Igel. *Arb. d.I. Abt. d. Ungar. Biolog. Forschungsinst.* 4: 73-85.
- LOEFQVIST J., 1973. a) Seasonal weight changes of the hedgehog (E.e.)
b) Age structure of a population of hedgehog (E.e.) A model.
c) Home ranges and migration in the hedgehog (E.e.).
Manuscripts, non publiés.
- LONS H., 1909. Der Zaunigel. *Lebensbilder aus der Tierwelt. Säugetiere* 1: 24-33.
- LORD R.D., 1959. The lens as an indicator of age in Cottontail rabbits. *J. Wildl. Mgmt.* 23:358-360.
- LÖTTICH B., 1929. Das Leben der Igel auf der Insel Spiekerooog. *Landerziehungsheim Spiekerooog.*
- MARKOV G. & DOBRIJANOV D., 1974. Kariologische Analyse des Weissbrust - oder Ostigel (*Erinaceus roumanicus*) in Bulgarien. *Zool. Anz.* 193-13.

- MASSEY C.I., 1972. A study of hedgehog road mortality in the Seaborough district, 1966-1971. *Naturalist*, 922: 103-105.
- MATTHIAS P., 1929. Sur la biologie du hérisson (*Erinaceus europaeus* L.) *Bull. Soc. Zool. France*. p. 463-466.
- MATTHEWS G.V.T., 1952. The relation of learning and memory to the orientation and homing of pigeons. *Behaviour*, 4: 202-221.
- MECH L.D., 1970. *The wolf*. New York. Nat. Hist. Press.
- MERMOD C., 1970. Le retour au gîte chez six gerbillides sahariens. *Mammalia* 34 (1): 1-17.
- MIDDLETON A.D., 1935. Factors controlling the population of the partridge (*Perdix perdix*) in Great Britain. *Proc. Zool. Soc. London*: 795-815.
- MORRIS P.A., 1966. The hedgehog in London. *London Nat. No.* 45: 43-49.
- 1970 a. A method for determining absolute age in the hedgehog. *J. Zool. London* 161: 277-280.
- 1970 b. Hedgehogs. Forestry Commission: Forest Record. 77: 1-18.
1971. Epiphysal fusion in the forefoot as a means of age determination in the hedgehog (E.e.). *Journal of Zoology*, 164: 254-9.
1973. Winter nests of the hedgehog. *Oecologia* 11: 299-313.
- NASH R.G. & WOOLSON C.A., 1967. Persistence of chlorinated hydrocarbons insecticides in soils. *Science*, 157:224-227.
- NEAL E.G., 1948. *The badger*. Ed. Collins. London.
- OTWAY P.A., 1965. Feeding behaviour of the European hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.) in New Zealand. *Thèse. University of Otago*. 57 p.
- PARKES J., 1975. Some aspects of the biology of the hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.) in the Manawatu, New Zealand. *New Zeal. J. Zool.*, 2 (4): 463-472.
- PARKES J.-P. & BROCKIE R.E., 1977. Sexual differences in hibernation of hedgehogs in New Zealand. *Acta Theriologica*, 22: 29.
- PEAKALL D.B., 1975. PCB's and their environmental effects. *CRC Critical Reviews in Environmental Control*. 5: 469-508.
- PETRIDES G.A., 1951. The determination of sex and age ratios in the cottontail rabbit. *American Midland Naturalist*. 46: 312-336.
- PEVET P., 1975. Vacuolated pinealocytes in the hedgehog (E.e) and the mole (T.e.). *Cell. Tiss. Res.* 159 (3): 303-309.

- PEYRE A., 1968. Cycles génitaux et corrélations hypophyso-génitales chez trois insectivores européens. Entretiens de Chiré. Cycles génitaux saisonniers de Mammifères sauvages. Série physiol. no. 1. Edit. Masson.
- PHISALIX C., 1895. Recherches sur l'immunité du hérisson contre le venin de vipère. C.R. Biol. T. 43: 639.
- PODUSCHKA W. & FIREAS W., 1969. Das Selbstbespeicheln des Igels (*E.e roumanicus*) steht in Berührung zur Funktion des Jacobsonschen Organes. Z. Säugetier, 33: 160-172.
- PODUSCHKA W., 1969. Ergänzungen zum Wissen über *Erinaceus e. roumanicus* und kritische Überlegungen zur bisherigen Literatur über europäische Igel. Z. Tierpsychol. 26: 761-804.
1970. Geliebtes Stacheltier. Landbuch-Verlag. Hannover.
1979. Xerophthalmie bei einem Igel. Vitamin A-Mangel infolge von Mal-Absorption. Kleintier-Praxis. 24: 43-45.
- PODUSCHKA W. & KIELIGER F., 1972. Zur medizinischen Betreuung des Igels (*Erinaceus europæus* und *Erinaceus e. roumanicus*). Kleintier-Praxis. 17 (7): 192-196.
- PODUSCHKA W. & SAUPE E. & SCHUETZE H.-R., 1977. Das Igelbrevier. VGL, Ebikon-Luzern.
- PRIMAULT B., 1972. Etude mésoclimatique du canton de Vaud. Cahier de l'aménagement régional no 14. Off. cant. vaud. urbanisme. Lausanne. 186 p.
- QUINCHE J.-P., 1976. La pollution mercurielle de diverses espèces de champignons. Nature Information 12: 534-540.
- RAMADE F., 1977. Ecotoxicologie. Edition Masson, Paris. 205 pp.
- RANSON R.M., 1941. New laboratory animals from wild species. Breeding a laboratory stock of hedgehogs. *Erinaceus europæus* L.). Jour. Hyg. Camb. 41:131-138.
- RÖPPELL W., 1935. Heimfindeversuche mit Staren. J. Orn. 83: 462-524.
- SANDERSON G.C., 1966. The study of mammal movements a review. J. Wildl. Mgmt. 30 (1): 215-235.
- SCHMIDT-LINDENHART, 1929. Weitere Beiträge über die Schädlichkeit des Igels. Wild und Hund. 35: 261-263.
- SCHREIBER K.F., 1968. Les conditions thermiques du canton de Vaud. Cahier de l'aménagement régional no 5. Off. cant. vaud. urbanisme. Lausanne. 31 pp.
- SCHUTZ H., 1956. Das Verhalten des Hodens und Nebenshodens beim Igel (*Erinaceus europæus*) während des Ancestrus. Anat. Anz. Otschl. 103: 66-78.
- SCHWERTZELL, 1957. Eine Massenansammlung von Igeln. Kosmos 53.

- SEMPERE A., 1979. Utilisation et évolution du domaine vital chez le chevreuil européen mâle déterminée par radiotracking. *Biol. of Behaviour* 1: 75-87.
- SKILOVA-KRASSOVA S.A., 1952. The food of hedgehog (*Erinaceus europaeus*) in the southern forest. *Zool. Zh.* 31:944.
- SMIT-VIS J.H., 1962. Some aspects of the Hibernation in the European Hedgehog. (*Erinaceus europaeus* L.). *Arch. Néerl. Zool.* 14: 513-597.
- SMITH J.N.B., 1968. Diseases of hedgehogs. *Vet. Bull. Weybridge.* 38: 425-430
- SPIERENBURG J., 1979. Dansen-en martersterfte Geuldal, Tussentijds onderrock-rapport. Centraal Diergenceskundig Instituut Rotterdam, 15 aug. 1979.
- STEIN G., 1929/30. Zur Kenntnis von *Erinaceus europaeus* L. *Z. Säugetierk.* 4: 240-250.
- STIEVE H., 1949. Zur Fortpflanzungsbiologie des Igels. *Verh. Deutsch. Zool. Gesell. Bd. Geest. & Portig, Leipzig* p. 253-256.
- STIJVE R. & BESSON M., 1976. Résidus de métaux lourds trouvés dans des champignons du bassin lémanique. Rapport de recherches. S.F. R.A. (118).
- STRANDGAARD H., 1972. The roe Deer (*Capreolus capreolus*). Population at Kai and the factors regulating its size. *Dan. Rev. of Game Biol.* 7 (1).
- SUOMALAINEN P., 1935. Über den Winterschlaf des Igels mit besonderer Berücksichtigung der Enzymtätigkeit und des Bromstoffwechsels. *Ann. Acad. Sci. Fenn. (A) XLV.*
1939. Hibernation of the Hedgehog :VII. Cholesterol Metabolism. Helsinki.
1944. Über die Physiologie des Winterschlafes. *Sitzungber. Finn. Akad. Wiss.* 1943.
- SUOMALAINEN P. & SAARIKOSKI P.L., 1970. Studies on the physiology of the hibernating hedgehog. X. Persistence of a circadian rythm during the hibernation of the hedgehog. *Commentat. biol.* 30 (1) : 1-5.
- SUOMALAINEN P. & SARAJAS S., 1951. The Heart Rates of the Hibernating Hedgehog. *Ann. Soc. Zool.*
- SUOMALAINEN P. & SUVANTO J., 1953. Studies on the physiology of the hibernating hedgehog. X. Persistence of a circadian rythm during the hibernation of the hedgehog. *Commentat. biol.* 30 (1): 1-5. .
- TRANIER M., 1974. Retour au gîte d'un hérisson du désert *Paraechinus aethiopicus*. *Mammalia* 38 (4).
- TRUFFERT L., 1976. Les dangers de la pollution cadmique de l'environnement. *Ann. fals. et exp. chim.* 69: 465-472.

- UIBERALL H., 1934. Das Problem des Winterschlafes. Plüg. Arch. 234 : 78-97.
- VELUZ S., GOELDILIN P. & PRAZ J.-C., 1976. La pollution mercurielle de la faune sauvage en Suisse romande. Rev. Suisse agric. 8 (5): 122-129.
- VERSLUYS S.D.W., 1975. Wel en Wee de Egel (*Erinaceus europaeus*). Diergeneeskundig Memorandum. 22 (2-3): 234-301.
- VIGNES J.-C., (en prep.). Mortalité routière du Hérisson (*Erinaceus europaeus*) et du surmulot (*Rattus norvegicus*) dans le Sud-Ouest de la France.
- VOGEL P., BURGNER M., LARDET J.-P., GENOUD M. & FREY H. 1979. Influence de la température et de la nourriture disponible sur le torpeur chez la musaraigne musette (*Crossidura russula*) en captivité. Bull. Soc. vaud. sc. nat. 356 (74): 325-332.
- WAGENEN G. & ASLING C.W., 1958. X-ray estimation of bone age in Macaque. Am. J. Anat. 103: 163-185.
- WAHLSTROM A., 1933. Über die Befähigung des Igels zum Mäusefang. Zeit. f. Säugetierk. 8: 100-107.
1935. Zur frage ob der Igel Mäusen fangen kann. Zeit. f. Säugetierk. 10: 73-77.
- WEINLAND E., 1925. Über den Gehalt an einigen Stoffen beim Igel in Winterschlaf. Biochem. Z., 160: 66-74.
- WODZICKI K., 1950. Introduced Mammals of New Zealand. N.Z. Dep. sci. ind. res. Bull. 98: 55-64.
- ZIMMERMANN R., 1934 Die Säugetiere Sachsens. Sitzungsber. u. Abb. Naturwiss. Ges. Isis in Dresden. 1934: 50-99.
- ZONDEK B., 1924. Untersuchungen über den Winterschlaf. Klin. Wochenschr. 3: 1529-1530.

ANNEXE 1

ANALYSE DES CAUSES DE MORTALITE CHEZ LE HERISSON EUROPEEN

<input type="checkbox"/> jeune	<input type="checkbox"/> mâle	poids : _____ g	référence
<input type="checkbox"/> subadulte	<input type="checkbox"/> femelle	âge : _____	
<input type="checkbox"/> adulte			
trouvé le : _____	<input type="checkbox"/> mort	<input type="checkbox"/> faible	
mort le : _____	<input type="checkbox"/> sain	<input type="checkbox"/> malade	
localité : _____		lieu-dit : _____	

Description de la région.

Types de zones	<input type="checkbox"/> agricole	<input type="checkbox"/> industrielle	
	<input type="checkbox"/> forestière	<input type="checkbox"/> résidentielle	
	<input type="checkbox"/> urboine	<input type="checkbox"/> naturelle	
Eléments du paysage	<input type="checkbox"/> parcs	<input type="checkbox"/> champs	<input type="checkbox"/> cours d'eau
	<input type="checkbox"/> jardins	<input type="checkbox"/> friches	<input type="checkbox"/> plan d'eau
	<input type="checkbox"/> vergers	<input type="checkbox"/> prairies	<input type="checkbox"/> marais
	<input type="checkbox"/> haies	<input type="checkbox"/> forêts	<input type="checkbox"/> gadaues
Sources de pollution	<input type="checkbox"/> fumées industrielles	<input type="checkbox"/> fongicides	
	<input type="checkbox"/> circulation automobile	<input type="checkbox"/> insecticides	
	<input type="checkbox"/> incinération d'ordure	<input type="checkbox"/> molluscides	
	<input type="checkbox"/> dépôts de gadaues	<input type="checkbox"/> radenticides	
	<input type="checkbox"/> herbicides		

Examen extérieur de l'animal.

<input type="checkbox"/> respiration difficile	<input type="checkbox"/> apathique	<input type="checkbox"/> crottes liquides
<input type="checkbox"/> nourriture acceptée	<input type="checkbox"/> actif	<input type="checkbox"/> crottes solides
<input type="checkbox"/> nourriture refusée	<input type="checkbox"/> hyperactif	
<input type="checkbox"/> paralysie postérieure	<input type="checkbox"/> blessures	

Parasitisme : (nul - ; faible + ; moyen ++ ; fort +++)

<input type="checkbox"/> Trematodes	Espèces identifiées :
<input type="checkbox"/> Cestodes	_____
<input type="checkbox"/> Nématodes	_____
<input type="checkbox"/> Mycoses	_____
<input type="checkbox"/> Bactérioses	_____
<input type="checkbox"/> Tiques	_____
<input type="checkbox"/> Puces	_____

Lésions internes et symptômes particuliers .

Résidus chimiques : (dose en ppm)

_____ Hexachlorobenzène	_____ DDE
_____ Lindane	_____ PCB
_____ Heptachlore époxyde	_____ Pb
_____ Dieldrine	_____ Hg
_____ Chlorobenside	_____ Co

Causes probables de la mort : _____

ANNEXE 2

STEPWISE REGRESSION OU REGRESSION PAS A PAS

La régression pas à pas est une technique de régression multiple qui permet de choisir parmi les variables indépendantes (x_1, \dots, x_m) le "meilleur" sous-ensemble de variables indépendantes à utiliser dans l'équation de régression.

"Meilleur" est à comprendre ici comme meilleur pour la procédure employée et non pas meilleur parmi tous les sous-ensembles possibles.

La 1^{ère} étape sélectionne la variable unique x_j qui prédit le mieux la variable dépendante Y (ce sera celle qui a le plus grand coefficient de corrélation simple avec Y).

La 2^e étape sélectionne la variable qui prédit le mieux Y étant donné la 1^{ère} variable entrée (ce sera celle qui a le plus grand coefficient de corrélation partielle avec Y étant donné la 1^{ère} variable entrée).

Dans les étapes suivantes :

- la variable entrée est celle qui améliore le plus la prédiction de Y étant donné les variables entrées dans les étapes précédentes
- une variable est retirée de l'ensemble des prédicteurs si ses possibilités de prédictions tombent au-dessous d'un certain niveau.

Pratiquement la régression pas à pas pourra se faire en utilisant le MACRO de régression Reg-mac dans P-Stat.

On donnera dans le choix des colonnes : toutes les variables indépendantes (x_1, \dots, x_m) susceptibles d'intervenir dans la régression et la variable dépendante Y à droite.

Le résumé de la régression "final summary of regression" permet de choisir à quelle étape "step" s'arrêter. Pour cela on examinera la colonne "F when entered or deleted" qui nous donne F pour entrer si une variable est entrée à cette étape et F pour détruire si une variable a été sortie à cette étape (il y a dans ce cas une * dans la colonne "variable entered"). F pour entrer est une mesure de l'amélioration apportée à la régression par l'introduction de la nouvelle variable.

Référence : AA, AFIFI & S.P.AZEN: 1972
Statistical analysis a computer oriented approach
Academic Press 1972.

$$F_{\text{entrer}} = \frac{(SSR' - SSR) / 1}{SSR / (N - p - 1)}$$

SSR somme des carrés des écarts "residual sum of squares" résiduelle après l'introduction de p variables

SSR' après l'introduction de p - 1 variables

N = nombre de cas

Nous pouvons tester l'hypothèse.

H_0 l'introduction de la p^{ème} variable n'améliore pas significativement la prédiction de Y contre l'alternative

A l'introduction de la p^{ème} variable améliore significativement la prédiction de Y

Sous l'hypothèse H_0 F_{entrer} à une distribution F de Fisher avec $\nu_1 = 1$ et $\nu_2 = N - p - 1$ degrés de libertés.

Nous rejetterons H_0 si

$$F_{\text{entrer}} \geq F_{1 - \alpha} (\nu_1, \nu_2)$$

= risque accepté de rejeter H_0 , H_0 étant vrai.

Ce qui précède nous amène à adopter la démarche suivante pour choisir l'étape à laquelle s'arrêter.

Soit N nombre de cas

niveau de signification choisi.

a - à l'étape 1 si $F_{\text{entrer}} < F_{1 - \alpha} (1, N - 2)$

alors la régression n'a pas de sens et on cherchera une autre manière d'analyser les données sinon la 1ère variable peut être utilisée comme prédicteur

b - à l'étape 2 si $F_{\text{entrer}} < F_{1 - \alpha} (1, N - 3)$

alors la "meilleure" régression est donnée à l'étape 1; sinon les 2 premières variables entrées peuvent être utilisées comme prédicteurs

c - à chaque étape q = 3, 4 etc si une variable est ôtée alors on ne l'utilisera pas comme prédicteur, si une variable est entrée on examinera F_{entrer}

Si $F_{\text{entrer}} < F_{1-\alpha}(1, N - p - 1)$

(p = nb de variables dans l'équation de régression à l'étape q) alors la "meilleure" régression est donnée à l'étape $q - 1$ sinon la p ième variable entrée peut être ajoutée à la liste des prédicteurs et on examinera l'étape $q + 1$.

Exemple. Nous disposons de 50 observations des variables suivantes :

PRSYS = pression systolique

PRDIA = pression diastolique

Taille = taille [pouce]

Poids = poids [livre]

Age = âge [année]

Nous cherchons à prédire PRSYS à l'aide des autres variables.

STEP	mult R	Mult R ²	variable entrée	F entrer
1	0.785	0.617	PRDIA	89.19
2	0.845	0.715	AGE	16.15

$F_{0,95}(1,48) = 4.0$

$F_{0,95}(1,47) = 4.0$

Les 2 variables seront gardées pour la régression.

Les valeurs F_{entrer} des variables suivantes étant inférieures à 1,5, les étapes ultérieures n'ont pas été exécutées. On examinera avec intérêt l'évolution au cours des étapes du coefficient de corrélation multiple "mult R" et de son carré "mult R sq." qui mesure le pourcentage de la variance de la pression systolique expliqué par la régression.

A l'étape 2 nous trouverons les renseignements concernant la "meilleure" équation de régression.

constant : 21.0

variable	coefficient	std error
PRDIA	1.015	0.108
AGE	0.400	0.100

équation de régression :

$PRSYS = 1.015 * PRDIA + 0.400 * AGE + 21.0$

std error = écart type du coefficient de régression correspondant.

ANNEXE 3

**MISE EN CORRELATION / 1 27 -régressions, 16 observations, R_y = 0,05

	MEAN	MEP	MEC	MEF	MEG	MEH	MEI	MEJ	MEK	MEL	MEM	MEP	MEQ	MER	MES	MET	MEU	MEV	MEW	MEY
MEAN	1,000	0,241	0,077	0,320	-0,338	-0,278	0,058	-0,478	-0,451	-0,228	-0,098	-0,260	-0,272	-0,228	-0,107	-0,098	-0,260	-0,272	-0,107	-0,098
MEP	-0,228	1,000	-0,497	-0,294	-0,249	-0,949	-0,109	-0,098	-0,330	-0,303	-0,272	-0,272	-0,272	-0,272	-0,272	-0,272	-0,272	-0,272	-0,272	-0,272
MEC	0,077	-0,497	1,000	0,310	0,140	-0,899	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000	-0,000
MEF	0,320	-0,294	0,310	1,000	0,135	-0,814	-0,138	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070	-0,070
MEG	-0,338	-0,249	0,140	0,135	1,000	0,455	0,181	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156
MEH	-0,278	-0,098	-0,899	-0,814	0,455	1,000	-0,181	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156	-0,156
MEI	0,058	-0,107	-0,100	-0,138	0,181	-0,156	1,000	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022
MEJ	-0,478	-0,098	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	1,000	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022
MEK	-0,451	-0,272	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	1,000	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022
MEL	-0,228	-0,272	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	-0,022	1,000	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022
MEM	-0,098	-0,260	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	1,000	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022
MEP	-0,260	-0,272	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	1,000	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022
MEQ	-0,272	-0,272	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	1,000	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022
MER	-0,228	-0,272	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	1,000	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022
MES	-0,107	-0,098	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	1,000	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022
MET	-0,260	-0,272	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	1,000	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022
MEU	-0,260	-0,272	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	1,000	-0,022	-0,022	-0,022
MEV	-0,107	-0,098	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	1,000	-0,022	-0,022
MEW	-0,098	-0,260	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	1,000	-0,022
MEY	-0,098	-0,260	-0,000	-0,070	-0,156	-0,156	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	-0,022	1,000

	MEAN	MEP	MEC	MEF	MEG	MEH	MEI	MEJ	MEK	MEL	MEM	MEP	MEQ	MER	MES	MET	MEU	MEV	MEW	MEY
MEAN	0,469	-0,175	0,174	0,074	0,378	-0,009	0,074	0,292	0,234	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,093	-0,265	-0,162
MEP	-0,093	1,000	-0,319	-0,102	-0,023	-0,122	0,030	0,356	0,442	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,093	-0,265	-0,162
MEC	0,174	-0,319	1,000	0,219	0,330	-0,194	0,044	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
MEF	0,074	-0,102	0,219	1,000	0,219	-0,194	0,044	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
MEG	0,378	-0,023	0,330	0,219	1,000	-0,194	0,044	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
MEH	-0,009	-0,122	-0,194	-0,194	-0,194	1,000	-0,194	0,044	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
MEI	0,074	0,030	0,044	0,044	0,044	-0,194	1,000	-0,194	0,044	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
MEJ	0,292	0,356	0,113	0,113	0,113	0,044	-0,194	1,000	-0,194	0,044	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113	0,113
MEK	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	1,000	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162
MEL	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	1,000	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162
MEM	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	1,000	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162
MEP	-0,265	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	1,000	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162
MEQ	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	1,000	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162
MER	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	1,000	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162
MES	-0,265	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	1,000	-0,162	-0,162	-0,162
MET	-0,265	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	1,000	-0,162	-0,162
MEU	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	1,000	-0,162
MEV	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	1,000
MEW	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162
MEY	-0,093	-0,265	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162	-0,162

	MEAN	MEP	MEC	MEF	MEG	MEH	MEI	MEJ	MEK	MEL	MEM	MEP	MEQ	MER	MES	MET	MEU	MEV	MEW	MEY
MEAN	0,297	-0,014	-0,225	-0,249	0,247	-0,092	-0,592	0,354	-0,240	-0,240	-0,240	-0,240	-0,240	-0,240	-0,240	-0,240	-0,240	-0,240	-0,240	-0,240
MEP	-0,014	1,000	-0,372	-0,111	-0,029	-0,139	0,176	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141
MEC	0,247	-0,372	1,000	0,077	0,091	-0,021	0,065	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024	0,024
MEF	-0,249	-0,111	0,077	1,000	0,126	-0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180
MEG	0,247	-0,029	0,091	0,126	1,000	-0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244	0,244
MEH	-0,240	-0,141	-0,021	-0,180	-0,244	1,000	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141
MEI	-0,240	-0,141	-0,021	-0,180	-0,244	-0,141	1,000	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141
MEJ	-0,240	-0,141	-0,021	-0,180	-0,244	-0,141	-0,141	1,000	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141
MEK	-0,240	-0,141	-0,021	-0,180	-0,244	-0,141	-0,141	-0,141	1,000	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141	-0,141
MEL	-0,240	-0,141	-0,021	-0,180	-0,244	-0,141	-0,141	-0,141												

ANNEXE 4

MATRIX OF CORRELATIONS 11 26 variables, 33 observations, $S_p = 0.55$

	MSA	MSB	MSL	MSN	MSO	MSR	MSU	MSV	MSW	MSX	MSY	MSZ
MSA	1.000											
MSB	0.347	1.000										
MSL	-0.226	-0.170	1.000									
MSN	0.121	-0.168	0.251	1.000								
MSO	-0.235	-0.170	0.172	0.219	1.000							
MSR	-0.274	-0.430	-0.121	-0.001	0.434	1.000						
MSU	0.061	-0.168	-0.077	-0.143	0.144	-0.147	1.000					
MSV	-0.077	-0.060	0.394	-0.076	-0.113	-0.380	-0.010	1.000				
MSW	-0.049	0.243	0.225	-0.194	-0.039	-0.711	-0.161	0.791	1.000			
MSX	0.311	-0.324	-0.013	0.794	-0.363	-0.353	0.735	0.311	0.005	1.000		
MSY	-0.113	-0.348	0.770	0.347	-0.311	-0.447	-0.007	0.410	-0.205	0.410	1.000	
MSZ	0.175	-0.334	0.343	0.278	0.114	-0.370	-0.044	0.101	0.024	0.101	0.024	1.000
MSA	0.476	0.391	0.001	-0.521	0.103	-0.078	0.747	-0.195	0.529	-0.195	0.529	0.476
MSB	-0.049	0.243	0.225	-0.194	-0.039	-0.711	-0.161	0.791	1.000	-0.161	0.791	-0.049
MSL	-0.010	-0.117	0.343	-0.206	0.461	0.174	0.114	0.177	0.187	0.177	0.187	-0.010
MSN	0.012	0.107	0.217	0.710	0.440	-0.005	0.255	-0.339	-0.011	-0.339	-0.011	0.012
MSO	0.224	0.204	-0.075	0.101	0.234	-0.035	-0.747	-0.174	0.433	-0.174	0.433	0.224
MSR	0.238	0.463	0.177	0.241	-0.131	-0.414	0.035	0.160	-0.176	0.160	-0.176	0.238
MSU	0.248	0.350	0.025	0.137	0.241	-0.007	-0.188	-0.137	-0.070	-0.137	-0.070	0.248
MSV	0.051	-0.267	0.184	0.051	-0.051	0.338	0.378	-0.057	-0.044	0.378	-0.057	0.051
MSW	-0.232	-0.264	-0.211	0.225	0.077	0.791	0.130	-0.210	-0.051	0.130	-0.210	-0.232
MSX	-0.242	0.297	-0.117	-0.217	0.005	0.240	-0.410	-0.061	0.130	-0.410	-0.061	-0.242
MSY	0.249	0.145	-0.071	0.338	-0.181	-0.114	0.792	-0.490	-0.114	0.792	-0.490	0.249
MSZ	-0.080	-0.041	0.044	0.111	-0.208	0.008	-0.114	-0.307	0.041	-0.114	-0.307	-0.080
MSA	-0.001	-0.424	-0.074	0.385	0.603	0.143	-0.064	-0.330	0.143	-0.064	-0.330	-0.001
MSB	0.157	0.844	0.303	0.240	-0.044	0.174	-0.100	0.105	0.002	-0.100	0.105	0.157
MSL	-0.271	-0.424	-0.090	0.644	0.133	0.147	-0.301	0.124	-0.044	-0.301	0.124	-0.271
MSN	0.476	0.391	0.001	-0.521	0.103	-0.078	0.747	-0.195	0.529	-0.195	0.529	0.476
MSO	-0.010	-0.117	0.343	-0.206	0.461	0.174	0.114	0.177	0.187	0.177	0.187	-0.010
MSR	0.012	0.107	0.217	0.710	0.440	-0.005	0.255	-0.339	-0.011	-0.339	-0.011	0.012
MSU	0.224	0.204	-0.075	0.101	0.234	-0.035	-0.747	-0.174	0.433	-0.174	0.433	0.224
MSV	0.238	0.463	0.177	0.241	-0.131	-0.414	0.035	0.160	-0.176	0.160	-0.176	0.238
MSW	0.248	0.350	0.025	0.137	0.241	-0.007	-0.188	-0.137	-0.070	-0.137	-0.070	0.248
MSX	0.051	-0.267	0.184	0.051	-0.051	0.338	0.378	-0.057	-0.044	0.378	-0.057	0.051
MSY	-0.232	-0.264	-0.211	0.225	0.077	0.791	0.130	-0.210	-0.051	0.130	-0.210	-0.232
MSZ	-0.242	0.297	-0.117	-0.217	0.005	0.240	-0.410	-0.061	0.130	-0.410	-0.061	-0.242
MSA	0.249	0.145	-0.071	0.338	-0.181	-0.114	0.792	-0.490	-0.114	0.792	-0.490	0.249
MSB	-0.080	-0.041	0.044	0.111	-0.208	0.008	-0.114	-0.307	0.041	-0.114	-0.307	-0.080
MSL	-0.001	-0.424	-0.074	0.385	0.603	0.143	-0.064	-0.330	0.143	-0.064	-0.330	-0.001
MSN	0.157	0.844	0.303	0.240	-0.044	0.174	-0.100	0.105	0.002	-0.100	0.105	0.157
MSO	-0.271	-0.424	-0.090	0.644	0.133	0.147	-0.301	0.124	-0.044	-0.301	0.124	-0.271
MSR	0.476	0.391	0.001	-0.521	0.103	-0.078	0.747	-0.195	0.529	-0.195	0.529	0.476
MSU	-0.010	-0.117	0.343	-0.206	0.461	0.174	0.114	0.177	0.187	0.177	0.187	-0.010
MSV	0.012	0.107	0.217	0.710	0.440	-0.005	0.255	-0.339	-0.011	-0.339	-0.011	0.012
MSW	0.224	0.204	-0.075	0.101	0.234	-0.035	-0.747	-0.174	0.433	-0.174	0.433	0.224
MSX	0.238	0.463	0.177	0.241	-0.131	-0.414	0.035	0.160	-0.176	0.160	-0.176	0.238
MSY	0.248	0.350	0.025	0.137	0.241	-0.007	-0.188	-0.137	-0.070	-0.137	-0.070	0.248
MSZ	0.051	-0.267	0.184	0.051	-0.051	0.338	0.378	-0.057	-0.044	0.378	-0.057	0.051
MSA	-0.232	-0.264	-0.211	0.225	0.077	0.791	0.130	-0.210	-0.051	0.130	-0.210	-0.232
MSB	-0.242	0.297	-0.117	-0.217	0.005	0.240	-0.410	-0.061	0.130	-0.410	-0.061	-0.242
MSL	0.249	0.145	-0.071	0.338	-0.181	-0.114	0.792	-0.490	-0.114	0.792	-0.490	0.249
MSN	-0.080	-0.041	0.044	0.111	-0.208	0.008	-0.114	-0.307	0.041	-0.114	-0.307	-0.080
MSO	-0.001	-0.424	-0.074	0.385	0.603	0.143	-0.064	-0.330	0.143	-0.064	-0.330	-0.001
MSR	0.157	0.844	0.303	0.240	-0.044	0.174	-0.100	0.105	0.002	-0.100	0.105	0.157
MSU	-0.271	-0.424	-0.090	0.644	0.133	0.147	-0.301	0.124	-0.044	-0.301	0.124	-0.271
MSV	0.476	0.391	0.001	-0.521	0.103	-0.078	0.747	-0.195	0.529	-0.195	0.529	0.476
MSW	-0.010	-0.117	0.343	-0.206	0.461	0.174	0.114	0.177	0.187	0.177	0.187	-0.010
MSX	0.012	0.107	0.217	0.710	0.440	-0.005	0.255	-0.339	-0.011	-0.339	-0.011	0.012
MSY	0.224	0.204	-0.075	0.101	0.234	-0.035	-0.747	-0.174	0.433	-0.174	0.433	0.224
MSZ	0.238	0.463	0.177	0.241	-0.131	-0.414	0.035	0.160	-0.176	0.160	-0.176	0.238
MSA	0.248	0.350	0.025	0.137	0.241	-0.007	-0.188	-0.137	-0.070	-0.137	-0.070	0.248
MSB	0.051	-0.267	0.184	0.051	-0.051	0.338	0.378	-0.057	-0.044	0.378	-0.057	0.051
MSL	-0.232	-0.264	-0.211	0.225	0.077	0.791	0.130	-0.210	-0.051	0.130	-0.210	-0.232
MSN	-0.242	0.297	-0.117	-0.217	0.005	0.240	-0.410	-0.061	0.130	-0.410	-0.061	-0.242
MSO	0.249	0.145	-0.071	0.338	-0.181	-0.114	0.792	-0.490	-0.114	0.792	-0.490	0.249
MSR	-0.080	-0.041	0.044	0.111	-0.208	0.008	-0.114	-0.307	0.041	-0.114	-0.307	-0.080
MSU	-0.001	-0.424	-0.074	0.385	0.603	0.143	-0.064	-0.330	0.143	-0.064	-0.330	-0.001
MSV	0.157	0.844	0.303	0.240	-0.044	0.174	-0.100	0.105	0.002	-0.100	0.105	0.157
MSW	-0.271	-0.424	-0.090	0.644	0.133	0.147	-0.301	0.124	-0.044	-0.301	0.124	-0.271
MSX	0.476	0.391	0.001	-0.521	0.103	-0.078	0.747	-0.195	0.529	-0.195	0.529	0.476
MSY	-0.010	-0.117	0.343	-0.206	0.461	0.174	0.114	0.177	0.187	0.177	0.187	-0.010
MSZ	0.012	0.107	0.217	0.710	0.440	-0.005	0.255	-0.339	-0.011	-0.339	-0.011	0.012
MSA	0.224	0.204	-0.075	0.101	0.234	-0.035	-0.747	-0.174	0.433	-0.174	0.433	0.224
MSB	0.238	0.463	0.177	0.241	-0.131	-0.414	0.035	0.160	-0.176	0.160	-0.176	0.238
MSL	0.248	0.350	0.025	0.137	0.241	-0.007	-0.188	-0.137	-0.070	-0.137	-0.070	0.248
MSN	0.051	-0.267	0.184	0.051	-0.051	0.338	0.378	-0.057	-0.044	0.378	-0.057	0.051
MSO	-0.232	-0.264	-0.211	0.225	0.077	0.791	0.130	-0.210	-0.051	0.130	-0.210	-0.232
MSR	-0.242	0.297	-0.117	-0.217	0.005	0.240	-0.410	-0.061	0.130	-0.410	-0.061	-0.242
MSU	0.249	0.145	-0.071	0.338	-0.181	-0.114	0.792	-0.490	-0.114	0.792	-0.490	0.249
MSV	-0.080	-0.041	0.044	0.111	-0.208	0.008	-0.114	-0.307	0.041	-0.114	-0.307	-0.080
MSW	-0.001	-0.424	-0.074	0.385	0.603	0.143	-0.064	-0.330	0.143	-0.064	-0.330	-0.001
MSX	0.157	0.844	0.303	0.240	-0.044	0.174	-0.100	0.105	0.002	-0.100	0.105	0.157
MSY	-0.271	-0.424	-0.090	0.644	0.133	0.147	-0.301	0.124	-0.044	-0.301	0.124	-0.271
MSZ	0.476	0.391	0.001	-0.521	0.103	-0.078	0.747	-0.195	0.529	-0.195	0.529	0.476
MSA	-0.010	-0.117	0.343	-0.206	0.461	0.174	0.114	0.177	0.187	0.177	0.187	-0.010
MSB	0.012	0.107	0.217	0.710	0.440	-0.005	0.255	-0.339	-0.011	-0.339	-0.011	0.012
MSL	0.224	0.204	-0.075	0.101	0.234	-0.035	-0.747	-0.174	0.433	-0.174	0.433	0.224
MSN	0.238	0.463	0.177	0.241	-0.131	-0.414	0.035	0.160	-0.176	0.160	-0.176	0.238
MSO	0.248	0.350	0.025	0.137	0.241	-0.007	-0.188	-0.137	-0.070	-0.137	-0.070	0.248
MSR	0.051	-0.267	0.184	0.051	-0.051	0.338	0.378	-0.057	-0.044	0.378	-0.057	0.051
MSU	-0.232	-0.264	-0.211	0.225	0.077	0.791	0.130	-0.210	-0.051	0.130	-0.210	-0.232
MSV	-0.242	0.297	-0.117	-0.217	0.005	0.240	-0.410	-0.061	0.130	-0.410	-0.061	-0.242
MSW	0.249	0.145	-0.071	0.338	-0.181	-0.114	0.792	-0.490	-0.114	0.792	-0.490	0.249
MSX	-0.080	-0.041	0.044	0.111	-0.208	0.008	-0.114	-0.307	0.041	-0.114	-0.307	-0.080
MSY	-0.001	-0.424	-0.074	0.385	0.603	0.143	-0.064	-0.330	0.1			

ANNEXE 5

MATRICE DE CORRELATION III (suite)

HESU			
HEAN	0.475	PDEC	0.436
HEPR	-0.071	PJAN	0.615
TOEC	0.069	PFEV	0.239
TJAN	0.260	PMAR	0.048
TFEV	0.228	PAVR	0.201
TKAR	0.164	PHAI	0.359
TAYR	0.387	PJUN	-0.151
THAI	-0.526	PJUL	-0.141
TJUN	-0.088	PAOU	0.366
TJUL	-0.008	PSEP	0.114
TAOU	-0.315	PDCT	0.087
TSEP	0.404	PNOV	-0.201
PDCT	0.207	TEMP	-0.214
PNOV	-0.067	HESU	1.000

MATRICE DE CORRELATION III : 9 variables, 14 observations, $S_c = 0,55$

	HEAN	HEPR	TEMP	THIV	TPRI	TAUT	PHIV	PPRI	PAUT
HEAN	1.000	0.334	-0.240	-0.203	0.117	0.237	0.216	-0.122	-0.108
HEPR	0.334	1.000	-0.461	-0.615	0.036	0.015	0.174	0.139	-0.068
TEMP	-0.240	-0.461	1.000	0.262	-0.117	-0.321	-0.158	-0.105	-0.065
THIV	-0.203	-0.615	0.262	1.000	-0.257	-0.035	0.317	0.232	0.289
TPRI	0.117	0.036	-0.117	-0.257	1.000	0.358	-0.174	-0.585	0.149
TAUT	0.237	0.015	-0.321	-0.035	0.358	1.000	0.200	-0.177	0.085
PHIV	0.216	0.174	-0.158	0.317	-0.174	0.200	1.000	0.216	-0.210
PPRI	-0.122	0.139	-0.105	0.232	-0.585	-0.177	0.216	1.000	-0.133
PAUT	-0.108	-0.068	-0.065	0.289	0.149	0.085	-0.210	-0.133	1.000

MATRICE DE CORRELATION IV : 9 variables, 13 observations, $S_c = 0,55$

	HEAN	HESU	TEMP	THIV	TPRI	TAUT	PHIV	PPRI	PAUT
HEAN	1.000	0.475	-0.277	-0.204	0.132	0.268	0.225	-0.121	-0.109
HESU	0.475	1.000	0.314	0.261	-0.175	0.293	0.551	0.070	0.258
TEMP	-0.277	-0.314	1.000	0.274	-0.053	-0.170	-0.364	-0.077	0.112
THIV	-0.204	0.261	0.274	1.000	-0.261	-0.021	0.325	0.236	0.324
TPRI	0.132	-0.175	0.053	-0.261	1.000	0.247	-0.050	-0.662	0.024
TAUT	0.268	0.293	-0.170	-0.021	0.247	1.000	0.409	-0.232	-0.071
PHIV	0.225	0.551	-0.364	0.325	-0.050	0.409	1.000	0.265	-0.094
PPRI	-0.121	0.070	-0.077	0.236	-0.662	-0.232	0.265	1.000	-0.174
PAUT	-0.109	0.258	0.112	0.324	0.024	-0.071	-0.094	-0.174	1.000

ANNEXE 6

RESULTATS DES ANALYSES PARASITOLOGIQUES ET CHIMIQUES DE HÉRISSENS TROUVÉS MORTS

provenance	référence	sexe	âge	zone	Trematodes	Cestodes	Nématodes	Tiques	Puces	hexachloro- benzène	lindane	heptachloro époxyde	dieldrine	chlorobenzide	DOE	PCB	plomb	mercure	cadmium
ZH	1	m	1	r	0	0	3	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
BS	2	f	3	r	0	0	2	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ZH	3	m	3	e	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1,1	1,70	0,11	4,00	
ZH	4	m	0	r	2	0	2	2	2	0,030	0	0,013	0,230	0	0,035	0,5	1,50	0,09	0,27
SO	5	x	1	r	x	x	x	x	x	0,018	0	0,006	0,070	0	0,060	0,5	2,00	0,09	0,60
ZH	6	f	2	e	0	0	2	0	0	0	0	0	0,020	0	0	0,4	1,20	0,07	0,20
ZH	7	m	3	r	0	0	2	0	0	0	0	0	0,010	0	0	0,3	1,10	0,17	0,88
ZH	8	m	3	r	3	2	3	2	1	0,012	0	0,011	0,400	0	0	2,2	2,80	0,36	0,51
ZH	9	f	1	r	0	0	2	0	0	0	0	0,090	0,090	0	0	2,4	1,50	0,13	0,32
ZH	10	m	1	a	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0,2	2,40	0,11	0,59	
ZH	11	m	1	a	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,90	0,12	0,40	
ZH	12	m	3	r	3	0	3	0	0	0	0	0,008	0,030	0	0,034	0,4	1,80	0,34	0,38
ZH	13	m	3	r	0	0	0	1	0	0,010	0	0,012	0,013	0	0	2,5	5,20	0,35	0,23
ZH	14	f	1	r	2	0	3	3	3	t	0	0	0,037	0	0,030	0,7	4,10	0,92	0,79
ZH	15	m	1	r	2	2	3	3	3	0	0	0	0	0	0,008	0,8	7,00	0,22	6,10
ZH	16	m	2	a	0	3	2	2	2	0	0	t	0,057	0	0	0,3	2,30	0,24	0,71
ZH	17	m	1	r	0	0	3	0	0	0,010	0	0	0	0	0	0,3	0,32	0,01	0,06
BS	18	f	1	r	3	0	3	2	2	0	0	0	0,245	0	0,025	0,3	1,20	0,07	0,80
ZH	19	m	0	r	x	x	x	3	3	0	0	0	0	0	0	0,3	0,40	0,03	0,10
ZH	20	m	3	r	0	0	0	0	0	0	0	0	t	0	0	0	0,87	0,13	1,10
BS	21	m	0	r	2	1	3	0	0	0	0	0	0,015	0	0	0,3	0,88	0,17	0,40
BS	22a	m	0	r	0	0	0	0	0	0	0	0,013	0,057	0	0,150	1,1	2,20	0,41	0,69
BS	22b	f	0	r	0	0	0	0	0	0	0	0,013	0,057	0	0,150	1,1	2,18	0,40	0,69
BS	22c	f	0	r	0	0	0	0	0	0	0	0,014	0,057	0	0,150	1,0	2,20	0,41	0,69
ZH	23	m	0	r	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0,3	1,20	0,15	0,24
ZH	24	f	0	r	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1,2	0	0,34	0
ZH	25	f	0	r	0	0	2	0	0	0	0	0	t	0	0	0,3	0,56	0,03	0,16
SH	26	m	0	r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,300	0,4	0,39	0	0,05
AG	27a	m	0	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0	0,01
AG	27b	m	0	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,10	0	0,03
AG	27c	f	0	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,11	0	0
AG	27d	f	0	a	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,12	0	0,01
ZH	28	f	2	r	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2,8	1,60	0,11	0,35
ZH	29	m	2	r	0	0	3	2	3	0	0	0	0,115	0	0	0,2	0,66	0,02	0,09
ZH	30	m	2	r	2	0	3	2	2	0	0	0	t	0	0	0,2	2,60	0,25	1,80
TG	31	f	0	r	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,93	0,02	0,08
ZH	32	f	0	r	2	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0,42	0,03	0,15
ZH	33	m	0	r	0	0	0	0	2	0	0	0	t	0	0	0,1	1,20	0,02	0,10
ZH	34	x	0	r	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0,51	0,02	0,08

provenance	référence	sexe	âge	zone	Trématodes	Cestodes	Nématodes	Tiques	Puces	hexachloro- benzène	lindane	heptachlore époxyde	dieldrine	chlorobenzide	DDE	PCB	plomb	mercure	cadmium
VD 142	f	2	r	2	2	2	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 143	f	3	a	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 144	f	1	r	0	0	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 145	m	1	a	0	0	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 146	m	1	r	1	0	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 147	m	3	r	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 148	m	1	a	0	0	2	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 149	f	3	r	0	0	1	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 150	m	2	r	0	0	2	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 151	m	1	a	1	0	2	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 152	m	1	r	0	0	2	2	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 153	m	2	r	0	0	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 154	m	2	a	0	0	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
VD 155	f	3	r	0	2	3	2	2	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

résidus chimiques : dose en ppm t = trace

m = mâle a = zone agricole
f = femelle r = zone résidentielle

classes d'âge : cotation du parasitisme :
0 0 à 6 mois 0 nul
1 6 à 12 mois 1 présent, rare
2 1 à 2 ans 2 moyen
3 plus de 2 ans 3 fréquent, abondant

Achévé d'imprimer sur les presses
de l'Imprimerie Cornaz S.A.
à Yverdon-les-Bains
en septembre mil neuf cent quatre-vingt-trois.