



Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)

OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : [http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints ID : 9334](http://oatao.univ-toulouse.fr/Eprints/ID%3A9334)

To cite this version :

Menessier, Katy. *Mode de vie et alimentation du hérisson (Erinaceus europaeus)*. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse - ENVT, 2013, 83 p.

Any correspondance concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@inp-toulouse.fr.

MODE DE VIE ET ALIMENTATION DU HÉRISSON D'EUROPE (*ERINACEUS EUROPAEUS*)

THESE
pour obtenir le grade de
DOCTEUR VETERINAIRE

DIPLOME D'ETAT

*présentée et soutenue publiquement
devant l'Université Paul-Sabatier de Toulouse*

par

MENNESSIER Katy
Née, le 17 Décembre 1987 à CONDOM (32)

Directeur de thèse : Mme Nathalie PRIYMENKO

JURY

PRESIDENT :
M. Claude MOULIS

Professeur à l'Université Paul-Sabatier de TOULOUSE

ASSESEURS :
Mme Nathalie PRIYMENKO
**Mme Annabelle TROEGELER-
MEYNADIER**

Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE
Maître de Conférences à l'Ecole Nationale Vétérinaire de TOULOUSE

REMERCIEMENTS

Aux membres du jury de thèse,

Á Monsieur le Professeur Claude MOULIS,
Professeur des Universités,
Praticien hospitalier,
Biodiversité végétale et substances naturelles,

Qui nous a fait l'honneur de présider le jury de cette thèse

En témoignage de notre profond respect.

Á Madame le Docteur Nathalie PRIYMENKO,
Maître de Conférences de l'École Nationale Vétérinaire de TOULOUSE,
Alimentation,

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la direction de notre thèse,

Hommage respectueux.

Á Madame le Docteur Annabelle TROGELER MEYNADIER,
Maître de Conférences de l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse,
Alimentation,

Qui nous a fait l'honneur de prendre part à notre jury,

Sincère reconnaissance.

A mes parents,

Un grand merci, c'était une longue aventure, une autre commence grâce à vous!

Aux frangins,

Elodie, Coralie et Valentin vous m'avez supporté mais ce n'est pas fini.

Un frère est un ami donné par la nature. Gabriel Legouvé

A Olivier,

Une pensée toute particulière pour ta participation franco-allemande et pour tellement d'autres choses...

Tout le travail de l'amour consiste à oublier d'un être ce qu'on en savait au premier jour. Jean Rostand

A mes colocs,

Laure pour tes « c'est trop cool et c'est pas si pire »

Solène pour ton exotisme espagnol et le bonheur de t'avoir retrouvé après la prépa !

Marguerite tu m'auras fait voir la vie de façon beaucoup plus simple et surtout plus drôle,

Léa et Kalichou, au regret de ne plus vous avoir ici,

Mattias pour tes blagues que je comprends rarement,

Que de souvenirs chez Mèmè !

Aux amis de l'école,

Carole pour nos Caliceo en puissance, tes chocolats chauds et ton « je suis désolée, j'ai pas d'excuse »

Solène pour nos films d'un soir, notre aventure Cambodgienne avec le fameux « N'entre pas !!! », au fait et le green curry ?

Isa pour sa merveilleuse voix et le ciné club.

Amélie et sa positive attitude, la danse et l'aquaponey...

Anne-Lyse parce que tu es inépuisable, énergie redbull ou naturelle ?

Titi pour ta voix aussi mais surtout pour monster Titi en boom.

Audrey pour l'équitation, le jet-vodka ou vodka-jet, les booms survoltées et les soirées potins.

Amandine et ta motivation indéfectible, puisses-tu parcourir le monde.

Auréline C. et ta prestance innée, tes rouleaux jambon/fromage et ta magnifique garde-robe.

Auréline M. pour nos papotages en tout genre, l'idée de les espacer me fait mal au coeur,

Céline pour nos repas, nos histoires tordues, le banjour et Bibou.

Julia et tes œillets qui m'ont fait voir la vie en rose cette année, sans compter la zumba.

Franck et Paul, ben oui toujours ensemble et non je ne suis pas si mal foutue !

Pour vous tous, vous me manquerez très fort je garde à l'idée que l'on a bien profité, si c'était à refaire, ben on le referait !!!

Aux internes de canine,

Nuria, Clément, Elsa, Sandra, Céline, Angélique et Sandrine, Tiare

Eternels esclaves mais toujours présents.

Aux amis de toujours

Morgane pour ton courage, ta leçon de vie et ta présence parmi nous, Dorianne et tes deux amours, Candice pour tes appels chaleureux tout au long de mes études et Nathalie, se revoir fait toujours chaud au cœur !

Je reviendrai toujours vous voir avec plaisir.

Aux inoubliables de prépa,

Margothon, Elo, Elsaaa, Milouta, Audrey, Lukinou, Iswan,

La prépa c'est tabou, on en est tous venu à bout !

A mes poulots,

Adeline, Charlotte, Alysée, Lucas, Maxime, Fabien, Josselin, François...

Gardez cette fraîcheur.

Pour tous les autres de l'école,

François L. et François L., Philou, Marc, Arthur, Vicky, Mulach-chen, Maxime L., Charles, Baptiste, Anna, Marions B, Z, A, G, Virginie, Barbara, Edouard, Jojo et Val... Sandra R., Maelle, Jennifer, Aurélien, Darty, Cuquemelle, et tous les autres,

De belles rencontres pas assez approfondies, j'aurais un gros pincement au cœur en repensant à vous !

Aux fidèles compagnons

Fax, Nasser, Rabbi et tous les autres qui suivront...

Si votre ramage se rapporte à votre plumage...

Merci à tous ceux qui m'ont apporté quelque chose de positif !

Que vous soyez remercié ici !

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	4
SOMMAIRE	8
INTRODUCTION	11
PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DU HERISSON ET ETUDE ZOOLOGIQUE	12
I. CLASSIFICATION ET REPARTITION GEOGRAPHIQUE	12
1. Classification	12
2. Aire de répartition du hérisson d'Europe	13
II. STATUT JURIDIQUE DU HERISSON EN FRANCE	14
III. PARTICULARITES ANATOMIQUES	15
1. Anatomie générale	15
2. Organes des sens	18
3. Anatomie musculaire et mise en boule	19
4. Anatomies génitales et caractères sexuels secondaires	21
IV. BIOLOGIE	21
1. Milieu de vie	21
2. Organisation sociale et reproduction	24
3. Activités	26
4. Hibernation	28
DEUXIEME PARTIE : BASE DE L'ALIMENTATION DU HERISSON	31
I. PARTICULARITES ANATOMIQUES DU TUBE DIGESTIF DU HERISSON	31
1. Cavité buccale	31

2.	Le tube digestif	32
II.	PHYSIOLOGIE DE L'ALIMENTATION	35
1.	Mastication	35
2.	Digestion	36
3.	Aspect des selles	37
4.	L'eau et le système rénal	38
III.	COMPORTEMENT ALIMENTAIRE	39
1.	Recherche de nourriture	39
2.	Opportunisme et environnement	43
3.	Préférences alimentaires	44
4.	Variation des préférences alimentaires au cours de l'année	44
5.	Changement du régime alimentaire en relation avec l'âge	47
6.	Variation des choix alimentaires en relation avec l'habitat	48
IV.	BESOIN ALIMENTAIRE, ACCUMULATION ET UTILISATION DES RESERVES	49
1.	Couverture des besoins	49
2.	Stockage des réserves	51
3.	L'utilisation des réserves	52
4.	Mobilisation du glycogène et glycémie	56
TROISIEME PARTIE : ASPECTS PRATIQUES		59
I.	ALIMENTATION DU JEUNE	59
1.	Tube digestif du jeune hérisson	59
2.	Composition du lait de hérissonne	61
3.	Conséquences pour les laits de substitution	63
4.	GMQ du jeune hérisson	65

II. ALIMENTATION DU HERRISSON ADULTE	66
1. Appétence de la ration	66
2. Teneur énergétique d'une ration	66
3. Tolérance d'un aliment.....	67
4. Digestibilité	67
5. Composition d'un aliment idéal	69
III. PATHOLOGIES ALIMENTAIRES ET PARTICULARITES METABOLIQUES	71
1. Tartre	71
2. Obésité.....	71
3. Lipidose hépatique	72
4. Dysbiose du jeune.....	73
5. Résistance du hérisson aux toxiques.....	73
 CONCLUSION	 75
LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX.....	77
BIBLIOGRAPHIE.....	78

INTRODUCTION

Le hérisson européen ou *Erinaceus europaeus* est un mammifère commun de nos régions françaises protégé par nos lois. A ce titre, il est l'emblème de France Nature Environnement, une association écologiste œuvrant pour la protection de la nature.

En Celte, il s'appelle Gràinéog ce qui signifie affreux, en anglais cochon de haie (hedgehog) ce qui fait référence à son habitat. Enfin en latin, il se nomme (h)ericus qui dérive de héricum. Ce dernier désigne un champignon à mycélium très filamenteux en lien avec l'aspect hérissé du hérisson.

Il fait parti des Insectivores, bien qu'il soit plus juste de dire que le hérisson est omnivore. Son alimentation dans les centres de réhabilitations est un défi. Ce travail cherche à rassembler quelques données sur le mode d'alimentation à l'état sauvage du Hérisson mais aussi sur les différentes possibilités de nutrition lorsque ce dernier est recueilli dans un centre de soin.

Nous nous intéresserons au mode de vie du hérisson à l'état sauvage, puis aux bases de son alimentation et enfin nous nous pencherons sur les aspects pratiques de son alimentation.

PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DU HERISSON ET ETUDE ZOOLOGIQUE

Le hérisson est un animal sauvage de nos régions identifiable par tout un chacun mais en réalité fort méconnu. Cette partie est destinée à clarifier sa situation et son mode de vie afin de mieux cerner son environnement et son écologie.

I. CLASSIFICATION ET REPARTITION GEOGRAPHIQUE

1. Classification

Il existe plusieurs espèces de hérissons possédant des caractéristiques variées. Certains hérissons sont pourvus de piquants et d'autres en sont dépourvus.

Le hérisson d'Europe ou *Erinaceus europaeus* ou encore hérisson commun est l'objet de notre étude. Le tableau 1 détaille sa classification parmi les animaux.

Tableau 1: Classification des hérissons

Règne	Animalia
Embranchement	Chordata
Sous-embranchement	Vertebrata
Classe	Mammalia
Sous-classe	Theria
Infra-classe	Eutheria
Ordre	Erinaceomorpha ou Insectivore
Famille	Erinaceidae
Sous-famille	Erinaceinae
Genre	Erinaceus

Le hérisson d'Europe est un Mammifère placentaire, de l'ordre des Insectivores, du sous-ordre des *Erinaceomorphes* (Hérissons et Gymnures). Il fait partie de la famille des *Erinacidae*, et de la sous-famille des *Erinacinae*. Cette famille possède 2 groupes distincts :

- le premier groupe contient trois espèces de hérissons poilus et dépourvus de piquants qui vivent dans le sud-est asiatique. On les nomme les **gymnures**.

- le second groupe contient 5 genres :

 - *Aethechinus* est présent en Afrique et sur le littoral méditerranéen.

 - *Atelerix* est un genre contenant six espèces de hérissons d'Afrique tropicale, on citera pour l'exemple *Atelerix albiventrix* qui est une espèce de hérisson domestiquée en Amérique du Nord.

 - *Hemiechinus* est présent en Eurasie et au nord de l'Afrique.

 - les *Erinaceus* sont l'objet de notre étude. Deux espèces principales appartiennent à ce genre : *Erinaceus Europaeus* et *Erinaceus concolor*.

 - et enfin le genre *Parachinus* réparti en Afrique du nord et de l'Asie (Morris et Berthoud, 1992).

2. Aire de répartition du hérisson d'Europe

Le hérisson d'Europe se trouve dans toute l'Europe Occidentale ainsi qu'en Russie, dans le Caucase et en Turquie (figure 1). Il est présent sur toute l'Europe centrale et occidentale, incluant la Grande Bretagne et les îles méditerranéennes comme la Sardaigne, la Corse et les îles Ecossoises (Chesne, 2012). On le trouve également en Nouvelle Zélande où il fut introduit par les colons en 1870 et a pu coloniser toutes les îles de cet archipel (Berry, 1999). Il est en revanche absent de certaines îles entourant la France et le Royaume Uni, et n'existe pas à l'état sauvage en Australie et dans tout le continent Américain (Morris et Berthoud, 1992).

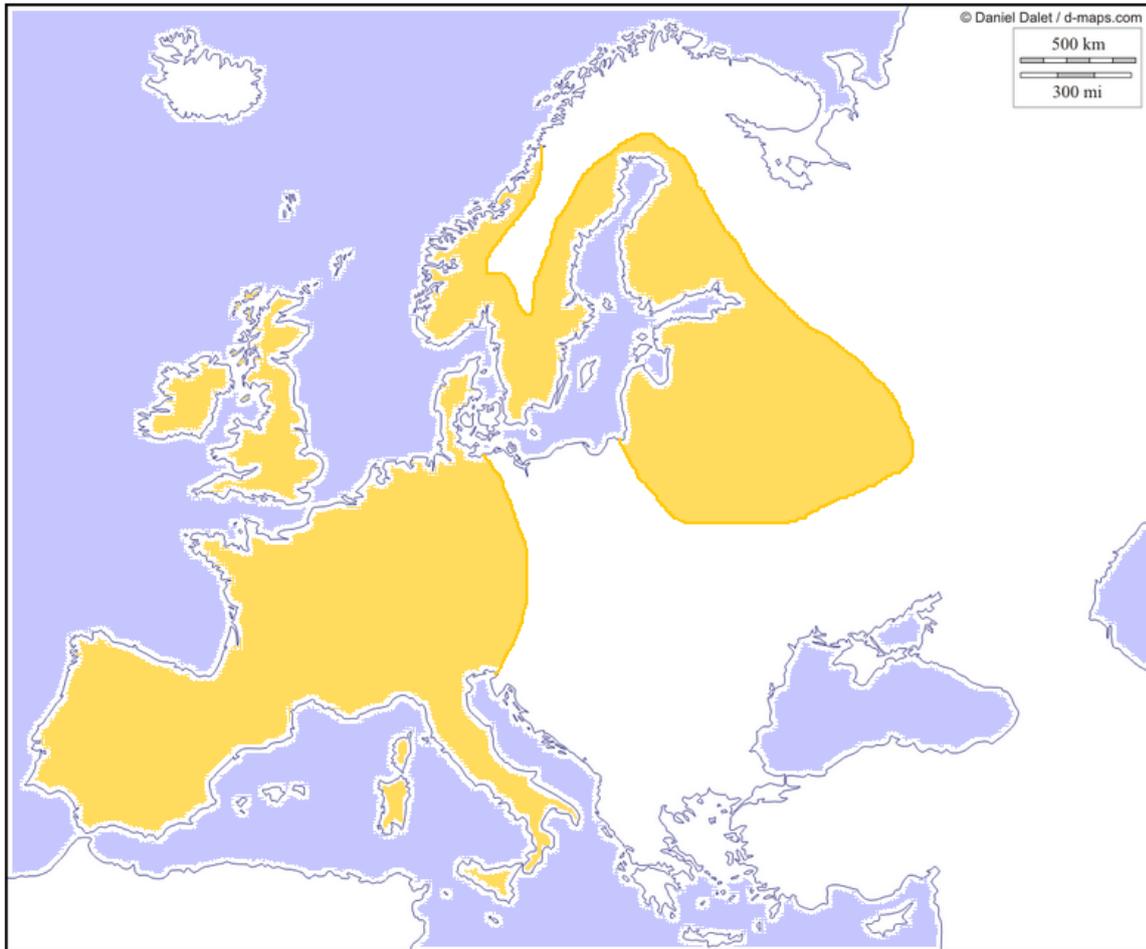


Figure 1 : Carte de répartition européenne d'*Erinaceus europaeus* avec en jaune les zones de présence (d'après Morris et Berthoud, 1992 ; Berry, 1999 ; Smith 1999 ; Chesne, 2012).

II. STATUT JURIDIQUE DU HERISSON EN FRANCE

Le hérisson est une espèce protégée en France. L'article L411-1 du code de l'environnement (2010) stipule que « la destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat » ainsi que « la destruction, l'altération ou la dégradation [...] de ces habitats d'espèce » est **interdit**.

De même, la convention de Berne signée le 29 septembre 1979 et appliquée le 26 avril 1990, établit que le commerce et « le transport international des espèces de faunes et de flores sauvages menacées d'extinction » doivent être soumis à une « réglementation stricte ».

La détention par des particuliers de hérissons européens est donc interdite. Seuls des établissements habilités peuvent héberger, soigner cette espèce. En pratique, les centres de soins ou les centres de protection de la faune sauvage peuvent recueillir les hérissons affaiblis ou blessés.

Les arrêtés ministériels du 10 août 2004 et du 5 mars 2008 érigent les règles de fonctionnement des installations d'élevage [d'agrément] et les conditions d'autorisation de détention d'animaux non domestiques dans les structures appropriées.

Les particuliers peuvent transporter sous certaines conditions les animaux sauvages trouvés jusque chez un vétérinaire, s'il n'existe pas de centre de soin agréé à proximité, ou bien jusqu'à un centre de protection de la faune sauvage grâce à la circulaire du 14 mai 1993.

III. PARTICULARITES ANATOMIQUES

1. Anatomie générale

a) Morphologie :

Le hérisson est un petit mammifère de couleur brune (du brun clair au brun foncé), de 800 g à 1200 g, voire pesant jusqu'à 2.2 kg (Morris et Berthoud, 1992), il est généralement plus lourd sur le continent Européen qu'en Angleterre.

Sa principale caractéristique réside dans la présence de piquants sur le dos de 2-3 cm de longueur et de 1 mm d'épaisseur, gris clair (clairs à la base puis foncé puis clairs à la pointe) et sans orientation spécifique.

Les piquants sont des poils creux ayant une durée de vie de 18 mois, qui se renouvellent en permanence. Ils sortent de la peau par trois. Chaque piquant est relié à un muscle strié lui

permettant de s'ériger. En cas de danger, le hérisson est ainsi capable de soulever sa « carapace », assurant sa défense. Cette couverture forte d'environ 7000 piquants, s'étale du front jusqu'aux flancs (Hainard, 1961 ; Chesne, 2012). Le reste du corps est couvert de poils longs bruns clairs qui n'offrent pas de protection thermique suffisante pour l'hiver.



Figure 2 : Piquants de Hérissons, photographie présentant la densité de piquants de hérisson ainsi que leur couleur.

La peau de son ventre est épaisse, et le dos est pourvu d'une épaisse couche de graisse.

Il est doté de quatre membres relativement longs (10 cm) qui lui assurent une taille de 12 à 15 cm au garrot (Morris et Berthoud, 1992). Lorsqu'il marche lentement, ses pattes sont cachées par ses poils, alors que lorsqu'il se déplace rapidement, il allonge ses membres qui deviennent visibles.

Sa longueur varie de 20 à 30 cm. Enfin, il présente une queue de 2 à 3 cm de long.

Ses membres antérieurs ont cinq doigts espacés pourvus de puissantes griffes lui permettant de creuser le sol, alors que ses membres postérieurs sont plus minces et serrés (Chesne, 2012).

La tête est large à la base et se termine par un museau pointu. Le hérisson n'a pas de cou visible.

b) Squelette :

L'organisation du squelette du hérisson est celle d'un mammifère. La particularité réside dans le nombre de vertèbres cervicales et leur longueur qui correspondent aux caractéristiques des vertèbres humaines. En effet son cou est court, ceci lui permettant de se mettre en boule (Morris et Berthoud, 1992).

Son crâne est carré, son rachis vouté et il possède une ceinture pelvienne étroite.

La formule vertébrale retenue d'après les spécimens des collections du laboratoire d'anatomie comparée du Museum est : cervicales = 7 ; dorsales = 14 à 16 (moyenne 15,0) ; lombaires = 5 à 6 (moyenne 5,8) ; sacrées = 3 à 4 (moyenne 3,3) ; caudales = 11 à 28, (Grasse, 1967). La figure 3 représente un squelette de hérisson.

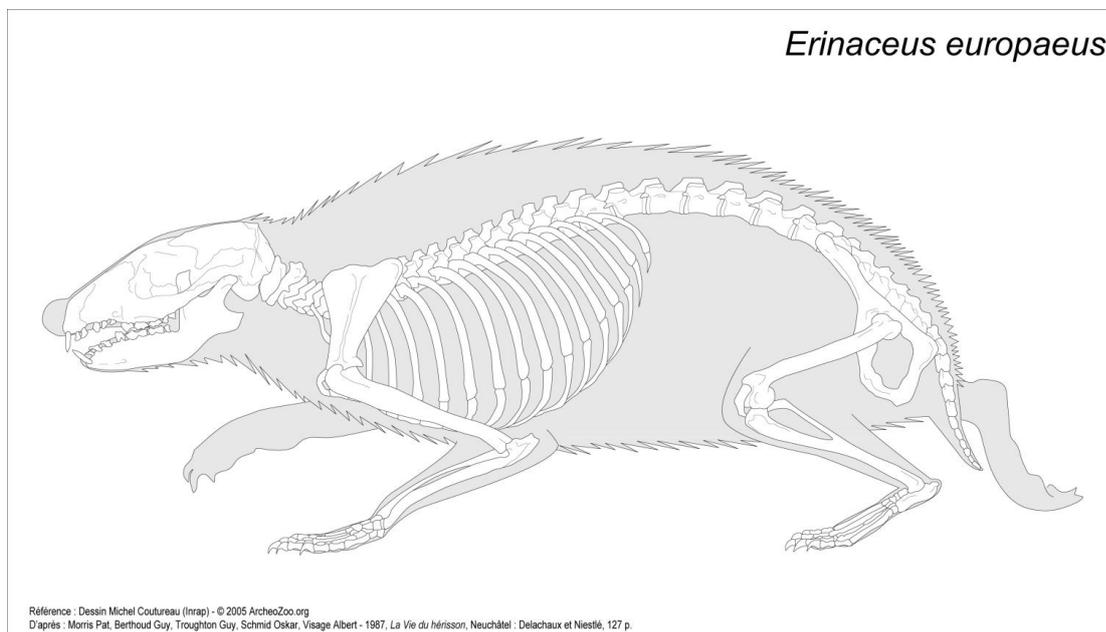


Figure 3 : Squelette de hérisson montrant un cou très court avec sept vertèbres cervicales très courtes, 16 thoraciques, sept lombaires, six sacrées et enfin 11 coccygiennes.

2. Organes des sens

Les deux sens les plus développés chez le hérisson sont l'olfaction et l'audition, rendant ses performances de chasse très efficace.

a) L'ouïe

Les oreilles du hérisson sont grandes par rapport à la taille de l'animal, et cachées par des poils pour *Erinaceus europaeus*. Le hérisson a une très bonne ouïe qui lui permettrait de localiser ses proies dans des tas de feuilles. Un hérisson serait capable de détecter le bruit d'un ver de terre fouissant le sol. Il existe deux aires cérébrales de l'ouïe (Catania, 2005). Ses aires sont étendues chez le hérisson. Elles sont le reflet d'un sens très développé de l'audition.

Selon Reeve (1994), le hérisson perçoit les longueurs d'ondes de hautes fréquences. Les bruissements font partie de ces fréquences là.

b) La vision

La vue est permise par des yeux noirs dont la taille est grande comparée à celle de l'animal. La vue est relativement mauvaise mqi lui permet de distinguer ses proies dans l'obscurité. La rétine n'est composée que de bâtonnets, il voit la nuit mais il n'est pas capable de distinguer les couleurs (Bridges et Quilliam, 1973). Cependant, le hérisson est une espèce à activité nocturne qui ne nécessite pas de distinction des couleurs. D'après Reeve (1994), il ne serait pas myope.

c) Le toucher

Le sens du toucher est permis par les moustaches placées sur les côtés du museau et par une multitude de vibrisses autour de la truffe (Burton, 1970).

L'aire cérébrale correspondant aux vibrisses est très développée. En revanche l'aire cérébrale correspondant aux moustaches n'est que peu développée. Ceci suggère que le sens du toucher du hérisson est très fin et permis surtout par les vibrisses (Catania, 2005). De plus, les épines du hérisson sont érectiles et possèdent une innervation sensori-motrice propre. Si l'on effleure ses épines, le hérisson érige son armure par un réflexe local. L'aire sensorielle correspondante est très peu étendue dans le cortex somato-sensoriel, ceci grâce à l'intégration locale du message nerveux (Catania, 2005).

d) L'olfaction

L'odorat est excellent. Il permet au hérisson de trouver une proie enfouie sous 3 cm de terre. Un hérisson en pleine recherche de nourriture, hume fréquemment l'air grâce à son long nez pourvu d'un gros museau humide. Les cavités nasales ainsi que la muqueuse nasale sont très développées et riches en récepteurs (Reeve, 1994).

L'odorat du hérisson lui permet de chasser mais également de se repérer dans un environnement donné, de détecter des prédateurs, et de trouver des partenaires sexuels le moment venu (Morris et Berthoud, 1992). Les aires cérébrales de l'odorat sont très développées ce qui montre l'importance de ce sens (Reeve, 1994).

3. Anatomie musculaire et mise en boule

Le hérisson possède tout un système complexe de muscles qui lui permettent de se mettre en boule lors de dangers.

Lors de la perception d'un danger, il érige ses épines dorsales grâce au muscle *frontodorsalis* (qui va du front à l'extrémité de son dos). L'animal continue à voir et entendre dans cette position.

Puis, si un bruit soudain est perçu, il fléchit la tête ce qui permet à l'ensemble de ses épines de se dresser par la stimulation du muscle *panniculus carnosus*.

La mise en boule est réalisée lors de danger persistant, grâce aux muscles *panniculus carnosus* et *orbicularis* (figure 4). Ils se contractent en même temps que le *frontodorsalis* et le *caudodorsalis*. Il se met en position en moins de trois secondes (Chesne, 2012).

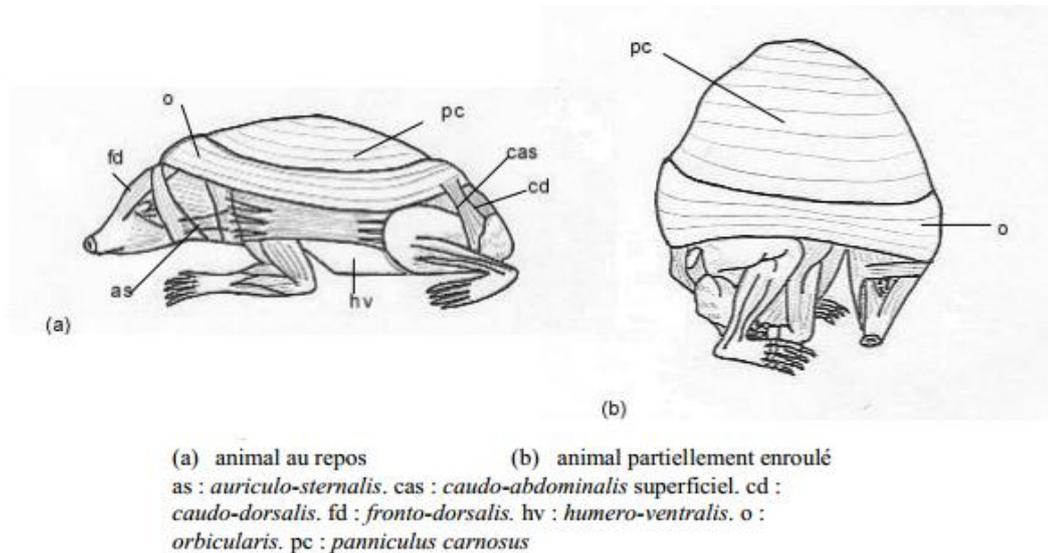


Figure 4 : Anatomie des muscles peauciers, on note le fronto-dorsal (du front jusqu'à la fin du dos) et l'orbiculaire responsables de la mise en boule. D'après Pat Morris et Guy Berthoud : La vie du Hérisson

Lorsque le hérisson est en boule, seul son nez dépasse, ce qui lui permettant de respirer (Figure 5). Le hérisson peut garder cette position plusieurs heures sans éprouver de fatigue car seul le muscle orbiculaire est contracté.

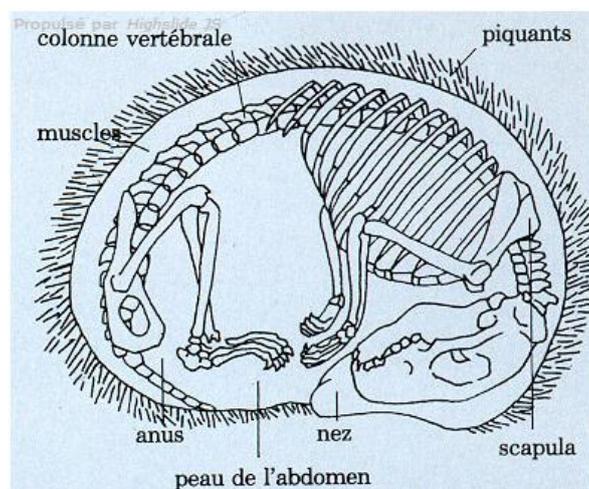


Figure 5 : Hérisson en boule, muscles désigne le *fronto-dorsalis* et le *panniculus carnosus* (d'après Morris et Berthoud, 1992)

Il possède également d'autres muscles peauciers présents sur tous le long de son dos, reliés aux épines (Morris et Berthoud, 1992). Lorsque l'on effleure un hérisson en boule, les muscles peauciers se contractent localement pour augmenter la densité des piquants.

4. Anatomies génitales et caractères sexuels secondaires

Même à la naissance, le sexage est possible, il suffit de retourner l'animal sur le dos pour observer l'abdomen.

Chez le mâle le pénis est externe et se trouve au milieu de l'abdomen. Les testicules sont intra-abdominaux et l'appareil génital est pourvu de vésicules séminales plurilobées, de glandes de Cowper et d'une prostate bilobée (Allanson, 1934).

Les femelles ont une vulve très proche de l'anus. Le tractus génital femelle est similaire à ceux d'autres espèces de petits mammifères. On note que les ovaires sont entourés d'une bourse ovarienne comme chez la chienne.

IV. BIOLOGIE

1. Milieu de vie

a) Biotope naturel et nids

Erinaceus europaeus vit dans des zones forestières, plaines, jardins, là où des abris lui sont offerts. Il est plus présent dans certaines zones urbaines et périurbaines. On le rencontre aussi dans les zones agricoles. Le hérisson est présent jusqu'à une altitude où peuvent encore pousser les arbres à feuilles caduques, c'est-à-dire 1000 m d'altitude. Cependant, entre 1000 et 1200 m d'altitude, même si les hérissons sont présents, ils ne se reproduisent

pas de façon régulière. Plus haut, la présence du hérisson est surtout liée à la présence d'agglomérations et à d'occasionnelles excursions (Morris et Berthoud, 1992).

En Europe occidentale, le hérisson se trouve dans les zones humides et élevées comme le pourtour méditerranéen, alors qu'en Europe centrale, il va plutôt rester en zone sèche et en basse altitude.

En France, on le trouve préférentiellement sur les côtes bretonnes, ce qui correspond à un climat atlantique caractérisé par un hiver doux et humide, (Morris et Berthoud, 1992 ; MacDonald et Barret, 1993).

Il est nocturne et crépusculaire. Il n'est visible le jour que s'il est malade.

Le jour, il dort dans des nids. Les nids des hérissons ont trois fonctions principales, ils constituent un abri journalier nécessaire lors des périodes actives, un lieu d'élevage des jeunes, un nid d'hibernation ou d'estivation pour y passer de longues périodes de torpeur.

Les nids sont construits sur des sols secs et bien drainés. Ses abris peuvent être constitués de débris de végétaux et de végétaux vivants comme des buissons. Les terriers de lapins peuvent servir aux hérissons ainsi que les cavités naturelles des rochers. Les nids sont des cavités de 20 à 30 cm de diamètre possédant des parois épaisses de 0,5 à 5 cm, conférant une bonne isolation thermique. Les nids d'hivers sont mieux construits que ceux d'été. Ils contiennent de plus grandes cavités et plus de garniture au sol, alors que les nids estivaux peuvent n'être que de simples couvertures de feuillage (Moss et Sanders, 2001 ; Moors, 1979).

Les nids peuvent servir de façon unique ou bien être réutilisés. Cependant, un hérisson dérangé dans un de ces nids n'y reviendra probablement pas (Moss et Sanders, 2001).

Dans l'abri, la température suit celle du hérisson hibernant. Elle varie de -2°C, lorsque le hérisson hiberne, jusqu'à 25°C, lorsqu'il se réveille. La température est positive plus de 80% du temps. Si un nid est inondé ou bien trop froid, l'individu se réveille (Walhovd, 1979).

Un hérisson construit son nid sur un terrain sec et possédant une structure rigide comme des rondins de bois ou des pierres. Il dépose les feuilles mortes récoltées contre cet

appui rigide. Il les apporte grâce à sa gueule en petite quantité. Une fois le tas de feuilles assez important, il se glisse dessous et effectue des mouvements de rotation. Les feuilles sont ainsi placées les unes sur les autres et offrent une isolation thermique et une grande étanchéité (Morris et Berthoud, 1992). Un tunnel d'une dizaine de centimètre permet d'accéder au nid (Morris et Berthoud, 1992).

Le nid perdurera un an s'il est bien construit. Les nids des jeunes hérissons peu expérimentés peuvent s'effondrer. Le hérisson peut changer de nid durant l'hiver, il peut en utiliser un autre ou bien en construire un nouveau (Morris et Berthoud, 1992).

b) Adaptation au milieu urbain

Les zones urbaines ou périurbaines abritent des hérissons en grand nombre, environ neuf fois plus qu'en zone non urbaine (Hubert *et al.*, 2011). Cela pourrait être la conséquence de la forte disponibilité en nourriture, par exemple, en vers de terre et en aliments pour animaux de compagnie. Les hérissons utilisent les aliments pour animaux de compagnie en complément de leur alimentation normale et non en remplacement (Dowding *et al.*, 2010). Ils les trouvent à dispositions dans les jardins des particuliers qui leurs laissent un repas.

Leur forte densité pourrait être aussi due à la température plus clémente l'hiver en ville ou encore à la présence d'abris tel que les haies (Hubert *et al.*, 2011). Les hérissons préfèrent les maisons avec jardin ou les maisons avec des terrasses car les proies y serait plus disponibles (Dowding *et al.*, 2010).

Cependant, les zones périurbaines ne sont pas sans danger : les chiens curieux peuvent les attaquer.

La négligence humaine est responsable de morts pendant l'hiver : les jardiniers brûlent leur tas d'herbes pendant cette saison alors que les hérissons les utilisent pour construire leur nid et hibernent dedans.

Enfin le trafic routier est responsable de nombreux décès, jusqu'à 24% des morts. D'après Dowding (2010), les hérissons recherchent leur nourriture après minuit, ce qui correspond à la diminution du trafic routier et des mouvements humains en général. Ils sont ainsi très

actifs de minuit à 3h du matin, le risque de rencontre avec une automobile est ainsi moindre. De plus, la recherche de nourriture ne se fait pas au bord des routes, les hérissons ne font que les traverser (Dowding *et al.*, 2010).

c) Prédateurs du hérisson

Les principaux prédateurs naturels du hérisson sont le blaireau européen (*Meles meles*), le hibou grand-duc (*Bubo bubo*), la chouette hulotte (*Strix aluco*), le renard roux (*Vulpes vulpes*), le sanglier (*Sus scrofa*), la buse variable (*Buteo buteo*), le chien (*Canis canis*), le chat (*Felis sylvestris*) et la fouine (*Martes foina*).

Les seules espèces se nourrissant régulièrement de hérissons sont le hibou grand duc d'Europe et le blaireau. Ce sont des prédateurs redoutés car ils peuvent retourner les hérissons sur le dos et leur ouvrir le ventre grâce à leurs serres et leurs griffes (Hubert *et al.*, 2011 ; Chesne, 2012).

L'homme fut un prédateur. En effet, le hérisson était un met fort recherché de tout temps par les populations gitanes. Cependant, il est maintenant protégé par les lois françaises ainsi que par la convention de Berne.

2. Organisation sociale et reproduction

Les hérissons sont des animaux solitaires. Ils vivent seuls une fois adultes et se retrouvent uniquement pour les périodes de reproduction. Les hérissons sont matures sexuellement vers l'âge de 9 à 11 mois, les femelles mettant toutefois rarement bas au cours de leur deuxième année (Morris et Berthoud, 1992).

a) Mâles :

Lors de la saison de reproduction au printemps et été, la taille de l'appareil génital des mâles augmente, et celui-ci peut représenter jusqu'à 10% du poids total de l'individu (Allanson, 1934).

b) Femelles :

La femelle possède 5 paires de mamelles. Elle est fécondée par plusieurs mâles lors d'un œstrus (Moran *et al.*, 2009).

La gestation dure de 30 à 49 jours (Atanasov, 2005). Sa durée est fonction des conditions climatiques. La croissance des fœtus est à mettre en relation avec la température corporelle de la mère, ce qui signifie qu'une femelle gestante en hiver aura une gestation plus longue qu'une femelle gestante en été (Fowler, 1988).

Elle donne naissance de 4 à 7 petits, qui naissent aveugles et nus. Ils pèsent environ 25 g d'après Fowler (1988) ou $19.3 \text{ g} \pm 4.5 \text{ g}$ d'après Landes (1997). La portée représente 6,2% de la masse de la mère (Landes, 1997). Ce poids de naissance est doublé en une semaine. Les petits ouvrent les yeux à 14 jours puis ils sont sevrés à l'âge de 4 à 6 semaines lorsqu'ils atteignent un poids d'environ 250 g, puis les petits se dispersent, chaque hérisson devient alors solitaire.

Durant la période d'allaitement, la température corporelle de la mère reste constante. Il n'y a pas de période d'hibernation pour elle, certainement grâce à l'augmentation de son métabolisme de base qui produit de la chaleur. Ceci évite que les petits soient allaités en discontinuité ce qui nuirait à leur développement. La température du nid reste adéquat aux environs de 18 à 25°C (Fowler, 1988 ; Anonyme, site internet).

Au sevrage, la mère peut hiberner (Fowler, 1988).

Une femelle hérisson peut avoir deux portées par an (Bunnell, 2009).

3. Activités

La journée et l'année du hérisson sont rythmées par des activités bien définies, chacune à un moment donné.

a) Cycle journalier :

Le hérisson est nocturne. Il passe la plupart de son temps à rechercher de quoi se nourrir. Le reste du temps éveillé est occupé à la toilette, aux déplacements, à la reproduction et à la construction de nids. Il est actif le soir, préférentiellement de minuit à trois heures du matin, heures pendant lesquelles les activités humaines sont à leur plus bas niveau, le jour est principalement passé au repos de l'animal.

Le cycle journalier s'organise de la manière suivante aux beaux jours :

Le hérisson est actif la nuit et endormi la journée. La nuit, il se déplace.

-Le repos occupe 87 % du temps de la vie du hérisson, principalement le jour, avec une différence saisonnière de l'ordre de 75% en été et 100% en hiver, le hérisson se repose dans son (ou ses) nids.

-L'alimentation occupe de 4 à plus de 20% du temps total ce qui représente près de 70% du temps actif de l'animal, elle se déroule la nuit.

-L'exploration est une activité principalement observée en début de printemps et à la fin de l'automne avec 4 % des périodes actives soit moins de 1% du temps total.

-La migration est rare et s'exerce uniquement au début du printemps et à la fin de l'automne.

-Enfin la construction des nids occupe les femelles plusieurs jours par an, les jeunes en construisent plusieurs avant la saison froide. Cette activité occupe 0,4% du temps total.

b) Cycle annuel :

Les mâles sont plus actifs que les femelles, cependant l'activité des mâles décroît au fur et à mesure de l'année avec un maximum au printemps alors que l'activité des femelles reste stable au cours de l'année (Dowding *et al.*, 2010). Dowding (2010) avance l'hypothèse que cette différence est due à la recherche active de partenaires sexuels des mâles durant la belle saison.

Les périodes d'activité dépendent de facteurs météorologiques mais aussi des ressources alimentaires. Le hérisson cesse toute activité lorsqu'il pleut à verse ou lorsqu'il fait trop chaud ou trop froid (Chesne, 2012).

Le hérisson passe son année comme suit :

L'hibernation est une période de conservation énergétique qui dure de 3 à 5 mois durant la mauvaise saison. En France, elle s'étend en général de fin octobre à mars.

Puis vient la période de sortie d'hibernation, pendant le réchauffement printanier. Les hérissons sont très actifs durant un mois. Ils recherchent des partenaires sexuels, des ressources alimentaires et explorent leur territoire.

Les périodes de gestation et d'accouplement ont lieu de fin avril à fin août. Les dernières naissances ont lieu en septembre. Les adultes restent à proximité de leur territoire, sauf ceux qui ne se reproduisent pas. Ceux-ci continuent leur exploration.

Une fois les jeunes sevrés, ils se dispersent. Ils migrent seuls. Dans le même temps, une phase d'alimentation intense permet une accumulation de réserves suffisante au passage de l'hiver. Les explorations continuent et les premiers nids sont construits.

Enfin, durant la phase de pré-hibernation, déclenchée par la raréfaction des proies et les chutes de températures, les hérissons construisent leurs nids d'hiver ou bien migrent.

4. Hibernation

Toutes les espèces de hérisson sont capables d'entrer en hibernation si les conditions climatiques sont défavorables à leur activité. L'hibernation se déroule l'hiver mais en été un estivage est possible lors de grosses chaleurs : il se passe alors la même chose, on observe une diminution de la vigilance et de la température corporelle.

a) Entrée en hibernation

L'hibernation se déroule en principe d'octobre à mars (Morris et Reeve, 2008), quand les conditions extérieures sont propices et lorsque le hérisson ne s'alimente plus depuis 48h (Webb et Ellison, 1998). Il cesse de s'alimenter lorsque la nourriture se fait trop rare, alors, avec la chute des températures, l'hibernation du hérisson commence.

Un hérisson entrant en hibernation doit peser au minimum 450g pour avoir toutes ses chances de survivre à un hiver perdurant d'octobre à mars (Morris, 1984).

La baisse des températures est le premier facteur permettant l'entrée en hibernation (Fowler, 1988). Ensuite, viennent la diminution de la disponibilité alimentaire puis de la photopériode avec une augmentation du taux de mélatonine et la privation de nourriture (Fowler, 1988).

L'hibernation profonde est caractérisée par une baisse de la température corporelle, par une diminution de la consommation de dioxygène, des fréquences respiratoire et cardiaque, et, enfin, par l'apparition de périodes d'apnées. Par exemple, un hérisson soumis à une température extérieure de 5°C a une température corporelle de l'ordre d'une dizaine de degrés (Cherel *et al.*, 1994). La température corporelle minimale d'un hérisson est de 5.4°C et la longueur maximale d'une période d'hibernation est d'une dizaine de jours sans réveil (Kristoffersson et Soivio, 1964).

Les femelles possèdent une régulation thermique un peu différente des mâles. En effet, lors de conditions climatiques défavorables elles entrent en hibernation plus tard que les mâles et produisent plus de chaleur (Fowler, 1988). Ses paramètres vitaux diminuent sensiblement.

Sa fréquence cardiaque est ralenti à 20 battements par minutes, ses mouvements respiratoires s'espacent de plusieurs minutes (Chesne, 2012 ; Morris et Berthoud, 1992). Cet état de sommeil hivernal peut durer 231 h d'affilées, soit environ une dizaine de jours (Geiser et Ruf, 1995).

Les périodes de torpeurs estivales et hivernales ont les mêmes caractéristiques, c'est-à-dire que les cycles torpeurs/réveils sont comparables. Ceci tend à prouver que l'hibernation est un stade physiologique contrôlé par des facteurs endogènes, après l'entrée de l'animal en hibernation (Toutain et Ruckebusch, 1975).

On observe une dépression des systèmes endocriniens et des changements dans les concentrations ioniques plasmatiques. Durant l'hibernation, la concentration en calcium plasmatique est augmentée de 7% et la concentration en magnésium de 23 à 52%. Les études ne s'accordent pas sur les concentrations de sodium et de potassium. Elles apparaissent non modifiées d'après Edwards et Munday (1969) et augmentées dans l'étude d'Al-Badry et Taha (1983). Cette augmentation de tous les ions cités permettrait de conserver les gradients ioniques plasmatiques (Al-Badry et Taha, 1983).

b) Réveils réguliers

Les réveils sont réguliers durant la période d'hibernation. Ils sont responsables d'une forte diminution des réserves graisseuses. Les réveils spontanés ont lieu en moyenne toutes les semaines et surviennent au maximum tous les 10 jours. Si la température chute en dessous de 0°C, la production automatique de chaleur peut mener jusqu'au réveil complet du hérisson (Tähti et Soivio, 1978). En trois heures, il peut retrouver une température corporelle normale (Laukola, 1980).

On peut provoquer le réveil de l'individu lorsqu'on le dérange, ce réveil sera plus rapide que s'il avait eu lieu sans perturbation (Tähti, 1978).

Ces réveils spontanés réguliers sont dus à des facteurs endogènes généralement, mais, si la température extérieure devient négative, le hérisson se réveille et évite ainsi l'hypothermie et la mort (Walhovd, 1979).

c) Réveil à la fin de l'hibernation

Un hérisson peut perdre jusqu'à 40 % de son poids ou de sa graisse, les réveils sont la cause la plus importante de l'utilisation de ses réserves énergétiques (Tähti et Soivio, 1978).

Une étude montre que l'accumulation dans le cerveau de glycogène contrôlerait le réveil de l'animal ; en effet, le glycogène est reformé au fur et à mesure des phases de sommeil, et consommé durant les phases de réveil. Lorsque l'accumulation du glycogène dans le cerveau dépasse un certain seuil, le réveil s'initie (Al-Badry et Taha, 1983).

A son réveil, le hérisson a perdu du poids, 300g pour un hérisson de 850g environ (Morris et Berthoud, 1992). Aussi, la prise de poids d'un hérisson est cyclique en fonction de l'âge et de la période de l'année.

Le hérisson est un animal nocturne et Insectivore. L'une de ses plus grandes caractéristiques, outre la présence de piquants, réside dans l'hibernation. Il hiberne 5 mois dans des nids solides et étanches, construits grâce à des feuilles d'arbres. Ces nids offrent une bonne étanchéité thermique et physique qui isole le hérisson du froid et lui permet d'économiser au maximum son énergie. L'hibernation n'est possible que si l'animal a emmagasiné suffisamment de réserves. Un poids minimal de 450 g est nécessaire à la survie de l'hiver. Si les réserves ne sont pas suffisantes, le hérisson mourra d'hypothermie. Les réserves sont constituées pendant les beaux jours et jusqu'au début de l'hiver. Il est donc intéressant de connaître les particularités de chasse du hérisson et ses besoins alimentaires ainsi que la nature de ses réserves énergétiques. Ses différents points seront abordés dans la partie suivante en commençant par l'anatomie du tube digestif.

DEUXIEME PARTIE : BASE DE L'ALIMENTATION DU HERISSON

Le hérisson est un insectivore. Son anatomie est caractéristique de ce groupe. Dans cette partie, nous allons détailler les particularités anatomiques du tube digestif du hérisson puis nous verrons la physiologie de l'alimentation et enfin nous nous pencherons sur le besoin énergétique d'un individu à l'entretien et l'alimentation des hérissons recueillis.

I. PARTICULARITES ANATOMIQUES DU TUBE DIGESTIF DU HERISSON

1. Cavité buccale

La cavité buccale du hérisson est pourvue de dents et d'une langue.

Le hérisson a une denture typique des Insectivores. Adulte, il possède de 34 à 40 dents. Sa formule dentaire est la suivante : (I2-3/2, C 1/1, P3-4/2-3, M3/3) x 2 (Clarke, 2003) (Figure 6). Les dents de lait tombent vers l'âge de 4 mois et, à un an, la dentition adulte est en place.

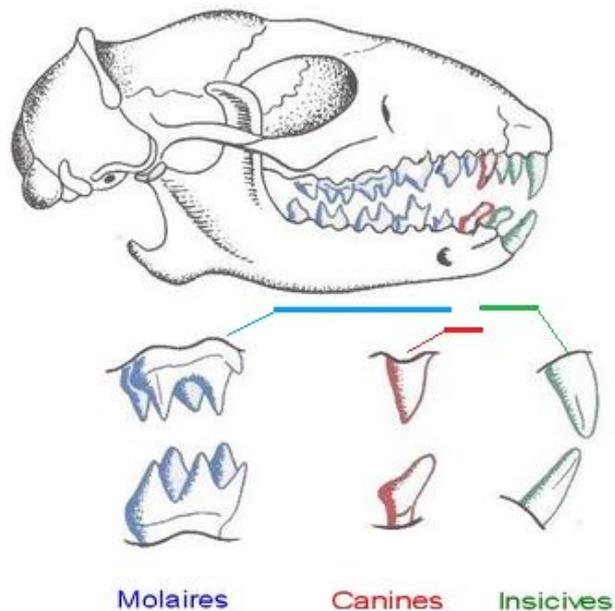


Figure 6 : Crâne de hérisson et denture montrant les molaires, les canines et les incisives, d'après Anonyme

La chronologie de la mise en place des dents supérieures est la suivante :

Les molaires 1 et 2 sortent en premier en même temps que les prémolaires 2 et les troisièmes incisives. Puis, les canines, les dernières molaires et prémolaires poussent enfin. Les dents finissent leur croissance par les incisives du milieu, c'est-à-dire les premières et les deuxièmes.

[M1, M2, P2, I3], C, M3, P4, P3, I2, I1 (Asher et Olbricht, 2009).

Les hérissons d'Europe introduits en Nouvelle Zélande disposent d'une denture variable car, du fait de la consanguinité, ils leur manquent souvent une ou plusieurs dents. Seule une douzaine d'individus ont été introduits (Clarke, 2003).

La morsure du hérisson n'est pas douloureuse, le bord des dents n'est pas très tranchant. De plus, les dents du devant de la mâchoire supérieure sont très espacées (Morris et Berthoud, 1992).

La dureté des dents est importante pour la survie des insectivores. En effet, du fait de leur régime alimentaire (avec des vers de terre au tube digestif rempli de sable, des insectes...), les dents s'usent vite et un animal aux dents usées ne peut plus s'alimenter (Neet, 1990).

La langue permet de replacer les aliments dans la cavité buccale au cours de la mastication.

2. Le tube digestif

Le tube digestif formé de l'œsophage, de l'estomac et des intestins mesure environ 1,5 m de long chez un individu adulte (Morris et Steel, 1967).

Stevens (1995) indique qu'il n'y a pas de distinction visible entre l'intestin grêle et le gros intestin mais qu'une portion très étroite du tube digestif pourrait être l'équivalent de l'iléum chez les autres mammifères. Le tube digestif du hérisson est en effet dépourvu de caecum et de valve iléo-caecale (Figure 7).

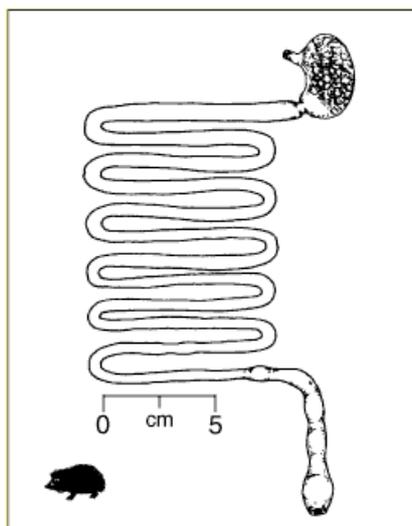


Figure 7 : Schéma du tube digestif d'un hérisson, (d'après Stevens et Hume, 1995)

a) L'œsophage

Comme chez les autres mammifères, l'œsophage est linéaire, pourvu d'un épithélium stratifié non glandulaire, entouré de deux couches musculaires, l'une circulaire et l'autre longitudinale (Stevens, 1995).

b) L'estomac

L'estomac est simple, le pylore est plutôt épais et est entouré d'un muscle circulaire (Morris et Steel, 1967) (figure 8).

La muqueuse du fundus est plus profondément plissée que celle du reste de l'estomac. Elle contient des cellules pariétales produisant de l'acide chlorhydrique (HCl) et des cellules dites « principales » produisant du pepsinogène, une lipase gastrique et des chymosines utiles dans la digestion des peptides et des graisses.

La muqueuse cardiaque, proche de l'œsophage, ainsi que la muqueuse de la petite courbure de l'estomac est la plus fine et la plus lisse. La muqueuse aglandulaire œsophagienne s'étend dans l'estomac sur une petite surface de 4 mm. La muqueuse cardiaque sépare la muqueuse

œsophagienne et la muqueuse fundique glandulaire. Cette muqueuse est constituée de cellules à mucus uniquement.

La partie pylorique, plus épaisse, est constituée d'une muqueuse intermédiaire contenant des cellules à mucus bordant les cellules principales.

Enfin, la musculature de l'estomac est formée de 3 couches distinctes avec de l'intérieur vers l'extérieur une couche oblique, une couche circulaire et une couche longitudinale (Morris et Steel, 1967).

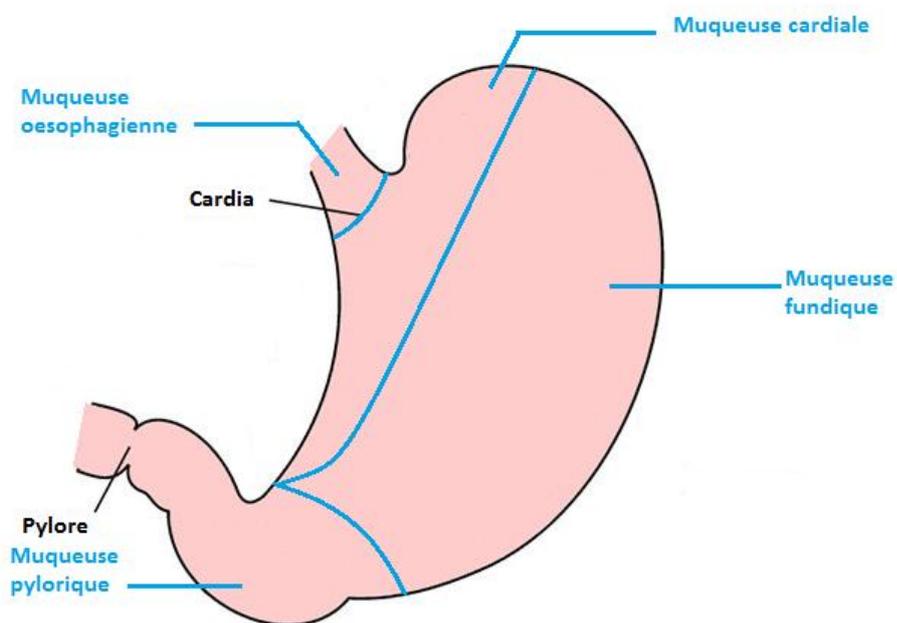


Figure 8 : Schéma de l'estomac chez le hérisson où on retrouve 3 zones, pylorique, cardiale et fundique.

c) *L'intestin*

L'intestin commence au duodénum, qui est pourvu de glandes de Brünner et des cryptes de Lieberkühn. Il a un diamètre constant sauf au niveau du rectum et après le pylore sur une bande de 1,5 cm où se trouvent les glandes de Brünner. Il est entouré, de l'extérieur du tube digestif vers la lumière de l'intestin, d'une séreuse, d'une musculuse, d'une sous muqueuse et d'une muqueuse (Morris et Steel, 1967).

Le colon et l'anus sont semblables à ceux des autres mammifères (Morris et Steel, 1967).

II. PHYSIOLOGIE DE L'ALIMENTATION

1. Mastication

Comme les autres mammifères, le hérisson mâche ses aliments grâce à des muscles masticateurs, 12 molaires, une langue qui permet de replacer les aliments dans la cavité buccale et un lubrifiant : la salive produite par les glandes salivaires (Stevens, 1995).

La succion est permise grâce à la langue mais aussi aux muscles des joues et à la position des lèvres.

Les muscles responsables de la mastication sont de deux groupes : les adducteurs ou muscles mandibulaires et les constricteurs ou muscles Inter-mandibulaires. Parmi les mandibulaires, on trouve les Masséters, le Maxillo-mandibulaire, le Zygomatico-mandibulaire, le Temporal, le Ptérygoïdien latéral et le Ptérygoïdien médial. Les Inter-mandibulaires sont constitués par les Mylohyoïdeaux et les digastriques ventraux antérieur (figure 9). Ils sont tous innervés par la branche mandibulaire du nerf trijumeau (Vaillier, 1995)

Muscles responsables de la fermeture de la cavité buccale :

Muscle responsable de l'ouverture de la cavité buccale :

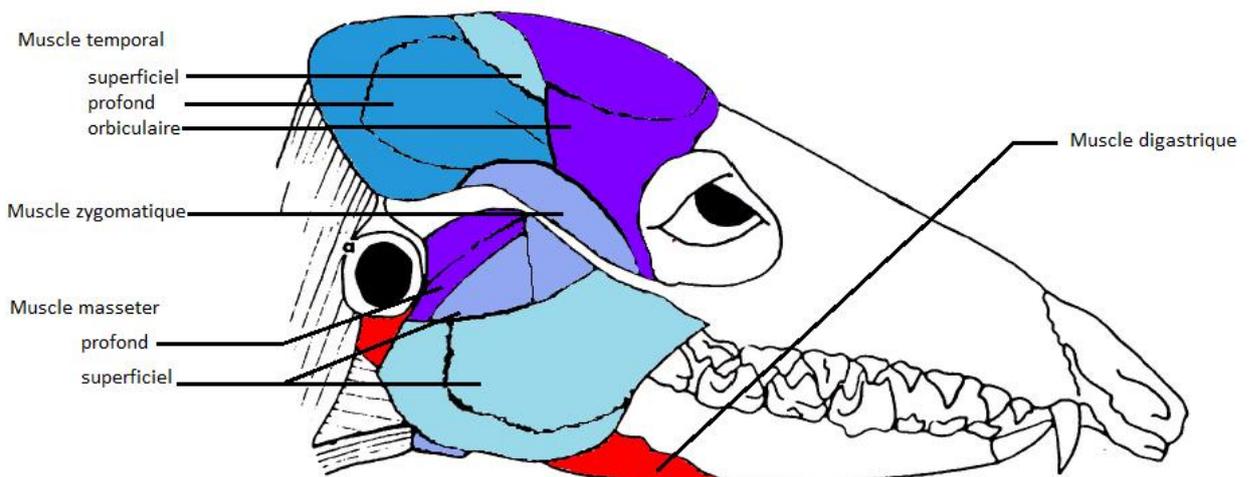


Figure 9 : Vue superficielle de l'appareil manducateur du hérisson avec les muscles manducateurs (en bleus) et les muscles intermandibulaires (en rouge).

Les mouvements sont majoritairement verticaux. De plus, le hérisson peut mastiquer ses aliments plus de 30 minutes d'affilées au cours d'un repas (Chapotat *et al.*, 1990).

Les muscles masticateurs sont composés essentiellement de fibres rapides dans les mêmes proportions que les muscles des membres et du tronc. Ces fibres ont une vitesse de contraction rapide mais une résistance à la fatigue moindre. Cette composition confère aux muscles masticateurs des propriétés qui permettent de développer une grande tension. Ces muscles sont cependant fatigables à la différence des ruminants qui sont dotés de muscles moins rapides mais plus résistant à la fatigue (Lindman *et al.*, 1986).

Le hérisson écrase ses aliments lorsqu'il les mastique. L'appareil masticateur du hérisson lui permet de se nourrir, de se défendre, de transporter des objets grâce à des muscles puissants et rapides (Lindman *et al.*, 1986).

Chapotat (1990) a montré que la mastication du hérisson faisait appel à des zones particulières du cerveau : le noyau moteur trigéminé, le noyau spinal trigéminé, et le noyau hypoglosse. La mastication fait appel à d'autres parties du cerveau notamment l'aire de l'olfaction et l'aire visuelle.

Sa salive contient une alpha-amylase et des phosphatases alcalines. Ces enzymes sont présentes chez la plupart des mammifères et permettent de commencer la digestion de l'amidon et des nucléotides. La concentration en alpha-amylase est cependant plus faible que chez l'homme. Certaines croyances populaires racontent que le hérisson produit une salive empoisonnée cependant aucune activité toxique de la salive n'a pu être montrée (Mebs, 1999).

En revanche, elle possède des immunoglobulines A et/ou G, la discrimination n'ayant pas pu être réalisée (Larsen, 1972).

2. Digestion

La digestion est rapide chez le hérisson. Il faut moins de 24 h pour que la totalité du bol alimentaire transite le long du tube digestif et soit évacué dans les fèces. En moins de 4 h,

l'ingesta se trouve dans l'intestin grêle. En 8 h, il arrive dans le gros intestin, et en 12 h tout l'ingesta s'y trouve. Enfin à T0 +16 h, la digestion est presque terminée (Stevens et Hume, 1995). Le bol alimentaire reste plus longtemps dans la partie haute du tube digestif.

Un hérisson peut ingérer jusqu'à 57 g par jour de nourriture en plusieurs fois. Les estomacs étudiés par Yalden (1976) contenaient au maximum 32 g. Le hérisson effectue au moins 2 vidanges gastriques par nuit de chasse (Yalden, 1976). Morris (1985), quant à lui, a observé des hérissons se nourrissant en une fois de 54 g en moyenne de lait et de pain. Le maximum en une fois fut de 94 g. Il a pu montrer qu'en une nuit, un hérisson pouvait consommer 157 g. La vitesse d'ingestion observée est de 7.1 g par minute pour une nourriture artificielle (Morris, 1985).

La muqueuse gastrique du hérisson produit des chitinases, enzymes responsables de la digestion de la chitine, le pancréas en synthétise également (Stevens et Hume, 1995). Deux enzymes sont responsables de la digestion de la chitine : une chitinase (mucopolysaccharidases) et une chitobiase (β -acétyl-glucosaminidase). Elles agissent de concert et l'une après l'autre (Jeuniaux, 1961). La digestibilité de la chitine est de l'ordre de 30% chez le hérisson (Landes *et al.*, 1997). Landes suppose que la chitinolyse est partielle. Elle serait un accès à des nutriments hautement digestibles « enfermés » dans la chitine plutôt qu'une dégradation de la chitine à proprement parler (Landes *et al.*, 1997).

3. Aspect des selles

Les selles de hérisson sont de forme grossièrement cylindrique. Elles sont de couleur sombre, du gris-marron au noir. Leur surface est rugueuse, opaque voire légèrement brillante. Leur taille va de 20 à 25 mm de long sur 7 mm de large. Elles sont dures. Elles sont constituées des parties solides et non digérées des proies, mélangées à de la terre et du sable et recouvertes d'un mucus produit par le gros intestin (Obrtel, 1980).

4. L'eau et le système rénal

Le hérisson peut se trouver dans différents milieux de vie, tels que des zones arides ou des zones humides, comme les sous bois ou les jardins.

Vignault *et al.* ont montré que le hérisson peut se passer d'eau sous forme liquide. En effet, l'eau présente dans ses aliments peut suffire à ses besoins (Vignault, *et al.*, 1996). Leur hypothèse est que le hérisson puise l'eau supplémentaire nécessaire à son métabolisme dans l'air, grâce à des échanges pulmonaires autorisant un passage de l'eau par la barrière pulmonaire ou que les besoins en eau sont finis d'être couverts grâce aux réactions métaboliques.

Cependant, un insecte est composé en moyenne de 70-75% d'eau, on en déduit que le rapport du pourcentage d'eau sur le pourcentage de matières sèches est supérieur à 3, le hérisson n'a donc pas besoin de boire.

Ils ont également montré que l'eau ingérée par un hérisson mettait 4 jours pour être totalement évacuée.

Yaakobi et Shkolnik (1974) ont cherché à mesurer la capacité du rein à concentrer les urines de trois espèces de hérisson, dont le hérisson d'Europe. Ils ont ainsi pu montrer que celui-ci pouvait concentrer ses urines neuf fois plus que le plasma s'il recevait une nourriture riche en protéines.

Le rein du hérisson a une structure identique à celle des mammifères, à savoir une médulla et un cortex. Cependant, la médulla est plus épaisse que chez d'autres espèces de mammifères. Il est doté de fornix prononcés.

III. COMPORTEMENT ALIMENTAIRE

1. Recherche de nourriture

a) Territoires de recherche

Les territoires d'exploration du hérisson sont complémentaires de ceux du blaireau (Micol *et al.*, 1994 ; Doncaster, 1994). Le blaireau et le hérisson ont une alimentation commune. Ils rentrent ainsi en compétition ce qui explique en partie l'évitement des zones conquises par le blaireau. Les zones denses en végétation sont des éléments du paysage qui permettent une plus grande sécurité des hérissons contre les prédateurs, ils restent à proximité des zones couvertes (Hof *et al.*, 2012).

Estimer le territoire de recherche des hérissons est très difficile. Suivant les méthodes utilisées, les chercheurs n'obtiennent pas les mêmes résultats. Cependant, il apparaît que le mâle a un territoire 2 à 3 fois plus vaste que celui de la femelle. Ils sont aussi plus étendus au printemps et en été qu'en hiver et en automne (Moss et Sanders, 2001). Ils ont été estimés à 2,4-8,0 ha chez les mâles et 1,4-5,2 ha chez les femelles (Moss, 1999). Cela peut être dû à la proximité des nids avec les petits pour la petite distance parcouru par les femelles et à la recherche de partenaires pour les mâles, un mâle se reproduisant avec beaucoup de femelles (Moran *et al.*, 2009). Les mâles traversent plus souvent les routes que les femelles (Dowding *et al.*, 2010).

Le hérisson peut se déplacer sur de longues distances avec plus de 4 km par nuit (Morris, 1985).

Le hérisson ne défend pas son territoire. Plusieurs hérissons peuvent cohabiter sur une même parcelle, utilisant des nids l'un après l'autre tout en restant indépendants (Berry, 1999).

b) Modes de déplacements

Le hérisson se déplace de façon lente la plupart du temps. Cependant le mâle se déplace deux fois plus vite que la femelle. De plus, il peut augmenter sa vitesse de croisière et atteindre une vitesse de 30 à 40 mètres par minute. Sa vitesse maximale étant de 2 mètres par seconde.

Le hérisson est capable de nager, de grimper. En effet, il peut franchir des murs de pierre sans aucune difficulté, ainsi que des clôtures grillagées ou en bois. Pour redescendre d'un grillage, il se laisse tomber au bas de celui-ci (Morris et Berthoud, 1992). Il peut chuter d'un mur d'une hauteur de 8m sans en souffrir car ses épines lui offrent un matelas de protection (Chesne, 2012).

c) Comportement de recherche et de chasse

Un hérisson cherche sa nourriture le nez au niveau du sol, il enfonce son museau dans les touffes d'herbes et les recoins. Les herbages humides sont de bons terrains de chasse (Morris et Berthoud, 1992).

Lorsqu'il trouve sa proie, repérée grâce à son ouïe et à son odorat, il l'attrape, la secoue et la mange. Si la proie est plus grosse, il la plaque au sol et arrache des bouts de chair (Chesne, 2012).

Morris (1985) a mis en évidence quelques aspects du comportement de recherche de nourriture du hérisson en zone suburbaine.

Il apparait que le hérisson n'utilise pas de nids à proximité d'une zone où la nourriture est disponible et connue. Son nid de jour se trouve plus loin, jusqu'à 500 m de sa zone de chasse. La connaissance d'une zone profuse n'induit pas un rapprochement. De plus, pour accéder à cette zone, il se dirige ni de façon linéaire ni de façon rapide. Il peut mettre 4 h au lieu des 15 min théoriquement nécessaires pour parcourir la distance jusqu'à destination. De même, il peut parcourir une distance 10 fois supérieure à celle la plus courte pour atteindre la source de nourriture.

Le hérisson peut même arriver jusqu'à la ressource et ne pas l'utiliser. Il n'est pas dépendant durant l'été d'une ressource artificielle du type croquettes de chats laissées à disposition et ne développe pas de comportement addictif envers la nourriture artificielle. En cas d'absence de la ressource, il cherche sa nourriture ailleurs.

Plusieurs individus peuvent être présents sur une même zone de chasse, sans comportement de territorialité remarqué. Ils peuvent se servir en même temps ou l'un après l'autre de la ressource.

Ils consomment en moyenne 54 g en une fois et jusqu'à 94 g.

Les mâles parcourent plus de distance que les femelles lors des parcours nocturnes : avec environ 1158 m pour les mâles et 660 m pour les femelles en une nuit (Morris, 1985).

d) Risques encourus

D'après Morris, la mortalité des hérissons sauvages est d'environ 30% chaque année (Sainsbury *et al.*, 1996).

Pesticides

Les anti-limaces et autres pesticides sont une cause importante de décès du hérisson. Les hérissons peuvent consommer des proies empoisonnées affaiblies ou mortes. Ce type d'empoisonnement est responsables de près de 30% des décès.

Prédateurs

Le hérisson reste vigilant lorsqu'il s'alimente ou qu'il cherche sa nourriture, notamment contre la présence d'un éventuel prédateur.

L'étude de Hof (2012) montre que le choix d'un milieu par le hérisson est plus le résultat de sa peur de rencontrer un prédateur, que la disponibilité des ressources alimentaires. Le blaireau est responsable de 20% de la mortalité de hérisson dans certaines régions où il est présent (Hof *et al.*, 2012).

En présence d'odeur fécale de blaireau, le hérisson s'alimente moins et se disperse plus vite dans l'environnement (Ward *et al.*, 1997). Les résultats de cette étude suggèrent que l'accroissement de la vigilance en réponse à l'odeur de blaireau est innée.

En 1996, Ward a testé la réponse de hérisson soumis soit à l'odeur d'un prédateur (le blaireau) soit à celle d'un non prédateur (le chevreuil) via un échantillon de fèces. En présence d'une odeur de blaireau, le hérisson augmente sa consommation d'oxygène sans pour autant modifier son comportement, ce qui suggère un état de stress. De plus, la quantité de l'échantillon test ne fait pas varier, de façon significative, la réponse du hérisson (Ward *et al.*, 1996).

Le compromis entre la dépense énergétique de l'évitement de prédateurs et le risque potentiel doit rester favorable à la proie (Mitchell *et al.*, 1990). Aussi, au bout de quelques jours, le hérisson ne fuit plus la zone contaminée par l'odeur de blaireau. La fuite aurait un coût bien trop important pour être suivie longtemps, ce qui aurait un effet défavorable sur la reproduction (Ward *et al.*, 1997).

Les autres prédateurs sont découragés par la présence des piquants recouvrant sa partie dorsale.

Trafic routier

Les accidents de la voie publique représentent jusqu'à 24 % de la mortalité annuelle des hérissons d'Europe (Neet, 1990).

Noyades et travaux de jardinage

Les noyades ne sont pas rares pour les hérissons. Durant leur recherche de nourriture, le hérisson peut tomber dans une piscine ou un bassin. Une fois dedans, les parois lisses ne lui permettent pas d'en ressortir. Bon nageur, il s'épuise et se noie sans avoir la possibilité de sortir...

Les travaux de jardinage peuvent également blesser ou tuer un hérisson. Avec les noyades dans les piscines, ce type d'activité est responsable de près de 10% des morts (Anonyme, internet).

Chiens

Malheureusement, beaucoup d'animaux de compagnie, ont le temps et la curiosité nécessaire pour attendre qu'un hérisson sorte de son nid. Ainsi, les chiens sont responsables de la mort de quelques hérissons dans les jardins privés.

2. Opportunisme et environnement

Le hérisson est principalement insectivore mais il peut se nourrir d'autres sources alimentaires, c'est un opportuniste (Jones *et al.*, 2005). Il peut même manger des carcasses de lapins et de moutons (Moss et Sanders, 2001). Il peut subtiliser des œufs dans les nids terrestres des oiseaux. Dans son papier, Moss indique que Dowding (non publié) a observé des hérissons mangeant des œufs de poule d'un diamètre de 60 mm de long sur 40 mm de large sans avaler la coquille. On sous-estime donc la part des œufs dans l'alimentation des hérissons Européens (Moss et Sanders, 2001).

Une étude indique que le hérisson consomme fréquemment des végétaux qui peuvent constituer jusqu'à 12% du régime alimentaire (Campell, 1973).

De plus, le hérisson ne chasse pas vraiment, il attrape les proies qui passent à sa portée. Les proies qu'il consomme sont préférentiellement des proies peu rapides et proches du sol comme les vers de terre, les limaces, les perce-oreilles... (Yalden, 1976).

La prise de certaines proies peut être due à la chance de rencontrer celles-ci comme des abeilles mortes au pied des ruches, ou bien à un temps humide comme pour les vers de terre (Yalden, 1976).

3. Préférences alimentaires

Le sens du goût a été testé chez le hérisson. Il apparait que les saveurs acides et amères sont évitées alors que les saveurs sucrées et salées sont recherchées. Les femelles sont aussi plus attirées par le sucré (Ganchrow, 1977). Les saveurs salées recherchées correspondent à une concentration identique en sodium dans l'aliment et dans le sang.

Dans un environnement urbain, le hérisson a aussi la possibilité de consommer des aliments pour animaux de compagnie mais seulement en complément de sa chasse.

Le hérisson ne semble pas dérangé par la consommation de proies qui sécrètent des substances odorantes ou de défense, telles que les millepattes. Il pourrait être tolérant envers ces substances chimiques désagréables de la même façon qu'il est résistant au venin de serpents (Yalden, 1976).

Cependant, il semblerait qu'il évite de consommer des insectes de la famille des Isopodes dans laquelle on retrouve les cloportes (Yalden, 1976).

Les œufs ont fait l'objet d'une étude de préférence alimentaire, et il apparait que tous les œufs ne sont pas consommés avec le même enthousiasme. D'après Cott (1951), les œufs de mouettes, de fous de bassan et de poules sont acceptables. Les œufs de macareux, de petits hiboux, de faucons présentent une attirance moindre. En revanche, ceux de pinsons, de linottes, de fauvelles semblent refusés (Cott, 1951).

De plus, les adultes et les jeunes n'ont pas les mêmes cibles de chasse : il apparaîtrait que les jeunes, moins expérimentés, consommeraient davantage de cadavres de mammifères et d'oiseaux que les plus âgés (Dickman, 1988).

4. Variation des préférences alimentaires au cours de l'année

Les préférences sont individuelles mais suivent aussi la disponibilité saisonnière des proies (Hendra, 1999). Les vers de terre sont consommés plutôt à l'automne alors que les limaces sont privilégiées en hiver. L'été et le printemps sont favorables à la consommation de perce-

oreilles et de cloportes comme les végétaux sont présents tout au long de l'année, on en trouve dans les estomacs tout le temps. Il a été observé en Nouvelle Zélande que :

- le régime de printemps est composé de scarabées noirs, de végétaux, d'araignées, de vers de terre, ainsi que de limaces et de larves de papillons de nuit principalement. Le hérisson peut aussi être surpris à manger des cadavres de souris et d'oiseaux à cette période.
- en été, le régime est plus varié, avec des criquets, des charançons, des scarabées, des larves variées, des végétaux, des vers de terre et un peu de nécrophagie sur de petits vertébrés.
- en automne, l'alimentation est plus simple, à cause de la raréfaction des proies. Elle se compose alors de criquets, de larves et de végétaux, voire de charançons, de limaces et d'araignées en plus modeste quantité.
- enfin, l'hiver est une saison où les proies sont plus difficiles à trouver. Le hérisson se nourrit de ce qu'il trouve en abondance, c'est-à-dire d'araignées, de limaces et de larves variées au stade végétatif et de végétaux voire de quelques scarabées, perce-oreilles et vers de terre. Les hérissons sont aussi volontiers charognards à cette époque là.

D'après Obrtel et Holisova (1981) l'alimentation du hérisson en Europe est constituée majoritairement de *Julus terrestris* (millepattes) à hauteur de 40% des proies ingérées puis viennent les hyménoptères à hauteur de 17,7% (dont 14,9% de *Lasius sp.* (fourmis) et 2,6% d'abeilles). Enfin, par ordre de fréquence, des scarabées (17,2%), des hétéroptères, des lépidoptères, des araignées sont consommés. L'ingestion de végétaux pourtant présents dans l'alimentation du hérisson n'ont pas été quantifiés ni identifiés dans cette étude.

Les trois espèces les plus fréquemment observées sont le millepattes (40,0%), *Forticula auricularia* (perce-oreille) (12,8%) et de fourmis (10,9%). A eux 3, ils forment 63,7% des proies ingérées (Obrtel et Holisova, 1981).

Ces résultats sont à mettre en relation avec la disponibilité de ces proies :

Dans l'hémisphère nord, les millepattes se rencontrent préférentiellement en avril et en mai ainsi qu'en septembre et octobre. Les perce-oreilles sont visibles principalement de juin à août, les scarabées en avril et mai. De juin à septembre, les hérissons consomment des fourmis. Leurs repas sont toujours accompagnés de terre, consommée avec les proies.

Mais les hérissons utilisent également des ressources locales à court terme. En effet, en juin, ils consomment des hannetons et des insectes volants attirés par la lumière des lampadaires et éblouis par celle-ci avant de tomber au pied des poteaux.

En juillet, les hérissons profitent des abeilles mortes au pied des ruches (Obrtel et Holisova, 1981).

L'hiver, le hérisson hiberne et ne se nourrit pas.

Yalden (1976) quant à lui trouve des résultats un peu différents d'Obrtel et Holisova (1981) (Tableau 2):

Tableau 2 : Composition de l'alimentation au cours de l'année du hérisson (d'après Yalden, 1976)

Principales proies	% esto macs	% proies	% poids	kJ/g matière sèche	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre
Chenilles	49	21	26		+++	+	+	+	+	+	+	+
Scarabées	74	?	?		+	+	+	++	++	++	++	+
Vers de terre	35	?	13		+++	+	+	+	+	+	+	+
Perce-oreilles	58	13	3		++	++	++	-	-	-	++	++
Limaces	23	5	4		+	+	+	+	+	+++	+++	+
Millepattes	40	10.5	3		++	+	+	+	+	+	++	+
Abeilles	4	1	1		+++	+	+	+	+	+	0	0
Larves de	4	2	1.2		0	+	++	++	0	0	0	0

tipules

% estomacs : pourcentage d'estomacs contenant la proie

% de proie : proportion de cette espèce parmi les autres

% poids : proportion du poids de chaque proie dans le régime alimentaire des hérissons

0 absence de cette espèce à cette période de l'année

-Peu de proie consommée

+ Présence de cette espèce

++ Proie consommée en quantité

+++ Proie consommée en grande quantité

Cette étude montre que les chenilles sont les proies qui pèsent le plus lourd dans la ration des hérissons au cours de l'année, puis viennent les scarabées et, enfin, les vers de terre. Les hérissons se nourrissent de toutes sortes d'insectes : des fourmis, qui sont de petites proies que l'on rencontre en grand nombre jusqu'aux limaces, qui sont de grosses proies rencontrées juste avant l'hibernation.

5. Changement du régime alimentaire en relation avec l'âge

Dickman (1988) a étudié le contenu des estomacs de hérissons en fonction de leur âge. Il s'est ainsi rendu compte que le type de proies varie, les jeunes hérissons consommant davantage de petites proies et des proies non goûteuses. Les plus vieux se nourrissent préférentiellement d'insectes plus gros et plus savoureux.

Les jeunes et les vieux occupent les mêmes niches écologiques, et se nourrissent de proies similaires. Cependant, la différence de régimes alimentaires en fonction des âges, empêche, en quelque sorte, la compétition entre les juvéniles et les matures, laissant la possibilité au jeune quittant la mère de se nourrir correctement et préparer son passage hivernal.

Plusieurs hypothèses ont été émises pour expliquer ces différences de proies entre les jeunes et les individus plus âgés : le rang social semble exclu. Dickman (1988) a pu assister à des repas jeunes et matures, sans dispute. L'inexpérience des jeunes peut aussi expliquer ces différences. Ils ne reconnaissent pas les différents types de proies, et sont moins sélectifs dans leur choix. On peut aussi imaginer que les jeunes ont des difficultés à attraper les

proies les plus agiles. On rappelle que le jeune quitte sa mère vers l'âge de 4 semaines (voire 6), ce qui lui laisse peu de temps pour maîtriser les techniques de chasse et s'éduquer.

Les résultats de l'étude de Dickman montrent aussi une différence entre le type de proies et la taille de celles-ci. Les vieux hérissons, âgés de plus de six ans, consomment davantage de scarabées et de mollusques que les jeunes, et en revanche, peu d'araignées et de perce-oreilles. Ainsi, à 1 an, les hérissons consomment préférentiellement des cloportes et des perce-oreilles. A l'âge de 2-3 ans, ils ont une alimentation plus variée et, à partir de 4, ils attrapent des proies plus spécifiques à savoir, des scarabées, des larves de tipule (cousin), des chenilles de Lépidoptères (papillons) ainsi que des mollusques (escargots et limaces).

La taille des proies change au cours de la vie du hérisson, il passe de petites proies à des proies plus généreuses. Vers 2 ans, les moyennes de proie consommées pèsent environ 0,5g, et, à 5 ans les insectes atteignent 1,27g en moyenne. Les vieux hérissons attrapent surtout des insectes pesant plus de 0,05g, et se concentrent sur des cibles tendres et lourdes (Dickman, 1988).

En fait, il apparait que les jeunes hérissons profitent de tous les insectes à leur disposition (par manque d'agilité et d'apprentissage) alors que les vieux individus se spécialisent dans la chasse d'animaux supérieurs.

6. Variation des choix alimentaires en relation avec l'habitat

Il existe une différence entre l'alimentation des hérissons sub-urbains et des ruraux. En zone sub-urbaine, le hérisson mange peu de cloportes et assimilés, alors qu'en milieu totalement rural, il consomme beaucoup de scarabées et peu de scolopendres.

Le poids des proies ingérées varie aussi selon l'habitat du hérisson. En zone rurale, ils consomment des proies de 0,5g à 2 ans pour atteindre un maximum de 1,27g à 5 ans. En zone péri-urbaine, les proies sont plus lourdes avec une masse de 0,72g et atteignent 1,22g lorsque le hérisson a 7 ans (Dickman, 1988)

La disponibilité des proies est aussi différente : en ville, dans les pelouses, le vers de terre est présent avec un poids de 2000kg/ha alors que dans les forêts, il ne participe à la biomasse qu'à hauteur de 150kg/ha. Les arthropodes quant à eux sont présents à hauteur de 190kg/ha en ville contre 5700kg/ha en forêt (Hubert *et al*, 2011). La nourriture pour animaux de compagnie est majoritairement présente en zone urbaine dans les jardins et contribue à la nourriture du hérisson (Hubert *et al*, 2011).

Les hérissons ruraux grossissent moins vite que les sub-urbains, peut être à cause de la disponibilité des proies qui sont aussi plus faciles à attraper dans un milieu éclairé et plus chaud comme les abords des villes (Obrtel et Holisova, 1980).

IV. BESOIN ALIMENTAIRE, ACCUMULATION ET UTILISATION DES RESERVES

1. Couverture des besoins

a) Besoins énergétiques du hérisson

Le métabolisme de base d'un hérisson est approximativement de $290 \times P^{0.75}$ kJ/kg ou bien $70 \text{ kcal}/P^{0.75}$ par jour avec P le poids en kg du hérisson (Daumas, 2012 et Stevens, 1995). Pour un hérisson adulte de 850 g, on obtient 62 kcal/jour. Un hérisson sain, en captivité dans un centre de soin, a des besoins d'entretien d'environ deux fois ce besoin lié au métabolisme de base. En effet, les seules dépenses énergétiques s'ajoutant au métabolisme de base sont la prise alimentaire, la prise de boisson, la digestion et l'absorption des nutriments, ce qui représente au total pour un hérisson adulte, 600kJ ou 123 kcal par jour (Stevens, 1995).

En revanche, à l'état sauvage, le besoin énergétique d'entretien est supérieur au besoin d'un hérisson captif. Ceci est dû aux nombreuses activités effectuées ; comme la recherche de nourriture, les déplacements, les besoins liés à la thermorégulation, l'évitement des prédateurs, la construction des nids, la croissance et les interactions sociales en tout genre...

(Stevens 1995). Un hérisson actif a un besoin énergétique journalier de 2,5 à 3 fois son besoin de base ce qui donne **173 à 210 kcal/kg** ($725 \text{ à } 870 \times P^{0.75}$ kJ/kg) (Reeve, 1994). Cependant Wroot (1984) trouve un total de 500 kJ par jour par hérisson soit un besoin de 1,2 à 1,5 fois moins important que Reeve (1994).

Une femelle gravide ou en lactation a un métabolisme 3 fois plus élevé qu'un hérisson dans les mêmes conditions non suitée ou non gravide, ce qui donne un besoin de **520 à 630 kcal/kg** (Smith, 1999).

Suivant les périodes de l'année, le métabolisme change. En mesurant l'O₂ consommé à différentes périodes de l'année, Tähti et son équipe ont pu mettre en évidence qu'à la sortie de l'hibernation (la période de reproduction) un hérisson est très actif métaboliquement, alors qu'à partir d'août, le métabolisme ralentit ce qui correspond à la formation des réserves graisseuses du hérisson (Tähti, 1978). Ce qui signifie que le besoin énergétique lors de ces périodes est plus important.

Le métabolisme est fonction de la surface de l'animal durant les périodes actives (de mars à octobre). Mais pendant l'hibernation, il est fonction du poids de l'animal, (d'octobre à mars) (Tähti, 1978).

b) La couverture du besoin énergétique

Le hérisson étant insectivore, il est intéressant de connaître l'énergie apportée par la consommation d'insectes.

Un insecte est composé en moyenne de 70-75% d'eau ce qui donne 25 à 30% de matière sèche, soit 2,3 à 3,0 millilitres d'eau par gramme de matière sèche (Bell, 1990). Le tableau 3 donne la composition chimique moyenne d'un insecte. Les sucres sont obtenus par soustraction avec les autres valeurs mesurées. La mesure de la chitine est difficile car il s'agit d'un polysaccharide azoté qui interfère dans la quantification des protéines.

Tableau 3 : Composition chimique moyenne d'un insecte, en % de la matière sèche d'après (Bell, 1990)

Table d'analyse	Quantité de matière sèche	Energie apportée (par g de matière sèche)
Chitine	12,8	Non connu
Protéines	59,5	22-24 kJ
Graisse	15,5	39,54 kJ
Sucres	7,2	17,52 kJ
Cendres brutes	5	0
Energie moyenne par gramme d'insecte		21,1 kJ

Pour couvrir son besoin énergétique d'entretien journalier de 700kJ, un hérisson de 850 g doit donc consommer en moyenne 34 g d'insectes.

Bien sûr, cela dépend des insectes, de la période de l'année et du statut physiologique du hérisson. Certains insectes sont très riches en énergie, comme les larves de ténébrions (communément appelés vers de farine) qui apportent environ 30 kJ/g de matière sèche ou les Tipules (communément appelés cousins) qui fournissent 25,5 kJ/g de matière sèche.

Le taux de matières grasses des insectes dépend en partie de la période de l'année, mais aussi du caractère social de l'insecte. Ce taux de matière grasse peut varier de 5,3 % jusqu'à plus de 85% de la matière sèche. Les reines des insectes sociaux (comme les abeilles, les termites...) peuvent contenir 85% de matières grasses (Bell, 1990).

2. Stockage des réserves

Comme tous les hibernant, le hérisson stocke des réserves pendant les beaux jours. Le profil adipeux du hérisson est très différent suivant la période de l'année : dépendant de l'alimentation au printemps et en été et non dépendant de l'alimentation en automne et en hiver. Le métabolisme des hibernants tels que le hérissons, c'est-à-dire qui ne se nourrissent

pas pendant l'hiver, est un système métabolique clos. L'animal consomme ses propres réserves.

Ces réserves sont de deux types : principalement graisseuses mais aussi protéiques. Un hérisson constituera des réserves s'il consomme plus de 700kJ de nourriture par jour (Al-Badry et Taha, 1983).

Avant l'hibernation, il faut que le hérisson constitue des réserves sous formes de graisse blanche, de graisse brune principalement au niveau axillaire et même de muscles qui peuvent être métabolisés durant l'hibernation (Morris et Berthoud, 1992).

Sous nos latitudes, un hérisson doit peser au minimum 450 g au moment de l'hibernation sinon ses chances d'y survivre sont diminuées (Morris, 1984). Cependant, ce poids minimum dépend de la longueur de l'hiver et de sa rudesse. Ainsi, un hérisson vivant sous un climat continental devra peser au moins 550 g pour survivre à l'hibernation (par exemple en Allemagne) (Morris, 1984).

Vignault et al, (1996) ont étudié le turn-over de l'eau chez le hérisson et ont pu en déduire que celui-ci accumulait ses réserves à partir des mois de mai et juin en réduisant leur activité locomotrice sans changer le volume de nourriture ingérée. En revanche, à la sortie de l'hibernation, la capacité d'ingestion du hérisson est à son maximum ce qui lui permet de reconstituer des réserves en vue de la période de reproduction (Vignault *et al.*, 1996).

3. L'utilisation des réserves

a) Dépenses énergétiques du hérisson hibernant

Le besoin énergétique de base d'un hérisson hibernant n'est plus que de 4% par rapport à son besoin de base hors hibernation. Les réveils sont cependant les causes les plus importantes de l'utilisation des réserves énergétiques du hérisson. A la fin de l'hiver, le hérisson a pu perdre jusqu'à 40 % de son poids ou de sa graisse, principalement à cause des

réveils (Tähti et Soivio, 1978). Morris et Berthoud (1992) ont représenté la fluctuation du poids du hérisson suivant le sexe du hérisson et son âge (figure 10).

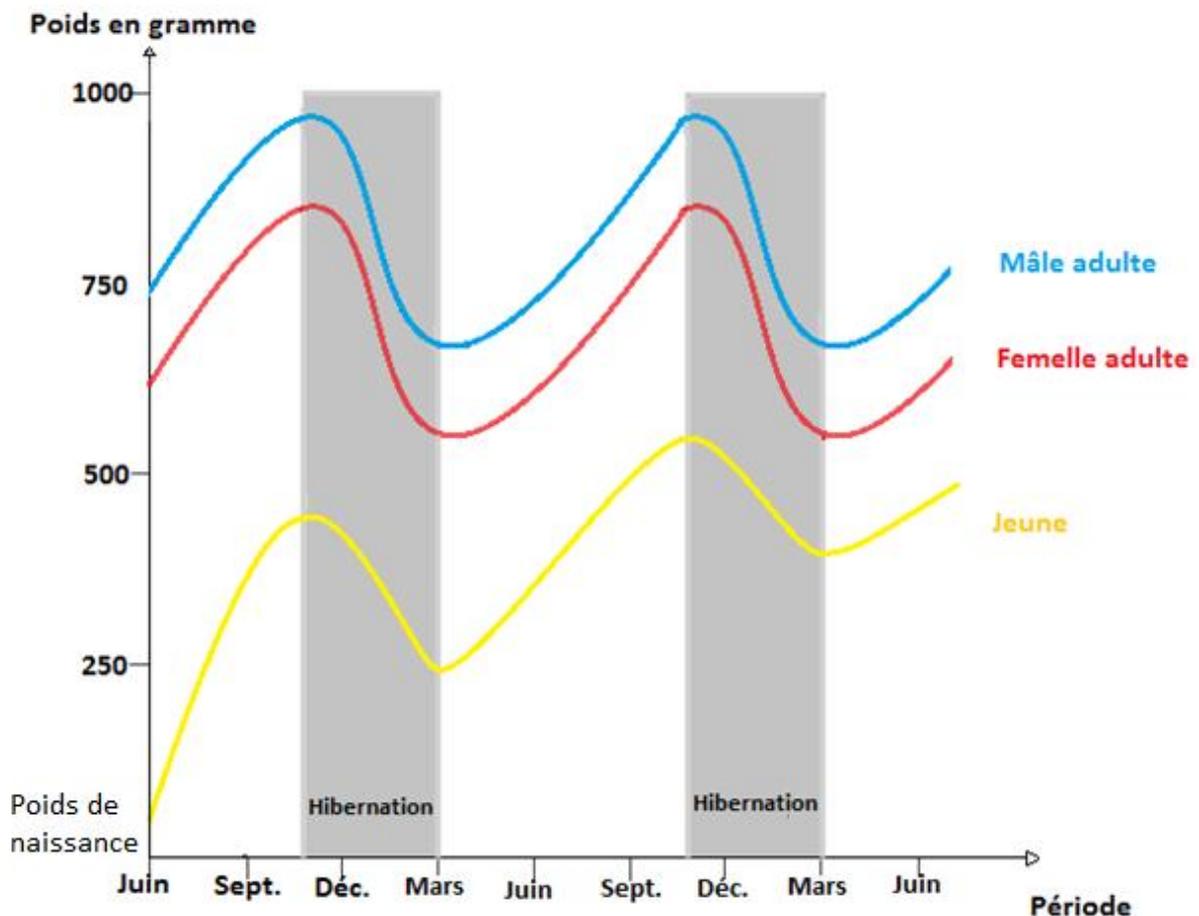


Figure 10 : Fluctuations du poids du hérisson d'Europe en fonction de la période de l'année (d'après Morris et Berthoud, 1992)

Ce graphique (figure 10) montre qu'un hérisson adulte perd 300 g durant l'hibernation soit 35% de son poids. En 5 mois d'hibernation (soit 150 jours), il consomme 300 g de graisse principalement. Un kilogramme de graisse apporte au maximum 9000 kcal (Kleiber, 1947). Ces 300 g de graisse fournissent 3000 kcal au hérisson lors de son hibernation. Il dépense durant toute la période 20 kcal/j soit, un métabolisme de base de $22 \times P^{0.75}$ kcal/kg par jour. En moyenne, pendant l'hibernation, le hérisson a un métabolisme de base de 68 % moins élevé par rapport au hérisson qui n'hiberne pas.

Cherel *et al* (1994) ont étudié la composition chimique des hérissons après sacrifice juste avant et durant l'hibernation. Ils en ont déduit qu'un hérisson à 5 °C de température ambiante dépense en moyenne 93 kJ/kg/j soit **22 kcal/kg/j**, ce qui est cohérent avec les

résultats de Morris et Berthoud puisque l'hiver les températures peuvent descendre plus bas que 5°C. Notons qu'un hérisson soumis à une température extérieure de 5°C a une température corporelle comprise entre 9 et 11 °C (Cherel *et al.*, 1994).

b) Origine de l'énergie durant l'hibernation

L'énergie nécessaire au métabolisme du hérisson provient de la mobilisation des lipides à 90% (jusqu'à 95% d'après Al-Badry et Taha (1983)) et des protéines à hauteur de 10% (Cherel *et al.*, 1994). Les lipides sont principalement stockés sous forme de triglycérides (90%) et non de phospholipides ni de cholestérol (Cherel *et al.*, 1994).

Les lipides sont également utilisés comme source d'énergie lors des phases actives de l'hibernation (lors des réveils). Au terme de son étude de 220 jours, Cherel (1994) a pu montrer que les hérissons n'avaient pas encore mobilisé leur réserve de protéines, ce qui indique qu'ils avaient encore des réserves de graisses disponibles. Une autre étude a montré que le hérisson placé dans un milieu à 5°C, peut utiliser complètement ses réserves graisseuses en une journée s'il n'hiberne pas et, en plus de 100 jours, s'il est en état d'hibernation (Webb et Ellison, 1998). Il a été également montré qu'un hérisson en hibernation consomme 0,5% du dioxygène habituellement utilisé dans les mêmes conditions (hors hibernation à 5°C) (Webb et Ellison, 1998). Webb et Ellison (1998) ont montré qu'un jeune hérisson pesant 300g avec 1 à 2 % de réserves graisseuses seulement pouvaient hiberner 3 mois à 5°C de température extérieure.

Le hérisson même adulte est pourvu de tissu adipeux brun aussi appelée graisse brune. Cette graisse possède un rôle dans le réveil périodique spontané du hérisson durant l'hibernation et dans le réveil post hibernation. La diminution de ce tissu est à mettre en relation avec la production de chaleur nécessaire au réveil de l'animal (Sun et Zeng, 1994). En effet, la graisse brune est le tissu qui produit le plus de chaleur dans un organisme. L'oxydation de la graisse brune permet le découplage de la phosphorylation oxydative par transport des électrons de part et d'autre de la membrane mitochondriale. Au niveau de la graisse brune, on trouve beaucoup de mitochondries qui possèdent une protéine, la

thermogénine, qui est un canal protéique qui permet la dissipation du gradient de protons de part et d'autre de la membrane interne mitochondriale sans production d'ATP. L'énergie dissipée est alors convertie en chaleur par oxydation mitochondriale des acides gras. Cette oxydation entraîne une consommation élevée d'oxygène et fait intervenir les cytochromes oxydases (complexe IV de la chaîne de transport des électrons, abondants et responsables de la couleur brune). La chaleur est alors transmise au sang étant donné que les tissus adipeux bruns multiloculaires ont une riche vascularisation (Wikipédia, inconnu).

Ce tissu est peu présent en été. En hiver en revanche, il passe de 0.85% à 1.43% de la masse corporelle du début à la fin de l'hiver (Edwards et Munday, 1969).

Laukola (1980) a étudié le profil des acides gras tout au long de l'année chez le hérisson ; Il apparaît que la graisse brune est le tissu sollicité pour les réveils périodiques de l'animal. Les acides gras sont d'abord stockés sous forme de graisse blanche puis ensuite sous forme de graisse brune, par transport ou bien par conversion. La graisse brune est mieux vascularisée que la graisse blanche et contient plus d'eau et de protéines (Laukola, 1980). Non seulement, elle contient des triglycérides mais également des phospholipides et du cholestérol.

L'acide stéarique de la graisse brune décroît significativement au début des réveils ainsi que les acides gras neutres. Entre chaque réveil, la quantité de graisse brune utilisée est reformée, cela permet au hérisson de pouvoir se réveiller la fois suivante. Les acides gras de la graisse brune sont utilisés localement en fournissant de la chaleur mais sont aussi convertis et relargués dans le sang. La graisse brune fourni au hérisson à 5°C (Température ambiante) la possibilité de se réveiller complètement au bout de 3 h en atteignant une température corporelle de 35°C. Pendant l'hibernation, le hérisson est réveillé 10% de son temps (Laukola, 1980).

La graisse blanche est utilisée tout au long de l'hiver en remplacement de la graisse brune oxydée pendant les réveils. En premier lieu, les acides gras mono-insaturés sont utilisés, puis ils sont désaturés pour donner des acides gras saturés. La graisse blanche est utilisée moins rapidement que la brune. C'est pour cela que les changements dans les profils surviennent plus tardivement.

Le profil général des acides gras chez le hérisson montre que la quantité d'acide oléique augmente durant l'hibernation, alors que la quantité d'acide palmitique augmente légèrement pendant l'automne mais est consommé pendant l'hiver. Le degré élevé d'insaturation des acides gras est à mettre en relation avec le froid. Plus il fait froid, plus les acides gras sont insaturés.

4. Mobilisation du glycogène et glycémie

Durant l'hibernation, la glycémie est faible, en revanche, lorsque le hérisson se réveille, celle-ci augmente pour atteindre une valeur supérieure à 1g/L. Des mécanismes de régulation et de stockage sont mis en place afin de permettre à l'organisme des réveils réguliers.

a) Régulation de la glycémie

La glycémie est régulée pendant l'hibernation mais aussi durant les phases de réveil des hérissons.

L'énergie nécessaire pour le réveil est procurée par le glucose. Ce glucose sanguin provient d'une part de la néoglucogenèse à partir des réserves graisseuses (graisse brune) et protéiques et d'autre part provient de la glycogénolyse à partir des réserves de glycogène du foie, des muscles et du cerveau (Al-Badry et Taha, 1983).

Le glucose sanguin provient en partie de l'utilisation de l'alanine et en partie de l'utilisation du glycogène. L'alanine est l'acide aminé le plus impliqué dans la néoglucogenèse chez les mammifères. L'alanine sanguine et la glycémie décroissent de près de 60% lorsque le hérisson se trouve à une température extérieure de 5°C en hibernation et que la glycémie est faible (Cherel *et al.* 1994).

Durant la phase de réveil, le glucose sanguin augmente tandis que la proportion d'acides gras libres dans le sang diminue. Les acides gras libres sont consommés et permettent la production de glucose (Konttinen *et al.*, 1964).

Le catabolisme des graisses serait impliqué dans l'utilisation musculaire du glucose. Durant les phases d'hibernations, ce catabolisme important induirait la production de corps cétoniques. Les concentrations plasmatiques des acides gras libres et du béta hydroxybutyrate augmentent respectivement de 3 et d'environ 75 fois. Cette cétose physiologique diminuerait les besoins des muscles en glucose (Cherel *et al.* 1994).

Hoo-Paris et Sutter (1979) ont étudié le lien entre la glycémie et le taux d'insuline sanguine durant les phases de léthargie et de réveil.

Il apparaît que pendant la léthargie, l'insuline n'a aucun effet sur la glycémie, la régulation de la glycémie est permise par d'autres facteurs mal connus (Hoo-Paris et Sutter, 1979).

Pendant le réveil, l'insuline retrouve son rôle hypoglycémiant progressivement. En effet, si on administre de l'insuline à un hérisson se réveillant, celle-ci ne va être hypoglycémiante qu'à partir d'une température de 9°C, cependant, à ce stade du réveil, la glycémie n'est que de 0.5g/L et l'insuline endogène est présente en faible quantité dans le sang. La glycémie augmente de façon significative de 9°C jusqu'à 35°C. A 35°C de température corporelle, la glycémie est suffisante, aux alentours de 1.42 g/L. L'insuline retrouve sa capacité à réguler le taux de glucose sanguin progressivement de 9°C jusqu'à 35°C de température corporelle. Ce mécanisme permet une restauration progressive du métabolisme glucidique pendant le réveil (Hoo-Paris et Sutter, 1979).

Les hormones hyperglycémiantes impliquées dans le réveil des hérissons sont les catécholamines, le glucagon et le cortisol. Le cortisol a un effet sur la glycémie à partir d'une température corporelle de 15°C. La synthèse de glucagon augmente dès 20°C de température (Hoo-Paris et Sutter, 1979).

b) Formation du glycogène

Le glycogène est utilisé durant les phases de réveils pour produire du glucose. En effet, le glycogène musculaire et hépatique diminue. Durant la période d'hibernation, la teneur en

glycogène augmente significativement dans les tissus qui en contiennent. La glycologénogénèse s'effectue à partir de lipides et de protéines pendant ces phases de sommeils (Al-Badry et Taha, 1983 ; Laukola, 1980).

Opportuniste, le hérisson se nourrit d'insectes mais aussi d'œufs et de carcasses rencontrés durant ses chasses. Son anatomie digestive est en accord avec son régime alimentaire. Il est doté d'une bouche aux dents et aux muscles efficaces pour mastiquer des aliments durs. Son estomac est simple et produit des enzymes dégradant en partie la chitine des insectes. La digestion est rapide. Ses besoins énergétiques moyens lui permettent d'accumuler des réserves qui seront utilisées pendant toute la durée de l'hibernation. A la sortie de l'hiver, le hérisson aura perdu jusqu'à 40% de son poids sans le moindre dommage. Néanmoins, lorsqu'un hérisson n'a pas atteint son poids minimum nécessaire au passage de l'hiver et qu'il est trouvé à hors de son nid, une aide extérieure est nécessaire. Une alimentation artificielle ainsi qu'une éventuelle médication lui permettra de retrouver un poids suffisant afin de passer l'hiver. Cette dernière partie nous permettra d'aborder le nourrissage du hérisson tout en mettant l'accent sur les écueils à éviter en apportant de la nourriture artificielle au régime du hérisson.

TROISIEME PARTIE : ASPECTS PRATIQUES

I. ALIMENTATION DU JEUNE

Une femelle met bas de 2 à 7 petits (4-6 en moyenne), 1 à 2 fois par an, après 31-35 jours de gestation. Les petits pèsent environ 25 g à la naissance (MacDonald et Barret, 1993), ou de 15 à 20 g (Landes *et al*, 1998). La lactation s'étend pendant 4 à 6 semaines et elle mobilise une forte quantité d'énergie. Durant cette période, la température corporelle de la femelle varie peu et son métabolisme de base n'est pas modifié (Fowler, 1988).

1. Tube digestif du jeune hérisson

Le système digestif connaît de nombreux changements qui permettent au hérisson de passer d'une alimentation inexistante (stade prénatal), à une alimentation lactée (stade postnatal) et enfin à une alimentation d'insectivore (post sevrage) (Stevens, 1995).

A la naissance, le tube digestif du hérisson est faiblement développé. Les cellules principales de l'estomac sont rudimentaires mais l'estomac est fortement vascularisé. L'épithélium à mucus est continu et contient beaucoup de cellules indifférenciées. Il existe cependant quelques cellules pariétales à HCl non fonctionnelles. La muqueuse digestive forme de longues villosités vascularisées dans la lumière du tractus digestif.

Dans l'estomac :

A 4 jours d'âge, les glandes rudimentaires s'allongent. Le mucus recouvre tout l'estomac mais s'affine en regard des glandes contenant des précurseurs des cellules pariétales.

A 11 jours, les glandes se différencient en tubules et en cryptes. Les cellules pariétales sont de plus en plus présentes dans ces tubules. Deux tubules s'ouvrent sur une crypte.

A 16 jours, la densité des glandes est plus importante et à 20 jours, toutes les cryptes possèdent 2 tubules.

A 45 jours, la structure histologique de l'estomac du jeune est très proche de celle de l'adulte.

Dans l'intestin :

A la naissance, le tube digestif est recouvert de mucine et ce durant 3 semaines. Le pylore peut permettre à des reflux entérico-stomacals de se produire ce qui contribue à augmenter le pH de l'estomac et de continuer à inactiver les enzymes de l'estomac.

La phosphatase alcaline est fortement produite à la naissance par le duodénum, mais sa production décroît jusqu'à 50 jours d'âge (quantité égale à celle d'un individu adulte).

A 45 jours d'âge, les intestins ont la même organisation qu'un adulte (Morris et Steel, 1967).

Après la naissance, le tube digestif commence à fonctionner et il permet d'assimiler une alimentation à base de lait et également d'absorber des anticorps maternels.

Les anticorps peuvent être absorbés pendant 4 à 6 semaines par le tube digestif (Stevens et Hume, 1995 ; Morris B., 1963). Le transfert de l'immunité maternelle vers le jeune se fait principalement après la naissance par les anticorps colostraux. Cependant une petite part de cette immunité est transmise avant la naissance. Le placenta du hérisson européen est de type hémochorial, à implantation discoïde (Hubrecht, 1889 ; Carter et Enders, 2010).

Morris et Steel (1967) ont étudié la perméabilité du tube digestif du jeune hérisson. Durant 30 à 45 jours, celui-ci peut absorber les anticorps contenue dans le lait sans les digérer ni les dénaturiser. L'enzyme responsable de la digestion des protéines est le pepsinogène qui est activé en pepsine (forme active). Chez le jeune, dès 9 jours d'âge, la quantité de pepsinogène est égale à celle de l'adulte. Le jeune hérisson possède un pH gastrique basique qui empêche cette activation en enzyme active. Le pepsinogène n'est pas activé à pH supérieur à 2.5. Morris et Steel (1967), ont montré qu'un jeune hérisson avait un pH stomacal de l'ordre de 3.0 à 4.0.

D'après Morris et Steel (1967), l'estomac est responsable de la possible absorption des anticorps maternels par l'intestin. Cette absorption cesse lorsque la concentration en HCl et en enzymes protéolytiques sont en adéquation (c'est-à-dire pH 2 ou 3) dans l'estomac plus que par imperméabilisation de la muqueuse intestinale.

De plus un jeune est capable d'assimiler de la nourriture solide dès 25 jours d'âge tout en continuant à téter durant encore 15 jours, jusqu'au sevrage.

2. Composition du lait de hérissonne

Le lait contient des anticorps colostraux jusque très tard, au moins 45 jours (Morris et Steel, 1969).

Le lait est extrêmement concentré. Sa matière sèche représente 45,2g pour 100 g de lait. Il est riche en protéines et en graisse. La graisse est la principale source d'énergie, le lait est ainsi constitué de 25,5g de matière grasse pour 100g de matière sèche ce qui apporte 70% de l'énergie du lait de hérissonne (Landes *et al.* 1997). Les protéines représentent 30 % de la matière sèche du lait. Au regard des autres espèces de mammifères, le hérisson produit un lait plus concentré en énergie mais pas forcément en minéraux avec un rapport phospho-calcique de 1,5. Il est très pauvre en lactose (Tableau 4) (Landes *et al.*, 1997).

L'énergie contenue dans le lait a été calculé avec la formule de Meyer *et al.* (1993) :

$$\text{Energie brute (kJ/100g lait)} = \sum \text{acides aminés (g)} \times 24 \text{ kJ} + \text{matière grasse (g)} \times 38 \text{ kJ} + \text{lactose (g)} \times 18 \text{ kJ}.$$

Les matières grasses se trouvent principalement sous forme de longues chaînes insaturées de plus de 16 carbones (98% des acides gras). Les acides gras prédominants sont l'acide palmitique présent à hauteur de 21%, l'acide oléique à 37% et l'acide linoléique à 27%, respectivement (Landes *et al.*, 1997).

Les acides aminés sont en proportion équivalents à ceux du lait de vache. La leucine et la lysine sont majoritaires. Les acides aminés essentiels et non essentiels sont en quantité

égale. Si on compare au lait de chienne, celui de la hérissonne est moins concentré en acide aminés (Landes *et al.*, 1997). Les acides aminés soufrés (méthionine et cystine) sont particulièrement présents dans ce lait, on les retrouve à hauteur de 6,4 %, ce qui est à mettre en relation avec l'apport calorique élevé du lait de hérisson (Landes *et al.*, 1998).

L'évolution au cours du temps de la composition du lait a aussi été étudiée par Landes (1997). Il s'avère qu'au cours de la lactation, le lait est de plus en plus concentré en matière grasse, le taux de protéines augmente légèrement alors que le taux de lactose reste faible. Il est de fait, de plus en plus énergétique. Les acides aminés connaissent des modifications de leur proportion : la lysine passe de 9,2 % à 7,8 % des acides aminés totaux, la cystéine de 3,3 à 2,6 % alors que l'arginine et la phénylalanine passent respectivement de 2,9 % à 4,0 % et 4,1 % et 4,7 % entre la première semaine de lactation et la septième semaines (Landes *et al.*, 1997).

Tableau 4: Composition chimique du lait de hérissonne et du lait de chienne (d'après Landes *et al.*, 1997 ; Oftedal, 1984 ; et Lønnerdal *et al.*, 1981).

Paramètres	Valeurs hérissonne	Valeurs chienne	
		Colostrum	Lait
Matières sèches (g)	45.2 ± 12.2	120	227± 4
Energie (kJ)	1353	2721	2694 ± 148
Protéines (g)	16.0 ± 3.7	43	90 ± 4
Lipides (g)	25.5 ± 9.2	24	75 ± 1
Lactose (g)	0.07 ± 0.04	44	38 ± 0.8
Calcium (g)	0.41 ± 0.09	1.4	1.6 - 3.0
Phosphore (g)	0.27 ± 0.05	0.9	1.0 - 2.5
Magnésium (g)	0.03 ± 0.01	0.06	0.05-0.2
Sodium (g)	0.09 ± 0.01	ND	0.4 - 1.1
Potassium (g)	0.15 ± 0.03	ND	1 – 1.1
Fer (mg)	1.79 ± 0.37	13	3.5 – 10
Cuivre (mg)	0.26 ± 0.07	1.7	1.7-4.0
Zinc (mg)	3.02 ± 0.39	9 - 10	7 – 16

Le tableau 4 présente la composition du lait du hérisson en comparaison avec celui de la chienne. Le lait de chienne est plus riche en énergie que celui du hérisson mais contient une forte quantité de lactose. Le lait de hérisson contient en revanche une quantité équivalente de lipides si on regarde la composition du colostrum de chienne.

3. Conséquences pour les laits de substitution

La nutrition du jeune hérisson orphelin est un problème du fait de la teneur en lactose des laits de substitution. Les laits de vache et d'autres espèces de mammifères ne sont pas assez riches aussi en matière sèche. Aussi, aucun lait commercial pour carnivores domestiques ne suffit à combler les besoins énergétiques et en minéraux du jeune (Landes *et al.*, 1997).

Si on donne du lait de vache ou un lait maternisé classique au jeune hérisson, le lactose provoque des diarrhées et des fermentations. Du fait de l'absence de lactase, le lactose est à la disposition des bactéries du tube digestif et provoque un déséquilibre de la flore intestinale et des fermentations (Struck, 1995).

La caséine peut également poser problème dans le processus de coagulation du lait de substitution, la caséine apportant une coagulation rapide et en flocon du lait.

Cependant, on peut tenter de nourrir le hérisson avec un mélange d'œufs crus et cuits, de fromage blanc et d'huile végétale : les matières grasses apportées dans la ration doivent être riches en acide linoléique. Ce « lait » manque cependant de goût et est peu appétant. Landes *et al* (1997) ont aussi proposé une recette de lait de substitution (tableaux 5 et 6). Ce repas est à adapter aux nombres de hérissons.

Tableau 5 : Recette de lait de remplacement destiné au hérisson (d'après Landes *et al*, 1997)

Proposition pour préparer 100g de lait de substitution :	
-15 g	de jaune d'œuf cru
-30 g	d'œuf brouillé
-8 g	d'huile de soja ou de maïs
-30 g	de fromage blanc 0% de matière grasse
-0.7 g	de complément minéral
-0.5 g	de CaCO ₃
-15.8 g	d'eau ou de thé

On obtient ainsi pour 100 g de ce lait de remplacement une composition chimique représenté sur le tableau 6.

Tableau 6 : Composition d'un lait de substitution destinés au jeune hérisson (d'après Landes *et al.*, 1997)

	(g)		(mg)
Matière sèche	30,5	Calcium	456
Cendres brutes	1,8	Phosphore	243
Matières grasses brutes	14,2	Magnésium	19
Protéines brutes	10,4	Sodium	103
Lactose	0,96	Fer	4,9
		Cuivre	0,7
Energie (kJ)	807	Zinc	0,1

Le lait doit être donné au biberon plusieurs fois dans la journée. Cependant, le hérisson fait partie des espèces nidicoles, chez qui l'énergie est fournie principalement par la graisse de la ration et peut supporter des repas espacés dans la journée. Aucune étude ne fournit une fréquence de tétée par animal et par jour chez l'espèce qui nous intéresse. Empiriquement, Landes (1997) préconise de donner 10 repas par jour jusqu'à un poids de 100 g puis 5

jusqu'au sevrage à 5 semaines. On doit administrer au petit l'équivalent de 20 à 25% de son poids, tous les jours.

En pratique, lorsque le jeune est au stade de nourrisson, on lui donne 25 % de son poids chaque jour grâce à un lactoreemplaceur en 10 fois au biberon, puis 5 au bout de 2 semaines. Lorsqu'il atteint 80 à 100g on peut lui faire laper le mélange.

Dès qu'il est capable de se nourrir d'aliments solides on lui présente un repas sous forme d'insectes ou de plantes (telle que le maïs frais, des légumes..) tout en continuant à l'allaiter. On doit par ailleurs lui fournir du colostrum (de chèvre), pour tenter de lui transmettre une immunité passive. On trouve dans le commerce ce type de produit.

4. GMQ du jeune hérisson

Une femelle peut avoir plusieurs portées par an. Les petits nés en début de saison (juin) ont plus de temps pour faire des réserves en vue de l'hibernation. Cependant les jeunes nés plus tard dans l'été voir en début d'automne ont un gain moyen quotidien (GMQ) plus élevé à nourriture égale que ceux de début de saison. Cela implique que ces jeunes ne sont pas aussi défavorisés que ce que l'on pourrait croire.

En effet, Bunnell dans son étude de 2009, a montré que les jeunes pouvaient gagner 2 g par jour de plus que ceux nés en début de saison (12,55g vs 10,87 g) sur une moyenne de 6 semaines. Landes a montré que les hérissons élevés en station de sauvegarde peuvent gagner 3 g par jour la première semaine puis 4 g jusqu'au 14ème jour, soit 49 g en deux semaines. Une fois que le hérisson sait se nourrir seul, son GMQ atteint plus de 10 g par jour.

Un jeune hérisson non sevré possède l'un des GMQ les plus élevés des Insectivores. En effet, un petit peut prendre en moyenne 0,88% du poids adulte par jour, de 0,4 à 1,17% , ce qui est très important (Fowler, 1988).

II. ALIMENTATION DU HERISSON ADULTE

Lorsque les hérissons sont recueillis par des centres de soin, ils sont souvent affaiblis et amaigris. Ils nécessitent une prise en charge thérapeutique mais aussi alimentaire. Pour nourrir un hérisson trouvé, il faut une nourriture appétante, en quantité suffisante, une ration équilibrée et une bonne digestibilité de cette dernière.

Landes, Struck et Meyer (1997) ont étudié la digestibilité, l'apport énergétique et l'appétence de sept rations et ont pu mettre en évidence la composition de rations équilibrées pour les animaux recueillis.

1. Appétence de la ration

L'appétence des rations est très importante. En effet, l'étude de Landes *et al.* (1997) indique que les aliments du commerce pour hérisson ne sont pas assez attirants, ce qui peut entraver la prise alimentaire des animaux affaiblis ou malades. Les hérissons peuvent également trier les aliments complets du commerce. Dans leur étude, ils ont broyé les aliments pour éviter le tri des animaux et permettre une bonne ingestion des différents constituants des rations.

2. Teneur énergétique d'une ration

La teneur énergétique d'une ration est obtenue grâce à la formule :

$$\text{Energie brute (kJ/100g MS)} = \text{protéines (kJ/100g MS)} \times 24 + \text{matière grasse (kJ/100g MS)} \times 38 + \text{fibres (kJ/100g MS)} \times 19 + \text{E.N.A. (kJ/100g MS)} \times 17$$

Une ration doit apporter 2000 à 2600 kJ pour 100 g de matière sèche. Chaque jour, un hérisson à l'entretien doit consommer au minimum 470 à 500 kJ soit environ 24 g de matière sèche de nourriture *idéale* (Landes *et al.*, 1997).

3. Tolérance d'un aliment

Un aliment est bien toléré par un animal s'il ne provoque pas de désordre digestif. Les selles trop dures empêchent une évacuation facile, en revanche des selles trop molles dénotent une mauvaise digestibilité. Le transit accéléré, une forte activité microbienne et une mauvaise absorption en sont la cause (Landes *et al.*, 1997)..

4. Digestibilité

La capacité de digestion des protéines du hérisson est élevée, la digestibilité peut atteindre 93% pour des aliments humides avec une source de protéines de bonne qualité. La digestibilité des protéines des aliments secs du commerce est de l'ordre de 73 à 77% (Landes *et al.*, 1997).

De tous les nutriments, les lipides sont les mieux digérés. La digestibilité varie de 80% à 92% pour les aliments secs. La composition lipidique joue un rôle dans leur digestibilité, en effet une forte proportion d'acides gras insaturés permet d'augmenter la digestibilité. Elle peut atteindre une valeur de 95%, pour des aliments humides et riche en acides gras insaturés (Landes *et al.*, 1997).

Les glucides ou extraits non azotés (ou E.N.A.) sont relativement bien digérés, leur digestibilité peut atteindre 67 à 86% lorsqu'ils sont sous forme ouverts. En revanche, lorsqu'ils se trouvent sous forme de graines concassées, la digestibilité des glucides est moins bonne (Landes *et al.*, 1997).

Les fibres alimentaires ont une digestibilité variable suivant leur nature.

Les fibres d'origine végétale ont une digestibilité de l'ordre de 50% (son de blé). Il s'agit d'un groupe hétérogène qui comporte des substances dégradables par les micro-organismes, comme la cellulose, la pectine et le pentosane ainsi que de la lignine non digestible. Cependant, la proportion de fibres de la ration influence la digestibilité des matières organiques de celle-ci. Chez le hérisson, chaque 1% de fibres dans la matière sèche diminue la digestibilité des matières organiques de 3,36%. Ainsi, pour éviter une trop grande diminution de la digestibilité globale, une teneur en fibres (d'origine végétale) de plus de 3% de la matière sèche ne doit pas être dépassée dans l'alimentation du hérisson. Une teneur trop faible en fibres conduit à une mauvaise influence sur la consistance des selles (Landes *et al.*, 1997).

Les fibres d'origine animales sont 20% moins bien digérées car elles sont constituées de chitine (Landes *et al.*, 1997).

L'absorption nette du calcium varie considérablement chez le hérisson. Landes *et al.*, (1997) ont mis en évidence que l'absorption du calcium chez le hérisson est d'une part régulée par la paroi intestinale et d'autre part très peu excrété par le rein.

L'absorption du phosphore est de l'ordre de 30 à 70%. L'absorption du phosphore dépend principalement des composés alimentaires utilisés. Dans les céréales en particulier, le phosphore existe en grande partie (40-80%) sous forme liée telle que des phytines et ne peut être utilisé qu'après dégradation par des phytases. Le hérisson excrète son excès de phosphore au niveau des reins.

L'absorption nette globale du magnésium est de 10% à plus de 40% (Landes *et al.*, 1997).

Pour le sodium, on note une absorption nette de l'ordre de 71 à 90%. Il existe chez le hérisson une relation négative entre la teneur en fibres de la ration et l'absorption nette de sodium. En effet, les composés riches en fibres sont riches en eau et retiennent donc également le sodium dans le tube digestif. Le sodium excédentaire est éliminé par les reins (Landes *et al.*, 1997).

La digestibilité apparente du potassium se situe entre 70 et 94%. La résorption peut être altérée par une carence en sodium ou une activité microbienne accrue dans le gros intestin (Landes *et al.*, 1997).

5. Composition d'un aliment idéal

La composition chimique d'un aliment complet pour hérisson est indiquée dans le tableau 7.

Tableau 7 : Composition chimique d'un aliment complet pour hérisson à l'entretien (d'après Landes *et al.*, 1997)

Energie (kJ énergie totale/100g MS)	2000-2600
Protéines (g/100g MS)	30-60
Matières grasses	20-30
Fibres	2-3
E.N.A. **	Max 40 - 50
Ca	400 - 900
P	250 - 600
Rapport Ca/P	1,3 à 2 : 1
Mg	>150
Na	>150
K	>150

* Pour la croissance et la reproduction, une densité énergétique de 2,4 à 2,6 MJ/100g MS, une teneur en calcium de 12 g/kg et une teneur en phosphore de 8 g/kg MS sont nécessaires. Chez les animaux en croissance, la teneur en fibres doit être de 1-2%.

** En cas d'utilisation d'amidon hydrolysé, la proportion d'E.N.A. peut encore augmenter (jusqu'à 50% de l'énergie totale) aux dépens de la teneur en matière grasse.

A partir de cette composition chimique, on peut élaborer des rations ménagères. Le tableau 8 présente différentes rations possibles que l'on peut donner à un hérisson lorsque celui-ci est recueilli.

En pratique, il faut donner au hérisson environ 50 à 70g par jour de mélange.

Tableau 8 : Propositions de ration pour un hérisson adulte au besoin d'entretien (d'après Landes *et al.*, 1997)

Composants (%)	A	B	C	D	E
Viande de bœuf	60**	63	-	-	-
Foie	-	10	-	-	-
Volaille	-	-	65**	68,5	75
Œuf entier	28,5**	-	20**	-	-
Huile de germes de maïs	5**	10	8,5**	10	10
Carottes	-	-	-	15	-
Flocons d'avoine	-	7	-	-	5
Son de blé	5	7	5	5	7
CMV***	1	2,5	1	1	2,5
Calcaire alimentaire	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Energie (kJ énergie totale/100g MS)	2690	2630	2700	2650	2570
Protéines (% MS)	49,9	38,9	52,3	48,8	47,0
Matière grasse (% MS)	32,6	32,8	32,9	31,8	28,3
Fibres (% MS)	2,3	2,3	2,0	2,1	2,3
Ca (g/kg MS)	9,9	11,8	9,4	9,5	12,5
P (g/kg MS)	6,8	7,5	7,8	7,2	8,9
* Pour la croissance (sauf nourrissons), gestation et lactation, la proportion de complément minéral est à augmenter à 1% en raison des besoins accrus en Ca et P.					
** faire cuire ensemble					
*** par exemple Korvimin H+K, ou CMV Coopers					

III. PATHOLOGIES ALIMENTAIRES ET PARTICULARITES METABOLIQUES

Le hérisson peut souffrir à l'état naturel mais aussi à l'état captif de maladies alimentaires. Les maladies alimentaires sont peu étudiées, aucune donnée concernant les carences ne sont disponibles. Voici toutefois, quelques informations concernant le tartre dentaire, l'obésité en captivité, la dysbiose du jeune recueilli.

1. Tartre

Les hérissons sont souvent atteints par la maladie parodontale. Il est rare de trouver un hérisson non atteint par du tartre dentaire sur toute les dents et une inflammation des gencives. Parfois ce tartre est à l'origine de la destruction du tissu gingival et de la perte de dents. Les tissus sont alors envahis de bactéries, ce qui empêche le hérisson de se nourrir correctement. Le dépôt de tartre serait en partie lié à la prolifération excessive de la flore bactérienne buccale (Clarke, 2003).

L'alimentation peut corriger cette tendance. En ajoutant à la nourriture du hérisson des os et des particules abrasives comme du sable, on limite la production de tartre.

2. Obésité

L'obésité est fréquente chez les hérissons domestiques (en Angleterre ou en Allemagne, par exemple où ils sont domestiqués). Cependant, en centre de soins, ils peuvent aussi être atteints du fait de l'enfermement. En effet dans la nature, un hérisson parcourt plusieurs kilomètres par jour à la recherche de sa nourriture ou d'un partenaire.

Un cas d'obésité morbide a été décrit par le docteur Daumas en 2012. L'animal ne pouvant plus se rouler en boule, ce dernier ne pouvait être relâché dans la nature. Le but a été de

faire maigrir l'animal en lui fournissant un apport énergétique restreint à 75% de son besoin théorique pour un poids idéal de 850 g.

En détail, le besoin de base de ce hérisson de poids idéal de 850g est de :

Besoin énergétique lié au métabolisme de base = $290 \times P^{0.75}$ kJ/kg.

Son besoin énergétique a été calculé avec $290 \times P^{0.75} \times 2 \times 0,75$. Il a été restreint à 75% de son besoin énergétique.

Besoin énergétique = $1.25 \times 290 \times P^{0.75}$ kJ/kg (au lieu de 2 fois son besoin de base).

Ce hérisson a mis 40 jours pour perdre les 365 g de surpoids. La conclusion de cet essai est que le hérisson supporte très bien les périodes de disette, et mobilise très facilement ses réserves énergétiques (Daumas, 2012).

Les centres de soins recueillent des hérissons qui seront relâchés dans la nature une fois l'hiver passé ou une fois leur maladie traitée. L'obésité est fréquente. Toutefois, un hérisson en surpoids relâché dans la nature a plus de chance de survie qu'un hérisson ayant un poids optimal (à condition qu'il puisse se mettre en boule). En effet, un dépôt de graisse sous-cutané de 300g assure une survie de 19 jours sans manger à un individu actif ayant un besoin énergétique d'entretien de 145 kcal/jour (Sainsbury, *et al.*, 1996)).

3. Lipidose hépatique

Il existe peu de données à ce sujet. La lipidose hépatique se produit sur des animaux le plus souvent en surpoids et/ou malade. Par exemple, si le hérisson souffre d'une pathologie dentaire et devient anorexique, il peut développer une lipidose hépatique. Une étude nécropsique a permis de mettre en évidence que dans 50% des cas de décès de hérisson africain, une lipidose hépatique était présente (Raymond et White, 1999). La lipidose hépatique est une maladie hépatique due à une surcharge en graisse du foie. S'en suit une insuffisance hépatique sévère qui peut entraîner le décès de l'animal.

4. Dysbiose du jeune

La dysbiose est la perturbation de la flore intestinale du nourrisson. Elle se traduit par une diarrhée malodorante, une diminution de la prise de poids quotidienne. Elle peut entraîner la mort du jeune. La dysbiose a lieu principalement chez les jeunes nourris dans les centres de soin. Elle est due à la trop forte concentration en lactose des laits de substitution. On peut diluer les laits utilisés (vache) mais la teneur en matières sèche et en énergie diminue sensiblement. On peut alors utiliser un lait maison en suivant la recette donnée par Landes (1997).

5. Résistance du hérisson aux toxiques

a) Le venin de serpent :

Il est dit que le hérisson résiste à la morsure des serpents. En fait, lorsque la vipère attaque celui-ci, elle se heurte à une carapace hérissée de piquants plus longs que les crochets dont elle est dotée. Elle ne peut pas atteindre la peau du dos du hérisson et la peau du ventre est trop épaisse pour une effraction à cet endroit. Il reste à disposition du serpent, les pattes et la tête. Là encore, si la vipère atteint le hérisson sur ses zones, il résiste mieux que d'autres mammifères à l'inoculation du venin (Morris et Berthoud, 1992). Le hérisson n'est pas immunisé pour autant, il est juste 35 à 45 fois plus résistant que le cobaye ou la souris au venin (Neet, 1990). Sa résistance provient d'une protéine, l'erinacin, qui est présente en faible quantité dans ses muscles. Il s'agit d'un facteur anti-hémorragique qui lutte contre les effets du venin (Mebis, 1996).

Un combat entre un serpent et un hérisson se solde par la défaite du serpent et ceci mécaniquement : si le hérisson attrape la vipère et se roule en boule, celle-ci s'enroule automatiquement autour de la carapace armée du hérisson ce qui provoque sa mort. Le hérisson n'a plus qu'à manger sa proie (Morris et Berthoud, 1992).

Il existe des détracteurs à cette hypothèse : MacDonald (1993) ne croit guère en la capacité du hérisson de tuer des serpents sans pour autant avoir pu le démontrer.

b) Résistance aux poisons :

Un hérisson peut survivre à une dose d'arsenic pouvant tuer 25 personnes, soit une dose de 1,250 g/kg. Il supporte une dose de toxines tétaniques 7000 fois supérieure à celle pouvant tuer un humain, soit une dose de 17,5 mg/kg (Neet, 1990). Cependant, le hérisson reste sensible aux pesticides et ceux-ci sont responsables de 26% des décès du hérisson (Neet, 1990).

CONCLUSION

Le hérisson d'Europe ou *Erinaceus europaeus* est une espèce au mode d'alimentation nocturne et omnivore malgré un classement Insectivore. Il est présent partout en France et surtout en zone urbaine où il trouve de quoi se nourrir en abondance. Il se nourrit principalement d'insectes durant les beaux jours. Son besoin énergétique de base est de $70 \times P^{0,75}$ kcal/kg/j. Les besoins énergétiques d'entretiens dépendent du statut physiologique du hérisson mais aussi de son activité. Durant l'hiver, il subit une période de non alimentation grâce à l'hibernation qui lui permet d'économiser ses réserves de graisses, son besoin énergétique de base n'est plus que de 30% environ par rapport à son métabolisme de base normal. L'arrivée de l'hiver pose un problème pour les jeunes, car, du sevrage à l'hiver, ils doivent emmagasiner une forte réserve de graisse tout en finissant leur croissance. C'est à l'entrée de l'hiver que les centres de soins reçoivent des jeunes orphelins nécessitant une prise en charge souvent alimentaire mais aussi médicale. Des pistes d'alimentation sont données pour alimenter un jeune hérisson en croissance mais également un hérisson adulte recueillis.

AGREMENT SCIENTIFIQUE

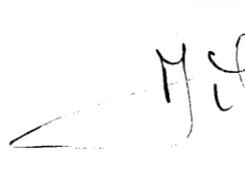
En vue de l'obtention du permis d'imprimer de la thèse de doctorat vétérinaire

Je soussignée, **Nathalie PRIYMENKO**, Enseignant-chercheur, de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse, directeur de thèse, certifie avoir examiné la thèse de **MENESSIER Katy** intitulée « **Mode de vie et alimentation du hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*)** » et que cette dernière peut être imprimée en vue de sa soutenance.

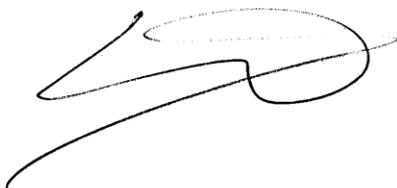
Fait à Toulouse, le 17 mai 2013
Docteur Nathalie PRIYMENKO
Enseignant chercheur
de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse



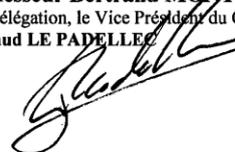
Vu :
Le Directeur de l'Ecole Nationale
Vétérinaire de Toulouse
Professeur Alain MILON




Vu :
Le Président du jury :
Professeur Claude MOULIS



Vu et autorisation de l'impression :
Le Président de l'Université
Paul Sabatier
Professeur Bertrand MONTUBERT
Par délégation, le Vice Président du CEVU
Arnaud LE PADELLEC



Conformément à l'Arrêté du 20 avril 2007, article 6, la soutenance de la thèse ne peut être autorisée qu'après validation de l'année d'approfondissement.

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Tableau 1: Classification des hérissons	12
Tableau 2 : Composition de l'alimentation au cours de l'année du hérisson	46
Tableau 3 : Composition chimique moyenne d'un insecte	51
Tableau 4: Composition chimique du lait de hérissonne et du lait de chienne.....	62
Tableau 5 : Recette de lait de remplacement	64
Tableau 6 : Composition d'un lait de substitution	64
Tableau 7 : Composition chimique d'un aliment complet pour hérisson à l'entretien	69
Tableau 8 : Propositions de ration pour un hérisson	70
Figure 1 : Carte de répartition européenne d' <i>Erinaceus europaeus</i>	14
Figure 2 : Piquants de Hérissons	16
Figure 3 : Squelette de hérisson.....	17
Figure 4 : Anatomie des muscles peauciers	20
Figure 5 : Hérisson en boule.....	20
Figure 6 : Crâne de hérisson et denture.....	31
Figure 7 : Schéma du tube digestif d'un hérisson	33
Figure 8 : Schéma de l'estomac chez le hérisson	34
Figure 9 : Vue superficielle de l'appareil manducateur	35
Figure 10 : Fluctuations du poids du hérisson d'Europe.....	53

BIBLIOGRAPHIE

Articles et livres consultés :

- Al-Badry K., Taha H. (1983). Hibernation-hypothermia and metabolism in hedgehogs. Changes in some organic components. *Comparative Biochemistry Physiology A Comparative Physiology* **74**, 143-148.
- Al-Badry K., Taha H. (1983). Hibernation-hypothermia and metabolism in hedgehogs. Changes in water and electrolytes. *Comparative Biochemistry Physiology A Comparative Physiology* **74**, 435-441.
- Allanson M. (1934). Seasonal variation in the reproductive organs of the male hedgehog. The reproductive process of certain mammals. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences* **223**, 277-303.
- Asher R. et Olbricht G. (2009). Dental Ontogeny in *Macroscelides proboscideus* (Afrotheria) and *Erinaceus europaeus* (Lipotyphla). *Journal of Mammalian Evolution* **16**, 99-115.
- Atanasov A. T. (2005). Allometric relationship between the length of pregnancy and body weight in mammals. *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine* **8**, 13-22.
- Bell G. P. (1990). Birds and mammals on an insect diet : a primer on diet composition analysis in relation to ecological energetics. *Avian Biology* **13**, 416-422.
- Berry C. (1999). Potential interactions of hedgehogs with North Island brown kiwi at Boundary Stream Mainland Island. *Conservation Advisory Science Notes* **268**.
- Bridges C. D. et Quilliam T. A. (1973). Visual pigments of men, moles and hedgehogs. *Vision Research* **13**, 2417-2421.
- Bunnell T. (2009). Growth rate in early and late litters of the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Lutra* **52**, 15-22
- Campell P. A. (1973). The feeding behavior of the hedgehog in pasture land in New Zealand. *Proceedings of the New Zealand Ecological Society* **20**, 35-40.
- Carter A. M. et Enders A. C. (2010). Placentation in mammals once grouped as insectivores. *The International Journal of Developmental Biology* **54**, 483-493.
- Catania K. C. (2005). Evolution of sensory specializations in insectivores. *Anatomical Record Part A: Discoveries in Molecular, Cellular, and Evolutionary Biology* **287A**, 1038-1050.
- Chapotat B., Stuar M., Buda C. et Woda A. (1990). Demonstration with [14C]2-deoxyglucose of brain structures involved in the masticatory activity of the hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Brain Research* **536**, 139-145.

- Cherel Y., Omari B. E., Le Maho Y., Saboureau M. (1994). Protein and lipid utilization during fasting with shallow and deep hypothermia in the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Journal of Comparative Physiology (B-Biochemical Systemic and Environmental Physiology)* **164**, 653-658.
- Chesne C., Ed. (2012). Le hérisson. *Portrait sauvage, Losange*.
- Clarke D. E. (2003). Oral biology and disorders of chiroptera, insectivores, monotremes, and marsupials. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice - Home* **6**, 523-564.
- Cott H. B. (1951). The palatability of the eggs of birds: illustrated by experiments on the food preferences of the Hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Proceedings of the Zoological Society of London* **121**, 1-41.
- Daumas C. (2012). A case of obesity in a European Hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *16th congress of the ESVCN, Bydgoszcz, Poland*.
- Dickman C. R. (1988). Age-related dietary change in the European hedgehog, *Erinaceus europaeus*. *Journal of Zoology* **215**, 1-14.
- Doncaster C. P. (1994). Factors regulating local variation in abundance: field tests on hedgehogs, *Erinaceus europaeus*. *Oikos*, **69**, 182-192.
- Dowding C. V., Harris S., Poulton S. et Baker P. J. (2010). Nocturnal ranging behaviour of urban hedgehogs, *Erinaceus europaeus*, in relation to risk and reward. *Animal Behaviour* **80**, 13-21.
- Edwards B. A. et Munday K. A. (1969). The function of brown fat in the hedgehog (*Erinaceus euripaeus*). *Comparative Biochemistry and Physiology* **30**, 1029-1036.
- Edwards B. A. et Munday K. A. (1969). Electrolyte metabolism in the hibernating hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Comparative Biochemistry and Physiology* **21**, 329-335.
- Fowler P. A. (1988). Thermoregulation in the female hedgehog, *Erinaceus europaeus*, during the breeding season. *Journal of Reproduction and Fertility* **82**, 285-292.
- Ganchrow J. R. (1977). Consummatory Responses to Taste Stimuli in Hedgehog (*Erinaceus-Europaeus*). *Physiology & Behavior* **18**, 447-453.
- Geiser F. et Ruf T. (1995). Hibernation versus daily torpor in mammals and birds : physiological variables and classification of torpor patterns. *Physiological Zoology* **68**, 935-966.
- Grasse P. et Gabe M. (1967). Mammifères : téguments et squelette. *Traité de zoologie : anatomie, systématique, biologie, Masson* **16**, 1162.

- Hainard R. (1961). Les mammifères sauvages d'Europe, Tome I : Insectivores - Chéiroptères - Carnivores. *Delachaux & Niestlé, Neuchâtel et Paris* **1**, 268 pages
- Hendra R. (1999). Seasonal abundance patterns and dietary preferences of hedgehogs at Trounson Kauri Park. *Conservation Advisory Sciences Notes* **267**.
- Hof A. R., Snellenberg J. et Bright P. W. (2012). Food or fear? Predation risk mediates edge refuging in an insectivorous mammal. *Animal Behaviour* **83**, 1099-1106.
- Hubert P., Julliard R., Biagianti S. et Poulle M. L. (2011). Ecological factors driving the higher hedgehog (*Erinaceus europaeus*) density in an urban area compared to the adjacent rural area. *Landscape and Urban Planning* **103**, 34-43.
- Hubrecht A. A. W. (1889). The Placentation of *Erinaceus europaeus* with remarks on the phylogeny of the placenta. *The Quarterly Journal of Microscopical Science* **30**, 283-404.
- Jeuniaux C. (1962). Digestion de la chitine chez les oiseaux et les mammifères, *Annales de la Société Zoologique de Belgique* **92**, 27-45.
- Jones C., Moss K. et Sanders M. (2005). Diet of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in the upper Waitaki Basin, New Zealand: Implications for conservation. *New Zealand Journal of Ecology* **29**, 29-35.
- Konttinen A., Rajasalmi M. et Sarajas H. S. (1964). Fat metabolism of the hedgehog during the hibernating cycle. *American Journal of Physiology* **207**, 845-848.
- Kleiber M. (1947), Body size and metabolic rate. *Physiological review* **27**, 511-541.
- Kristoffersson R. et Soivio A. (1964). Hibernation of the Hedgehog (*Erinaceus Europaeus* L.): The Periodicity of Hibernation of Undisturbed Animals During the Winter in a Constant Ambient Temperature, *Annales Academiae scientiarum Fennicae* **A**, 80.
- Landes E., Zentek J., Wole P. et Kamphues J. (1997). Untersuchungen zur Zusammensetzung der Igelmilch und zur Entwicklung von Igelsäuglingen. *Kleintierpraxis* **42**, 647-658.
- Landes E., Zentek J., Wole P. et Kamphues J. (1998). Investigation of milk composition in hedgehogs, *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* **80**, 179-184.
- Landes E., Struck S et Meyer H. (1997). Überprüfung kommerzieller Igelfutter auf ihre Eignung (Akzeptanz, Verdaulichkeit, Nährstoffzusammensetzung), *Tierärztl Prax* **25**, 178-184.
- Larsen B. (1972). Antibody activity in various classes of hedgehog immunoglobulins. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry* **42**, 357-366.

- Laukola S. (1980). Seasonal changes in the fatty acid spectrum of the hedgehog's white and brown adipose tissue. *Annales Zoologici Fennici* **17**, 191-201.
- Lindman R., Eriksson P. O. et Thornell L. E. (1986). Histochemical enzyme profile of the masseter, temporal and lateral pterygoid muscles of the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Archives of Oral Biology* **31**, 51-55.
- Lönnerdal B., Keen C. L. et Hurley L. S. (1981). Iron, Copper, Zinc, and Manganese in Milk, *Annual Review of Nutrition* **1**, 149-174
- MacDonald D. W. et Barret P. (1993). Guide complet des mammifères de France et d'Europe. *Les guides des naturalistes, Delachaux et Niestlé.*
- Mebis D., Omori-Satoh T., Yamakawa Y. et Nagaoka Y. (1996). Erinacin, an antihaemorrhagic factor from the European hedgehog, *Erinaceus europaeus*, *Toxicon* **34**, 1313-1316.
- Mebis D. (1999), Studies on biological and enzymatic activities of salivary glands from the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*), *Toxicon* **37**, 1635-1638.
- Meyer H., Bronsch K. et Leibetseder J. (1993), *Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung, Verlag M. et H. Schaper, Hanover.*
- Micol T., Doncaster C. P. et Mackinlay L. A. (1994). Correlates of local variation in the abundance of hedgehogs, *Erinaceus europaeus*. *Journal of Animal Ecology* **63**, 851-860.
- Mitchell W. A., Z. Abramsky, et al. (1990). The effect of competition on foraging activity in desert rodents : theory and experiments. *Ecology* **71**, 844-854.
- Moors P. J. (1979). Observations on the nesting habits of the European hedgehog in the Manawatu sand country, New Zealand, *New Zealand Journal of Zoology* **6**, 489-492.
- Moran S., Turner P. D., et O'Reilly C. (2009). Multiple paternity in the European hedgehog. *Journal of Zoology* **278**, 349-353.
- Morris B. (1963). The selection of antibodies by the gut of the young hedgehog, *Proceeding Royal Society London B Biology Science* **158**, 253-260.
- Morris B. et Steel E. D. (1967), Gastric and duodenal differentiation in *Erinaceus europaeus* and its relationship to antibody absorption. *Journal of zoology* **152**, 257-267.
- Morris P. (1984). An estimate of the minimum body weight necessary for hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) to survive hibernation. *Journal of zoology* **203**, 291-294.
- Morris P. et Berthoud G. (1992). *La vie du Hérisson, Delachaux et Niestlé.*

- Morris P. A. (1985). The effects of supplementary feeding on movements of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Mammal Review* **15**, 23-33.
- Moss, K. et Sanders M. (2001). Advances in New Zealand mammalogy 1990-2000: Hedgehog. *Journal of the Royal Society of New Zealand* **31**, 31-42.
- Neet C. (1990). Les insectivores : Le hérisson, la taupe et les musaraignes. *Atlas visuels Payot Lausanne*.
- Oftedal O. T. (1984). Lactation in the dog : Milk composition and intake by puppies. *Journal of Nutrition* **114**, 803-812.
- Obrtel R. et Holisova V. (1981). The diet of the hedgehogs in an urban environment. *Folia Zoologica* **30**, 193-201.
- Raymond J. T. et White M. R. (1999), Necropsy and histopathologic findings in 14 African hedgehogs (*Atelerix albiventris*): a retrospective study. *Journal of zoo and wildlife Medicine* **30**, 273-277.
- Reeve N. (1994). Hedgehogs. *London, T and A. D. Poyser Ltd*, 1994. 313 pages
- Sainsbury A. W., Cunningham A. A., Morris P. A., Kirkwood J. K. et Macgregor S. K. (1996). Health and welfare of rehabilitated juvenile hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) before and after release into the wild. *Veterinary Record* **138**, 61-65.
- Smith A. J. (1999), Husbandry and nutrition of hedgehogs. *Veterinary Clinics of North America : Exotic Animal Practice* **2**, 127-141.
- Stevens C. E., Hume I. D. (1995) Comparative physiology of vertebrate digestive system second edition *Cambridge university press*, 400 pages.
- Sun J. et Zeng J. (1994). Studies on the variations of brown adipose tissue and nonshivering thermogenesis in a hibernator (*Erinaceus europaeus*). *Acta Theriologica Sinica* **14**, 147-153.
- Tähti H. (1978). Seasonal differences in O₂ consumption and respiratory quotient in a hibernator (*Erinaceus europaeus* L.). *Annales Zoologici Fennici* **15**, 69-75.
- Tähti H. et Soivio A. (1978). Comparison of induced and spontaneous arousals in hibernating hedgehogs. *Experientia Supplementum* **32**, 321-325.
- Toutain P. L. et Ruckebusch Y. (1975). Arousal as a cyclic phenomenon during sleep and hibernation in the hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Experientia* **31**, 312-314.
- Vaillier T. (1995). Contribution à l'anatomie de l'appareil manducateur d'*Erinaceus europaeus*, *Thèse de docteur en chirurgie dentaire. Université de bordeaux II*, 110 pages.

- Vignault M. P., Saboureau M. et Grenot C. (1996). Water turnover evaluated by the tritiated water method and by the nutritional method in European hedgehog (*Erinaceus europaeus* L). *Comparative Biochemistry and Physiology a-Physiology* **115**, 187-194.
- Walhovd H. (1979). Partial arousals from hibernation in Hedgehogs in outdoor hibernacula. *Oecologia* **40**, 141-153.
- Ward J. F., Macdonald D. W. et Doncaster C. P. (1997). Responses of foraging hedgehogs to badger odour. *Animal Behaviour* **53**, 709-720.
- Ward J. F., D. W. MacDonald, Doncaster C. P. et Mauget C. (1996). Physiological response of the European hedgehog to predator and nonpredator odour. *Physiology and Behavior* **60**, 1469-1472.
- Webb, P. L. et Ellison J. (1998). Normothermy, torpor, and arousal in hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) from Dunedin. *New Zealand journal of zoology* **25**, 85-90.
- Yaakobi D. et Shkolnik A. (1974). Structure and concentrating capacity in kidneys of three species of hedgehogs. *American Journal of Physiology* **226**, 948-952.
- Yalden D. W. (1976). The food of the hedgehog in England. *Acta Theriologica* **21**, 401-424.

Sites internetés consultés :

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000018810091>

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000018810562>

<http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000343578>

<http://www.pro-igel.de/english/housing.html>

<http://herissons.chez.com/herisson-mort2.htm>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Tissu_adipeux_brun

Mode de vie et alimentation du hérisson (*Erinaceus europaeus*)

Menessier Katy

Hérisson - Alimentation - besoins - insectivore - mode de vie - anatomie digestive - lactoreemplaceur.

Le hérisson d'Europe, espèce protégée, est parfois rencontré l'hiver, en mauvais état. Les hérissons sont recueillis dans des structures adaptées qui les soignent. Se pose alors le problème de sa nourriture. Ce travail contribue au rassemblement de données en français qui concernent l'écologie alimentaire du hérisson, la façon dont il cherche sa nourriture mais aussi ce qu'il mange à l'état sauvage. Elle souligne les besoins énergétiques faibles des hérissons qui leur permettent de stocker de la graisse en vue d'hiberner. Elle permet aussi de faire le point sur les aliments complets du commerce mais aussi les laits de substitutions pour hérisson lorsqu'un jeune se trouve orphelin à l'entrée de l'hiver. Les maladies alimentaires sont abordées avec leurs solutions.

Hedgehog – diet – needs – insectivore – biology – digestive anatomy – growing-up milk

The Hedgehog is a protected animal. Winter is a critical period, often, they are found weak. People bring them to a care center and feed them is a problem in captivity. This paper contributes to deal with feeding ecology of hedgehog, their energetic need, their hibernation. Milk, and other preparation to feed young hedgehog, is details. It's permit to give an useful and practice recipe. Complete commercial hedgehog food is detail too for adult hedgehog. Feeding pathology are tackled.