

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2023 - Thèse n° 142

**ANALYSE DE L'ADMISSION ET DE LA MORTALITÉ DES
HERISSONS D'EUROPE AU CENTRE DE SOINS DE LA
FAUNE SAUVAGE L'HIRONDELLE ET AMÉLIORATION
DE LEUR PRISE EN CHARGE**

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 14 décembre 2023
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

GONZALEZ Clara

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2023 - Thèse n° 142

**ANALYSE DE L'ADMISSION ET DE LA MORTALITÉ DES
HERISSONS D'EUROPE AU CENTRE DE SOINS DE LA
FAUNE SAUVAGE L'HIRONDELLE ET AMÉLIORATION
DE LEUR PRISE EN CHARGE**

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 14 décembre 2023
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

GONZALEZ Clara

Liste des enseignants du Campus Vétérinaire (20/03/2023)

Pr	ABITBOL	Marie	Professeur
Dr	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
Pr	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
Dr	AYRAL	Florence	Maître de conférences
Pr	BECKER	Claire	Professeur
Dr	BELLUCO	Sara	Maître de conférences
Dr	BENAMOU-SMITH	Agnès	Maître de conférences
Pr	BENOIT	Etienne	Professeur
Pr	BERNY	Philippe	Professeur
Pr	BONNET-GARIN	Jeanne-Marie	Professeur
Dr	BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
Dr	BRUTO	Maxime	Maître de conférences
Dr	BRUYERE	Pierre	Maître de conférences
Pr	BUFF	Samuel	Professeur
Pr	BURONFOSSE	Thierry	Professeur
Dr	CACHON	Thibaut	Maître de conférences
Pr	CADORÉ	Jean-Luc	Professeur
Pr	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Professeur
Pr	CHABANNE	Luc	Professeur
Pr	CHALVET-MONFRAY	Karine	Professeur
Dr	CHANOIT	Gillaume	Professeur
Dr	CHETOT	Thomas	Maître de conférences
Pr	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Professeur
Pr	DELIGNETTE-MULLER	Marie-Laure	Professeur
Pr	DJELOUADJI	Zorée	Professeur
Dr	ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
Dr	FRIKHA	Mohamed-Ridha	Maître de conférences
Dr	GALIA	Wessam	Maître de conférences
Pr	GILOT-FROMONT	Emmanuelle	Professeur
Dr	GONTHIER	Alain	Maître de conférences
Dr	GREZEL	Delphine	Maître de conférences
Dr	HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
Dr	JOSSON-SCHRAMME	Anne	Chargé d'enseignement contractuel
Pr	JUNOT	Stéphane	Professeur
Pr	KODJO	Angeli	Professeur
Dr	KRAFFT	Emilie	Maître de conférences
Dr	LAABERKI	Maria-Halima	Maître de conférences
Dr	LAMBERT	Véronique	Maître de conférences
Pr	LE GRAND	Dominique	Professeur
Pr	LEBLOND	Agnès	Professeur
Dr	LEDOUX	Dorothee	Maître de conférences
Dr	LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
Dr	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	Maître de conférences
Dr	LEGROS	Vincent	Maître de conférences
Pr	LEPAGE	Olivier	Professeur
Pr	LOUZIER	Vanessa	Professeur
Dr	LURIER	Thibaut	Maître de conférences
Dr	MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences
Pr	MARCHAL	Thierry	Professeur
Dr	MOSCA	Marion	Maître de conférences
Pr	MOUNIER	Luc	Professeur
Dr	PEROZ	Carole	Maître de conférences
Pr	PIN	Didier	Professeur
Pr	PONCE	Frédérique	Professeur
Pr	PORTIER	Karine	Professeur
Pr	POUZOT-NEVORET	Céline	Professeur
Pr	PROUILLAC	Caroline	Professeur
Pr	REMY	Denise	Professeur
Dr	RENE MARTELLET	Magalie	Maître de conférences
Pr	ROGER	Thierry	Professeur
Dr	SAWAYA	Serge	Maître de conférences
Pr	SCHRAMME	Michael	Professeur
Pr	SERGENTET	Delphine	Professeur
Dr	TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
Dr	VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
Dr	VIRIEUX-WATRELOT	Dorothee	Chargé d'enseignement contractuel
Pr	ZENNER	Lionel	Professeur

Remerciements

A Monsieur le Professeur Pascal SEVE,

De l'Université Claude Bernard Lyon 1, Faculté de médecine et de maïeutique Lyon Sud,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,

Mes hommages respectueux.

A Madame le Professeur Emmanuelle GILOT-FROMONT,

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Marcy-l'Etoile,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter d'encadrer ce travail,

Pour votre écoute et vos précieux conseils,

Ma profonde gratitude.

A Madame le Docteur Florence AYRAL,

De VetAgro Sup, Campus vétérinaire de Marcy-l'Etoile,

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de prendre part à ce jury de thèse,

Mes sincères remerciements.

A Madame Audrey JEGO, Monsieur Pascal TAVERNIER, et toute l'équipe de l'Hirondelle,

De L'Hirondelle, centre de soins pour animaux sauvages,

Pour m'avoir aimablement accueillie en stage au centre,

Pour le temps que vous avez bien voulu consacrer à m'aider dans ce travail,

Mes chaleureux remerciements.

Table des matières

Liste des figures.....	11
Liste des tableaux.....	13
Liste des abréviations	15
Introduction.....	17
Partie 1 - ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE.....	19
I. Le hérisson d'Europe, un mammifère atypique.....	19
A. Classification	19
B. Aire de répartition.....	20
C. Caractéristiques morphologiques et anatomiques.....	21
D. Rythme de vie et comportement.....	23
1. Rythme de vie annuel.....	23
2. Période d'activité.....	24
3. Hibernation.....	25
E. Alimentation	26
F. Habitat	27
1. Exigences écologiques et facteurs limitants.....	27
2. Biotopes exploités	28
3. Domaine vital.....	28
II. Le hérisson d'Europe, une espèce menacée d'extinction ?	29
A. Opinion publique	29
B. Méthodes d'étude de la dynamique des populations	29
1. Définition et intérêt.....	29
2. Comment estimer une densité de population de hérissons ?	29
3. Comment mettre en évidence un déclin de l'abondance des hérissons ?.....	30
4. Comment expliquer des variations d'abondance ?.....	32
C. Evolution de l'abondance des populations de hérissons.....	32
1. A l'échelle des pays	32
2. A l'échelle des paysages : le Hérisson de ville et le Hérisson des champs	33
D. Reproduction	33
1. Description du cycle reproducteur.....	33
2. Facteurs influençant la fitness.....	35
E. Mortalité dans le milieu naturel	35
1. Détermination de l'âge et longévité.....	35
2. Causes de mortalité dans le milieu naturel	36
a. Répartition des causes de mortalité.....	36
b. Mortalité d'origine naturelle	37
i. Hibernation.....	37
ii. Prédation	37
iii. Parasitoses.....	39
iv. Maladies infectieuses	40
c. Mortalité d'origine anthropique	42
i. Perte, dégradation et fragmentation de l'habitat	42
ii. Trafic routier	43
iii. Autres traumatismes	44

iv. Intoxications	44
v. Changement climatique	45
F. Statut de l'espèce.....	46
1. Statut de conservation	46
2. Statut juridique.....	47
III. Le hérisson d'Europe dans les centres de soins.....	48
A. Place de l'espèce dans les centres de soins	48
B. Causes d'admission des hérissons en centres de soins	50
C. Causes de mortalité des hérissons en centres de soins.....	51
Partie 2 - ETUDE DE L'ADMISSION ET DE LA MORTALITE DES HERRISSONS A L'HIRONDELLE	53
I. Cadre de l'étude.....	53
II. Objectifs de l'étude	54
III. Matériels et méthodes	56
A. Prise en charge des hérissons par l'Hirondelle et collecte des données	56
1. De la découverte du hérisson à son arrivée au centre.....	56
2. Admission	58
3. Soins	59
4. Sortie	59
B. Jeu de données	60
1. Acquisition et traitement des données.....	60
2. Variables étudiées	61
a. Année, mois et saison d'admission	61
b. Sexe	61
c. Age.....	61
d. Cause d'admission.....	61
e. Etat clinique à l'admission.....	63
f. Devenir	63
g. Durée d'hospitalisation	64
C. Analyse des données.....	64
1. Logiciels utilisés	64
2. Tests statistiques de comparaisons de fréquences, de distributions, de moyennes.....	64
3. Analyse de la durée d'hospitalisation par un modèle de régression linéaire	65
4. Analyse de la probabilité d'être relâché par un modèle de régression logistique.....	67
IV. Résultats.....	69
A. Etude de l'admission.....	69
1. Description de la population de hérissons admis	69
2. Evolution du nombre d'admissions	69
a. Variations annuelles	69
b. Variations mensuelles et saisonnières	70
c. Evolution de la distribution des admissions par saison au fil des ans.....	71
3. Evolution temporelle des admissions selon la classe d'âge	72
4. Etude de la cause d'admission	73
5. Etude de l'état clinique à l'admission.....	74
a. Description des données	74
b. Evolution au fil des ans.....	75
c. Evolution au fil des saisons.....	77
B. Etude de la mortalité	78
1. Etude du devenir des hérissons.....	78

a.	Description sur l'ensemble de la période.....	78
b.	Evolution du devenir au fil des ans.....	79
2.	Etude de la durée d'hospitalisation au centre de soins	80
a.	Description et évolution au fil des ans	80
b.	Devenir en fonction de la durée d'hospitalisation	81
c.	Etude de la durée d'hospitalisation par un modèle linéaire	82
i.	Présentation du modèle	82
ii.	Validité du modèle.....	84
3.	Etude du pronostic des hérissons.....	85
a.	Analyses bivariées	85
i.	Pronostic en fonction de la classe d'âge.....	85
ii.	Pronostic en fonction de l'année d'admission	86
iii.	Pronostic en fonction de la saison d'admission.....	87
iv.	Pronostic en fonction de l'état clinique à l'admission	87
b.	Analyse multivariée de la probabilité d'être relâché	89
i.	Présentation du modèle	89
ii.	Validité du modèle.....	90
V.	Discussion	91
A.	Matériels et méthodes.....	91
1.	Connaissance de la population de hérissons admis en centre de soins	91
2.	Connaissance de la population de hérissons en milieu naturel	91
B.	Résultats.....	92
1.	Etude de l'admission des hérissons.....	92
a.	Population de hérissons admis.....	92
b.	Nombre annuel d'admissions.....	93
c.	Saisonnalité des admissions	94
d.	Profil des hérissons admis	94
2.	Etude de la mortalité des hérissons	96
a.	Etude du devenir et de son évolution	96
b.	Etude de la durée d'hospitalisation.....	97
c.	Etude du pronostic	98
C.	Perspectives	99
1.	Amélioration de la collecte des données	99
2.	Recommandations vis-à-vis de la biosécurité	100
3.	Autres recommandations et perspectives	100
	Conclusion	103
	Bibliographie.....	105

Liste des figures

Figure 1 : Classification du hérisson d'Europe.....	19
Figure 2 : Aire de répartition du hérisson d'Europe en Europe (Source : IUCN, 2022)	20
Figure 3 : Photographie d'un hérisson d'Europe (Source : GONZALEZ C., 2023)	21
Figure 4 : Photographie d'un hérisson d'Europe en boule (Source : GONZALEZ C., 2023)	22
Figure 5 : Muscles impliqués dans la mise en boule du hérisson (Source : REEVE 1994)	22
Figure 6 : Sexage du hérisson illustré par une femelle à gauche et un mâle à droite (Source : DENAES C., 2019).....	23
Figure 7 : Rythme de vie annuel du hérisson en France (d'après JOURDE, 2020)	23
Figure 8 : Budget temps du hérisson en période d'activité (d'après BERTHOUD, 1982).....	25
Figure 9 : Schématisation de la plaque amovible à placer dans un tunnel à empreintes (Source : LPO, 2023).....	31
Figure 10 : Photographie de deux jeunes hérissons âgés de quelques jours (Source : L'Hirondelle, 2022).....	34
Figure 11 : Photographies des deux principaux prédateurs du hérisson d'Europe : le blaireau européen (à gauche) et le hibou grand-duc (à droite) (Source : L'Hirondelle, 2023 et 2022).....	38
Figure 12 : Catégories de la Liste rouge de l'UICN (Source : UICN 2012)	47
Figure 13 : Carte des centres de soins de la faune sauvage accueillant les hérissons en France, en Belgique et en Suisse, au 4 avril 2023 (Source : Les P'tits Kipik, 2023)	49
Figure 14 : Photographie du site de Saint Forgeux (69) en 2020 (Source : L'Hirondelle, 2020)	54
Figure 15 : Page d'ajout d'un animal sur la base informatique de l'Hirondelle	57
Figure 16 : Photographie d'une animalerie du pôle Mammifères de l'Hirondelle (Source : L'Hirondelle, 2021).....	58
Figure 17 : Aperçu d'une fiche de soins d'un hérisson sur la base informatique de l'Hirondelle.....	59
Figure 18 : Aperçu des premières lignes du jeu de données sur Excel®	60
Figure 19 : Equation du modèle de régression linéaire.....	66
Figure 20 : Log-transformation de la variable « duree ».....	66
Figure 21 : Transformation logit.....	67
Figure 22 : Fonction logistique	67
Figure 23 : Distribution des sexes (à gauche) et des classes d'âge (à droite)	69
Figure 24 : Nombre de hérissons (à gauche) et d'animaux toutes espèces confondues (à droite) admis par an entre 2018 et 2022.....	70
Figure 25 : Nombre et proportion de hérissons admis par mois pendant la période 2018-2022	70
Figure 26 : Nombre et proportion de hérissons admis par saison pendant la période 2018-2022	71
Figure 27 : Evolution du nombre d'admissions par saison de 2018 à 2022	71
Figure 28 : Evolution de la distribution des classes d'âge de 2018 à 2022	72
Figure 29 : Proportion de juvéniles admis en fonction de l'année	72
Figure 30 : Proportion de juvéniles admis en fonction du mois pendant la période 2018-2022.....	73
Figure 31 : Nombre de hérissons admis en fonction de la cause d'admission pendant la période 2018-2022.....	74
Figure 32 : Evolution de la proportion de hérissons sains et traumatisés ou malades à l'admission de 2018 à 2022	76
Figure 33 : Evolution de la proportion de hérissons traumatisés et malades à l'admission de 2018 à 2022.....	76

Figure 34 : Evolution de la proportion de hérissons présentant de la diarrhée, une affection respiratoire ou des myiases à l'admission de 2018 à 2022	77
Figure 35 : Nombre et proportion de hérissons admis par saison en fonction de l'état clinique à l'admission.....	78
Figure 36 : Devenir des hérissons sur l'ensemble de la période 2018-2022.....	78
Figure 37 : Evolution de la distribution du devenir par année d'admission de 2018 à 2022	79
Figure 38 : Evolution de la proportion de hérissons relâchés par an, par rapport à l'ensemble des individus reçus (à gauche) et par rapport à ceux ayant survécu au moins un jour (à droite)	80
Figure 39 : Evolution de la moyenne et de la médiane de la durée de séjour de 2018 à 2022	80
Figure 40 : Distribution de la durée de séjour en fonction de l'année.....	81
Figure 41 : Nombre de hérissons morts et relâchés en fonction de la durée d'hospitalisation	81
Figure 42 : Probabilité d'être relâché en fonction de la durée d'hospitalisation.....	82
Figure 43 : Nuage de points des résidus en fonction des valeurs prédites par le modèle linéaire multivarié	84
Figure 44 : Nuage de points des racines carrées des résidus en fonction des valeurs prédites du modèle linéaire multivarié	84
Figure 45 : Diagramme quantile-quantile des résidus du modèle linéaire multivarié.....	85
Figure 46 : Proportion de hérissons relâchés en fonction de leur classe d'âge	85
Figure 47 : Proportion de hérissons relâchés en fonction de leur année d'admission	86
Figure 48 : Association entre l'année d'admission et la probabilité d'être relâché, par rapport à l'année 2018 : odds ratios et intervalles de confiance à 95 %	86
Figure 49 : Proportion de hérissons relâchés en fonction de leur saison d'admission	87
Figure 50 : Proportion de hérissons relâchés en fonction de leur état clinique à l'admission	88
Figure 51 : Association entre les différentes classes des variables retenues dans le modèle final et la probabilité d'être relâché, par rapport à un individu sain admis en automne 2018 : odds ratios et intervalles de confiance à 95 %.....	90
Figure 52 : Histogramme des résidus en déviance.....	90

Liste des tableaux

Tableau I : Répartition des causes de mortalité des hérissons dans le milieu naturel décrites dans la littérature (en pourcentages)	36
Tableau II : Principaux endoparasites du hérisson d'Europe (d'après COTTAREL, 2016)	40
Tableau III : : Répartition des causes d'admission des hérissons en centres de soins décrites dans la littérature (en pourcentages)	50
Tableau IV : Répartition des causes de mortalité des hérissons en centres de soins décrites dans la littérature (en pourcentages)	51
Tableau V : Objectifs de l'étude sur l'admission des hérissons à l'Hirondelle	55
Tableau VI : Objectifs de l'étude sur le devenir des hérissons à l'Hirondelle	56
Tableau VII : Définition des classes de la variable "saison"	61
Tableau VIII : Définition des causes d'admission des animaux à l'Hirondelle	62
Tableau IX : Définition des variables concernant l'état clinique à l'admission	63
Tableau X : Définitions des causes de sortie ou « devenir » des animaux à l'Hirondelle	64
Tableau XI : Effectifs des classes des variables concernant l'état clinique à l'admission.....	74
Tableau XII : Distribution des classes d'âge dans chaque groupe de hérissons associé à un état clinique à l'admission	75
Tableau XIII : Proportion de hérissons pour lesquels le diagnostic est informatif par an.....	75
Tableau XIV : Moyenne et médiane de la durée d'hospitalisation en fonction de l'âge et du devenir	82
Tableau XV : Comparaison des modèles linéaires pour lesquels $\Delta AIC < 2$	83
Tableau XVI : Coefficients du modèle linéaire final expliquant la durée d'hospitalisation (log-transformée).....	83
Tableau XVII : Comparaison des modèles logistiques pour lesquels $\Delta AIC < 2$	89
Tableau XVIII : Caractéristiques de plusieurs études portant sur l'admission de hérissons en centres de soins.....	92

Liste des abréviations

AICc : Critère d'information d'Akaike corrigé

CITES : Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction

CMR : Capture-marquage-recapture

ETM : Élément-trace métallique

IC : Intervalle de confiance

LPO : Ligue pour la protection des oiseaux

OR : Odds ratio

UICN : Union internationale pour la conservation de la nature

INTRODUCTION

A l'heure où les scientifiques évoquent une sixième extinction de masse des espèces (COWIE et al. 2022), la préservation de la biodiversité constitue un des enjeux majeurs de notre époque. C'est dans cet objectif que sont fondés les centres de soins de la faune sauvage. Il s'agit d'établissements réglementés dont le rôle principal est de secourir, soigner et réhabiliter les animaux sauvages en détresse afin qu'ils puissent retrouver leur milieu naturel, mais telle n'est pas leur seule fonction. Les centres de soins contribuent à la protection de la faune sauvage à l'échelle des populations en participant à l'étude et au suivi d'espèces. Ils sont aussi impliqués dans la santé publique, par la collecte de données sanitaires primordiales pour l'épidémiologie de la faune sauvage. Enfin, ils possèdent un rôle de médiation, au travers de la sensibilisation des particuliers et d'actions auprès des pouvoirs publics.

Le hérisson d'Europe est le mammifère le plus admis dans les centres de soins français. Ce petit mammifère nocturne et insectivore, familier de nos parcs et jardins, est soumis à de nombreuses pressions qui mettent en péril sa survie. Par ailleurs, l'espèce est considérée comme bioindicatrice, autrement dit l'état de santé des populations de hérissons reflète l'état de santé global de leur écosystème. Elle est aussi qualifiée d'espèce « parapluie », car sa présence sur un territoire indique celle d'autres espèces en aval dans le réseau trophique (ANDRIEU 2012). L'étude et la protection du hérisson d'Europe revêtent donc un intérêt écologique particulier.

Situé dans le Rhône, le centre de soins l'Hirondelle ne fait pas exception : dès l'année d'ouverture de son pôle Mammifères, le hérisson est largement devenu la première espèce de mammifères accueillie. Ainsi, 2134 hérissons ont été admis entre 2018 et 2022. Pourtant l'équipe déplore une mortalité importante et souvent inexplicable chez cette espèce, motivant une démarche d'amélioration de sa prise en charge. Cette thèse contribue à cet objectif par une approche épidémiologique, à partir des données issues de la base informatique du centre qui recense l'ensemble des animaux admis. Elle consiste d'abord à décrire et analyser les données concernant l'admission et le devenir des hérissons à l'Hirondelle au long de la période 2018-2022. Puis, l'objectif est d'identifier des facteurs influençant la mortalité à l'aide de modèles statistiques, afin de proposer des actions à mettre en place pour augmenter les chances de relâcher les hérissons.

La première partie est consacrée à une étude bibliographique sur le hérisson d'Europe et les menaces qui pèsent sur l'espèce. La seconde partie est dédiée à l'analyse statistique de l'admission et de la mortalité des hérissons au centre de soins l'Hirondelle.

PARTIE 1 - ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I. Le hérisson d'Europe, un mammifère atypique

A. Classification

Le hérisson d'Europe (*Erinaceus europaeus*) est un mammifère euthérien de l'ordre des Eulipotyphles (IUCN 2016), auquel appartiennent également la taupe d'Europe (*Talpa europaea*) et la musaraigne commune (*Sorex araneus*). Historiquement, il était rattaché à l'ordre des Insectivores mais ce dernier n'est plus admis depuis l'essor de la phylogénétique moléculaire, qui a démontré sa paraphylie. Il est à noter que les porcs-épics, comme le porc-épic à crête (*Hystrix cristata*) présent en Italie et en Afrique du Nord (AULAGNIER et al. 2020), appartiennent quant à eux à l'ordre des Rongeurs. Le hérisson d'Europe fait partie de la famille des Erinaceidae qui rassemble deux sous-familles : celle des Erinaceinae, regroupant la plupart des hérissons, et celle des Galericinae, regroupant les gymnures ou « hérissons d'Asie », qui sont dépourvus de piquants. La sous-famille des Erinaceinae se compose de cinq genres de hérissons dont la répartition est mondiale : *Atelerix*, *Erinaceus*, *Hemiechinus*, *Mesechinus* et *Paraechinus* (ITIS 2023). Le hérisson d'Europe appartient au genre *Erinaceus*, qui comprend également trois autres espèces de hérissons tous eurasiatiques : le hérisson de l'Amour (*E. amurensis*), le hérisson sud-oriental (*E. concolor*), le hérisson oriental (*E. roumanicus*) (JOURDE 2020). La figure 1 récapitule cette classification.

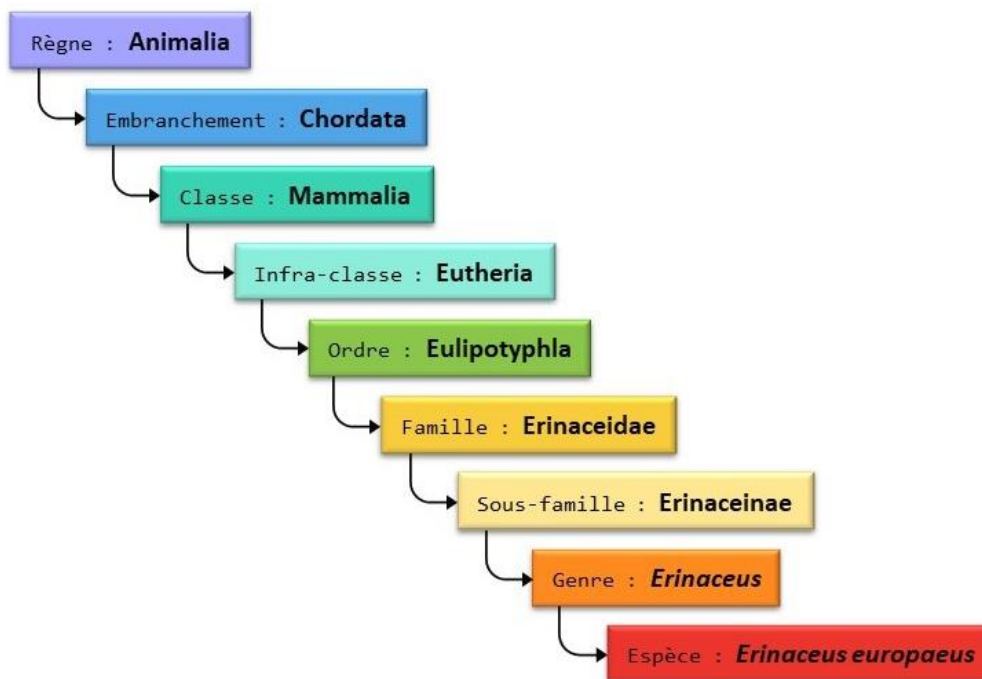


Figure 1 : Classification du hérisson d'Europe

B. Aire de répartition

L'espèce est présente dans toute l'Europe occidentale, incluant la Grande-Bretagne, la plupart des îles côtières, ainsi que les côtes et le sud des pays scandinaves (Figure 2). En revanche, elle est absente d'Islande et des îles Baléares. La frontière orientale de son aire de répartition va de l'Ouest de la Pologne à la Slovénie, en passant par la République Tchèque et par l'Autriche. Son aire de répartition se superpose à celle du hérisson oriental (*Erinaceus roumanicus*) dans ces trois derniers pays. Le hérisson d'Europe cohabite également avec le hérisson d'Algérie (*Atelerix algirus*) sur la côte méditerranéenne espagnole, notamment en Catalogne (CRESPO MARTINEZ et al. 2014). En France métropolitaine, le hérisson d'Europe est la seule espèce de hérisson présente. En outre, il fait partie des nombreuses espèces introduites en Nouvelle-Zélande par les colons britanniques au XIX^e siècle et est aujourd'hui présent sur presque tout le territoire.

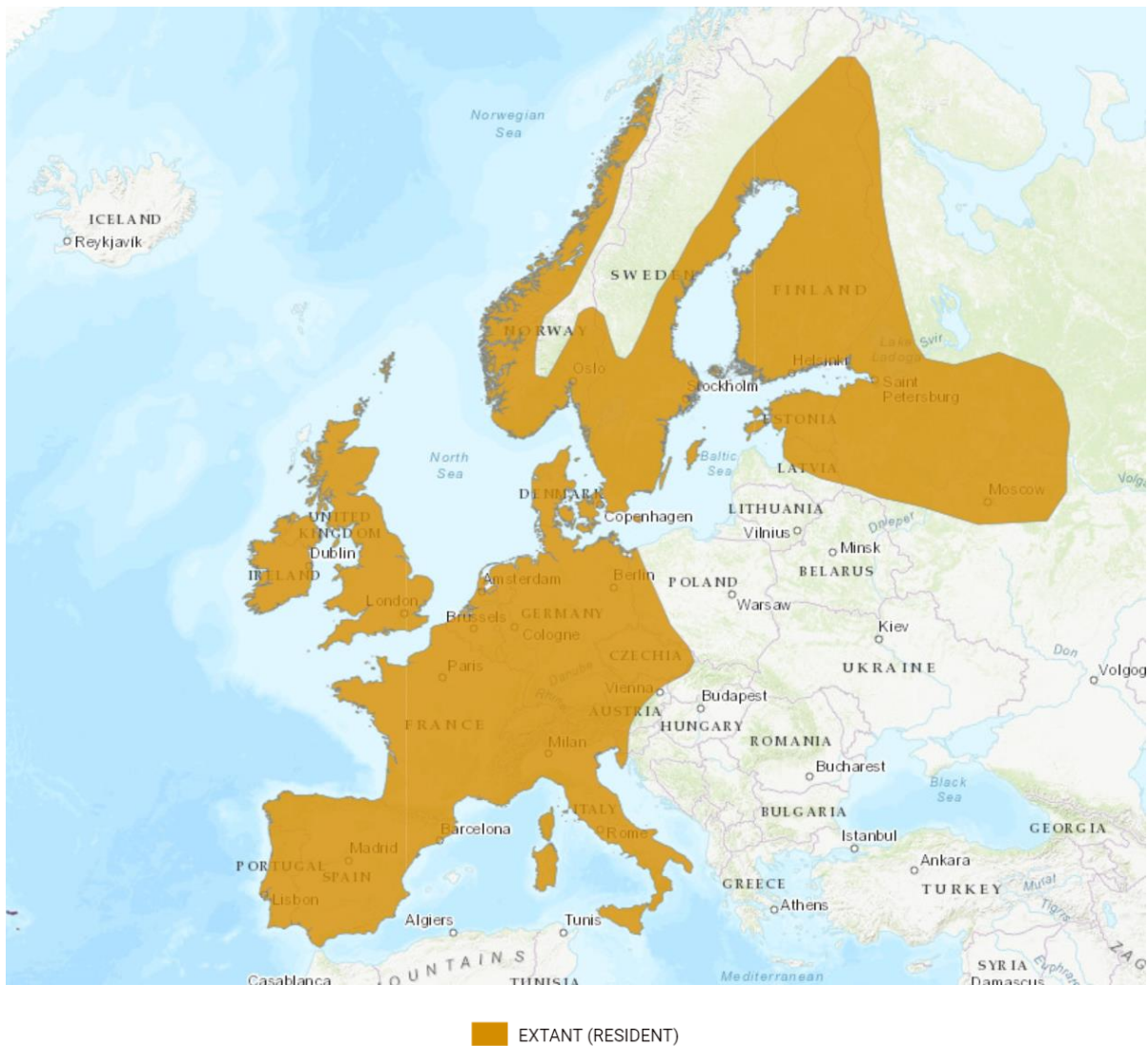


Figure 2 : Aire de répartition du hérisson d'Europe en Europe (Source : IUCN, 2022)

C. Caractéristiques morphologiques et anatomiques

Un hérisson adulte mesure entre 20 et 30 cm de long environ, du bout du museau jusqu'à la base de la queue. Son poids est très variable en fonction de l'âge, du sexe (les mâles sont plus lourds), et de la période de l'année (le poids est minimal en sortie d'hibernation). Il se situe entre 0,3 et 1,4 kg (AULAGNIER et al. 2020).

Le hérisson est caractérisé par la présence de piquants érectiles recouvrant la partie supérieure de la tête, le dos et les flancs. Les piquants sont bruns, avec la base et la pointe beiges, et dirigés dans toutes les directions. Un individu adulte de 600 g en possède en moyenne 5000 (JOURDE 2020). Le reste de la tête et la face ventrale sont recouverts par un pelage raide et marron plus ou moins foncé. Les oreilles, le cou, les membres et la queue sont peu visibles à moins de pouvoir observer l'animal de manière rapprochée (Figure 3).



Figure 3 : Photographie d'un hérisson d'Europe (Source : GONZALEZ C., 2023)

La mise en boule caractéristique du hérisson (Figure 4) est permise par la contraction de plusieurs muscles (Figure 5). Le muscle orbiculaire permet le maintien de cette position tandis que les muscles peauciers permettent le redressement des piquants. Ces mécanismes constituent son principal moyen de défense, devant la fuite et plus rarement la morsure (JOURDE 2020).



Figure 4 : Photographie d'un hérisson d'Europe en boule (Source : GONZALEZ C., 2023)

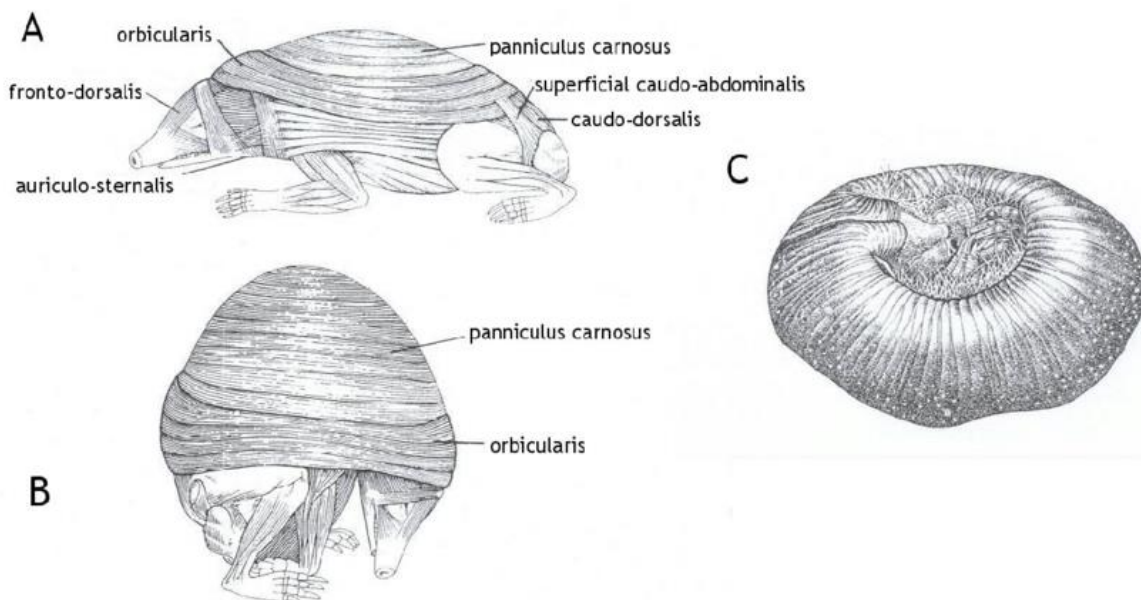


Figure 5 : Muscles impliqués dans la mise en boule du hérisson (Source : REEVE 1994)

A : Hérisson déroulé et description des muscles (vue latérale)

B : Hérisson en cours de mise en boule (vue latérale)

C : Hérisson en boule (vue latéro-ventrale)

Le sexage est possible dès la naissance en observant la face ventrale de l'animal, grâce à la distance entre l'anus et l'appareil génital externe. En effet chez la femelle, la vulve est située juste crânialement à l'anus, en arrière de la dernière paire de mamelles, tandis que chez le mâle, le fourreau est situé au milieu de l'abdomen (Figure 6).

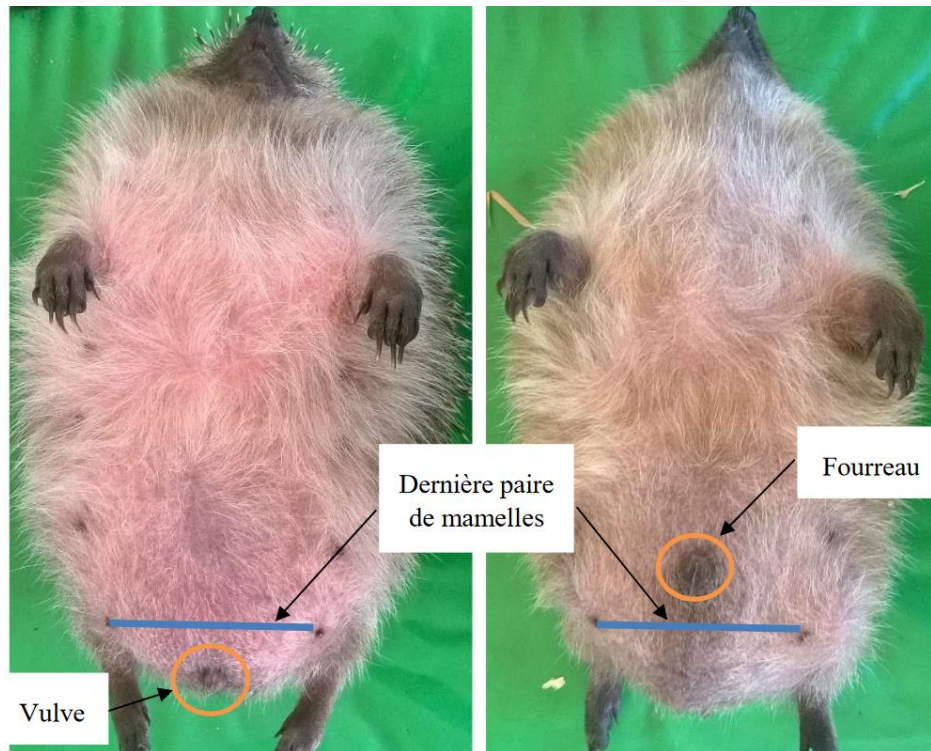


Figure 6 : Sexage du hérisson illustré par une femelle à gauche et un mâle à droite (Source : DENAES C., 2019)

D. Rythme de vie et comportement

1. Rythme de vie annuel

Le rythme de vie annuel du hérisson se décompose en deux phases : une période d'activité du printemps à l'automne, et une période d'hibernation en hiver (Figure 7). Les dates de début et de fin ainsi que la durée de ces périodes varient en fonction des régions. En France, le hérisson est généralement actif d'avril à octobre-novembre.

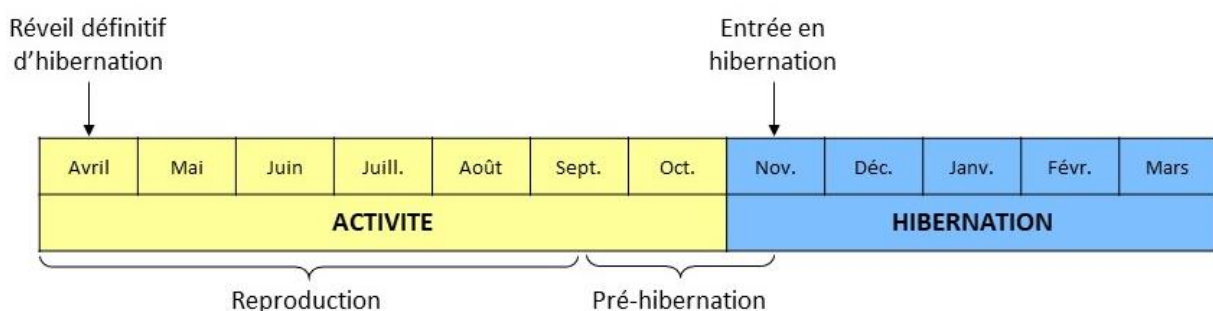


Figure 7 : Rythme de vie annuel du hérisson en France (d'après JOURDE, 2020)

2. Période d'activité

Pendant la période d'activité, le hérisson est un animal crépusculaire et nocturne (AULAGNIER et al. 2020). Il est rare de l'observer en journée. Cela fait généralement suite à un évènement stressant comme une situation de dérangement, de faim, ou de maladie. Le repos représente l'essentiel du budget temps du hérisson, qui passe toute la journée et une partie de la nuit dans un nid (Figure 8). En général, ce temps est dédié au sommeil mais dans le cas des femelles en période de reproduction, il inclut aussi l'élevage des jeunes. C'est au mois de juillet que le hérisson est le plus actif et le repos représente alors 75 % de son budget temps, d'après une étude sur 56 hérissons observés pendant un total cumulé de 7000 heures en Suisse (BERTHOUD 1982a).

Les proportions du budget temps allouées aux différentes activités du hérisson varient en fonction de l'individu, du sexe, de la période de l'année, et des conditions météorologiques. Toutefois, sa principale activité nocturne reste la recherche de nourriture dans tous les cas.

Une petite partie de ses activités nocturnes consiste à construire des « nids d'été ». Il s'agit d'abris qu'il construit principalement à partir de débris végétaux rassemblés en tas au niveau du sol, dans lequel il se faufile et tourne sur lui-même pour former une chambre. Le hérisson occupe généralement son nid quelques jours avant d'en changer, et éventuellement d'y revenir plus tard. Il peut aussi utiliser des abris naturels (cavité rocheuse, sous une souche d'arbre, un tas de branches...), des terriers de lapins, ou bien le nid inoccupé d'un congénère.

Les déplacements représentent une autre petite part du budget temps. Ils sont de deux natures : des déplacements exploratoires sinueux en dehors des zones qu'il fréquente habituellement pour chasser, et des déplacements rapides et sans retour en arrière sur de plus longues distances, au printemps et à l'automne, que BERTHOUD qualifie de « migrations ». Le hérisson est capable de marcher, courir, nager, escalader des murets, se faufile dans des espaces étroits, creuser, et ce faisant de franchir de nombreux obstacles. De plus, la mise en boule n'est pas qu'un moyen de défense, elle permet aussi d'amortir les chocs en cas de chute. Les distances parcourues varient selon les milieux, elles dépendent notamment de l'abondance de nourriture et de partenaires sexuels potentiels. Plusieurs études montrent que les mâles parcourent en moyenne des distances deux fois plus importantes que les femelles, soit 1,2 à 4 km par nuit pour les mâles contre 0,9 à 2 km par nuit pour les femelles (JOURDE 2020).

Enfin, le reste de la nuit est consacré aux interactions sociales (parades, accouplements, confrontations entre mâles). Hormis les comportements liés à la reproduction, le hérisson emploie plutôt une stratégie d'évitement lorsqu'il rencontre un congénère. En effet, c'est un animal solitaire et non territorial.

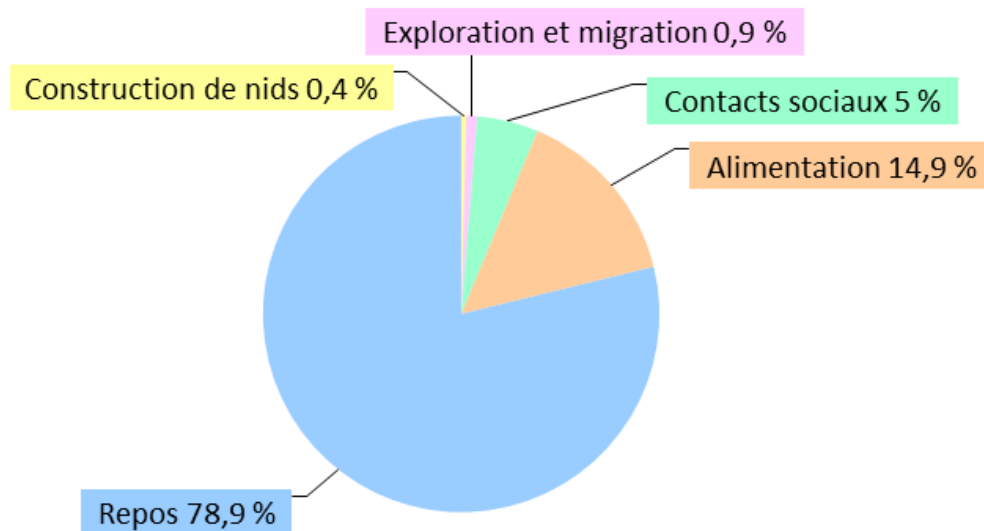


Figure 8 : Budget temps du hérisson en période d'activité (d'après BERTHOUD, 1982)

Il convient d'évoquer l'autolubrification, un comportement particulier du hérisson qui consiste à se lécher et se répandre de la salive sur le corps. Cette activité dure généralement une à deux minutes et aurait lieu surtout en été. Plusieurs hypothèses ont été émises quant aux causes déclenchant ce comportement : il pourrait être provoqué par certaines odeurs ou goûts (limaces, lombrics, autres animaux, plantes, mais aussi tabac, café, cuir, produits nettoyants...). Sa fonction n'est pas non plus connue, une hypothèse avancée est que la salive contiendrait des molécules odorantes et que ce comportement aurait une fonction sociale, en permettant une communication olfactive entre les individus. Ce phénomène est encore mal compris (JOURDE 2020).

3. Hibernation

Lorsque les températures extérieures diminuent, le hérisson entre dans un état de torpeur et l'ensemble de son métabolisme est ralenti. Cela se traduit entre autres par une hypothermie puisque la température corporelle, qui est de 35,4 °C en période d'activité, baisse jusqu'à se stabiliser entre 1 à 3 °C au-dessus de la température extérieure. Elle atteint ainsi 1,5 à 3 °C au mois de décembre en France (DUMORTIER 2021 ; JOURDE 2020). Des modifications des paramètres cardio-respiratoires sont également observées. La fréquence cardiaque passe de 150 à 280 battements par minute (bpm) au repos à 5 bpm. La fréquence respiratoire passe de 20 à 50 mouvements par minute (mpm) au repos à 13 mpm sur des périodes de 3 à 5 minutes, entrecoupées par des périodes d'apnée de 56 minutes en moyenne (JOURDE 2020). Cet état de torpeur réduit considérablement les dépenses énergétiques de l'organisme : elles équivalent alors à 1 à 2 % de celles d'un animal actif. Cette aptitude permet d'augmenter les chances de survie de l'individu face à un climat défavorable et à la diminution de la disponibilité des ressources alimentaires.

L'hibernation nécessite une période de préparation qui a lieu en automne, pendant laquelle le hérisson constitue des réserves adipeuses. Il consomme essentiellement des proies

vivantes et ne constitue pas de stock de nourriture comme le fait l'écureuil roux (*Sciurus vulgaris*) par exemple. La mise en place de ces réserves adipeuses est permise par l'association d'un comportement hyperphage et de modifications du métabolisme lipidique (réduction de la lipolyse et augmentation de la lipogénèse), mais tous les mécanismes hormonaux impliqués ne sont pas élucidés (DUMORTIER 2021). Pendant cette période, le hérisson œuvre également à la construction d'un nid appelé hibernaculum, plus robuste et isolé thermiquement qu'un « nid d'été ». Généralement, celui-ci est composé de feuilles mortes et autres débris végétaux, rassemblés en un tas à l'abri du vent sous un buisson.

L'entrée en hibernation semble induite par la combinaison de plusieurs facteurs exogènes comme la diminution de la température extérieure, des apports alimentaires, de la photopériode. Des facteurs endogènes, comme le poids ou l'état de santé, sont aussi impliqués. Ainsi, la date d'entrée en hibernation et la durée de cette période dépendent de la région, de sa latitude et de son climat. En moyenne, l'hibernation dure 5 mois dans les pays d'Europe occidentale contre 8 mois en Finlande (DUMORTIER 2021). Des variations sont aussi observées plus localement, avec des hérissons hibernant moins longtemps en ville par rapport au milieu rural, ce qui peut être mis en relation avec une abondance de nourriture et des températures moins basses en ville. L'hibernation n'est pas systématique : dans les zones méditerranéennes, certains hérissons n'hibernent pas.

Enfin, la période d'hibernation est discontinue. Elle est ponctuée de phases de réveil de durées variables, lors desquelles le hérisson peut rechercher de la nourriture et changer de nid. Dans une étude réalisée au Danemark, les 15 hérissons suivis par radiopistage ont changé de nid entre zéro et huit fois durant l'hiver avec une moyenne de 1,2 fois. Ces résultats concordent avec de précédentes études (RASMUSSEN, BERG, et al. 2019). La sortie d'hibernation a lieu au printemps, sous l'effet de l'augmentation de la température extérieure et de la photopériode notamment. Le réveil prend quelques heures.

Sous les climats chauds, un phénomène analogue est observé chez d'autres espèces de hérissons : l'estivation (JOURDE 2020). Sous nos latitudes, en période de fortes chaleurs estivales et donc de sécheresse conduisant à une raréfaction des proies, le hérisson d'Europe semble également pouvoir estiver. Ce phénomène se traduit par des modifications physiologiques similaires à l'hibernation mais reste assez mal connu chez le hérisson d'Europe. Il a été observé en Suisse pendant l'été caniculaire de 1976, lors duquel des hérissons ont creusé la terre pour faire leur nid et sont entrés dans un état de torpeur pendant deux à cinq semaines (BERTHOUD 1982a).

E. Alimentation

Le hérisson a un régime alimentaire insectivore. Pour rechercher sa nourriture, il parcourt son environnement de manière lente et sinueuse. Il la repère principalement grâce à son odorat, qui est son sens le plus développé (JOURDE 2020). Ainsi, il attrape surtout des proies présentes au niveau du sol et peu actives (YALDEN 1976).

Il se nourrit en grande majorité d'invertébrés, en particulier de coléoptères (carabes, scarabées), de lépidoptères (surtout les chenilles mais aussi les papillons) et de lombrics, qui représentent respectivement 36 %, 31 % et 18 % de ses apports énergétiques (JOURDE 2020). Il consomme également des mollusques (escargots et limaces) et d'autres arthropodes comme des dermaptères (notamment les perce-oreilles), des hyménoptères (fourmis, abeilles, guêpes), des diptères (mouches, tipules), des orthoptères (grillons, courtilières, criquets, sauterelles), des libellules, des araignées, des myriapodes... Une étude réalisée au Royaume-Uni portant sur l'analyse du contenu stomacal de hérissons a montré que sur 137 estomacs non vides, 74 % contenaient des coléoptères, 58 % des perce-oreilles, 49 % des chenilles, 40 % des diplopodes (mille-pattes), 35 % des lombrics et 23 % des limaces (YALDEN 1976). Des végétaux étaient présents dans 44 % des estomacs, mais en quantité notable dans seulement 11 % des estomacs. D'autres catégories de proies ont été retrouvées dans moins de 20 % des estomacs (escargots, insectes, plumes, œufs d'oiseaux, micromammifères...). L'auteur a également montré que les quantités relatives de proies consommées variaient en fonction de la période de l'année, puisque leur disponibilité évolue au fil des saisons (plus de chenilles et de lombrics au printemps, et plus limaces en automne par exemple). Les types de proies consommées diffèrent aussi en fonction de la région géographique.

Cependant en fonction des ressources disponibles, le régime alimentaire du hérisson peut être beaucoup plus large. Il consomme aussi des petits vertébrés, des charognes, des œufs d'oiseaux nichant au sol, et des végétaux dans une moindre proportion. Les individus vivant en zones littorales peuvent consommer des crustacés (JOURDE 2020). En zone urbaine, le comportement opportuniste du hérisson se traduit par la consommation de déchets des activités humaines ainsi que d'aliments industriels pour carnivores domestiques, parfois laissés intentionnellement à sa disposition par les habitants. Dans une étude réalisée dans une ville en Finlande, 90 % des estomacs analysés contenaient des restes de nourriture humaine (poisson, lait, viande) (RAUTIO et al. 2016).

F. Habitat

1. Exigences écologiques et facteurs limitants

L'étude de la biologie du hérisson d'Europe permet de connaître ses besoins physiologiques et d'expliquer sa distribution dans les paysages. D'abord, il ne peut pas tolérer un climat trop hostile (températures extrêmes, sécheresse) et les ressources alimentaires (invertébrés) doivent être suffisamment abondantes. Ensuite, le milieu doit contenir suffisamment de matériaux de construction pour les nids (débris végétaux), et d'abris (haies, buissons) où les construire, se cacher, et circuler. Enfin, les routes ainsi que la présence de ses deux principaux prédateurs que sont le blaireau européen (*Meles meles*) et le Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*) modifient et limitent son occupation des territoires. En effet, la densité de hérissons serait environ 30 % plus faible proche des routes (HUIJSER, BERGERS 2000). Dans une étude au Royaume-Uni en milieu prairial, il a été montré que l'effet combiné de la

présence de blaireaux et de la disponibilité en lombrics expliquent à 44 % les variations d'abondance de hérissons observées entre les différentes parcelles (MICOL et al. 1994).

2. Biotopes exploités

Le milieu idéal semble être un milieu ouvert comme une prairie, idéale pour la recherche de nourriture, sillonné de structures paysagères verticales comme des haies, dans lesquelles le hérisson peut se mettre à l'abri des prédateurs (JOURDE 2020).

Le hérisson fréquente des milieux très divers tels que les prairies, les zones agricoles, et les lisières de forêts. Il est aussi présent dans les zones péri-urbaines et urbaines, notamment dans les parcs et les jardins. Le hérisson est qualifié d'« urban adapter », du fait de sa très bonne adaptation au milieu périurbain dans lequel il trouve des ressources alimentaires d'origine anthropique et il échappe à ses prédateurs (HUBERT 2008). En revanche, les populations de hérissons se raréfient au-delà de 1000 mètres d'altitude, ce qui peut s'expliquer par un climat de moins en moins favorable et des ressources de moins en moins abondantes. Le hérisson d'Europe exploite donc une grande diversité de biotopes. En France, il est présent quasiment partout sauf en haute montagne.

3. Domaine vital

Le domaine vital est l'espace dans lequel les individus se déplacent pour réaliser l'ensemble de leurs activités et subvenir à leurs besoins (alimentation, reproduction, repos...) pendant une période définie (RASMUSSEN, BERG, et al. 2019). Les domaines vitaux de différents individus peuvent se chevaucher, les hérissons ne marquent ni ne défendent leur territoire.

Plusieurs études portent sur la superficie du domaine vital. D'après une méta-analyse du naturaliste JOURDE, leurs résultats varient de 32 à 105 ha pour les mâles et 10 à 50 ha pour les femelles. La superficie semble varier en fonction du sexe et de la période de l'année. Ainsi en période de reproduction, le domaine vital des mâles est plus vaste que celui des femelles, ce qui peut s'expliquer par le fait que ce sont les mâles qui recherchent des partenaires (JOURDE 2020 ; RASMUSSEN, BERG, et al. 2019). A l'inverse à l'automne, une étude a montré que les femelles avaient un domaine plus vaste que celui des mâles (DOWIE 1988 cité par JOURDE 2020). L'hypothèse avancée est que les femelles doivent davantage chasser car elles terminent à peine l'élevage de leurs jeunes et n'ont pas encore constitué leurs réserves pour l'hiver, contrairement aux mâles. La superficie varie aussi en fonction du type d'habitat : elle semble moindre en ville qu'à la campagne, ce qui a été montré à Copenhague et à Nantes par exemple, où elle était en moyenne de 10 ha pour les mâles et 6,5 pour les femelles (RASMUSSEN, BERG, et al. 2019 ; VERRY 2012).

II. Le hérisson d'Europe, une espèce menacée d'extinction ?

A. Opinion publique

La sauvegarde des hérissons est un sujet qui a été relativement médiatisé au cours des dernières années. Cela s'explique sans doute en partie car il s'agit d'une espèce emblématique des jardins, qui attise la sympathie. En effet, dans une étude sur la perception de la faune urbaine de Paris, le hérisson a obtenu une note d'appréciation moyenne de 7,7/10 et les mots les plus cités pour le qualifier étaient « mignon » et « sympathique » (DUFFAUT 2019).

En 2016, une pétition intitulée « Sauvons les Hérissons, Biodiversité en Danger ! » a été lancée par un français, fondateur d'une association de protection de l'espèce (DUHART 2016). Elle a recueilli plus de 270 000 signatures à ce jour dont celles de responsables de centres de soins, de vétérinaires et de personnalités politiques. Par une extrapolation des études réalisées au Royaume-Uni, se basant sur le fait que les écosystèmes sont comparables, il estimait que l'espèce sera quasiment éteinte en 2025 en France. Cette affirmation a été très largement relayée dans la presse avec des titres plus alarmants les uns que les autres comme « *Le hérisson, sur Terre depuis les Mammouths, sera quasiment éteint d'ici à 2025* » ou encore « *Disparition imminente des hérissons : y a-t-il une chance de les sauver ?* » (B. 2023 ; CROSNIER 2023 ; MOUCHON 2023).

B. Méthodes d'étude de la dynamique des populations

1. Définition et intérêt

La dynamique des populations se définit comme l'analyse des variations spatiales et temporelles du nombre d'individus au sein d'une population. Cette analyse inclut aussi la recherche de facteurs influençant ces fluctuations. C'est finalement elle qui permet d'évaluer le risque d'extinction d'une espèce.

L'abondance d'une espèce peut s'exprimer par sa densité (nombre d'individus par unité spatiale) ou de manière relative (par rapport aux autres espèces, sans unité). Pour avoir une idée vraisemblable de l'abondance d'une espèce et de son évolution spatiale et temporelle, il est nécessaire de disposer de suffisamment de données. De plus, les données doivent être comparables entre elles. Or, en fonction de la méthode employée et du milieu étudié, les biais des études sont différents.

2. Comment estimer une densité de population de hérissons ?

Une densité de population se mesure sur une zone définie. Les différentes techniques présentées nécessitent de détecter et compter les animaux. Les hérissons étant nocturnes, leur observation peut être facilitée par l'utilisation de jumelles infrarouges. De plus, il peut être nécessaire de les marquer pour ne pas les comptabiliser plusieurs fois. Le marquage d'un hérisson peut se faire par le collage de tubes colorés en plastique sur ses épines et/ou par l'injection d'une puce électronique par voie sous-cutanée (HUBERT et al. 2011).

D'une part, l'estimation d'une densité de population de hérissons peut se faire grâce à la technique de capture-marquage-recapture (CMR) (TAUCHER et al. 2020). Cette technique fréquemment utilisée en écologie consiste à faire une première capture d'animaux, les marquer et les relâcher. Une seconde capture est ensuite effectuée. La taille de la population peut finalement être estimée à partir du nombre d'animaux capturés la première fois et de la proportion d'animaux marqués dans la seconde capture. La méthode de CMR repose sur plusieurs hypothèses telles que : la proportion de hérissons marqués est la même lors des deux captures, la population étudiée est fermée (pas d'entrée ou de sortie d'individus), tous les individus ont la même probabilité d'être capturés (quel que soit leur âge ou état de santé). Or, elles ne sont généralement pas toutes vérifiées. Cette méthode présente des biais comme l'influence des conditions météorologiques, le choix des zones explorées, la technique de capture... L'ensemble de ces éléments doit être pris en compte dans l'analyse et l'interprétation des résultats.

D'autre part, l'estimation de la densité de hérissons peut se faire grâce à des enquêtes de dénombrement à distance sur transects linéaires (HUBERT et al. 2011). Cette méthode consiste à quadriller un territoire étudié et définir une ou plusieurs lignes (ou transects linéaires) par zone, puis à compter les animaux le long de chaque transect et relever leur position par rapport à ce transect. Cette méthode repose sur l'hypothèse que les animaux sont d'autant plus difficiles à détecter qu'ils sont éloignés du transect. Elle utilise une fonction mathématique pour estimer le nombre d'individus non détectés, puis finalement la densité de population locale. Cette fonction prend en compte le nombre d'observations, la longueur du transect et la largeur de la bande d'observation de part et d'autre du transect. Cette méthode présente toutefois des limites. En particulier, il est plus difficile de définir un transect en zone urbaine en raison des infrastructures qui limitent la visibilité et de l'accessibilité de certains terrains privés, et le choix des transects (nombre et localisation) peut influencer les résultats.

Enfin, une des difficultés dans l'estimation de la densité de hérissons réside dans le fait que ce sont des animaux non territoriaux possédant un très vaste domaine vital. Il n'est pas possible en une séance de comptage, de parcourir une parcelle aussi grande qu'un domaine vital de hérisson. Par conséquent, le nombre de hérissons qui passe sur la parcelle étudiée lors d'une séance est supérieur au nombre de hérissons présents sur la parcelle à un instant donné. Cela conduit à une surestimation de la densité. Une méthode a été élaborée pour s'affranchir de ce biais : la mesure de la densité instantanée moyenne sur plusieurs parcelles d'études (JACKSON 2007).

3. Comment mettre en évidence un déclin de l'abondance des hérissons ?

La façon la plus intuitive d'évaluer un déclin de l'abondance de hérissons est probablement d'estimer la taille totale de la population sur un territoire comme un pays puis de comparer ces estimations dans le temps. Cependant, il est très difficile d'obtenir de telles

données avec un fort degré de confiance, en particulier dans le cas d'une espèce comme le hérisson qui est largement distribuée mais relativement peu dense, ce qui complique son observation (WEMBRIDGE et al. 2022).

Un déclin de l'abondance globale d'une espèce est souvent, mais pas toujours, positivement corrélé avec un déclin de son aire d'occupation, et réciproquement (GASTON et al. 2000). Pour étudier l'évolution de l'aire d'occupation d'une espèce, il est nécessaire de disposer de données issues de programmes de suivi sur le long terme (plusieurs années voire décennies) et à grande échelle. Ce sont souvent des programmes de sciences participatives, qui font appel à des citoyens volontaires. Ils peuvent prendre différentes formes : questionnaires, collecte de données d'observations directes (dans les jardins, ou le long d'un parcours comme une route) ou indirectes via des tunnels à empreintes (Figure 9) (TAUCHER et al. 2020). Cependant de nombreux biais sont inhérents à ces méthodes : ils sont liés à la non-expertise des participants, des différences dans l'effort consacré à l'enquête mais également à leur distribution géographique, ce qui engendre l'absence d'une couverture complète de l'aire de répartition de l'espèce. De plus, pour une espèce largement distribuée comme le hérisson, il faut une quantité importante de données sur l'abondance pour être en mesure d'évaluer une tendance dans la population. Il existe des méthodes pour réduire ces biais. Le sous-échantillonnage contribue à réduire le biais lié à l'effort d'enquête des observateurs. Il consiste à échantillonner de manière aléatoire des données au sein d'une base de données (HOF, BRIGHT 2016 ; TAUCHER et al. 2020 ; WILLIAMS et al. 2018). Pour évaluer au mieux la présence de hérissons, la combinaison de plusieurs méthodes de détection est recommandée (HAIGH 2011).

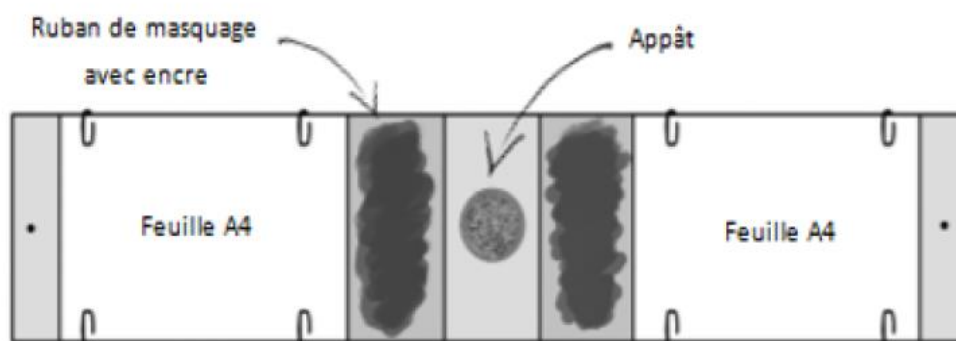


Figure 9 : Schématisation de la plaque amovible à placer dans un tunnel à empreintes (Source : LPO, 2023)

Une autre approche plus récente pour étudier la dynamique des populations est la génétique moléculaire. Après avoir préalablement caractérisé le génome d'une population grâce au génotypage par séquençage, l'étude de la variabilité génétique au sein d'un échantillon d'individus peut mettre en évidence un goulot d'étranglement ou une expansion de la population (RASMUSSEN, YASHIRO, et al. 2019).

4. Comment expliquer des variations d'abondance ?

Pour expliquer les fluctuations observées, il est nécessaire de s'intéresser aux paramètres démographiques de la population, qui concernent la reproduction et la mortalité. Cependant, l'étude de ces paramètres dans le milieu naturel est difficile. Pour obtenir les informations les plus vraisemblables, il faudrait suivre un nombre important d'animaux de leur naissance jusqu'à leur mort. Ainsi les naissances pourraient être comptabilisées et la part de mortalité due à chaque cause identifiée pourrait être calculée. Dans les faits, cette méthode n'est pas réalisable. Les données concernant les causes de mortalité sont des extrapolations à partir de données issues des centres de soins ou d'études menées localement. Pour ce faire, la radio-télémetrie est souvent utilisée : des hérissons sont équipés d'émetteurs radios et suivis dans leur milieu naturel pendant plusieurs semaines voire mois, ce qui permet d'étudier leur devenir. Le taux de mortalité est généralement exprimé parmi les animaux ayant survécu au sevrage voire au premier hiver.

En outre, il faut s'intéresser aux facteurs qui influencent la reproduction et la mortalité. Dans le premier cas, ce sont les facteurs qui influencent la fitness, c'est-à-dire à la fois le succès reproducteur des adultes et la survie des jeunes. Dans le second cas, ce sont les facteurs qui causent ou favorisent la mortalité.

C. Evolution de l'abondance des populations de hérissons

1. A l'échelle des pays

Des études montrent un déclin des populations de hérissons dans plusieurs pays d'Europe. Au Royaume Uni, une étude de 2016 a montré que l'aire de répartition du hérisson en Grande Bretagne avait diminué de 5 à 7,4 % entre les périodes 1960-1975 et 2000-2015, confirmant les indices d'un déclin à long terme et suggérant que ce déclin était modéré (HOF, BRIGHT 2016). Numériquement, la population de hérissons au Royaume-Uni était estimée à 30 millions dans les années 1950, 1,5 million en 1995 et 879 000 ou 522 000 en 2018, ce qui indiquerait un déclin drastique mais ces valeurs sont très incertaines (MATHEWS et al. 2018 ; WEMBRIDGE 2011 ; WEMBRIDGE et al. 2022). Un déclin est aussi observé dans d'autres pays européens comme la Belgique (HOLSBECK et al. 1999 cité par HOF, BRIGHT 2016), les Pays-Bas (VAN DE POEL et al. 2015) ou la Suède (KRANGE 2015).

Toutefois, la plupart des pays manquent de données. Au Danemark, une récente étude indique que les données actuelles sont insuffisantes pour connaître la dynamique des populations des hérissons (RASMUSSEN et al. 2023). En France, aucune étude n'a été réalisée à l'échelle nationale pour évaluer le nombre de hérissons et mettre en évidence un éventuel déclin. C'est pour cette raison qu'en 2020, la Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO) a lancé un programme de sciences participatives intitulé « Mission hérisson » (*Mission Hérisson* 2023). Le protocole repose sur l'utilisation de tunnels à empreintes pour effectuer des comptages.

2. A l'échelle des paysages : le Hérisson de ville et le Hérisson des champs

La répartition des hérissons en fonction du type d'habitat a évolué. Les densités de hérissons sont aujourd'hui nettement plus importantes en zones urbaines et péri-urbaines qu'en zones rurales, pour trois raisons principales : l'abondance de ressources alimentaires, la plus faible pression de prédation par le blaireau, et la présence d'abris (JOURDE 2020 ; PETTETT, MOORHOUSE, et al. 2017). Les températures plus élevées en moyenne en ville que dans les zones rurales environnantes pourraient aussi être favorables aux hérissons (HUBERT et al. 2011). Ainsi, au Royaume-Uni, une étude a montré que la présence de hérissons était positivement corrélée avec la proportion de zone construite et la densité de routes (WILLIAMS et al. 2018). En 2022, une méta-analyse de neuf études indiquait que les estimations de la densité de hérissons urbains dans le pays variaient entre 7,4 et 176 individus par km², avec des résultats entre 20 et 50 individus par km² pour la plupart (WEMBRIDGE et al. 2022). En France, une étude réalisée dans le département des Ardennes a montré que la densité de population de hérissons était neuf fois plus élevée en zone urbaine qu'en zone rurale, avec respectivement 36 individus par km² contre 4 individus par km² (HUBERT et al. 2011). Des résultats similaires avaient été trouvés en Suisse, avec 25 individus par km² à Yverdon-les-Bains et 5 individus par km² en zones rurales (BERTHOUD 1982b cité par HUBERT et al. 2011). En outre, les premiers et à ce jour derniers résultats publiés du programme « Mission hérisson » datent de 2021 et indiquent que sur les 420 tunnels posés en zone urbaine, 71 % d'entre eux ont détecté un hérisson contre 49 % des 152 tunnels posés en zone agricole.

Dans le rapport annuel sur l'état des hérissons de Grande-Bretagne de 2022, l'analyse des résultats de trois enquêtes suggère un déclin d'entre un tiers et trois quarts des populations de hérissons en milieu rural au cours des deux dernières décennies (WEMBRIDGE et al. 2022). En revanche en zones urbaines, alors qu'un déclin d'un quart des populations entre 1996 et 2010 avait été estimé dans le premier rapport datant de 2011 (WEMBRIDGE 2011), les données plus récentes ne montrent pas la poursuite de cette tendance. La population de hérissons urbains britanniques semble stable. Cependant, les hérissons des villes ne semblent pas pour autant prospérer. Dans la ville de Zurich en Suisse, le nombre de hérissons a baissé de 41 % entre 1992 et 2016-2018 et sur cette même période son aire de distribution s'est réduite de 18 %, d'après l'analyse de données d'observations, de tunnels à empreintes et de CMR (TAUCHER et al. 2020).

D. Reproduction

1. Description du cycle reproducteur

La maturité sexuelle est atteinte entre l'âge de 9 mois et 2 ans selon les auteurs (HAIGH et al. 2012). Cependant, l'âge au premier accouplement semble être de deux à trois ans pour les mâles et d'un à deux ans pour les femelles (JOURDE 2020). Une étude réalisée en Ecosse a montré que deux tiers des femelles tentaient de se reproduire pour la première fois à partir de l'âge d'un an (JACKSON 2006).

Pendant la période de reproduction, les mâles parcourent de longues distances à la recherche de partenaires. Les hérissons étant solitaires, mâles et femelles se séparent après l'accouplement. La gestation dure en moyenne 35 jours mais cette durée peut varier entre 31 et 39 jours.

Quelques jours avant la mise-bas, les femelles cherchent un lieu à l'abri, sous des débris végétaux ou dans des souches d'arbres par exemple, pour construire un nid spécifique. Il est constitué de feuilles, d'herbe et en milieu urbain de morceaux d'emballages (en carton, papier, ou plastique) que les futures mères fragmentent en occupant le nid jusqu'à la mise-bas. Les femelles donnent naissance à des portées de 4 à 5 petits, une à deux par an.

A la naissance, les petits sont glabres, aveugles, sourds et pèsent entre huit et 25 grammes. Leur peau est rose et des premiers piquants blancs apparaissent dès la première heure de vie (Figure 10). Les petits sont nidicoles et élevés par leur mère seulement. A partir de trois semaines d'âge, ils la suivent hors du nid et commencent à consommer des aliments solides. Le sevrage peut avoir lieu entre quatre et huit semaines d'âge, pour un poids de 250 grammes environ (JOURDE 2020 ; LE BARZIC 2013 ; MENNESSIER 2013). Les jeunes quittent alors le nid définitivement puis se dispersent. La dispersion des jeunes est mal connue.



Figure 10 : Photographie de deux jeunes hérissons âgés de quelques jours (Source : L'Hirondelle, 2022)

La période de reproduction s'étend généralement du début du printemps à la fin de l'été, mais des différences existent en fonction des régions et de leur climat. Néanmoins les accouplements sont possibles sur toute la période d'activité, et des portées tardives peuvent donc naître jusqu'en octobre (HAIGH et al. 2012). Au Royaume-Uni et en France par exemple, il y aurait deux saisons de reproduction avec un pic en juin et un en octobre (BUNNELL 2009 ; SABOUREAU, DUTOURNE 1981).

2. Facteurs influençant la fitness

Deux stratégies de reproduction ont été mises en évidence. Dans une étude réalisée en Ecosse (JACKSON 2006), 96 % des femelles tentent une reproduction « précoce » (avant le mois de juillet), et 81 % d'entre elles tentent une portée « tardive » (à partir du mois de juillet). Cependant, la durée avant l'émancipation des jeunes issus d'une portée précoce est en moyenne 40 % plus longue si la mère ne produit pas de seconde portée (62 jours contre 45 jours). Bien qu'une seconde portée puisse sembler augmenter le succès reproducteur des femelles en augmentant leur nombre de descendants, celle-ci a de nombreux désavantages. En effet, les descendants de la première portée sont plus jeunes et moins expérimentés au moment de leur émancipation, ce qui réduit leurs chances de survie. Ceux de la seconde portée ont peu de temps pour se constituer suffisamment de réserves pour passer l'hiver. Néanmoins, une étude au nord de l'Angleterre a montré que les jeunes issus de portées tardives gagnaient du poids plus rapidement (BUNNELL 2009). Enfin, une seconde gestation affaiblit les femelles. Dans l'étude, plusieurs femelles ayant élevé une seconde portée sont mortes dans un état de maigreur après le sevrage ou pendant l'hiver suivant la mise-bas.

Une étude menée dans le département des Ardennes a montré que le taux de reproduction (évalué par le ratio juvéniles/adultes) ne différait pas entre les milieux urbains et ruraux (HUBERT et al. 2011). En revanche en milieu rural, plus la distance avec un terrier de blaireau était élevée et plus la proportion de juvéniles augmentait. Cela suggère que même si la densité de blaireaux est faible, la présence du prédateur peut avoir un effet important sur la survie des jeunes et le succès reproducteur.

E. Mortalité dans le milieu naturel

1. Détermination de l'âge et longévité

Il existe plusieurs méthodes de détermination de l'âge ou simplement de la classe d'âge (juvénile ou adulte). Parmi les méthodes ante-mortem, plus ou moins invasives et donc plus ou moins réalisables sur le terrain, figurent l'observation de la denture et de l'usure de dents (JOURDE 2020), de critères morphologiques (LE BARZIC 2013), la prise de mensurations (longueur de la patte arrière, du corps et de la mâchoire) associée à la présence ou non d'épines en croissance (HAIGH, KELLY, et al. 2014), et la radiographie du membre thoracique permettant d'apprécier le degré d'ossification du cartilage épiphysaire au niveau des os du métacarpe (MORRIS 1971). Post-mortem, l'âge peut être déterminé par le comptage des lignes de croissance sur les dents, et de même des lignes de croissance sur l'os mandibulaire, qui sont provoquées par l'arrêt de la croissance et donc de la calcification pendant l'hibernation. Cette dernière méthode est la plus fiable. D'après une récente étude réalisée au Danemark, dans laquelle l'âge de 388 individus retrouvés morts a été déterminé par cette dernière méthode, l'espérance de vie du hérisson dans son milieu naturel est de 2,1 ans pour les femelles et 2,6 ans pour les mâles. Dans cette étude a également été documenté le plus vieux spécimen jamais rapporté, âgé de 16 ans (RASMUSSEN et al. 2023).

2. Causes de mortalité dans le milieu naturel

a. Répartition des causes de mortalité

Les causes de mortalité qui semblent les plus fréquentes dans le milieu naturel sont les collisions routières, la prédation par le blaireau, et les maladies (Tableau I). Les causes d'origine anthropique sont diverses et proportionnellement importantes, elles représentent par exemple 75 % des cas dans l'étude menée en Finlande (RAUTIO et al. 2016). Dans une plus ancienne étude réalisée en Suisse, les intoxications et les collisions routières représentaient la moitié des causes de mortalité (BERTHOUD 1982b cité par JOURDE 2020).

Tableau I : Répartition des causes de mortalité des hérissons dans le milieu naturel décrites dans la littérature (en pourcentages)

	(1) n = 109	(2) n = 15	(3) n = 6	(4) n = 9	(5) n = 9	(6) n = 106	(7) n = 9	(8) n = 7
Collision routière	78	33,3	33,3	33,3	-	72,6	-	42,9
Prédation	Blaireau	-	46,6	50	33,3	88,8	-	42,9
	Renard	-	-	-	-	-	22,2 ou 33,3	-
	Chien	-	-	-	-	-	0,9	11,1 ou 0
Noyade	-	-	-	11,1	-	-	11,1	-
Accident de jardinage	1,8	-	-	-	-	-	11,1	-
Maladie/malnutrition	-	-	16,6	22,2	-	20,7	22,2	14,3
Intoxication	2,8	-	-	-	-	-	11,1	-
Cause autre	-	6,6	-	-	11,1	-	11,1	-
Cause indéterminée	17,4	13,3	-	-	-	-	-	-

⁽¹⁾ Etude réalisée sur 109 cadavres collectés en Angleterre (DICKMAN 1988). Deux individus sont morts brûlés.

⁽²⁾ Etude réalisée sur 15 individus morts parmi 50 adultes suivis par radio-télémetrie pendant six semaines après leur réveil d'hibernation en Angleterre (DONCASTER 1992). Un individu est mort d'une chute.

⁽³⁾ Etude réalisée sur six individus morts parmi 13 juvéniles capturés, gardés en centre de soins un hiver, relâchés et suivis par radio-télémetrie pendant cinq semaines en Angleterre (SAINSBURY et al. 1996). Un individu est mort avant d'avoir pu être relâché, deux ont perdu leur émetteur radio et quatre étaient encore vivants à la fin de l'étude. L'individu classé mort pour maladie a été ramené au centre de soins en raison d'une perte de poids importante et a été euthanasié, une infestation parasitaire sévère a été diagnostiquée.

⁽⁴⁾ Revue de trois études dont ⁽³⁾, sur neuf individus morts parmi 25 juvéniles et huit adultes suivis par radio-télémetrie jusqu'à huit semaines après avoir été relâchés de centres de soins au Royaume-Uni (MORRIS 1998). Au moins cinq ont été perdus de vue et 17 étaient encore vivants après trois semaines.

⁽⁵⁾ Etude réalisée en milieu rural Royaume-Uni sur neuf individus morts parmi 44 hérissons suivis par radio-télémetrie pendant 75 jours, dont 12 après avoir été relâchés d'un centre de soins (HOF, BRIGHT 2010).

⁽⁶⁾ Etude réalisée sur 106 individus suivis par radio-télémetrie en milieu urbain en Finlande (RAUTIO et al. 2016).

⁽⁷⁾ Etude réalisée dans la banlieue en Copenhague au Danemark, sur 9 individus morts parmi 35 juvéniles capturés et suivis par radio-télémetrie pendant un an (RASMUSSEN, BERG, et al. 2019). Sept étaient vivants à la fin de l'étude et 19 ont été perdus de vue. Un individu est mort broyé accidentellement dans un jardin, deux sont morts de salmonellose (maladie) et une intoxication a été suspectée mais non avérée. Pour un hérisson, les auteurs ne savaient pas s'il avait été attaqué par un chien ou un renard.

⁽⁸⁾ Etude réalisée au Royaume-Uni sur sept hérissons morts parmi 34 hérissons relâchés de centres de soins et 23 hérissons capturés suivis par radio-télémetrie pendant 134 jours en moyenne (YARNELL et al. 2019). Quatorze ont été perdus de vue et 36 étaient vivants à la fin de l'étude.

b. Mortalité d'origine naturelle

i. Hibernation

L'hibernation est une période critique dans la vie des hérissons. Ces derniers doivent accumuler suffisamment de réserves pour pouvoir hiberner. D'après une méta-analyse, le poids minimal requis pour survivre à l'hibernation varie entre 300 et 700 grammes selon les études et les pays (DUMORTIER 2021). Cette épreuve est d'autant plus difficile pour les juvéniles, qui doivent proportionnellement gagner plus de poids. Ce gain était en moyenne de 180 % en moins de deux mois dans une étude menée en Irlande (HAIGH 2011). Un individu dont le poids a augmenté de 289 % a même été rapporté. Ainsi, le premier hiver est une période critique et 60 à 80 % des jeunes mourraient avant l'âge d'un an d'après une étude au Royaume-Uni et une en Allemagne (JOURDE 2020). La survie des jeunes à l'issue de l'hiver serait meilleure en ville (RASMUSSEN, BERG, et al. 2019). L'insuffisance de réserves aussi bien que les aléas externes comme la destruction de leur nid peuvent donc conduire à la mort de hérissons, et ce à tout âge.

ii. Prédation

Les épines du hérisson le protègent de la plupart des prédateurs. Ses principaux prédateurs sont le blaireau européen (*Meles meles*) et le Grand-duc d'Europe (*Bubo bubo*), tous deux capables d'éventrer un hérisson adulte alors qu'il est en boule (Figure 11). De manière plus anecdotique, le hérisson pourrait être la proie du renard roux (*Vulpes vulpes*), de la fouine (*Martes foina*), du sanglier d'Europe (*Sus scrofa*) et d'autres rapaces comme l'aigle royal (*Aquila chrysaetos*) mais cette prédation concerne probablement plus les individus juvéniles (JOURDE 2020). Les cadavres de hérissons font partie du régime alimentaire de ces espèces.

Le blaireau est un prédateur intragilde du hérisson. En effet, les deux espèces occupent des niches écologiques similaires. Le blaireau exerce donc à la fois une pression de prédation sur le hérisson et une compétition pour les mêmes ressources. Une étude a montré que dans des zones où des blaireaux avaient été abattus et donc où la densité du prédateur avait diminué, le nombre de hérissons a doublé en cinq ans alors qu'il n'a pas évolué dans les zones sans abattage de blaireaux (TREWBY et al. 2014). Au Royaume-Uni, la densité de hérissons sur un territoire est négativement corrélée avec celle de blaireaux (PARROTT et al. 2014 ; WILLIAMS et al. 2018 ; YOUNG et al. 2006). De même au Pays-Bas, où la densité de blaireaux est plus faible, il a été montré que la présence du prédateur avait un effet négatif sur celle du hérisson (VAN DE POEL et al. 2015).

Par ailleurs, une étude a montré que les hérissons restaient davantage cachés et avaient un domaine vital moins vaste dans les zones où des blaireaux étaient présents (PETTETT, MOORHOUSE, et al. 2017). Une autre étude a montré que les dépenses énergétiques quotidiennes des hérissons étaient 30 % inférieures sur les sites où étaient

présents des blaireaux que sur ceux où ils étaient absents (PETTETT, JOHNSON, et al. 2017). L'hypothèse avancée est que les hérissons se déplacent moins pour rechercher de la nourriture en réponse à la présence du danger représenté par les blaireaux. Ceci pourrait compromettre leurs chances de survie, en particulier en période de reproduction ou de pré-hibernation, c'est-à-dire quand les besoins énergétiques sont particulièrement importants. En milieu urbain également, une étude a montré que les femelles évitaient les jardins où des blaireaux étaient le plus susceptible de se trouver (DOWDING, HARRIS, et al. 2010). Ainsi, le hérisson adapte son occupation de l'espace selon un « paysage de la peur » : il évite les zones avec une forte densité de blaireaux et reste davantage caché dans les zones où le prédateur est présent (TAUCHER et al. 2020).



Figure 11 : Photographies des deux principaux prédateurs du hérisson d'Europe : le blaireau européen (à gauche) et le hibou grand-duc (à droite) (Source : L'Hirondelle, 2023 et 2022)

Au Royaume-Uni, la prédation par le blaireau est considérée comme la première cause de mortalité des hérissons (DONCASTER 1992 cité par VAN DE POEL et al. 2015). En France, le blaireau est présent dans toutes les zones rurales, mais la densité de l'espèce est plus faible en Europe continentale qu'au Royaume-Uni. Il ne fréquente pas ou peu les zones urbaines. Une étude réalisée dans le département des Ardennes n'a pas montré de corrélation significative entre l'abondance de hérissons et la distance avec un terrier de blaireau (HUBERT et al. 2011). Quant au hibou grand-duc, il est présent essentiellement dans le quart Sud-Est du pays (SVENSSON et al. 2015) et le hérisson fait partie de ses principales proies en Provence (PENTERIANI et al. 2002).

iii. Parasitoses

De nombreux parasites internes et externes sont décrits chez le hérisson et la prévalence des parasitoses est élevée. Bien qu'une infestation légère à modérée soit généralement sans répercussions cliniques, une charge parasitaire élevée peut conduire à des complications dont l'issue est fatale. Les formes cliniques concernent davantage les juvéniles que les adultes, qui présentent souvent des formes asymptomatiques. En effet, une étude sur les causes de mortalité dans le milieu naturel a montré que la dénutrition associée à une infestation parasitaire sévère (*Crenosoma striatum* et *Capillaria spp*) était la première cause de mortalité non traumatique et qu'elle concernait surtout les juvéniles (RAUTIO et al. 2016).

Les parasites internes sont très fréquents. En effet, dans une étude réalisée sur 74 hérissons morts dans des centres de soins au Royaume-Uni, 91 % des individus étaient porteurs d'endoparasites (GAGLIO et al. 2010) et dans une étude réalisée sur 299 hérissons trouvés morts dans la nature au Danemark, ce sont 69 % d'entre eux qui l'étaient (RASMUSSEN et al. 2021). Parmi les parasites internes les plus courants (Tableau II), la plupart sont responsables d'affections respiratoires et digestives. Les principaux signes cliniques sont dans le premier cas la toux, du jetage, et de la dyspnée ; dans le second cas de la diarrhée ; et dans les deux cas, de l'anorexie et de l'amaigrissement.

Les verminoses pulmonaires semblent être une dominante pathologique chez le hérisson. Dans une étude réalisée sur 35 hérissons morts dans un centre de soins en France, 91 % d'entre eux étaient atteints de pneumonie d'origine parasitaire (ZACHAROPOULOU et al. 2022). Dans une étude réalisée sur 253 hérissons trouvés morts en Finlande, *Crenosoma striatum* a été retrouvé chez 79 % des individus (RAUTIO et al. 2016). Dans une étude réalisée sur 27 hérissons atteints de verminose pulmonaire, 82 % étaient porteurs de *Capillaria aerophila*, 59 % de *Crenosoma striatum*, et la pneumonie vermineuse seule était la cause de la mort de plus d'un quart des individus (LEHMANN et al. 2023).

La transmission de ces parasites peut se faire indirectement à travers l'alimentation, notamment car les annélides, gastéropodes et coléoptères sont les hôtes intermédiaires de nombreux parasites : *Capillaria spp*, *Crenosoma striatum*, *Brachylaemus erinacei*, *Hymenolepis erinacei* (BERTHEVAS 2014 ; COTTAREL 2016 ; RAUTIO et al. 2016). Dans le cas des protozoaires, la transmission est directe. Le hérisson d'Europe peut également être atteint de leishmaniose (*Leishmania infantum*), maladie transmise par piqûres de phlébotomes, et dont il est suspecté d'être un réservoir (AZAMI-CONESA et al. 2023).

Tableau II : Principaux endoparasites du hérisson d'Europe (d'après COTTAREL, 2016)

Taxon		Espèce	Tropisme	Action pathogène	Prévalence
Helminthes	Nématodes	<i>Capillaria aerophila</i>	Respiratoire	+++	+ à ++
		<i>Capillaria erinacei</i>	Digestif	+ à ++	++
		<i>Crenosoma striatum</i>	Respiratoire	+++	+++
		<i>Physaloptera clausa</i>	Digestif	+/-	++
	Trématodes	<i>Brachylaemus erinacei</i> (« douve du hérisson »)	Digestif	++	++
	Cestodes	<i>Hymenolepis erinacei</i>	Digestif	+/-	+
	Acanthocéphales	<i>Plagiorhynchus cylindraceus</i>	Digestif	+/-	+/-
		<i>Nephridiacanthus major</i>	Digestif	+/-	+
Protozoaires	<i>Isospora rastegaievae</i>	Digestif	+ à ++	++	
	<i>Cryptosporidium spp</i>	Digestif	+	+	
	<i>Giardia spp (Giardia duodenalis)</i>	Digestif	+/-	+/-	
	<i>Leishmania infantum</i>	Cutané, viscéral	++	++	

Les ectoparasites les plus fréquemment retrouvés sont les puces *Archaeopsylla erinacei*, spécifiques du hérisson, et les tiques du genre *Ixodes* (*I. hexagonus* et *I. ricinus*). Une infestation massive peut être à l'origine d'une anémie. En été, certains diptères pondent sur les hérissons au niveau de plaies ou d'orifices naturels. Ces myiases peuvent être à l'origine de lésions graves et mortelles. Le hérisson peut également être atteint de gale (*Caparinia tripilis*, *Notoedres spp.*, *Sarcoptes scabiei*...) ou de dermatophytose (*Trichophyton mentagrophytes var. erinacei*). Un portage asymptomatique de ces agents est possible (BERTHEVAS 2014 ; COTTAREL 2016). Plus rarement, le hérisson peut être atteint de démodécie (*Demodex erinacei*), généralement asymptomatique.

iv. Maladies infectieuses

Les parasitoses respiratoires et digestives sont souvent compliquées par des surinfections bactériennes. En revanche, aucune étude ne démontre à ce jour l'implication d'un agent pathogène comme cause de mortalité majeure (HIRSCHINGER et al. 2022 ; TAUCHER et al. 2020).

Les salmonelles (*Salmonella enteritidis* principalement et *Salmonella Typhumurium*) sont fréquemment retrouvées chez les hérissons en centres de soins et dans la nature (HIRSCHINGER et al. 2022). Par exemple sur 37 hérissons retrouvés morts en Finlande, *Salmonella enteritidis* a été détectée dans les intestins ou le foie de 57 % d'entre eux (RAUTIO et al. 2016). Les répercussions cliniques sont variables : les individus infectés peuvent être porteurs sains ou présenter des troubles digestifs voire une septicémie causant la mort.

Dans l'étude précédemment citée, 43 % des individus chez lesquels la bactérie a été identifiée présentaient une infection latente du foie sans signes cliniques associés.

Corynebacterium ulcerans est responsable d'affections dermatologiques et dans une moindre mesure d'affections systémiques. De nombreux cas de hérissons atteints d'une dermatite ulcéreuse ont été rapportés en Belgique. Une étude a été réalisée sur 81 hérissons présentant des lésions cutanées ulcéreuses avant d'être apportés en centres de soins, et la bactérie a été détectée chez 53 d'entre eux (MARTEL et al. 2021). Cette bactérie est supposée être à l'origine des lésions mais son lien avec la mort des animaux n'est pas établi. D'autre part, elle a été isolée au niveau de plaies sur plusieurs individus présentant une inflammation purulente et gangréneuse des membres (RAUTIO et al. 2016). Dans ces deux études tous les individus étaient des mâles, et les lésions étaient situées sur des zones de peau dépourvues de piquants. Ces informations suggèrent que l'infection serait opportuniste, et favorisée par les plaies induites par les comportements antagonistes des mâles en période de reproduction.

Les principales bactéries impliquées dans les affections respiratoires sont *Bordetella bronchiseptica*, *Pasteurella multocida* et *Corynebacterium pneumoniae* (BIROT-ZECCHINI 2022). Celles associées aux affections digestives sont notamment *Streptococcus sp*, *Staphylococcus sp*, *Escherichia coli*, *Enterobacter sp*, *Pasteurella sp*, *Proteus sp*, *Klebsiella sp* (COTTAREL 2016). D'autres bactéries sont retrouvées chez le hérisson, comme *Listeria sp*, *Yersinia pseudotuberculosis*, *Leptospira interrogans* (AYRAL et al. 2016). La pathogénicité de tous ces agents n'est pas connue. Si certains ne sont généralement pas pathogènes, ils peuvent le devenir à la faveur d'un stress ou d'une maladie concomitante.

Les infections virales sont moins fréquentes que les infections bactériennes (BIROT-ZECCHINI 2022). Le hérisson peut être infecté par plusieurs virus comme celui de la fièvre aphteuse (famille des Picornaviridae), de la rage (Rhabdoviridae), de la parvovirose féline (Parvoviridae), un herpesvirus causant une hépatite, ou encore un Morbilivirus (Paramyxoviridae) causant un équivalent de la maladie de Carré.

Ces agents pathogènes sont susceptibles d'être transmis plus facilement en zones urbaines en raison de la densité plus élevée de hérissons et des activités humaines. Dans une étude réalisée sur 35 juvéniles dans la banlieue de Copenhague par exemple, deux individus sont morts de salmonellose (RASMUSSEN, BERG, et al. 2019). Or, ces deux individus fréquentaient le même point de nourrissage (gamelles d'eau et d'aliment pour chat dans un jardin), où des selles vertes, aqueuses et odorantes ont été retrouvées. Ce point de nourrissage a donc probablement été le lieu de transmission de la bactérie.

Il convient de noter que nombre des agents pathogènes cités sont zoonotiques. Tout contact potentiel avec un hérisson requiert donc de prendre des précautions en termes de biosécurité.

c. Mortalité d'origine anthropique

i. Perte, dégradation et fragmentation de l'habitat

La perte et la détérioration de l'habitat représentent la première cause de déclin de la biodiversité (IPBES 2019, MACE et al. 2005), et le hérisson ne déroge pas à ce constat.

D'abord, la construction d'infrastructures et plus globalement l'artificialisation des sols diminuent la surface habitable pour la faune. En effet, plus de la moitié de la surface terrestre est couverte par des surface aménagées par l'Homme, aussi bien des terres agricoles que des zones urbaines (IPBES 2019). Plus particulièrement, le hérisson a besoin d'espaces adaptés pour installer ses différents types de nids qu'il utilise pour se reposer la journée, pour mettre bas et élever les jeunes, et pour hiberner. L'enjeu est d'autant plus important pour les hibernacula puisque le hérisson peut y rester plusieurs mois. Or tous les espaces ne disposent pas de suffisamment de matériaux de construction. Les zones urbaines par exemple, si elles semblent aujourd'hui préférées aux zones rurales par les hérissons, ne sont pas toujours propices à l'installation de ces derniers : les pelouses tondues et débarrassées de tous débris végétaux n'offrent pas la possibilité de s'abriter et de construire un nid (WILSON 2018 ; TAUCHER et al. 2020).

Ensuite, la qualité du milieu rural s'est dégradée principalement à cause de l'intensification de l'agriculture. En effet, au XX^e siècle s'est opérée une transition des systèmes agricoles, avec un abandon de la polyculture-élevage au profit de plus grandes exploitations en monocultures. Cette évolution s'est traduite par une diminution de surface de prairies permanentes, idéales pour les hérissons (WILSON 2018). Elle s'est accompagnée de l'arrachage des haies, ôtant à la fois abris potentiels et couloirs de circulation pour l'animal. L'intensification de l'agriculture a aussi eu pour conséquence l'appauvrissement des sols. En effet, les pratiques associées comme l'usage de pesticides (herbicides, insecticides, molluscicides) ou le labour qui déstructure le sol, ont conduit à une baisse de la diversité végétale et surtout un déclin de l'abondance et de la diversité des invertébrés, qui constituent la principale ressource alimentaire du hérisson. Une méta-analyse de 73 études mondiales a révélé plus de 40 % des espèces d'insectes étaient menacées d'extinction (SÀNCHEZ-BAYO, WYCKHUYS 2019). Dans les écosystèmes terrestres, les coléoptères et les lépidoptères, qui sont les principales proies du hérisson, figurent parmi les trois taxons les plus menacés. Le déclin drastique des invertébrés concerne particulièrement l'Europe. Dans les aires protégées en Allemagne, la biomasse d'insectes volants a diminué de 76 % en 27 ans (HALLMANN et al. 2017). Il en résulte des conditions de vie beaucoup moins favorables pour le hérisson.

Enfin, la construction de routes, de murs, de clôtures grillagées et autres barrières quasiment infranchissables entraîne une fragmentation de l'habitat qui menace le hérisson (TAUCHER et al. 2020). Pour les routes, l'effet dépend de leur largeur : les autoroutes et routes larges en général sont très peu traversées (RONDININI, DONCASTER 2002). A Nantes, les hérissons cheminent essentiellement sur les pelouses situées au bas des immeubles et les

jardins privés mais évitent les axes routiers (VERRY 2012). Ainsi, le milieu urbain ne peut accueillir des hérissons qu'à condition que les espaces verts soient accessibles pour les animaux et interconnectés. Les barrières ne sont pas seulement physiques : en milieu urbain, l'éclairage nocturne affecte négativement la qualité de l'environnement et modifie le comportement des animaux, ce phénomène est appelé pollution lumineuse. Une étude menée à Berlin sur 22 hérissons a montré qu'au sein de leur domaine vital, les hérissons occupaient significativement plus les zones de plus faible intensité lumineuse et évitaient les zones les plus éclairées (BERGER et al. 2020). En somme, cette fragmentation de l'habitat limite les déplacements des hérissons pour la recherche de nourriture, ce qui peut compromettre leur survie à court terme, mais elle limite aussi la dispersion des jeunes et les distances parcourues pour la recherche de partenaires, et donc le brassage génétique (MOORE et al. 2020 ; WILSON 2018). A plus long terme, elle peut donc engendrer un phénomène de goulot d'étranglement en cas d'isolement total d'une population, favoriser la consanguinité et induire une perte de diversité génétique (RASMUSSEN, YASHIRO, et al. 2019). L'espèce est alors fragilisée et rendue plus vulnérable à quelconque changement environnemental.

ii. Trafic routier

Le hérisson d'Europe est le premier mammifère tué sur les routes d'Europe. D'après une méta-analyse, les collisions routières figurent parmi les trois premières causes de mortalité des hérissons, avec les maladies et la prédation, et se retrouvent donc en tête des causes de mortalité d'origine anthropique (MOORE et al. 2020).

Dans une étude réalisée sur des hérissons retrouvés morts en Finlande, les collisions routières représentaient la première cause de mortalité, et 97 % des causes d'origine anthropique. La limitation de vitesse ne semblait pas avoir d'effet sur la mortalité. Sur la route étudiée, 0,65 hérisson était tué tous les 100 km en moyenne (RAUTIO et al. 2016). En Irlande, une étude réalisée sur deux routes pendant trois ans a trouvé un taux de 0,264 hérisson tué tous les 100 km (HAIGH, O'RIORDAN, et al. 2014).

Le nombre de hérissons victimes de collisions routières est estimé entre 230 000 et 350 000 par an en Belgique (HOLSBEEK et al. 1999 cité par MOORE et al. 2020) et entre 113 000 et 340 000 aux Pays-Bas (HUIJSER, BERGERS 2000). Au Royaume-Uni, ce nombre est estimé entre 167 000 et 335 000 par an, d'après l'analyse de quatre études dont les données ont été recueillies entre 1952 et 2004 (WEMBRIDGE et al. 2016). Rapporté à l'estimation du nombre de hérissons dans le pays, cela représenterait un taux de mortalité annuel de 10 à 20 % d'après les auteurs.

Les principales victimes de collisions routières sont les mâles adultes. Ils représentent entre 65 et 80 % des hérissons morts sur les routes selon les études (HAIGH, O'RIORDAN, et al. 2014, MOORE et al. 2020, RASMUSSEN et al. 2023). Cela peut s'expliquer par le fait que les mâles ont un domaine vital plus vaste que les femelles, qu'ils parcourent quotidiennement de

plus grandes distances et qu'ils sont plus susceptibles de traverser des routes. Au Danemark, une étude a montré que pour les deux sexes, le pic de mortalité due au trafic se situait au mois de juillet, ce qui coïncide avec le pic de la période d'accouplement, durant laquelle les animaux et surtout les mâles parcourent de plus grandes distances à la recherche d'un partenaire (RASMUSSEN et al. 2023).

iii. Autres traumatismes

Les hérissons sont victimes de nombreux accidents mortels liés à diverses installations et activités anthropiques. Les traumatismes liés au passage de débroussailleuses et tondeuses à gazon (robots tondeuses en particulier) figurent parmi les plus fréquents. Les tas de feuilles brûlés par des particuliers dans leurs jardins abritent parfois des hérissons qui périssent alors. Les pièges de chasse, clôtures électriques, grillages et déchets comme des boîtes de conserve vides dans lesquels les hérissons peuvent se coincer, passages canadiens dans lesquels ils peuvent tomber, piscines et autres bassins à bords lisses dans lesquels ils peuvent se noyer, sont autant d'autres causes de mortalité. Enfin la prédation par les chiens et dans une moindre mesure les chats domestiques représente une menace, en particulier pour les hérissons jeunes ou blessés (DONCASTER 1994 ; RASMUSSEN, BERG, et al. 2019 ; *Sauvegarder notre faune sauvage* 2023 ; TAUCHER et al. 2020 ; WILSON 2018).

iv. Intoxications

Par son milieu de vie et son alimentation, le hérisson est exposé à des produits biocides susceptibles de le tuer, en particulier les rodenticides et les molluscicides. Il est susceptible de s'intoxiquer directement, via l'ingestion d'appâts destinés aux rongeurs et contenant un anticoagulant, ou de granulés molluscicides répandus dans les potagers par exemple. L'intoxication peut aussi être indirecte via l'ingestion de proies contaminées.

Dans une étude réalisée au Royaume-Uni sur 120 carcasses de hérissons, 67 % des foies analysés contenaient des rodenticides anticoagulants (DOWDING, SHORE, et al. 2010). En revanche, les autopsies n'ont pas mis en évidence d'éléments suggérant un lien entre la présence de rodenticides et la mort. L'étude montre aussi que le hérisson a le même risque d'exposition à ces substances que d'autres espèces non-cibles, qui sont pourtant des prédateurs (oiseaux et mammifères) spécialistes des petits rongeurs. Cette importante prévalence de rodenticides chez les hérissons peut s'expliquer par l'ingestion carcasses de rongeurs mais surtout de limaces contaminées. En effet, le chlorophacinone, la bromadiolone et le brodifacoum, qui sont des rodenticides anticoagulants, s'accumulent dans les limaces sans provoquer leur mort. Par conséquent, les limaces sont une source d'intoxication secondaire aux anticoagulants pour leurs prédateurs comme le hérisson (ALOMAR 2017).

Une des principales molécules molluscicides utilisée est le métaldéhyde. Sa vente aux particuliers est interdite en France depuis 2019, mais il reste utilisé en agriculture. Au Royaume-Uni, l'interdiction concerne tous les usagers depuis 2022. Bien que cette molécule

soit neurotoxique pour les carnivores domestiques, sa toxicité aigüe ou chronique chez le hérisson n'est pas avérée. Dans une étude expérimentale consistant à distribuer des limaces ayant ingéré des granulés de métaldéhyde à six hérissons, aucun signe clinique ou effet sur le comportement n'a été détecté chez ces hérissons par rapport aux témoins, ce qui suggère qu'un hérisson adulte en bonne santé pourrait consommer au moins 200 limaces contaminées sans présenter de signes d'intoxication (GEMMEKE 1996 cité par BIERI 2003). Cependant, trois cas d'intoxications au métaldéhyde ont été rapportés dans une étude au Royaume-Uni (KEYMER et al. 1991).

Par ailleurs, le hérisson est particulièrement exposé aux éléments-traces métalliques (ETM) car en recherchant sa nourriture dans le sol, il est susceptible d'ingérer de la terre. Les ETM sont des minéraux naturellement présents dans l'environnement (air, eau, sol, organismes) à de très faibles concentrations et rejetés en grandes quantités par diverses industries. Ce sont des métaux (chrome, fer, cobalt, nickel, cuivre, zinc), des métaux lourds (plomb, mercure, cadmium), des métalloïdes (arsenic), mais aussi le sélénium. Certains sont essentiels (cuivre, sélénium) tandis que d'autres n'ont aucun rôle biologique (métaux lourds, arsenic). Les ETM peuvent s'accumuler dans l'organisme et entraîner des effets délétères sur la santé : ils sont par exemple cancérigènes (arsenic), néphrotoxiques (cadmium), neurotoxiques (plomb), ou encore hépatotoxiques (cuivre, cobalt) (JOTA BAPTISTA et al. 2023). En particulier, deux études ont montré une forte corrélation entre l'âge et la concentration de cadmium dans les reins des hérissons (GARCÍA-MUÑOZ et al. 2023 ; RAUTIO et al. 2010). Les résultats de ces deux études, menées en Finlande et en Espagne, suggèrent que l'accumulation de métaux lourds est un facteur important à considérer dans l'étude des causes de mortalité des hérissons. Les quantités retrouvées dans les hérissons étaient inférieures dans les milieux peu pollués de Finlande, ce facteur doit donc être d'autant plus pris en considération dans les zones très polluées. Cependant, les effets spécifiques des ETM sur la santé des hérissons ne sont pas connus. Il est donc difficile de quantifier la part de mortalité due à l'accumulation d'éléments-traces. Des études sont encore nécessaires pour évaluer dans quelle mesure les ETM peuvent affecter la survie des hérissons directement ou indirectement (effets sur la fécondité, le système immunitaire, la cognition...).

v. Changement climatique

Le changement climatique, résultant des activités anthropiques depuis plus d'un siècle, représente une menace pour la pérennité de l'espèce et la biodiversité en général. En effet, il est à l'origine de la multiplication et l'intensification des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes comme les vagues de chaleurs, les sécheresses ou encore les pluies torrentielles (IPCC 2023). Ces événements peuvent provoquer de la mortalité directement (incendies, inondations) et indirectement, en compromettant la disponibilité en eau (assèchement des mares temporaires) et en nourriture. Le changement climatique pourrait aussi perturber l'hibernation, dont les mécanismes reposent sur plusieurs facteurs exogènes

(TAUCHER et al. 2020). Par exemple, des températures douces en hiver pourraient provoquer des réveils d'hibernation à des périodes où les ressources alimentaires sont rares et affecter la survie des individus (WILLIAMS 2018).

Néanmoins, de telles températures pourraient aussi influencer favorablement la survie des hérissons. Dans une étude sur cinq ans, des conditions plus chaudes étaient associées à une densité plus forte de hérissons l'année suivante sur l'île de South Uist en Ecosse (JACKSON 2007). Après l'automne et l'hiver exceptionnellement doux et humides de 2014 au Danemark, de nombreux juvéniles sont entrés en hibernation jusqu'à un mois plus tard que les dates précédemment rapportées dans le pays, et leur probabilité de survie a été plus élevée par rapport aux précédentes études (RASMUSSEN, BERG, et al. 2019). La disponibilité en nourriture (gastéropodes surtout) jusqu'à début décembre a pu favoriser la prise de poids et donc la survie des jeunes. De plus, ces températures clémentes pourraient influencer la reproduction puisque dans l'étude, deux femelles ont donné naissance à une seconde portée alors que cela n'avait jamais été rapporté au Danemark.

Des études approfondies sur le sujet sont nécessaires, en particulier pour évaluer l'effet des événements météorologiques sur l'accumulation de réserves lipidiques en période de pré-hibernation et déterminer si la survie hivernale des hérissons est en cours d'évolution (WILSON 2018).

F. Statut de l'espèce

1. Statut de conservation

A l'échelle internationale, la base de données de référence pour connaître le statut de conservation d'une espèce est la Liste rouge de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). Elle classe les espèces en fonction de leur risque d'extinction, parmi neuf catégories (Figure 12). Cette classification repose sur cinq critères : « taille de population, taux de déclin, aire de répartition géographique, degré de peuplement et de fragmentation de la répartition » (IUCN France 2022).

Le hérisson d'Europe est inscrit sur la liste dans la catégorie « préoccupation mineure » depuis 1996, et la dernière réévaluation date de 2016. Il s'agit de la catégorie avec le plus faible risque d'extinction, pour les espèces sur lesquelles les données disponibles sont jugées suffisantes. L'espèce est donc considérée comme largement répandue et abondante, avec des populations stables.

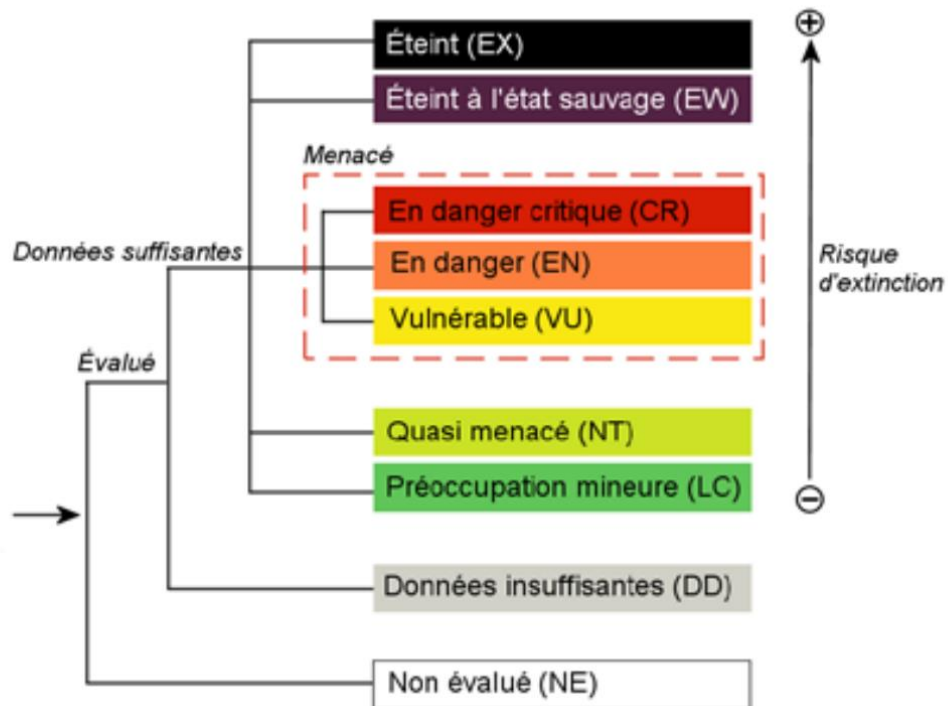


Figure 12 : Catégories de la Liste rouge de l'UICN (Source : UICN 2012)

A l'échelle de la France, le hérisson d'Europe est classé dans la même catégorie sur la Liste rouge nationale des espèces menacées (UICN France et al. 2017). En revanche au Royaume-Uni, l'espèce a été classée comme « vulnérable » en 2020 par The Mammal Society, association de conservation des mammifères britanniques, dont le classement national des espèces est approuvé par l'UICN (MATHEWS et al. 2018 ; WEMBRIDGE et al. 2022).

2. Statut juridique

A l'échelle mondiale, l'espèce n'est inscrite dans aucune des trois annexes de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore menacées d'extinction (CITES), aussi appelée Convention de Washington (Convention sur le Commerce International des Espèces de Faune et de Flore Sauvages Menacées D'Extinction 1978).

Cependant au niveau européen, le hérisson d'Europe est protégé par la Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe ou Convention de Berne. L'espèce figure dans l'annexe III qui correspond aux espèces animales protégées. Les états signataires sont dans l'obligation de protéger les populations de ces espèces par une réglementation nationale.

En France, le hérisson d'Europe est considéré comme une espèce non domestique protégée depuis 1981, d'après l'arrêté du 17 avril 1981 fixant la liste des mammifères protégés sur l'ensemble du territoire, abrogé par l'arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection. Ainsi en vertu de l'article L411-1 du code de l'environnement : « *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 » sont interdits. L'article L415-3 stipule que la violation ces interdictions est punie de trois ans d'emprisonnement et de 150 000 € d'amende.

Une dérogation s'applique aux centres de soins de la faune sauvage qui doivent remplir plusieurs conditions, notamment obtenir une autorisation d'ouverture de la préfecture et être représentés par une personne titulaire d'un certificat de capacité pour l'espèce, d'après l'arrêté du 8 octobre 2018 fixant les règles générales de détention d'animaux d'espèces non domestiques. Les centres de soins ont ainsi le droit de transporter et détenir provisoirement des animaux sauvages. Leur fonctionnement est réglementé par l'arrêté du 11 septembre 1992 relatif aux règles générales de fonctionnement et aux caractéristiques des installations des établissements qui pratiquent des soins sur les animaux de la faune sauvage. Ces directives sont clarifiées dans la circulaire du 12 juillet 2004 relative au suivi des activités des centres.

III. Le hérisson d'Europe dans les centres de soins

A. Place de l'espèce dans les centres de soins

Le hérisson d'Europe figure parmi les espèces les plus admises dans les centres de soins de la faune sauvage en Europe. Chaque année en France, il est le premier mammifère accueilli dans les sept centres LPO et fait partie des trois premières espèces, avec le martinet noir (*Apus apus*) et le moineau domestique (*Passer domesticus*) (LPO France 2023). Au Royaume-Uni, il s'agit aussi du mammifère le plus admis dans les centres de soins (DOWLER BURROUGHES et al. 2021).

De plus, le nombre de hérissons admis semble augmenter au fil des ans. En effet, les admissions de hérissons ont plus que doublé sur la période 2005-2017 au Royaume-Uni (DOWLER BURROUGHES et al. 2021) et une tendance croissante a également été observée sur la période 2010-2019 en République Tchèque (LUKEŠOVÁ et al. 2021).

Une étude réalisée au Royaume-Uni à l'échelle nationale estime à plus de 40 000 le nombre de hérissons admis en centres de soins en 2016 (BEARMAN-BROWN, BAKER 2022). Les auteurs ont identifié 304 centres de soins prenant en charge des hérissons, dont 63 % accueillant moins de 50 individus par an. En supposant que ces hérissons provenaient de zones urbaines et se basant sur les estimations de la taille de la population de hérissons urbains du pays, ils ont estimé que plus de 3 % de cette population avaient été admis en centres de soins cette année. Environ la moitié de ces hérissons a été relâchée. Le taux de déclin estimé des

hérissons urbains étant de 2 % sur la période 2003-2017, les auteurs suggèrent que la réhabilitation des hérissons a pu influencer significativement la dynamique des populations dans le pays au cours des deux dernières décennies.

En France, il existe une centaine de centres de soins de la faune sauvage, dont 73 accueillant les hérissons et une dizaine spécifiques à l'espèce. Cependant, des disparités régionales sont observées sur la carte de répartition des centres de soins sur le territoire (Figure 13). Certains départements ne possèdent pas de structures d'accueil des hérissons.

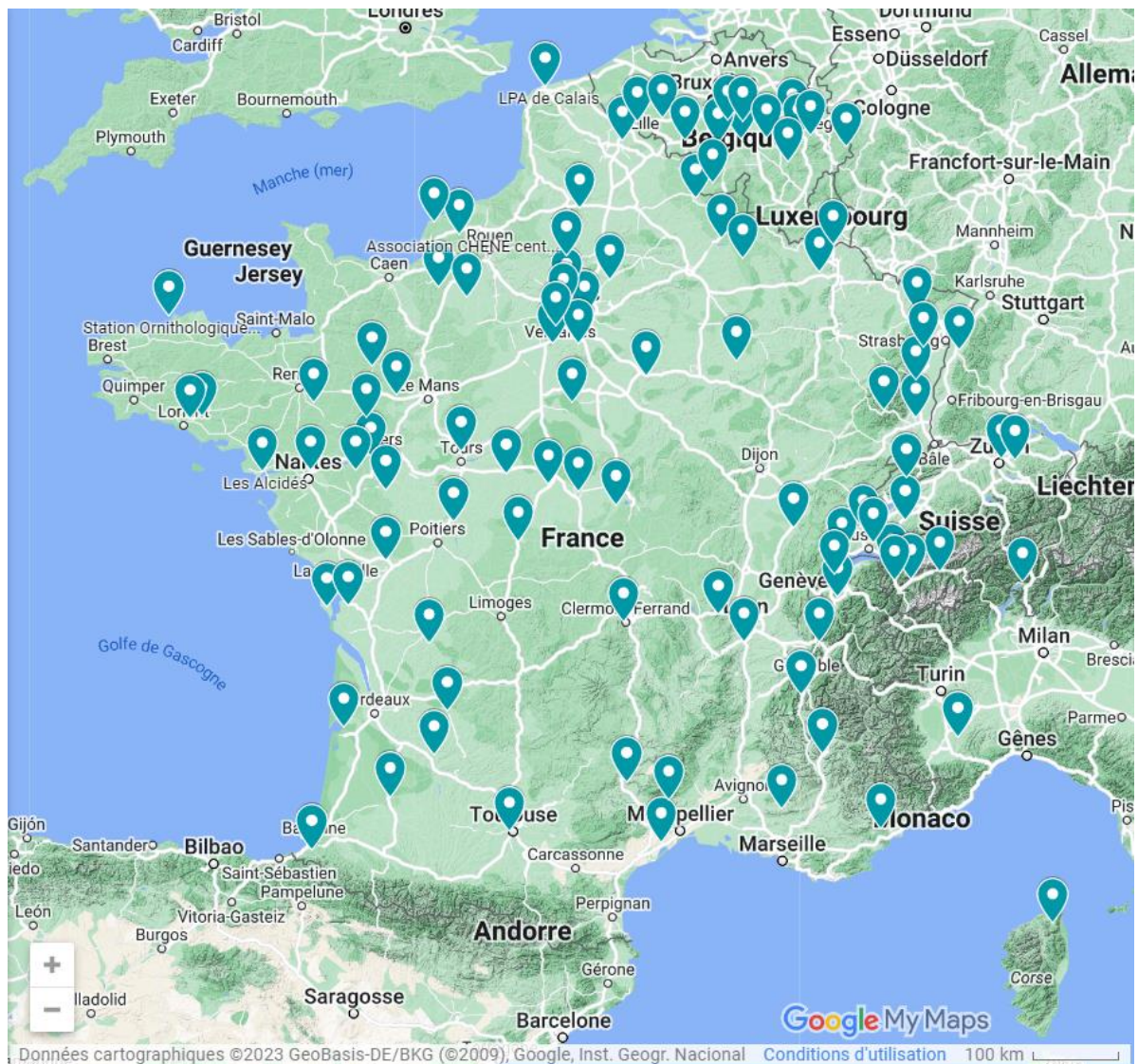


Figure 13 : Carte des centres de soins de la faune sauvage accueillant les hérissons en France, en Belgique et en Suisse, au 4 avril 2023 (Source : Les P'tits Kipik, 2023)

B. Causes d'admission des hérissons en centres de soins

Quatre études ont répertorié les causes d'admission des hérissons dans plusieurs centres de soins en Europe (Tableau III). La classification des causes d'admission variant selon les études, le tableau ci-dessous se veut synthétique.

Dans la plupart des études, les premiers motifs d'entrée sont les causes « Ramassage » et « Orphelin », qui correspondent respectivement à des adultes ou des juvéniles a priori sains, récupérés alors qu'ils n'étaient pas nécessairement en danger. La seconde cause regroupe les animaux malades, c'est-à-dire qui présentent des signes de maladie infectieuse, d'infestation parasitaire sévère, ou plus largement un état de débilité pouvant être associé à de la maigreur ou de l'hypothermie. Ensuite, les traumatismes de diverses natures représentent entre 14 % et 21 % des admissions. Viennent enfin les hérissons accueillis pour raison autre ou inconnue, ceux accueillis à la suite d'un maintien illégal en captivité chez des particuliers, et ceux victimes d'une intoxication, celle-ci étant souvent difficile à prouver.

Tableau III : Répartition des causes d'admission des hérissons en centres de soins décrites dans la littérature (en pourcentages)

		CRESPO MARTINEZ et al. 2014 ⁽¹⁾	GARCÊS et al. 2020 ⁽²⁾	LUKESOVA et al. 2021 ⁽³⁾	HIRSCHINGER et al. 2022 ⁽⁴⁾
Ramassage		41	28	7,6	3,7
Orphelin		19	17	60	9,6
Captivité		8,2	2,2	0,1	-
Maladie ou atteinte générale		7,9	31	11,1	53,4
Traumatisme	Collision routière	5,3	21	3,6	-
	Prédation	5,5		4,2	-
	Piégeage	-		1,9	0,3
	Autre	5,3		4,4	17,5
Intoxication		-	-	0,3	0,7
Cause autre ou indéterminée		7,6	-	6,5	12,3

⁽¹⁾ Etude réalisée sur 490 hérissons (dont 16 % de hérissons d'Algérie) admis dans trois centres de soins de la Communauté valencienne (Espagne) entre 2009 et 2013.

⁽²⁾ Etude réalisée sur 740 hérissons admis dans deux centres de soins au nord du Portugal entre 2002 et 2019.

⁽³⁾ Etude réalisée sur 16 967 hérissons admis dans 34 centres de soins en République Tchèque entre 2010 et 2019.

⁽⁴⁾ Etude réalisée sur 3694 hérissons admis au centre de soins de l'association CHENE en Normandie (France) entre 2006 et 2021.

C. Causes de mortalité des hérissons en centres de soins

Trois études se sont intéressées aux causes primaires de mortalité des hérissons admis dans des centres de soins (Tableau IV). La cause de la mort a été déterminée à partir de données cliniques (ante-mortem) et anatomopathologiques (autopsies), puis selon les études et les cas, d'analyses histopathologiques, bactériologiques, parasitologiques, toxicologiques, hématologiques, biochimiques. La classification des causes de mortalité variant selon les études, le tableau ci-dessous se veut également synthétique.

Les principales causes retrouvées sont les traumatismes, les maladies infectieuses et parasitoses, ainsi qu'un syndrome combinant une baisse de l'état général et de la maigreur sans origine infectieuse détectée. Ces études ne remplacent pas l'étude de la mortalité dans le milieu naturel et ne peuvent pas non plus être extrapolées, mais elles peuvent fournir des informations. Par exemple, les collisions routières et la prédation sont les principales causes de mortalité retrouvées dans le milieu naturel mais pas dans les centres de soins, ce qui peut s'expliquer par le fait que ces hérissons meurent pour ces raisons avant de pouvoir être apportés dans un centre. La troisième étude précise que des affections secondaires favorisent significativement la mort, comme une infestation parasitaire, une contamination par des toxiques, une atteinte générale ou encore une infection bactérienne.

Tableau IV : Répartition des causes de mortalité des hérissons en centres de soins décrites dans la littérature (en pourcentages)

		GARCÊS et al. 2020 ⁽¹⁾		ZACHAROPOULOU et al. 2022 ⁽²⁾		HIRSCHINGER et al. 2022 ⁽³⁾	
Traumatisme	Collision routière	43,1	4,8	41	9	20	
	Prédation		4,8		9		
	Piégeage		0,8		6		
	Origine indéterminée		32,7		17		
Maladie	Infectieuse	8,1	45	34	37	26	
	Parasitaire			11		11	
Atteinte générale, malnutrition		20,2	-	30			
Néoplasie		0,4	3	3			
Intoxication		1,6	-	1			
Origine non traumatique indéterminée		26,6	11	8			

⁽¹⁾ Etude réalisée sur 248 hérissons de tous âges admis dans deux centres de soins au nord du Portugal entre 2002 et 2019.

⁽²⁾ Etude réalisée sur 35 hérissons adultes admis au centre de soins de l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (France) entre 2019 et 2020.

⁽³⁾ Etude réalisée sur 159 hérissons majoritairement adultes admis au centre de soins de l'association CHENE en Normandie (France) entre 2019 et 2021.

Conclusion de la partie bibliographique

Le hérisson d'Europe est un petit mammifère nocturne, insectivore, et hibernant. Son aire de répartition est large et il est assez ubiquiste. En effet, il fréquente les milieux ruraux, péri-urbains et urbains. Cependant, sa densité de population est aujourd'hui plus élevée dans les villes, où les conditions semblent plus favorables pour l'espèce. De par son régime alimentaire et son large domaine vital, le hérisson d'Europe est un bon bioindicateur des conditions environnementales. A ce titre, l'étude et la protection du hérisson sont pertinentes pour préserver la biodiversité.

L'étude de la dynamique des populations de hérissons présente des difficultés, mais demeure essentielle pour évaluer les tendances démographiques, identifier les facteurs de déclin, élaborer des stratégies de conservation et juger leur efficacité. Plusieurs études suggèrent une diminution de l'abondance des populations de hérissons, mais les données disponibles à ce jour sont insuffisantes pour affirmer que cette tendance se manifeste partout en Europe, y compris en France. Toutefois, de nombreuses menaces sont identifiées, particulièrement dans les zones rurales. Certaines sont naturelles comme la prédation par le blaireau ou les parasites, mais beaucoup sont liées aux activités anthropiques, comme la dégradation et la fragmentation de l'habitat, le trafic routier ou encore l'usage de produits biocides et phytosanitaires.

L'espèce est protégée par la législation. En Europe, il s'agit du principal mammifère admis dans les centres de soins de la faune sauvage. Au-delà de participer concrètement à la protection de la faune sauvage par la réhabilitation des animaux en détresse, les centres peuvent contribuer à améliorer les connaissances sur les espèces et leurs causes de mortalité.

PARTIE 2 - ETUDE DE L'ADMISSION ET DE LA MORTALITE DES HERISSONS A L'HIRONDELLE

I. Cadre de l'étude

Cette étude rétrospective s'intéresse à l'admission et à la mortalité des hérissons d'Europe au centre de soins de la faune sauvage l'Hirondelle de 2018 à 2022.

L'Hirondelle, Centre de Soins pour Animaux Sauvages, est une association loi de 1901, domiciliée à Saint-Forgeux dans le département du Rhône. Elle naît en 2018 de la fusion de deux associations, le Centre de Soins pour Oiseaux Sauvages du Lyonnais (fondé en 1998) et le Centre de Soins Drôme Ardèche. Les objectifs de l'association englobent : le secours et la réhabilitation de la faune sauvage en détresse, l'information et la sensibilisation du public aux enjeux de préservation de la biodiversité, et la participation à la surveillance sanitaire de la faune sauvage. Le centre prend en charge les oiseaux et mammifères sauvages trouvés dans les départements du Rhône, de la Loire, de la Drôme et de l'Ardèche. Les activités de l'Hirondelle se déroulent sur plusieurs sites, qui ont évolué :

- le site principal est situé à Saint-Forgeux (69), où se trouvent le pôle administratif et le centre de soins où la plupart des animaux sont pris en charge ;
- le site de Dardilly (69), qui est surtout utilisé en tant que « point relais » en attendant que les animaux puissent être acheminés à Saint-Forgeux ;
- le site de Crest (26), où se trouvait un centre de soins fonctionnant comme celui de Saint-Forgeux sans les volières, qui a fermé en mars 2020 ;
- enfin le site de Chalancon (26), acheté et ouvert en 2023, qui se compose d'un centre de soins entouré de 140 ha de terrains utilisés pour relâcher les animaux.

Le pôle Mammifères du centre a ouvert ses portes en février 2018. Il s'agit d'un bâtiment sur le site de Saint-Forgeux, rénové et spécifiquement aménagé pour prendre en charge les mammifères en détresse. Une équipe est désormais dédiée à ce pôle. Auparavant, oiseaux et mammifères étaient tous pris en charge dans le bâtiment principal, par une équipe commune de soigneurs. Les travaux du bâtiment se sont achevés en juin 2020. Il dispose maintenant d'animaleries pouvant être chauffées en hiver et climatisées en été, avec des box de différentes tailles et adaptés à différentes espèces (hérissons, chevreuils, marcassins...). Par exemple, certains box sont équipés de trappes de nourrissage permettant de limiter l'imprégnation des jeunes mammifères. De plus, la création de ce pôle s'est accompagnée de

la construction de grands enclos extérieurs (dont certains pouvant accueillir des hérissons) qui a abouti durant l'été 2021.



Figure 14 : Photographie du site de Saint Forgeux (69) en 2020 (Source : L'Hirondelle, 2020)

Le hérisson d'Europe est dès la première année devenu la principale espèce de mammifère accueillie, avec 271 individus en 2018, soit largement devant les 63 écureuils roux (*Sciurus vulgaris*) et 55 pipistrelles communes (*Pipistrellus pipistellus*). Cependant, l'équipe déplore une mortalité importante et généralement inexpliquée des hérissons accueillis. Les soigneurs rapportent plusieurs cas où des adultes, d'apparence en bonne santé et prenant du poids, ont vu soudainement leur poids stagner et sont morts quelques jours plus tard sans raison apparente. Au vu des effectifs de hérissons reçus par le centre, l'absence d'éléments explicatifs concernant leur mort engendre de la frustration au sein de l'équipe et rend difficile leur quête de constante amélioration.

II. Objectifs de l'étude

L'objectif de cette étude est de comprendre comment s'est déroulé et a évolué l'accueil de hérissons durant les cinq premières années de fonctionnement du pôle Mammifères, ainsi que de mettre en évidence ses particularités. Deux grands aspects sont abordés. D'une part, l'admission des animaux est étudiée pour savoir quels types de hérissons sont admis et comment ces admissions ont varié au fil du temps entre 2018 et 2022. D'autre

part, le devenir des animaux est étudié afin d'apprécier leur prise en charge, d'établir des liens entre des catégories d'animaux et la mortalité. Cette seconde analyse peut permettre d'identifier les situations où le devenir est particulièrement bon (relâché) ou mauvais (mort), et de proposer des pistes d'améliorations (modifications de la prise en charge), ou de futures études et recueils d'informations pour explorer des hypothèses. De façon plus détaillée, les objectifs de l'étude sont présentés ci-après (Tableau V et Tableau VI). Ils régissent la présentation des résultats.

Tableau V : Objectifs de l'étude sur l'admission des hérissons à l'Hirondelle

OBJECTIF A : décrire et caractériser les admissions de hérissons à l'Hirondelle et leur évolution temporelle de 2018 à 2022	
Objectif A1 : décrire la population de hérissons admis sur l'ensemble de la période	Combien de hérissons ont été admis ?
	Quel est le sex-ratio ?
	Quelle est la distribution des classes d'âge ?
Objectif A2 : décrire les variations temporelles des admissions de hérissons	Comment a évolué le nombre de hérissons admis par an ?
	Cette évolution est-elle comparable à celle de l'ensemble des animaux admis ou bien spécifique au hérisson ?
	Comment sont réparties les admissions de hérissons en fonction des mois et des saisons ?
	Comment a évolué la proportion de hérissons admis par saison au fil des ans ?
Objectif A3 : décrire l'évolution des admissions en fonction de la classe d'âge	Quelle est la distribution des classes d'âge chaque année ?
	Comment a-t-elle évolué ?
	Quelle est la proportion de juvéniles admis par mois ?
Objectif A4 : décrire les causes d'admission	Quelle est la distribution des causes d'admission ?
	Quel âge ont les individus admis pour cause indéterminée ?
Objectif A5 : décrire l'état clinique des hérissons à leur admission et son évolution	Quelle est la distribution des variables concernant l'état clinique à d'admission ?
	Pour chaque état clinique considéré, quelle est la distribution des classes d'âge ?
	Comment ont évolué la proportion d'individus présentant chaque état clinique au fil des ans et des saisons ?

Tableau VI : Objectifs de l'étude sur le devenir des hérissons à l'Hirondelle

OBJECTIF B :	
décrire le devenir des hérissons sortant de l'Hirondelle et son évolution de 2018 à 2022 puis identifier des facteurs influant sur les chances de relâcher un hérisson	
Objectif B1 : décrire le devenir des hérissons	Quelle est la distribution du devenir ?
	Comment a évolué la distribution du devenir au fil des ans ?
	Comment ont évolué les proportions d'individus arrivés morts, euthanasiés, morts au centre et relâchés au fil de ans ?
Objectif B2 : étudier la durée de séjour au centre	Combien de temps les hérissons sont-ils gardés au centre ?
	Comment a évolué la durée de séjour au fil des ans ?
	Quelle est la distribution du devenir en fonction de la durée de séjour et de l'âge ?
	Comment la durée de séjour influence-t-elle individuellement la probabilité d'être relâché ?
	Comment la combinaison de l'âge, de l'année d'admission, de la saison d'admission, et de l'état clinique à l'admission permet-elle de prédire la durée d'hospitalisation ?
Objectif B3 : étudier le pronostic des hérissons	Quelles sont les proportions de hérissons relâchés et morts en fonction de l'âge, de l'année d'admission, de la saison d'admission, et de l'état clinique à l'admission ?
	Comment ces paramètres influencent-ils individuellement la probabilité d'être relâché ?
	Comment la combinaison de ces paramètres influence-elle la probabilité d'être relâché ?

III. Matériels et méthodes

A. Prise en charge des hérissons par l'Hirondelle et collecte des données

1. De la découverte du hérisson à son arrivée au centre

Le cheminement d'un hérisson au centre commence par son signalement au téléphone par le découvreur. Le médiateur qui répond à l'appel questionne le découvreur sur la date, le lieu, les conditions de la découverte, et l'état de l'animal. La diagnose d'espèce ne soulève aucun doute dans le cas du hérisson mais des photographies sont parfois demandées pour mieux comprendre la situation.

Il arrive que l'animal ne nécessite pas d'être pris en charge par un centre de soins, auquel cas le découvreur reçoit des conseils. Cela peut par exemple lui permettre de savoir si l'animal doit être laissé sur lieu de la découverte ou éloigné d'une source de danger

immédiate. En revanche, si son état nécessite une prise en charge, il doit être placé dans un carton perforé et acheminé au centre. Le transport est effectué soit par le découvreur directement s'il en a la possibilité, soit par le biais d'un bénévole de l'association dit « récupérateur ». Le trajet peut se faire en plusieurs étapes selon la distance, avec un passage par le point relais de Dardilly avant d'arriver au site de Saint Forgeux.

Certaines cliniques vétérinaires font également office de points relais. En effet, les vétérinaires ont l'obligation d'atténuer la souffrance des animaux qu'ils reçoivent et dans les cas d'urgence de leur prodiguer les premiers soins, dans la limite de leurs compétences et équipements (*Article R242-48 - Code rural et de la pêche maritime 2015*). En cas d'impossibilité, ils doivent référer l'animal à un confrère ou un centre de soins. En revanche, ils ont l'interdiction d'héberger cet animal et doivent contacter un centre de soins immédiatement après les premiers soins (Ministère de l'Écologie et du Développement Durable 2004a).

Le centre dispose d'une base de données en ligne accessible grâce à des codes d'accès. A l'arrivée de l'animal au centre, une nouvelle fiche est créée sur cette base (Figure 15). L'animal se voit attribuer un numéro d'identification, pour répondre à l'obligation des centres de soins de tenir à jour un registre d'entrée et de sortie des animaux. Ensuite, les commémoratifs sont rentrés : espèce, date et lieu de découverte, cause d'arrivée, coordonnées du découvreur, et éventuelles remarques dans le champ de texte appelé « Notes ».

Figure 15 : Page d'ajout d'un animal sur la base informatique de l'Hirondelle

2. Admission

A son arrivée au centre, le hérisson est examiné par un soigneur dans la salle de soins. Ce dernier pèse l'animal, réalise son sexage et détermine sa classe d'âge. L'objectif est ensuite d'estimer si l'animal sera apte à être relâché, moyennant des soins réalisables par l'équipe du centre sur le plan technique et financier. Le soigneur réalise donc un examen clinique général. Il évalue notamment l'état d'embonpoint, l'état de vigilance (si l'état de vigilance est normal, l'animal réagit aux stimuli et se met en boule) et la démarche, l'état d'hydratation (par la réalisation d'un pli de peau), et si l'animal semble en hypothermie (animal peu réactif et froid au toucher). Il observe la peau, les yeux, les oreilles, la bouche, l'anus, la couleur et la consistance des selles. Il recherche la présence d'ectoparasites macroscopiques et de lésions traumatiques (plaies, fractures...). Si le soigneur estime que l'animal nécessite un examen radiographique ou une prise en charge chirurgicale, il fait appel à un vétérinaire et l'animal est apporté dans sa clinique pour être examiné.

Si l'animal est gardé en soins, le soigneur lui prodigue les premiers soins (soins de plaie, mesures de réchauffement...) et met en place le protocole d'alimentation et de soins. L'animal est ensuite installé dans une animalerie (Figure 16). Il est placé en éleveuse s'il est très jeune ou en hypothermie, éventuellement en box avec des congénères dans les cas des jeunes ou en box individuel dans la plupart des cas. Sinon, une euthanasie est envisagée et la décision est prise en concertation avec l'équipe, voire le directeur en cas de désaccord.



Figure 16 : Photographie d'une animalerie du pôle Mammifères de l'Hirondelle (Source : L'Hirondelle, 2021)

Au sol, une cage pouvant héberger plusieurs juvéniles ; sur la première étagère, des éleveuses ; sur la seconde étagère, bacs en plastique surmontés d'une grille pouvant héberger un hérisson adulte.

Sur la base informatique, le soigneur complète les commémoratifs de l'animal (sexe, âge), rentre le poids d'arrivée, et note les anomalies qu'il a relevées lors de son examen clinique dans le champ de texte appelé « Diagnostic » (Figure 15). Il peut aussi modifier la cause d'arrivée. Ensuite, il commence à remplir la fiche de soins numérique en notant les soins réalisés et la nourriture distribuée.

3. Soins

Chaque jour, les animaux sont examinés visuellement dans leur cage puis sortis de celle-ci pour permettre son nettoyage. Ils sont pesés, puis les éventuels traitements sont administrés et soins réalisés. Les protocoles de soins et d'alimentation sont adaptés en fonction de l'état de l'animal. Ces opérations sont réalisées en minimisant le stress des animaux, c'est-à-dire en limitant les manipulations et le bruit au strict nécessaire.

La fiche de soins informatique est remplie quotidiennement, et peut être complétée plusieurs fois par jour en fonction des cas (Figure 17). Ainsi, la date, le nom de la personne ayant réalisé les soins, et le poids sont renseignés, puis trois champs de texte sont présents pour noter l'alimentation restante de la veille et distribuée dans la journée, les soins réalisés, et des observations diverses.

Date	Bénévole	Poids	Soins	Nourriture	Observations
2021-12-07	GONZALEZ Clara	444	T + UB + Peser 1j/2	100g PH + 1 poussin/souris + Croquettes + Eau à dispo	Restes : quelques croquettes, souris, 3/4 PH

Figure 17 : Aperçu d'une fiche de soins d'un hérisson sur la base informatique de l'Hirondelle

Les soins peuvent être réalisés par les soigneurs, les personnes en services civiques, les stagiaires ou les bénévoles. Le roulement est très variable, et l'ensemble de l'équipe est formée par le soigneur responsable du pôle Mammifères. Cette formation se fait « sur le terrain » : à son arrivée, l'apprenant réalise l'ensemble des tâches avec et sous la supervision du responsable, puis il gagne en autonomie progressivement, selon ses compétences et l'appréciation du responsable.

4. Sortie

L'issue d'un animal est généralement la mort (naturelle ou par euthanasie) ou le relâché. Quand le centre est surchargé et qu'un autre centre de soins accepte de prendre en charge les hérissons de l'Hirondelle, les animaux peuvent être transférés. Le devenir, la date de sortie, et le cas échéant le lieu de relâché sont enregistrés sur la base informatique.

La décision de relâcher un animal est multifactorielle. Dans la plupart des cas, l'animal est placé dans un enclos extérieur pendant quelques jours avant d'être relâché. Lorsqu'un adulte est amené au centre pour un problème mineur et qu'il peut rapidement être relâché, l'équipe le relâche au plus proche du lieu de découverte, dans la mesure du possible. Le « soft release » est pratiqué notamment pour les juvéniles. Il s'agit d'une méthode de libération progressive : les animaux sont placés dans des « taquets » (de petits enclos) pendant plusieurs jours, puis la porte est laissée ouverte ce qui permet aux animaux de revenir pour s'alimenter. Des taquets sont construits sur les différents sites, dans ce cas les animaux sont relâchés autour du centre. Dans l'ensemble, beaucoup d'animaux sont relâchés autour du centre de Saint-Forgeux.

B. Jeu de données

1. Acquisition et traitement des données

Les données analysées concernaient l'ensemble des hérissons admis au centre depuis l'ouverture du pôle Mammifères en 2018 jusqu'à fin 2022. Elles ont été exportées depuis la base informatique du centre dans un tableur Excel®. Les données brutes étaient issues des fiches individuelles (Figure 15). Elles contenaient pour chaque hérisson, les informations suivantes : date d'admission, numéro d'identification, sexe, âge, diagnostic, date de sortie, devenir, poids d'arrivée et de relâché, et cause d'arrivée.

Ces données ont ensuite été triées, complétées et mises en forme pour pouvoir être exploitées en langage informatique R. Toutes les informations n'ont pas été conservées : les poids d'arrivée et de relâché ont été retirés de l'étude en raison d'un manque trop important de données. Plusieurs variables ont été créées à partir des données existantes grâce aux diverses fonctionnalités du logiciel Excel®. Les données manquantes ou aberrantes ont été ajoutées ou corrigées manuellement grâce aux informations complémentaires disponibles sur les fiches individuelles des animaux, accessibles sur la base informatique en ligne. Pour les informations demeurant absentes, les cellules ont été remplies par la mention « NA ». Ainsi, le fichier final était un tableur constitué d'une ligne par hérisson et d'une colonne par variable (Figure 18). Les variables étudiées sont présentées dans les paragraphes suivants.

annee	mois	saison	sexe	age	cause	sain	trauma	malade	diarree	respi	myiases	duree	devenir	relache
2018	2	Hiver	Indetermine	Adulte	Indetermine	1	0	0	0	0	0	16	Relache	1
2018	3	Printemps	Indetermine	Adulte	Autres	1	0	0	0	0	0	11	Relache	1
2018	3	Printemps	Indetermine	Adulte	Indetermine	0	0	0	0	0	0	26	Relache	1
2018	3	Printemps	Indetermine	Adulte	Indetermine	0	0	0	0	0	0	22	Euthanasie	0
2018	3	Printemps	Indetermine	Adulte	Captivite	0	0	1	1	0	0	7	Relache	1
2018	3	Printemps	Indetermine	Adulte	Indetermine	0	1	0	0	0	0	70	Relache	1
2018	3	Printemps	Indetermine	Adulte	Indetermine	0	1	0	0	0	0	71	Relache	1
2018	3	Printemps	Indetermine	Adulte	Pieges	0	0	0	0	0	0	13	Relache	1
2018	4	Printemps	Indetermine	Adulte	Choc_divers	0	1	0	0	0	0	1	Mort	0
2018	4	Printemps	Indetermine	Adulte	Indetermine	0	0	1	1	1	0	0	Mort	0

Figure 18 : Aperçu des premières lignes du jeu de données sur Excel®

2. Variables étudiées

a. Année, mois et saison d'admission

Les variables « **année** » et « **mois** » correspondaient respectivement à l'année et au mois d'admission, leurs données ont été extraites de la date d'admission des animaux au centre. La variable « **saison** » correspondait à la saison météorologique. Elle a été créée en regroupant les mois par trois, dans le but de faire des tests plus puissants (Tableau VII). L'hiver n correspondait à l'hiver à cheval sur la fin d'année n et le début d'année n+1

Tableau VII : Définition des classes de la variable "saison"

Saison	Mois correspondants
Printemps	Mars, avril, mai
Eté	Juin, juillet, août
Automne	Septembre, octobre, novembre
Hiver	Décembre, janvier, février

b. Sexe

La variable « **sexe** » correspondait au sexe de l'individu. Il était déterminé par un soigneur en observant la face ventrale de l'animal (cf. partie bibliographique). Il est arrivé que le sexage ne soit pas réalisé si l'animal était arrivé mort, mort avant d'avoir pu être vu par une personne formée, ou difficile à dérouler. Les trois modalités étaient : mâle, femelle et indéterminé.

c. Age

La variable « **age** » correspondait à la classe d'âge de l'individu. Elle était déterminée par un soigneur en se basant sur des critères morphologiques et sur le poids. Les juvéniles étaient définis comme des jeunes de moins d'un an, leur poids était inférieur à 400 grammes. La classe d'âge « Immature » a été ajoutée à la base informatique en 2021 puis abandonnée en 2023. Elle correspondait aux jeunes sevrés de moins d'un an, ces animaux ont donc été reclassés en juvéniles (cela concernait 26 individus en 2021 et 76 en 2022). Les adultes étaient les hérissons de plus d'un an. Les trois modalités étaient donc : juvénile, adulte et indéterminé.

d. Cause d'admission

Sur la base informatique du centre, la cause d'admission était renseignée par la personne créant le dossier de l'animal à partir d'un menu déroulant commun à toutes les espèces d'oiseaux et de mammifères, d'où la présence d'items ne concernant pas les hérissons. Ce choix pouvait être modifié par le soigneur au moment de l'examen clinique de l'animal. La cause d'admission attribuée résultait donc à la fois des commémoratifs de l'animal rapportés par le découvreur, et des observations cliniques du soigneur. Les hérissons pour lesquels cette donnée était manquante ou incohérente (probablement à cause d'une erreur

de saisie : individu admis pour la cause « au sol » alors qu'elle ne concernait pas les hérissons, adulte admis pour la cause « dénichage actif » alors qu'elle ne concernait que les juvéniles) ont été reclassés dans la cause « indéterminé ». La variable « **cause** » correspondait donc à la cause d'admission de l'individu, d'après la classification du centre (Tableau VIII).

Tableau VIII : Définition des causes d'admission des animaux à l'Hirondelle

Cause d'admission	Définition et critères d'inclusion
Au sol	Martinet noir (<i>Apus apus</i>) trouvé au sol (il s'agit d'un oiseau qui peut difficilement s'envoler depuis le sol notamment s'il est juvénile, or les chutes d'oisillons de leur nid sont fréquentes et mettent en péril leur survie)
Autres	Cause d'admission connue mais non incluse dans la présente liste (exemples : naissance au centre, jeune non sevré dont la mère est morte...)
Barbelés	Animal pris au piège dans du fil de fer barbelé
Captivité	Animal maintenu en captivité chez des particuliers pendant au moins 48 heures, que cette détention soit à l'origine ou non d'un autre trouble
Choc divers	Choc physique autre qu'une collision avec un véhicule ou une vitre (exemple : ballon)
Choc véhicule	Collision avec un véhicule, vue par un témoin
Choc vitres	Collision avec une vitre
Dénichage actif	Jeune <i>a priori</i> sain ramassé volontairement par des particuliers
Electrocution	Animal électrocuté
Indéterminé	Cause d'admission inconnue
Maladie	Animal malade
Mazoutage	Oiseau mazouté
Météo	Animal pris en charge en raison d'un évènement météorologique (exemple : inondation sur un lieu où un nid est présent)
Pièges	Animal pris dans un piège autre que des barbelés (exemples : grillage, caniveau, piscine, colle...)
Poison	Animal empoisonné
Prédateurs	Animal attaqué par un autre animal sauvage ou domestique
Ramassage jeunes	Jeune <i>a priori</i> sain ramassé par le découvreur malgré les consignes du centre de ne pas le prendre en charge
Tir	Animal victime d'un tir
Transfert	Animal transféré depuis un autre centre de soins

e. Etat clinique à l'admission

Six variables ont été créées pour préciser l'état clinique des individus à leur admission. L'objectif de ces variables était d'exploiter les informations présentes le champ de texte « Diagnostic », qui contenait donc un texte non standardisé, sous forme de prise de notes (Figure 15). Ces variables se basaient sur la présence de certains signes à l'examen clinique d'admission. Leur choix a été fait en parcourant les données et en relevant les signes cliniques et les termes les plus redondants. Ces six variables étaient binaires, et les deux modalités étaient « 0 » et « 1 » selon si la définition qui leur a été donnée était respectée ou non (Tableau IX). Ainsi, la modalité « 0 » était difficilement interprétable : elle signifiait qu'il n'y avait pas l'information dans le texte, mais ne permettait pas d'affirmer qu'un signe clinique était absent. Ces variables permettaient plutôt de créer des groupes d'individus, grâce à la modalité « 1 ». Enfin, les catégories n'étaient pas mutuellement exclusives : un hérisson pouvait être à la fois traumatisé et malade. De plus, un hérisson qui présentait un signe de diarrhée ou de maladie respiratoire était forcément malade. Concernant la présence de myiases, un hérisson a aussi été catégorisé comme traumatisé si elles se trouvaient au niveau d'une plaie, et comme malade sinon. En revanche, un hérisson catégorisé comme sain ne pouvait pas être dans une autre catégorie.

Tableau IX : Définition des variables concernant l'état clinique à l'admission

Variable	Critères pour attribuer la valeur 1
sain	Mention « RAS » (pour « rien à signaler ») ou « en forme » SANS mention supplémentaire autre que le sexe, l'âge, et la présence de tiques ou de puces qui ne sont considérées comme pathologiques
trauma	Présence d'une plaie, fracture, perte de substance, hématome, ou autre résultat d'une agression physique (brûlure, colle...)
malade	Toute anomalie à l'examen clinique (atteinte générale ou locale) SAUF une plaie seule ou un surpoids seul
diarrhee	Selles diarrhéiques, de couleur anormale ou de consistance diminuée
respi	Au moins une anomalie dans l'examen clinique de l'appareil respiratoire (exemples : jetage, éternuement, tachypnée, détresse respiratoire...) SAUF une bradypnée sans autre signe respiratoire, qui peut signifier que le hérisson se repose
myiases	Présence de myiases au niveau d'une plaie ou d'une muqueuse

f. Devenir

Sur la base informatique, le devenir était sélectionné parmi un menu déroulant à six choix possibles (Tableau X). En raison de leur faible effectif, les 18 hérissons transférés et les trois hérissons encore en soins au moment de l'étude ont été exclus de l'analyse du devenir (mention « NA »). La variable « **devenir** » possédait finalement quatre modalités : arrivé mort, mort, euthanasié et relâché.

Tableau X : Définitions des causes de sortie ou « devenir » des animaux à l'Hirondelle

Devenir	Définition et critères d'inclusion
Arrivé mort	Animal mort pendant le trajet l'amenant au centre
Mort	Animal retrouvé mort au centre
Euthanasie	Animal euthanasié
Relâché	Animal relâché
Transfert	Animal transféré dans un autre centre de soins
En soins	Animal actuellement en soins

La variable « **relache** » a été construite à partir de la variable « **devenir** ». Elle était binaire. La modalité « 0 » signifiait que l'individu était mort au centre ou avait été euthanasié, et la modalité « 1 » signifiait qu'il avait été relâché. La variable « **relache** » ne prenait donc pas de valeur pour les individus arrivés morts au centre, transférés dans un autre centre ou toujours en soins.

g. Durée d'hospitalisation

La variable « **duree** » correspondait à la durée de séjour des animaux au centre, pour les individus morts au centre, euthanasiés ou relâchés. Elle a été calculée à partir de la date d'arrivée et de la date de sortie et s'exprimait en nombre de jours. Il s'agissait de la seule variable quantitative, en l'occurrence continue.

C. Analyse des données

1. Logiciels utilisés

Les données ont été préparées sur Excel®. Le traitement statistique des données ainsi que les graphiques ont été effectués en langage R version 4.3.1 (R Core Team 2023) sur l'environnement de développement RStudio version 2023.06.0+421 (Posit Team 2023). Les bibliothèques data.table, MuMIn, DescTools et sjPlot ont été installées et utilisées.

2. Tests statistiques de comparaisons de fréquences, de distributions, de moyennes

Une analyse descriptive des données a d'abord été réalisée dans le but de présenter la distribution de toutes les variables. Dans le texte et sur les représentations graphiques, les fréquences ont été arrondies à 1 % près. Des intervalles de confiance à 95 % autour de fréquences ont été tracés, après avoir vérifié les conditions suivantes : $nf \geq 20$ et $n(1-f) \geq 20$, avec n le nombre d'individus et f la fréquence estimée. Plusieurs tests statistiques ont été effectués :

- le **test du χ^2 d'ajustement**, pour comparer la distribution d'une variable qualitative à une distribution théorique, ou comparer entre elles des fréquences issues d'une variable qualitative ;

- le **test du χ^2 d'indépendance**, pour comparer la distribution de plusieurs variables qualitatives avec des séries d'observations indépendantes, c'est-à-dire tester la corrélation entre ces variables ;
- le **test exact de Fisher**, pour tester la corrélation entre des variables qualitatives lorsque les conditions d'application du test du χ^2 d'indépendance n'étaient pas respectées ;
- le **test du χ^2 de tendance** ou test de tendance de Cochran-Armitage, pour tester si les fréquences issues d'une variable quantitative évoluaient de manière linéaire au fil du temps ;
- le **test de la somme des rangs de Mann-Whitney-Wilcoxon**, pour comparer deux moyennes issues d'échantillons indépendants dans le cas où les conditions du test de Student n'étaient pas vérifiées ;
- le **test de la somme des rangs de Kruskal-Wallis**, pour comparer plusieurs moyennes issues d'échantillons indépendants.

Les tests du χ^2 ont été réalisés après avoir préalablement affiché les tableaux de contingence et vérifié la condition que tous les effectifs attendus sous l'hypothèse nulle soient supérieurs à 5. Pour l'ensemble de ces tests, le seuil de significativité a été fixé à 5 % c'est-à-dire qu'une différence ou une tendance linéaire a été considérée comme significative si la valeur de p était inférieure ou égale à 0,05.

3. Analyse de la durée d'hospitalisation par un modèle de régression linéaire

Un modèle de régression linéaire a été construit afin d'étudier l'influence de plusieurs paramètres sur la durée d'hospitalisation des hérissons : classe d'âge, année et saison d'admission, état clinique à l'admission.

Un modèle de régression linéaire est un modèle statistique utilisé pour établir la relation entre une variable quantitative continue appelée « variable réponse », « variable à expliquer » ou encore « variable dépendante », et une ou plusieurs variables quantitatives et/ou qualitatives, aussi appelées « variables explicatives », « prédicteurs » ou « variables indépendantes ».

La relation est définie par une combinaison linéaire (Figure 19). Chaque variable explicative contribue à la pente de la droite avec un coefficient noté β , et ces coefficients sont les paramètres du modèle. L'équation possède un terme d'erreur ou résidu noté ϵ , qui correspond à la différence entre la valeur observée de la variable réponse et la valeur prédite par le modèle.

Ce modèle suppose plusieurs hypothèses : linéarité de la relation et indépendance, normalité et homoscedasticité (variance constante) des résidus.

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \varepsilon_i$$

où

- Y est la variable réponse
- β_0 est l'ordonnée à l'origine
- Pour i allant de 1 à n, avec n le nombre de variables explicatives :
 - β_i est le coefficient associé à la i^e variable explicative
 - X_i est la i^e variable explicative
 - ε_i est le terme d'erreur

Figure 19 : Equation du modèle de régression linéaire

Ici, une transformation logarithmique de la variable « **duree** » a été réalisée afin de remplir les conditions de normalité, d'indépendance et d'homoscédasticité des résidus (Figure 20).

$$\ln(duree + 1) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \varepsilon_i$$

Figure 20 : Log-transformation de la variable « **duree** »

Concernant les variables explicatives, les hérissons pour lesquels la classe d'âge était indéterminée ou l'état clinique était inconnu ont été retirés, afin de comparer tous les modèles entre eux sur la base du même jeu de données. Enfin, les classes des variables étant triées par ordre alphanumérique sur RStudio (première modalité considérée comme la référence), la variable « **sain** » a été recodée pour que la catégorie d'animaux pris comme référence soient les animaux adultes et sains.

Un modèle multivarié incluant toutes les variables explicatives citées a été créé. Afin de choisir les variables à inclure dans le modèle final, l'ensemble de ses sous-modèles, c'est-à-dire toutes les combinaisons possibles entre les variables explicatives, ont été comparés grâce à la commande « dredge » sur RStudio. Les sous-modèles ont été comparés selon le critère d'information d'Akaike corrigé (AICc). Ce dernier prend en compte la déviance d'un modèle, c'est-à-dire l'ajustement du modèle au jeu de données, et sa complexité, c'est-à-dire le nombre de paramètres. Les modèles dont la différence entre l'AIC et l'AIC le plus faible (ΔAIC) était inférieure à deux ont été comparés. Enfin, le modèle retenu était celui possédant le plus faible nombre de paramètres estimés.

Les coefficients estimés ont été présentés avec un intervalle de confiance à 95 % et la valeur de p du test de Student de nullité de la pente. La qualité de l'ajustement du modèle aux données a été appréciée par le coefficient de détermination R^2 , qui exprimait la part de

variance expliquée par le modèle. La validité du modèle a été évaluée *a posteriori* en vérifiant les hypothèses visuellement, par plusieurs représentations graphiques de la distribution des résidus.

4. Analyse de la probabilité d'être relâché par un modèle de régression logistique

Des modèles de régression logistique ont été construits afin d'étudier l'influence de divers paramètres sur les chances pour un hérisson d'être relâché.

Un modèle logistique est un modèle statistique utilisé pour établir la relation entre une variable binaire appelée « variable réponse » et plusieurs variables quantitatives et/ou qualitatives appelées « variables explicatives » ou « facteurs ». Les effets des facteurs peuvent être considérés individuellement mais aussi en interaction.

Ce modèle repose sur une généralisation des modèles linéaires. En effet, il n'est pas possible d'envisager une relation linéaire pour expliquer directement une variable réponse binaire (succès ou échec). La régression logistique utilise donc la transformation logit (Figure 21), qui consiste à représenter le logarithme népérien du rapport des cotes (rapport entre la probabilité de succès et d'échec). Cette transformation permet de linéariser la relation avec les variables explicatives. La fonction logistique (Figure 22) permet ensuite d'estimer la probabilité de succès associée à la variable réponse, pour chaque classe des facteurs.

$$Y = \text{logit}(p) = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i X_i + \varepsilon_i$$

où {

- Y est la variable réponse
- p est la probabilité de succès
- β_0 est l'ordonnée à l'origine
- Pour i allant de 1 à n, avec n le nombre de variables explicatives :
 - β_i est le coefficient associé à la i^{e} variable explicative
 - X_i est la i^{e} variable explicative
 - ε_i est le terme d'erreur

Figure 21 : Transformation logit

$$p = \frac{1}{1 + e^{\beta_0 + \sum \beta_i X_i}}$$

Figure 22 : Fonction logistique

Dans cette étude, la variable réponse était la variable « **relâche** ». L'objectif était d'identifier les facteurs pronostiques des hérissons à l'admission, ces facteurs devaient être connus à ce moment-là. Les facteurs testés étaient donc l'âge, l'année, la saison d'admission, et l'état clinique à l'admission. L'interaction entre l'âge et trois facteurs a été testée : l'année, la saison, et le fait d'être sain ou non à l'admission, afin de tester les hypothèses suivantes : la viabilité ou la qualité de leur prise en charge des juvéniles a évolué au fil des ans ; la viabilité des juvéniles dépend de leur saison d'admission ; la probabilité pour un individu sain d'être réhabilité dépend de son âge.

Afin de comparer tous les modèles sur la base du même jeu de données, certaines lignes du jeu de données (pour rappel, chaque ligne correspondait à un individu) ont été retirées : celles contenant des valeurs manquantes pour les variables étudiées, et celles correspondant à un hérisson d'âge indéterminé ou un hérisson ni sain, ni malade, ni traumatisé à son admission. Enfin, la variable « **sain** » a été recodée pour que la modalité « 1 » soit prise en référence.

L'effet de chaque facteur a été d'abord testé individuellement dans des modèles univariés. Ensuite, un modèle incluant toutes les variables explicatives a été créé puis de même que pour le modèle linéaire, ce modèle et l'ensemble de ses sous-modèles ont été comparés à l'aide de l'AICc, seuls ceux dont ΔAIC était inférieur à deux ont été conservés et enfin le modèle retenu était celui possédant le plus faible nombre de paramètres estimés.

Pour la variable réponse, la référence était « mort » (modalité « 0 »), ce qui permettait de s'intéresser à la probabilité d'être relâché (modalité « 1 ») plutôt que mort. L'effet des facteurs a été présenté grâce aux odds ratios (OR) ou rapports des cotes, qui représentent le rapport des chances de succès d'un groupe par rapport au groupe de référence. L'OR a été donné avec son intervalle de confiance à 95 %. Si celui-ci ne contient pas la valeur 1 alors il y a une association significative entre les deux variables. Le test de Wald a été utilisé pour tester l'effet d'une différence entre deux modalités d'une variable explicative.

Les résidus ont été examinés visuellement. La qualité de l'ajustement du modèle aux données a été évaluée par le test de Hosmer-le-Cessie. Dans ce test, une valeur de p significative indiquait une faible qualité de l'ajustement. De plus, elle a été évaluée par le pseudo R^2 de Veall-Zimmermann (SMITH, MCKENNA 2013), par analogie avec le coefficient de détermination R^2 utilisé en régression linéaire. Ce coefficient mesure l'amélioration de l'ajustement par rapport au modèle nul (modèle ne contenant que l'ordonnée à l'origine).

IV. Résultats

A. Etude de l'admission

1. Description de la population de hérissons admis

Au total, 2134 hérissons ont été admis à l'Hirondelle entre février 2018 et décembre 2022. Le sexe n'a pas été déterminé chez environ 51 % des hérissons (Figure 23). Parmi les 1035 autres individus, 52 % étaient des mâles (n = 540) et 48 % étaient des femelles (n = 495). La classe d'âge n'a pas été déterminée chez 4 % des hérissons (Figure 23). Parmi les 2057 autres individus, 73 % étaient des juvéniles (n = 1499) et 27 % étaient des adultes (n = 558).

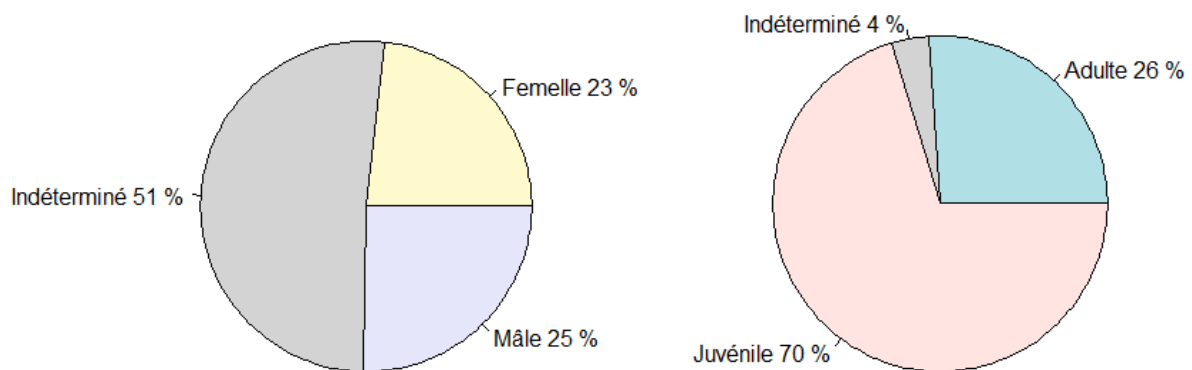


Figure 23 : Distribution des sexes (à gauche) et des classes d'âge (à droite)

2. Evolution du nombre d'admissions

a. Variations annuelles

L'évolution du nombre de hérissons admis par an a été étudiée entre le premier février 2018, mois d'ouverture du pôle mammifère, et le 31 décembre 2022. Compte-tenu du faible nombre d'animaux admis en janvier (voir page 70), cette différence a ici été négligée. De 2018 à 2020, le nombre de hérissons admis par an était stable avec une moyenne de 282 individus par an (Figure 24). Par rapport à ces trois premières années, ce nombre a augmenté de 175 % en 2021 et de 75 % en 2022.

Afin de savoir si cette évolution importante concernait spécifiquement les hérissons ou témoignait de l'activité générale du centre de soins, cette évolution a été comparée à celle du nombre d'animaux de toutes espèces admis pendant la même période (Figure 24). De même, le mois de janvier 2018 a été exclu pour coïncider avec l'ouverture du pôle Mammifères. Le nombre d'admissions toutes espèces confondues était également stable de 2018 à 2020, avec une moyenne de 4015 animaux par an. Par rapport à la période 2018-2020, ce nombre a augmenté de 70 % en 2021 et de 77 % en 2022.

La proportion de hérissons parmi tous les animaux admis était de 7 % chaque année de la période étudiée sauf en 2021 où elle est montée à 11 %, et cette différence était significative (test du χ^2 d'indépendance, $p < 0,001$). Le nombre de hérissons admis en 2022 (n = 513) reflétait donc l'activité générale du centre de soins. En revanche le nombre de

hérissons admis en 2021 (n = 776) était nettement au-delà de ce qui aurait été attendu s'il avait varié comme le reste de l'activité (7 % de 6817 soit 477 hérissons).

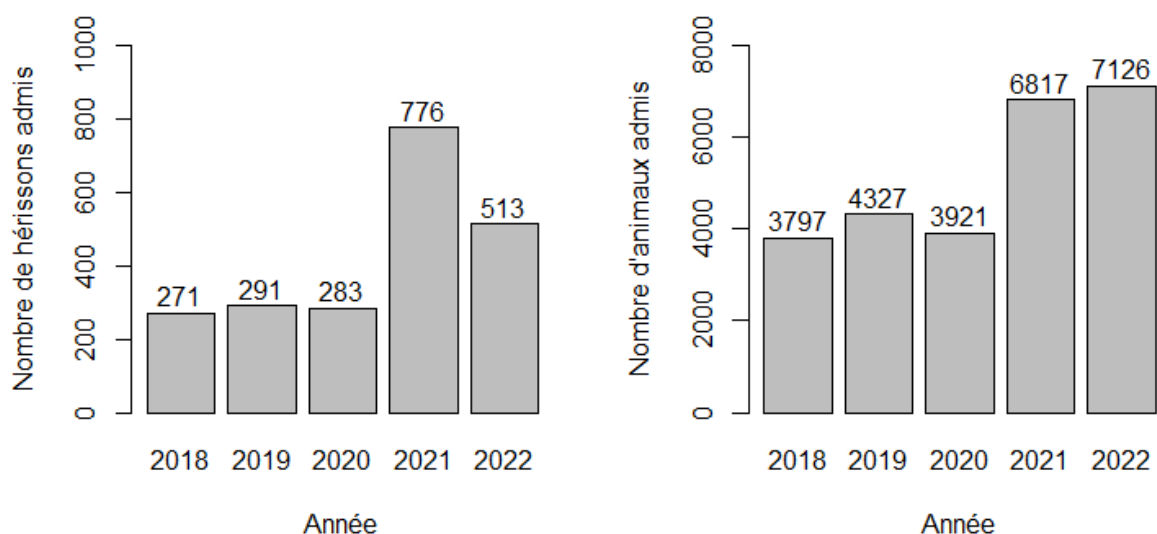


Figure 24 : Nombre de hérissons (à gauche) et d'animaux toutes espèces confondues (à droite) admis par an entre 2018 et 2022

b. Variations mensuelles et saisonnières

Les admissions de hérissons ont eu lieu majoritairement des mois de mai à novembre (Figure 25). Un pic important a été observé au mois de juin qui représentait 22 % des admissions. Le nombre de hérissons admis a varié significativement en fonction du mois (test du χ^2 d'ajustement, $p < 0,001$).

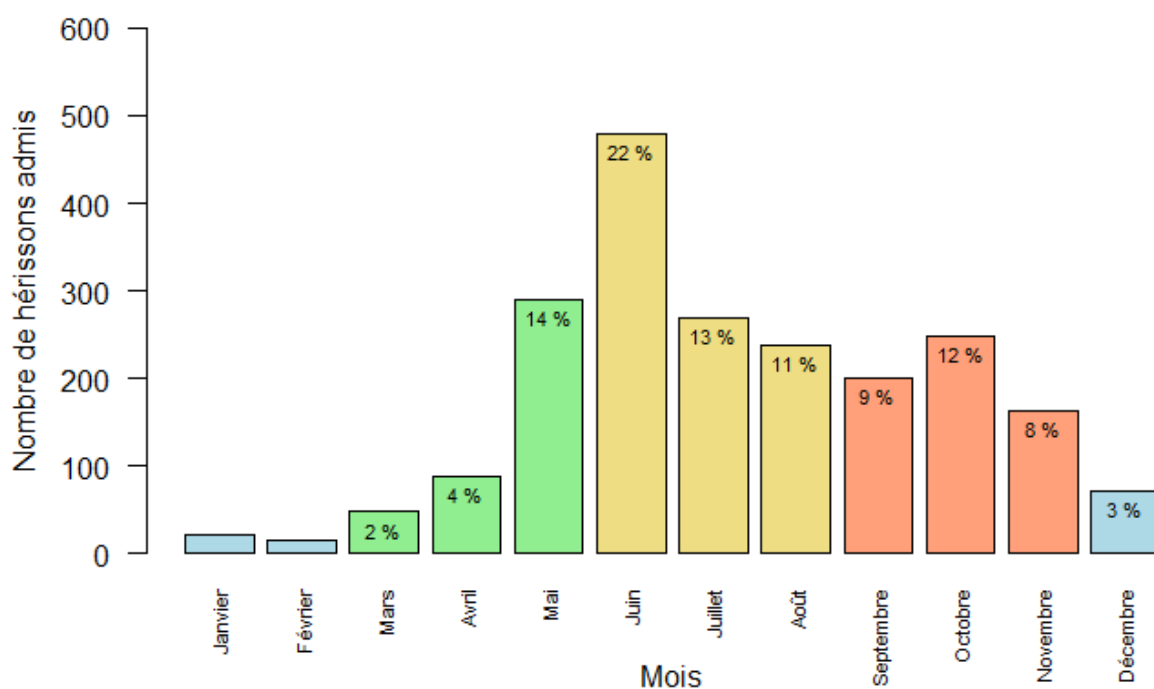


Figure 25 : Nombre et proportion de hérissons admis par mois pendant la période 2018-2022

Remarque : Seuls les pourcentages supérieurs 1 % sont indiqués.

Le regroupement des mois par trois a montré que les saisons pendant lesquelles les hérissons ont été principalement admis étaient l'été, l'automne, et le printemps avec respectivement 46 %, 29 %, et 20 % des admissions (Figure 26). Les admissions hivernales étaient très minoritaires puisqu'elles ne représentaient que 5 % des admissions de hérissons. Le nombre de hérissons admis a varié significativement en fonction de la saison (test du χ^2 d'ajustement, $p < 0,001$).

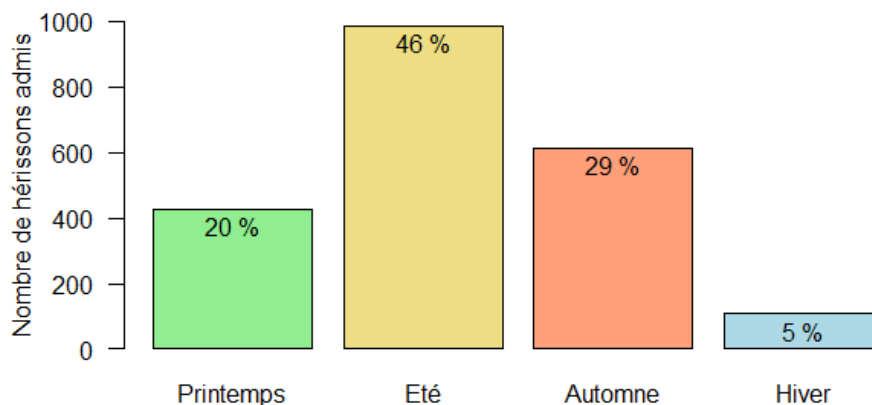


Figure 26 : Nombre et proportion de hérissons admis par saison pendant la période 2018-2022

c. Evolution de la distribution des admissions par saison au fil des ans

La répartition des admissions au fil de l'année a varié d'une année à l'autre (Figure 27), et ce même lorsque que le nombre d'admissions total était stable (2018-2020). Tous les ans, le plus grand nombre d'admissions (environ la moitié des admissions de l'année) a eu lieu en été. L'automne a été la deuxième saison avec le plus d'admissions en 2018, 2020 et 2021. Il n'y a eu qu'une seule admission au printemps 2020.

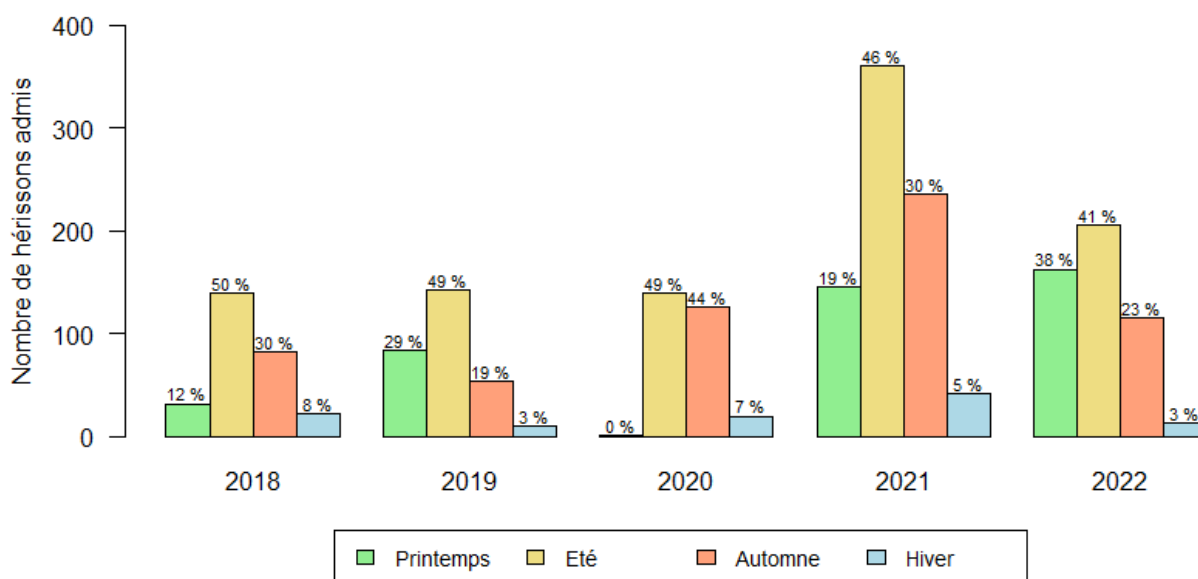


Figure 27 : Evolution du nombre d'admissions par saison de 2018 à 2022

Le mois de février 2018 n'est pas représenté et l'hiver 2022 ne contient que le mois de décembre.

3. Evolution temporelle des admissions selon la classe d'âge

Les hérissons admis étaient majoritairement des juvéniles chaque année de la période étudiée, à raison de 60 % à 82 % des admissions (Figure 28). La proportion d'individus d'âge indéterminé n'a pas excédé 8 % des admissions annuelles. La distribution des classes d'âge a varié significativement en fonction de l'année (test du χ^2 d'indépendance, $p < 0,001$).

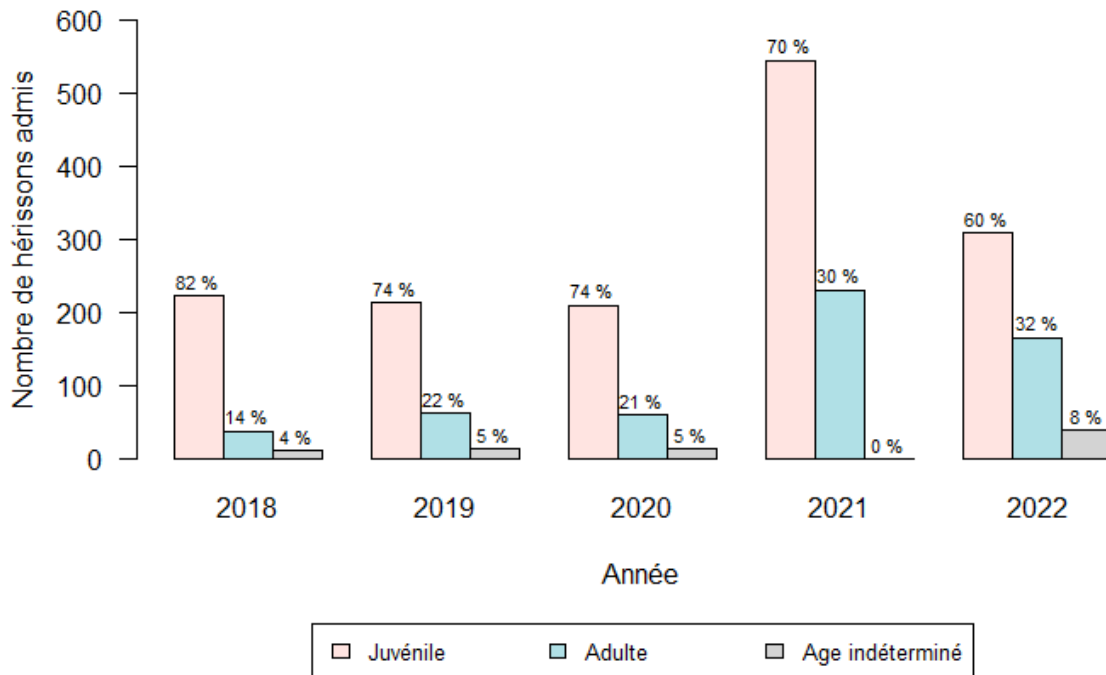


Figure 28 : Evolution de la distribution des classes d'âge de 2018 à 2022

La proportion de juvéniles admis par an (individus d'âge indéterminé exclus du total) est passée de 85 % des admissions en 2018 à 65 % en 2022 (Figure 29). Il y a eu une décroissance linéaire significative (test du χ^2 de tendance, $p < 0,001$).

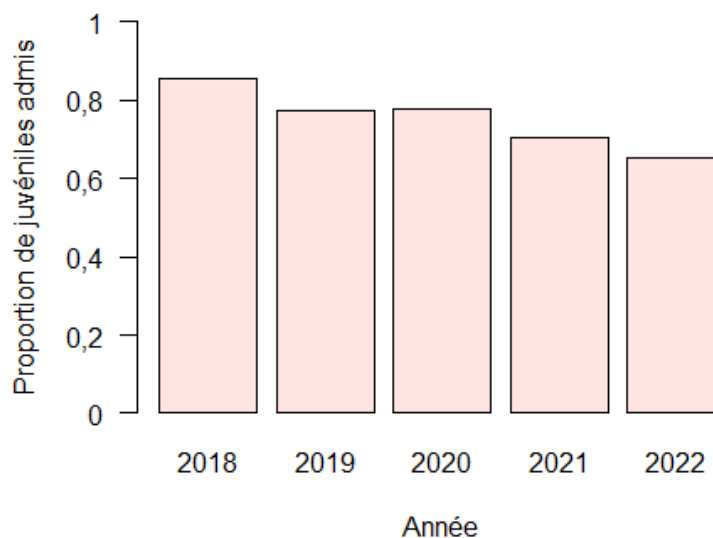


Figure 29 : Proportion de juvéniles admis en fonction de l'année

Les juvéniles représentaient plus de 60 % des admissions de hérissons (individus d'âge indéterminé exclus du total) de mai à décembre mais étaient minoritaires le reste de l'année (Figure 30). Les naissances ayant lieu principalement des mois de mai à octobre, l'évolution de la proportion de juvéniles admis par mois a été étudiée en commençant par le mois de mai. Un test de tendance a mis en évidence une diminution linéaire significative (test du χ^2 de tendance, $p < 0,001$).

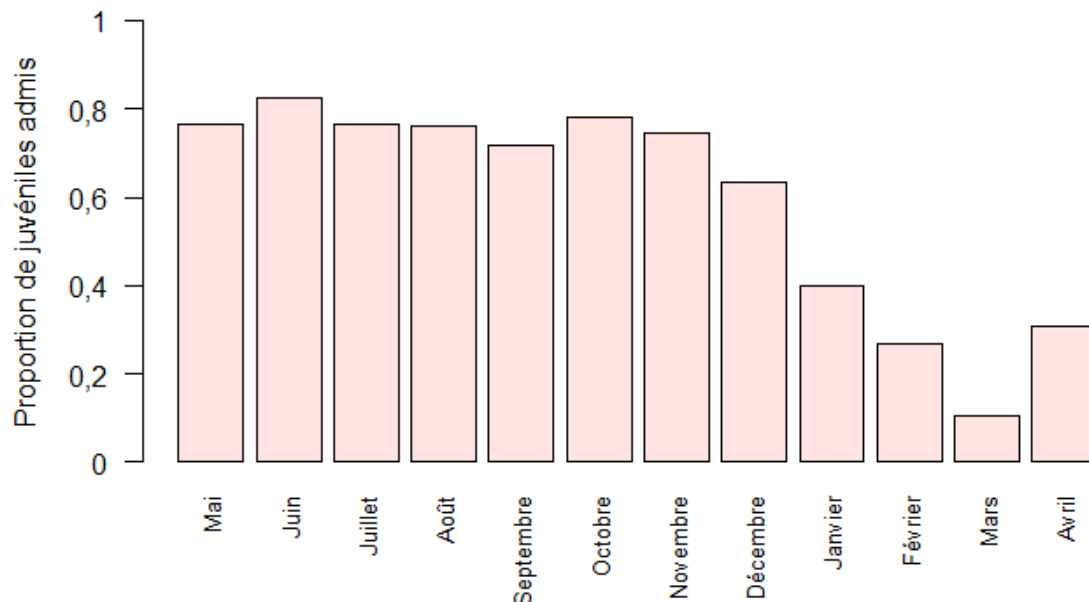


Figure 30 : Proportion de juvéniles admis en fonction du mois pendant la période 2018-2022

4. Etude de la cause d'admission

Pour 72 % des individus ($n = 1529$), la cause d'arrivée n'était pas connue (Figure 31). La seconde cause d'arrivée était « Autres », elle concernait 11 % des hérissons ($n = 243$). Toutes autres causes représentaient chacune moins de 5 % des admissions.

Par ailleurs, parmi les individus dont la cause d'admission était indéterminée, 72 % étaient des juvéniles, 25 % étaient des adultes et 4 % étaient d'âge indéterminé. Cette distribution ne différait pas significativement de la distribution des classes d'âge dans la population globale (test du χ^2 d'ajustement, $p = 0,402$).

Ainsi la variable « cause » ne contenait une information pertinente que pour très peu d'individus et n'a pas été analysée par la suite.

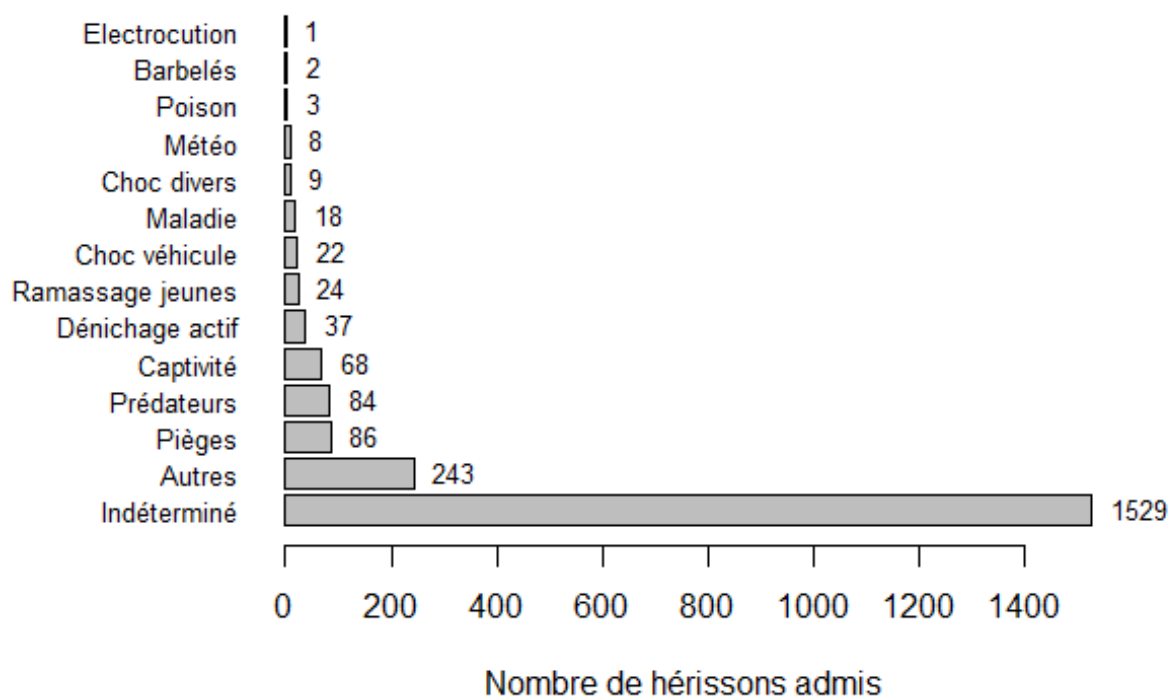


Figure 31 : Nombre de hérissons admis en fonction de la cause d'admission pendant la période 2018-2022

5. Etude de l'état clinique à l'admission

a. Description des données

Chacune des six variables concernant l'état clinique des animaux à leur admission a permis de former des groupes d'individus. Le groupe des hérissons sains à l'admission représentait 16 % (n = 349) de l'ensemble des hérissons admis (Tableau XI). Les groupes des hérissons traumatisés, malades, présentant de la diarrhée, une affection respiratoire ou des myiases représentaient respectivement 17 % (n = 368), 48 % (n = 1022), 4 % (n = 77), 8 % (n = 161) et 10 % (n = 213) de la population globale.

Tableau XI : Effectifs des classes des variables concernant l'état clinique à l'admission

	0	1
sain	1785 (84 %)	349 (16 %)
trauma	1766 (83 %)	368 (17 %)
malade	1112 (52 %)	1022 (48 %)
diarrhee	2057 (96 %)	77 (4 %)
respi	1973 (92 %)	161 (8 %)
myiases	1921 (90 %)	213 (10 %)

Afin de savoir si les groupes de hérissons associés à un état clinique à l'admission étaient représentatifs de la population de hérissons admis en termes de classe d'âge, les distributions des classes d'âge ont été comparées. Pour rappel, la population globale se

composait de 73 % de juvéniles et de 27 % d'adultes. Les proportions observées d'individus d'âge indéterminé étant toutes inférieures à 5 %, elles ont été exclues des tests. Le groupe des hérissons sains contenait proportionnellement plus de juvéniles que la population globale, tandis que les groupes traumatisés, malades et présentant un problème respiratoire ou des myiases contenaient proportionnellement plus d'adultes. Ces différences étaient significatives (tests du χ^2 d'ajustement, $p < 0,001$). De même, le groupe des hérissons présentant de la diarrhée contenait proportionnellement plus d'adultes (test du χ^2 d'ajustement, $p = 0,009$).

Tableau XII : Distribution des classes d'âge dans chaque groupe de hérissons associé à un état clinique à l'admission

	Juvéniles	Adultes	Indéterminé
sain = 1	85 % (295)	13 % (44)	3 % (10)
trauma = 1	43 % (158)	54 % (199)	3 % (11)
malade = 1	64 % (655)	32 % (332)	3 % (35)
diarrhee = 1	60 % (46)	40 % (31)	0 % (0)
respi = 1	32 % (51)	63 % (102)	5 % (8)
myiases = 1	58 % (124)	39 % (83)	3 % (6)

La proportion de hérissons sains ou traumatisés et/ou malades représentait la proportion de hérissons pour lesquels le diagnostic était renseigné. Cette proportion était de 73,0 % sur l'ensemble de la période et elle variait significativement en fonction de l'année (Tableau XIII), entre 54,6 % en 2019 et 79,5 % en 2022 (test du χ^2 d'indépendance, $p = 0,019$).

Tableau XIII : Proportion de hérissons pour lesquels le diagnostic est informatif par an

	2018	2019	2020	2021	2022	Total
Proportion de hérissons sains ou traumatisés et/ou malades	73,4 % (199)	54,6 % (159)	68,5 % (194)	76,9 % (597)	79,5 % (408)	73,0 % (1557)

b. Evolution au fil des ans

La proportion d'individus sains à leur admission a diminué, elle est passée de 29 % en 2018 à une moyenne de 14 % de 2019 à 2022 (Figure 32) et la différence entre ces deux périodes était significative (test du χ^2 d'indépendance, $p < 0,001$). Le regroupement des variables « **trauma** » et « **malade** » (animaux qui répondaient au moins à l'une des définitions) a montré à l'inverse une hausse significative de la proportion de hérissons traumatisés ou malades (test du χ^2 de tendance, $p < 0,001$). Cette dernière est passée de 44 % en 2018 à 65 % en 2022 (Figure 32). Le centre a donc accueilli moins de hérissons sains à partir de 2019 par rapport à l'ouverture du pôle Mammifères, et de plus en plus de hérissons traumatisés ou malades.

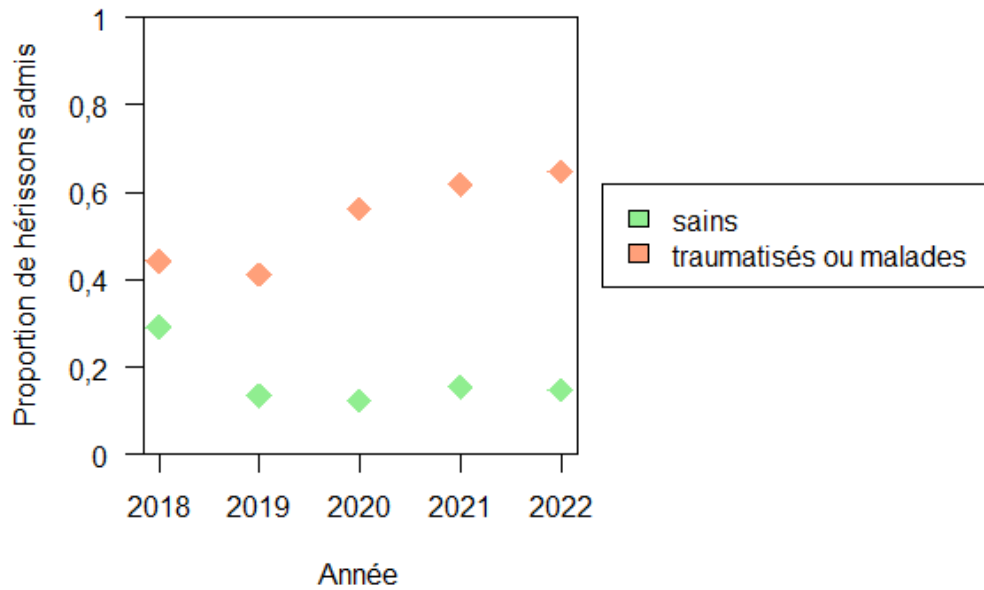


Figure 32 : Evolution de la proportion de hérissons sains et traumatisés ou malades à l'admission de 2018 à 2022

Plus précisément, la proportion d'individus traumatisés à l'admission est passée de 10 % en 2018 à 20 % en 2022 (Figure 34) et il y a eu une hausse linéaire significative au fil des ans (test du χ^2 de tendance, $p = 0,003$).

La proportion d'individus malades a aussi augmenté, elle est passée de 39 % en 2018 à 54 % en 2022 et il y a eu une hausse linéaire significative au fil des ans (test du χ^2 de tendance, $p < 0,001$).

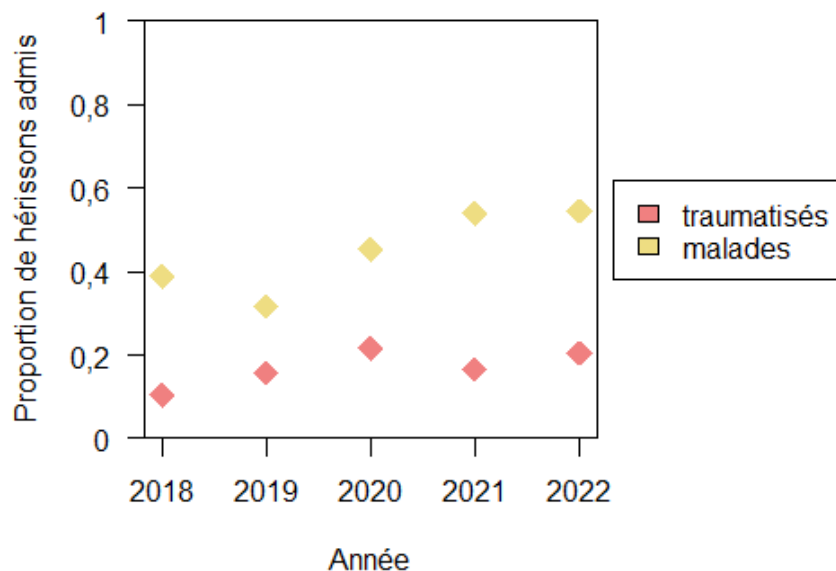


Figure 33 : Evolution de la proportion de hérissons traumatisés et malades à l'admission de 2018 à 2022

La proportion d'individus présentant de la diarrhée à leur admission était en moyenne de 3 % sur la période étudiée, avec un minimum de 1 % en 2019 et un maximum de 6 % en 2021 (Figure 34). Elle a varié significativement en fonction de l'année (test exact de Fisher, $p < 0,001$).

La proportion d'individus présentant une affection respiratoire à leur admission est passée de 4 % en 2018 à 13 % en 2022 (Figure 34). Elle était minimale en 2019. Il y a eu une hausse linéaire significative de cette proportion au fil des ans (test du χ^2 de tendance, $p < 0,001$).

La proportion de hérissons présentant des myiases à leur admission était en moyenne de 10 % sur la période étudiée, avec un minimum de 5 % en 2019 et un maximum de 13 % en 2018 (Figure 34). Elle a varié significativement en fonction de l'année (test du χ^2 d'indépendance, $p = 0,014$).

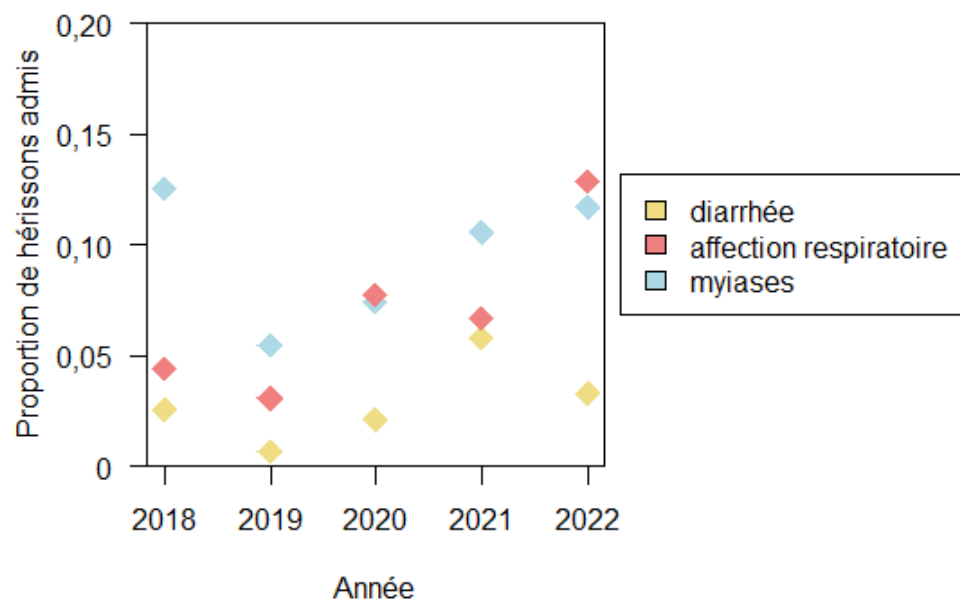


Figure 34 : Evolution de la proportion de hérissons présentant de la diarrhée, une affection respiratoire ou des myiases à l'admission de 2018 à 2022

c. Evolution au fil des saisons

La distribution des admissions par saisons différait selon l'état clinique à l'admission considéré (Figure 35). Pour rappel, dans la population globale des hérissons accueillis au centre, 20 % ont été admis au printemps, 46 % en été, 29 % en automne et 5 % en hiver. La distribution des admissions par saisons des hérissons sains ne différait pas significativement de celle de la population globale (test du χ^2 de l'ajustement, $p = 0,054$). Pour les hérissons traumatisés, malades, présentant une affection respiratoire, la distribution différait significativement de celle de la population globale (test du χ^2 de l'ajustement, $p < 0,001$), de même pour ceux présentant des myiases (test du χ^2 de l'ajustement, $p = 0,005$). La moitié des hérissons présentant de la diarrhée à l'admission ont été accueillis en automne. Les hérissons présentant des signes d'affections respiratoires sont admis de façon homogène du printemps

à l'automne, et sont proportionnellement plus admis en hiver que les autres catégories. Les hérissons présentant des myiases sont surtout admis en été et en automne.

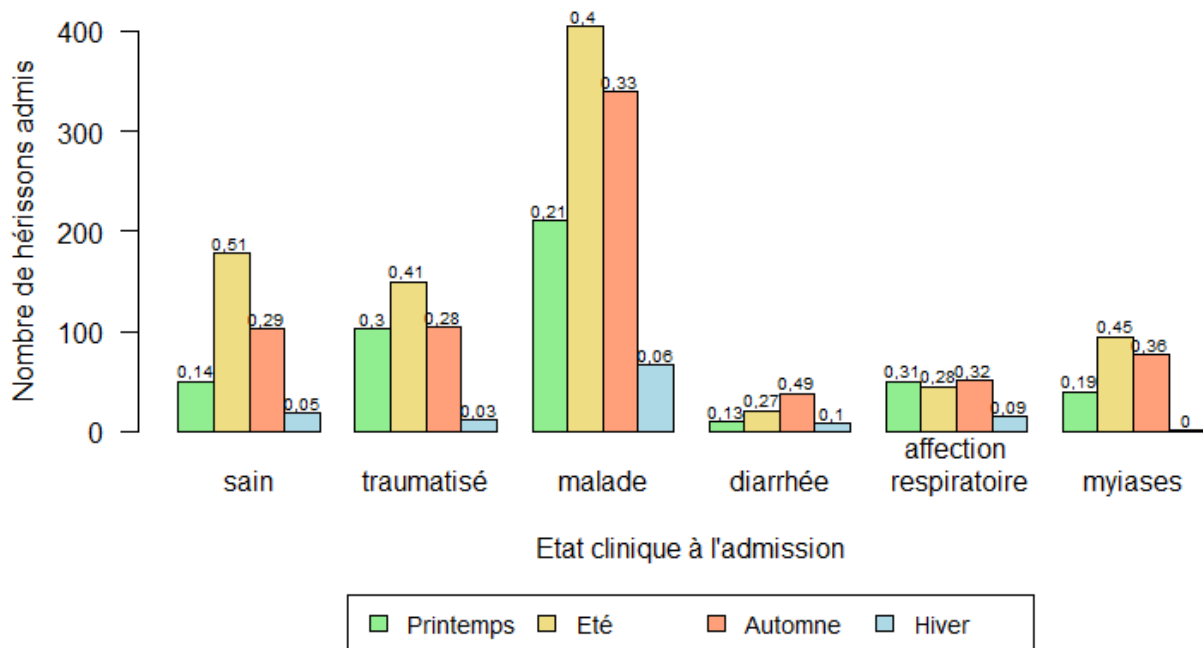


Figure 35 : Nombre et proportion de hérissons admis par saison en fonction de l'état clinique à l'admission

B. Etude de la mortalité

1. Etude du devenir des hérissons

a. Description sur l'ensemble de la période

Le devenir des hérissons a été étudié pour 2113 individus sur les 2134 admis au centre pendant la période 2018-2022, les individus restants ayant été transférés dans un autre centre de soins ou étant toujours en soins à l'Hirondelle au moment de l'analyse. Parmi eux, 5 % sont arrivés morts au centre (n = 115), 1 % a été euthanasié (n = 30), 45 % sont morts au centre (n = 953) et 48 % ont été relâchés (n = 1015) sur l'ensemble de la période (Figure 36).

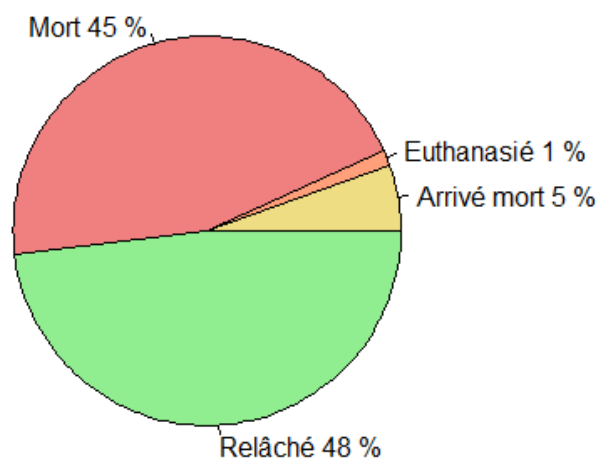


Figure 36 : Devenir des hérissons sur l'ensemble de la période 2018-2022

b. Evolution du devenir au fil des ans

La distribution du devenir a varié significativement en fonction de l'année (Figure 37, test exact de Fisher, $p < 0,001$). Chaque modalité du devenir a été étudiée individuellement.

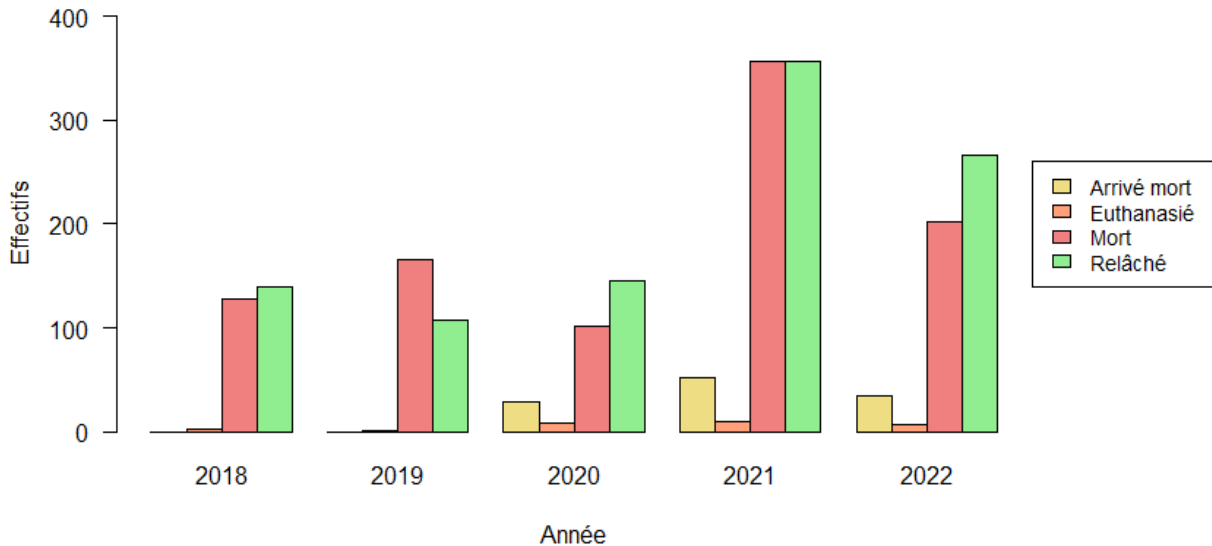


Figure 37 : Evolution de la distribution du devenir par année d'admission de 2018 à 2022

La proportion d'individus arrivés morts parmi les individus admis était nulle en 2018 et en 2019, de 10 % en 2020, et de 7 % en 2021 et en 2022. Il y a eu une hausse linéaire significative de cette proportion (test du χ^2 de tendance, $p < 0,001$).

La proportion d'individus euthanasiés était de 1,5 % en moyenne sur la période étudiée et elle n'a pas varié significativement en fonction de l'année (test exact de Fisher, $p = 0,118$).

La proportion d'individus morts au centre (mais non euthanasiés) était de 47 % en 2018, 60 % en 2019, 36 % en 2020, 47 % en 2021 et 40 % en 2022. Les différences observées étaient significatives (test du χ^2 d'indépendance, $p = 0,003$).

La proportion de hérissons relâchés peut être exprimée de plusieurs façons. D'abord, elle peut être calculée par rapport à l'ensemble des animaux reçus par le centre de soins (Figure 38). Cette proportion n'a pas varié significativement en fonction de l'année (test du χ^2 d'indépendance, $p = 0,241$). Ensuite, la proportion de hérissons relâchés peut être exprimée par rapport aux animaux arrivés vivants, voire qui ne sont pas morts au centre le jour de leur admission. En effet, cette approche permet de ne comptabiliser que les animaux susceptibles d'être réhabilités, excluant ceux dont le pronostic au moment de l'admission est très sombre. La proportion d'individus relâchés parmi ceux encore vivants au lendemain de leur admission (Figure 38) n'a pas non plus varié significativement en fonction de l'année (test du χ^2 d'indépendance, $p = 0,168$).

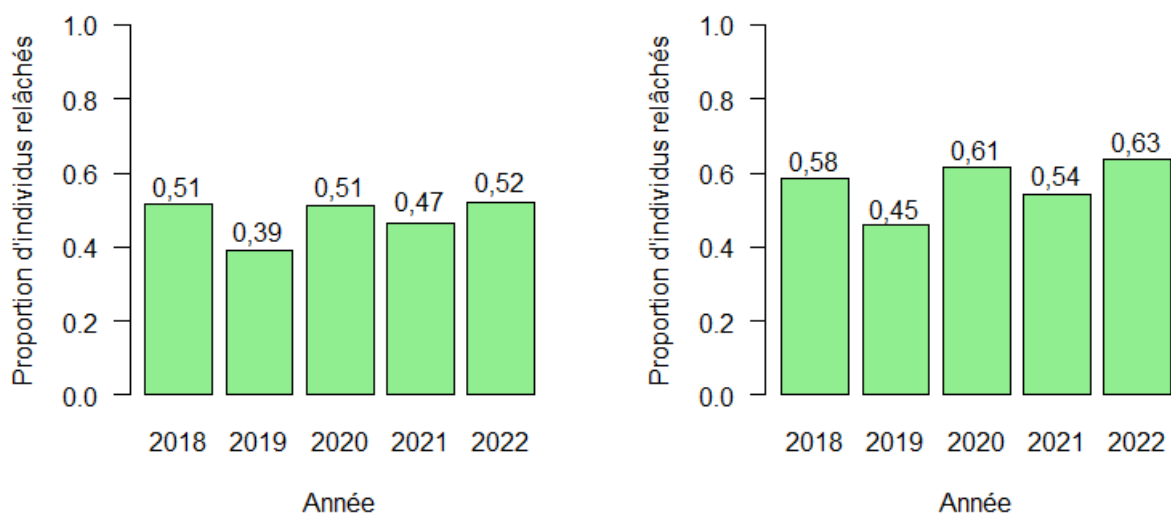


Figure 38 : Evolution de la proportion de hérissons relâchés par an, par rapport à l'ensemble des individus reçus (à gauche) et par rapport à ceux ayant survécu au moins un jour (à droite)

2. Etude de la durée d'hospitalisation au centre de soins

a. Description et évolution au fil des ans

Sur l'ensemble de la période 2018-2022, les hérissons ont été gardés en moyenne 27 jours en soins (médiane de 16 jours). Cette moyenne occultait en réalité des durées de séjour variant entre zéro et 255 jours (Figure 40). De plus, la durée de séjour a varié significativement en fonction de l'année (test de la somme des rangs de Kruskal-Wallis, $p < 0,001$). La moyenne de la durée de séjour a diminué progressivement entre 2018 et 2021, elle est passée de 42 jours en 2018 à 23 jours en 2022 (Figure 39). Une régression linéaire a montré une pente significative (test de nullité de la pente, $p = 0,038$). La médiane de la durée de séjour a diminué drastiquement après 2018, passant de 29 jours à 15 jours en moyenne de 2019 à 2022. Une régression linéaire n'a pas mis en évidence de pente significative (test de nullité de la pente, $p = 0,137$).

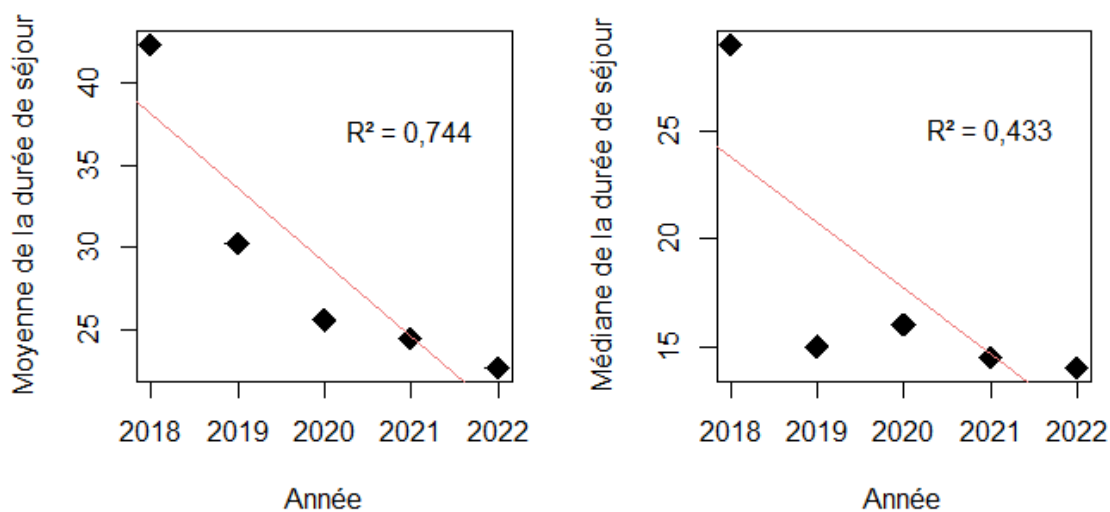


Figure 39 : Evolution de la moyenne et de la médiane de la durée de séjour de 2018 à 2022

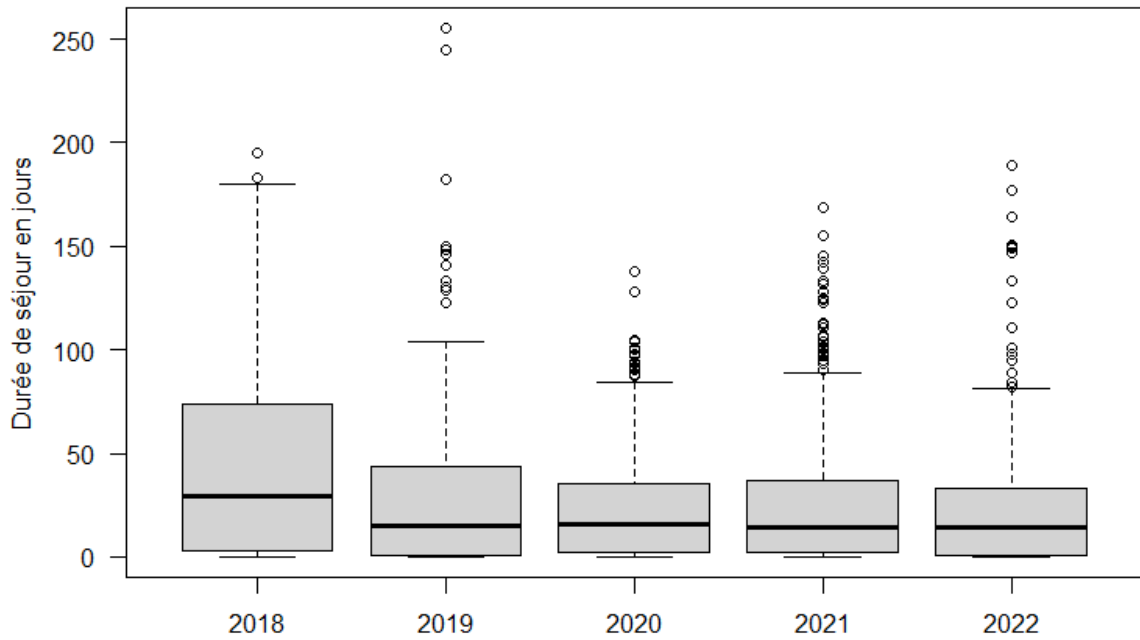


Figure 40 : Distribution de la durée de séjour en fonction de l'année

b. Devenir en fonction de la durée d'hospitalisation

La mortalité était importante dans les premiers jours au centre (Figure 41). En effet, 532 hérissons sont morts le jour ou le lendemain de leur admission, soit 48 % de tous les hérissons morts. Les hérissons sont morts en moyenne au bout de 8 jours (Tableau XIV). Parallèlement, très peu de hérissons ont été relâchés le jour de leur admission ou les quatre jours suivants. Sur l'ensemble de la période étudiée, les hérissons ont été relâchés majoritairement à partir de 11 jours d'hospitalisation, en moyenne au bout de 48 jours (médiane de 38 jours). Les juvéniles sont gardés significativement plus longtemps au centre que les adultes (test de la somme des rangs de Mann-Whitney-Wilcoxon, $p < 0,001$).

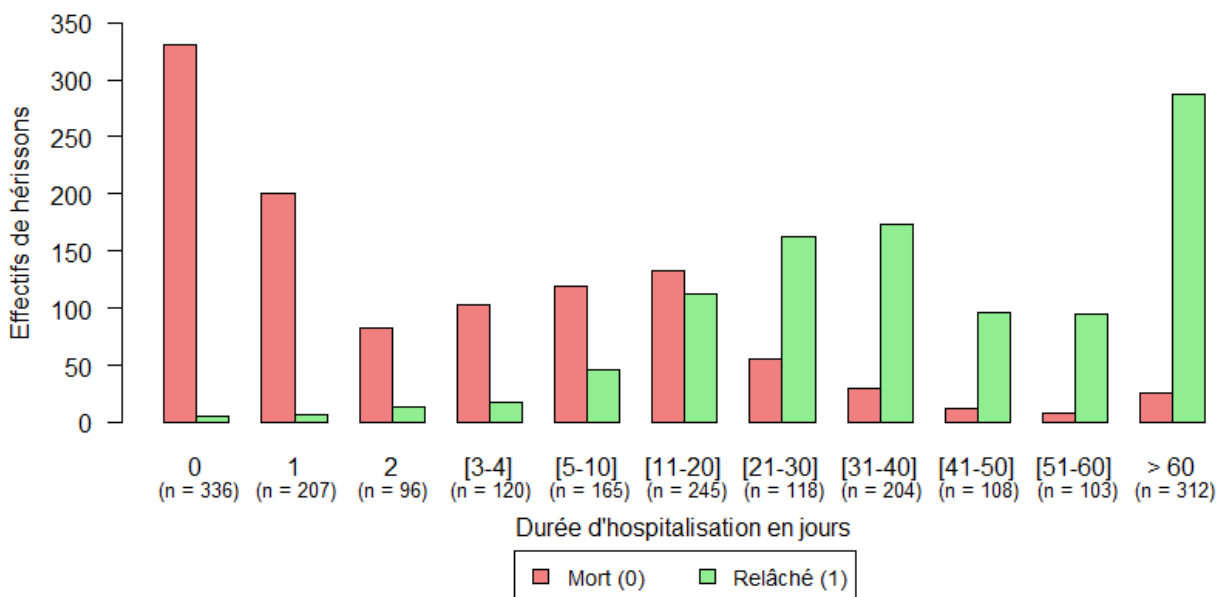


Figure 41 : Nombre de hérissons morts et relâchés en fonction de la durée d'hospitalisation

Tableau XIV : Moyenne et médiane de la durée d'hospitalisation en fonction de l'âge et du devenir

	Mort (0)		Relâché (1)		Tout devenir	
	moy.	méd.	moy.	méd.	moy.	méd.
Juvenile	10,1	3	54,0	44	32,0	23
Adulte	3,7	1	31,0	20	15,9	4
Tout âge	8,1	2	47,9	38	27,2	16

Un modèle logistique univarié a été créé, avec pour variable réponse la variable « **relache** » et pour unique facteur la variable « **duree** ». Cette variable avait un effet significatif sur la probabilité d'être relâché (test de Wald, $p < 0,001$). Son OR était de 1,09 (IC = [1,08 ; 1,10]), ce qui signifie que pour un hérisson donné, être gardé un jour de plus correspondait à une augmentation de la probabilité d'être relâché de 9 %. La probabilité d'être relâché atteignait 50 % au bout de 23 jours d'hospitalisation (Figure 42). Le pseudo R^2 de Veall-Zimmermann valait 0,612, ce qui signifie que la durée expliquait 61 % de la variabilité de la probabilité d'être relâché.

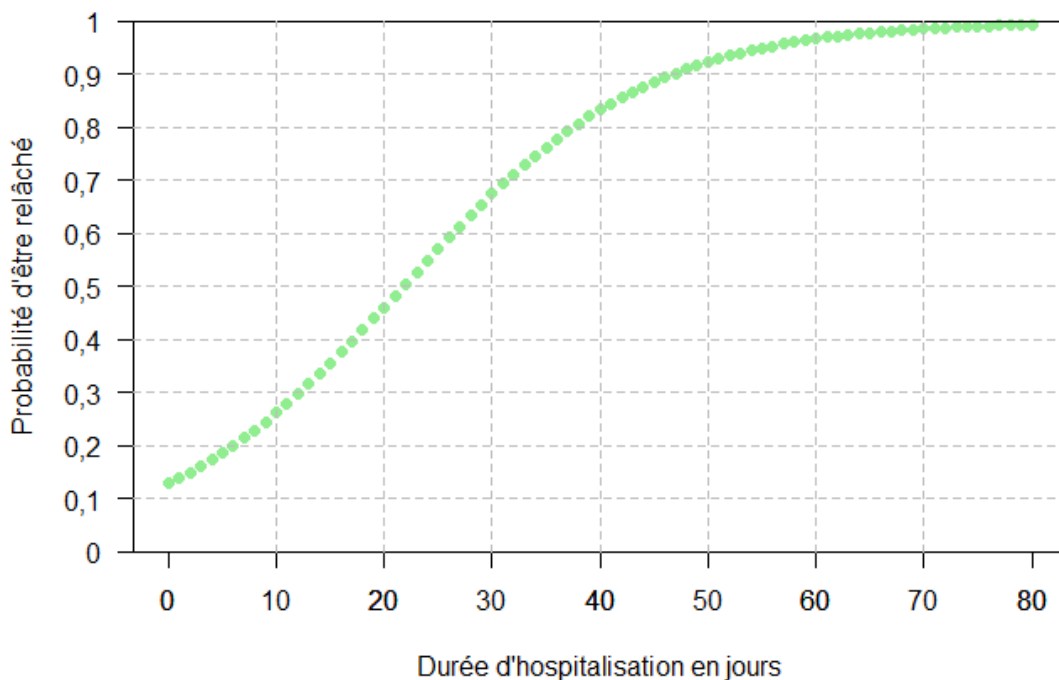


Figure 42 : Probabilité d'être relâché en fonction de la durée d'hospitalisation

c. Etude de la durée d'hospitalisation par un modèle linéaire

i. Présentation du modèle

Un modèle de régression linéaire a été construit pour déterminer l'influence de l'âge, l'année et la saison d'admission, et l'état clinique à l'admission sur la durée d'hospitalisation. Les modèles ont été ajustés et comparés sur la base de 1495 individus pour lesquels toutes les données étaient disponibles. Le modèle retenu est celui présentant le moins de paramètres

parmi les modèles ayant un ΔAIC inférieur à 2 (Tableau XV), soit le modèle incluant les facteurs âge, année d'admission, et les variables associées aux états cliniques sain, traumatisé, et myiases (modèle n° 346). Les facteurs saison, malade, diarrhée, et affection respiratoire n'ont donc pas été retenus.

Tableau XV : Comparaison des modèles linéaires pour lesquels $\Delta AIC < 2$

Numéro du modèle	Facteurs inclus dans le modèle	Nombre de paramètres estimés	AICc	ΔAIC
346	age + malade + myiases + sain + trauma	7	5353,4	0
378	age + malade + myiases + respi + sain + trauma	8	5353,7	0,29
350	age + diarrhee + malade + myiases + sain + trauma	8	5354,9	1,51
348	age + annee + malade + myiases + sain + trauma	11	5355,0	1,62
382	age + diarrhee + malade + myiases + respi + sain + trauma	9	5355,2	1,78
380	age + annee + malade + myiases + respi + sain + trauma	12	5355,3	1,86

La référence prise dans le modèle final est un hérisson adulte sain. Par rapport à cette catégorie, la durée d'hospitalisation était 1,47 fois plus longue pour les juvéniles (Tableau XVI). En revanche, elle était plus courte pour les hérissons non sains, traumatisés, malades ou présentant des myiases, de respectivement 1,11 fois, 1,17 fois, 1,41 fois et 1,63 fois.

Tableau XVI : Coefficients du modèle linéaire final expliquant la durée d'hospitalisation (log-transformée)

Coefficient i	Estimation β_i	Intervalle de confiance à 95 %	Valeur de p du test de nullité des paramètres	e^{β_i}
Ordonnée à l'origine	2,80	[2,59 ; 3,01]	< 0,001	7,61
Age juvénile	0,54	[0,37 ; 0,70]	< 0,001	1,47
Non sain	-0,41	[- 0,76 ; - 0,06]	0,022	-1,11
Traumatisé	-0,43	[- 0,67 ; - 0,18]	< 0,001	-1,17
Malade	-0,52	[- 0,82 ; - 0,22]	< 0,001	-1,41
Présence de myiases	-0,60	[- 0,82 ; - 0,38]	< 0,001	-1,63

Le coefficient de détermination du modèle R^2 était de 0,16 donc 16 % de la variance était expliquée par le modèle.

ii. Validité du modèle

Sur le nuage de points des résidus en fonction des valeurs prédites par le modèle (Figure 43), le tracé rouge (ajustement du nuage de points par une méthode de régression non linéaire) était approximativement horizontal. L'hypothèse de linéarité était donc vérifiée. De plus, les résidus semblaient répartis de manière aléatoire et centrée sur zéro, l'hypothèse d'indépendance des résidus était donc vérifiée.

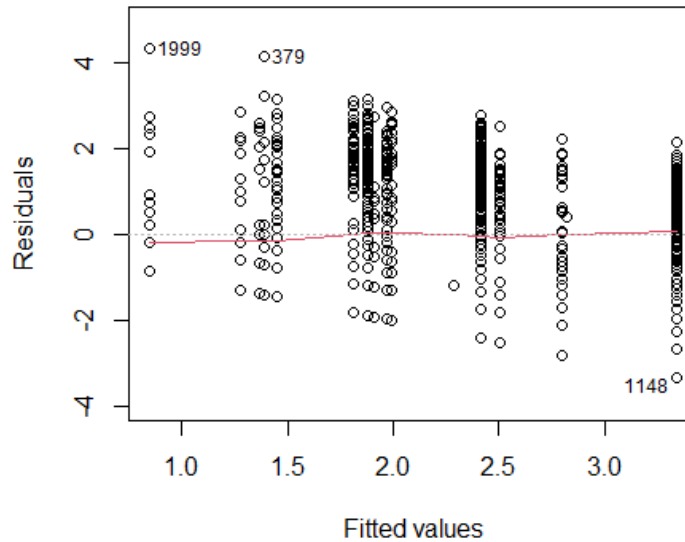


Figure 43 : Nuage de points des résidus en fonction des valeurs prédites par le modèle linéaire multivarié

Sur le nuage des points représentant la racine carrée des résidus en fonction des valeurs prédites par le modèle, le tracé rouge ne présentait pas de tendance linéaire. Les résidus n'avaient donc pas la même variance et l'hypothèse d'homoscédasticité des résidus n'était pas vérifiée. Cependant, la variance était maximale pour les valeurs moyennes, ce qui montre que les résultats n'étaient pas dépendants des valeurs extrêmes.

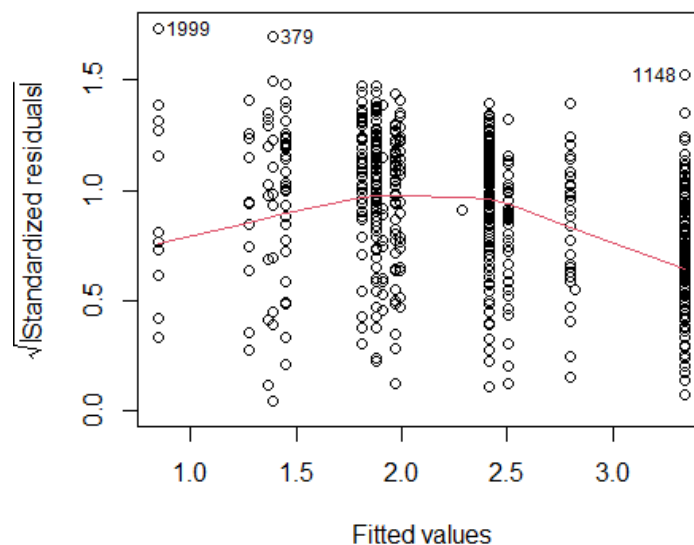


Figure 44 : Nuage de points des racines carrées des résidus en fonction des valeurs prédites du modèle linéaire multivarié

Sur le diagramme quantile-quantile des résidus, les points n'étaient pas alignés sur la bissectrice (Figure 45). La distribution des résidus ne suivait donc pas une loi normale et l'hypothèse de normalité des résidus n'était pas vérifiée.

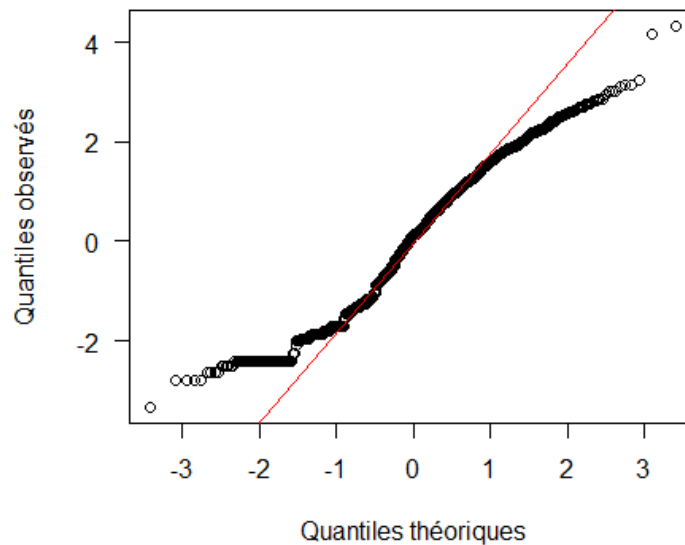


Figure 45 : Diagramme quantile-quantile des résidus du modèle linéaire multivarié

3. Etude du pronostic des hérissons

a. Analyses bivariées

i. Pronostic en fonction de la classe d'âge

La proportion de hérissons relâchés était de 50 % pour les juvéniles et 45 % pour les adultes (Figure 46), et cette différence était significative (test du χ^2 d'indépendance, $p = 0,049$). Les intervalles de confiance à 95 % autour des estimations se recoupaient légèrement.

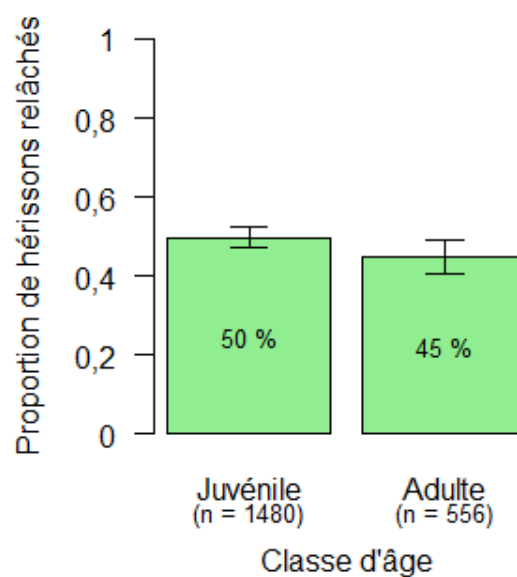


Figure 46 : Proportion de hérissons relâchés en fonction de leur classe d'âge

Un modèle logistique univarié avec pour facteur la variable « **age** » a été créé. Par rapport aux adultes, les juvéniles ont un odds ratio (OR) de 1,22 (IC = [1,01 ; 1,49]), soit 22 % de chances en plus d’être relâchés. Le pseudo R² de Veall-Zimmermann était de 0,003.

ii. Pronostic en fonction de l’année d’admission

La proportion de hérissons relâchés était plus faible que les autres années en 2019 (Figure 47). Elle a varié significativement en fonction de l’année d’admission (test du χ^2 d’indépendance, p = 0,003). La proportion d’individus relâchés parmi ceux admis en 2019 est significativement inférieure aux proportions parmi ceux admis en 2018 et 2022 (d’après les intervalles de confiance à 95 %).

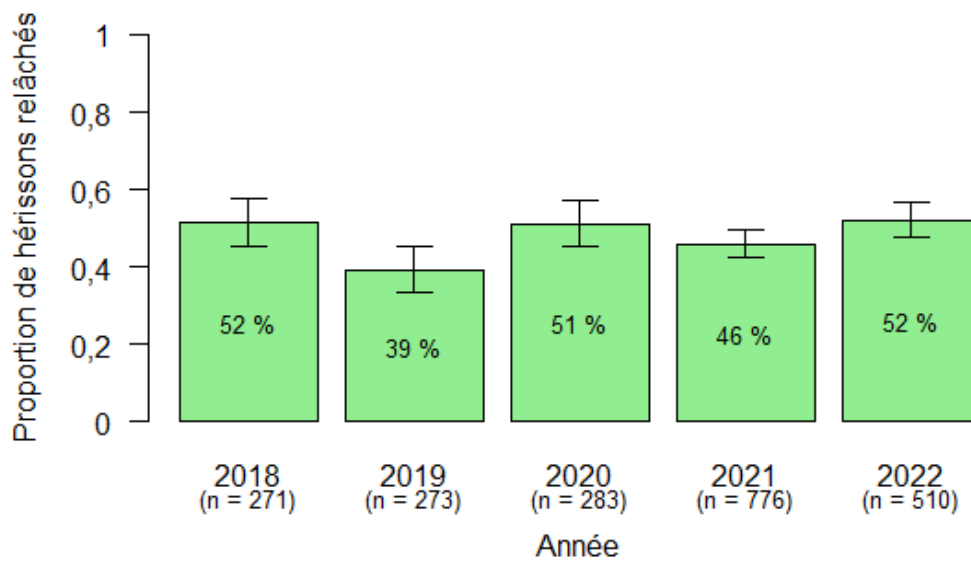


Figure 47 : Proportion de hérissons relâchés en fonction de leur année d’admission

Un modèle logistique univarié avec pour facteur la variable « **annee** » a été créé. Par rapport aux hérissons admis en 2018, ceux admis en 2019 ont un OR de 0,60 (IC = [0,43 ; 0,85]), soit 40 % de chances en moins d’être relâchés. La probabilité d’être relâché n’est pas significativement différente les autres années (Figure 48). Le pseudo R² de Veall-Zimmermann était de 0,013.

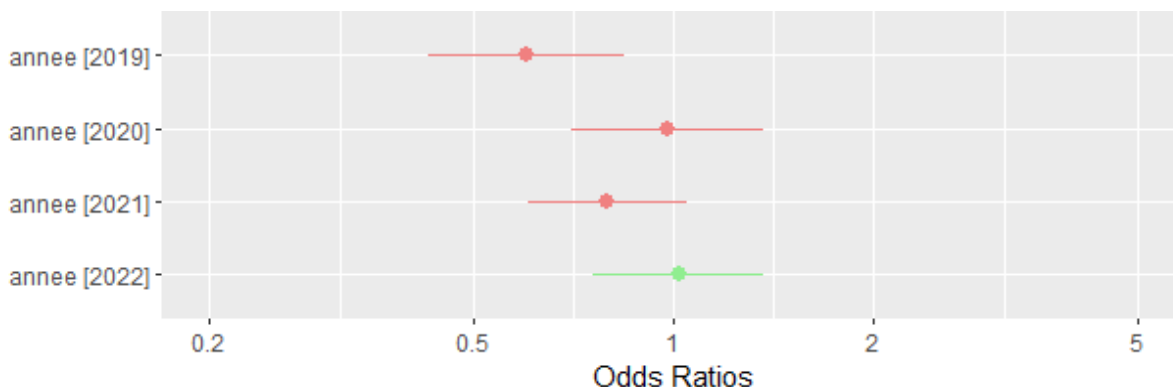


Figure 48 : Association entre l’année d’admission et la probabilité d’être relâché, par rapport à l’année 2018 : odds ratios et intervalles de confiance à 95 %

iii. Pronostic en fonction de la saison d'admission

La proportion de hérissons relâchés diminuait à partir du printemps, elle passait de 55 % au printemps à 41 % en automne et 42 % en hiver. Elle a varié significativement en fonction de la saison d'admission (test du χ^2 d'indépendance, $p < 0,001$). La proportion d'individus relâchés parmi ceux admis en automne était significativement inférieure aux proportions parmi ceux admis au printemps et en été (d'après les intervalles de confiance à 95 %).

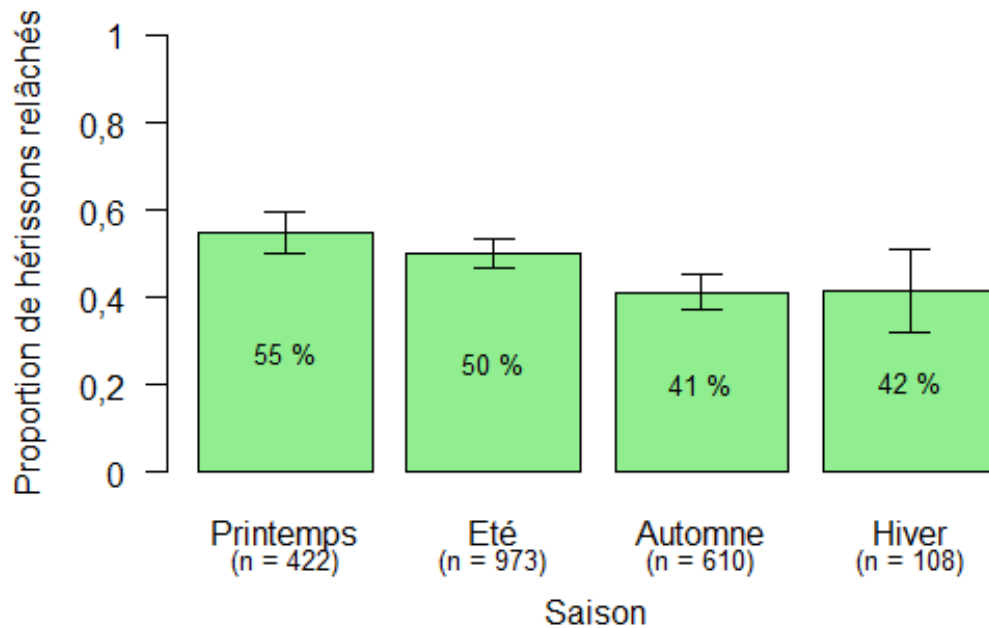


Figure 49 : Proportion de hérissons relâchés en fonction de leur saison d'admission

Un modèle logistique univarié avec pour facteur la variable « **saison** » a été créé. Par rapport aux hérissons admis en automne, ceux admis au printemps ont un OR de 1,73 (IC = [1,35 ; 2,22]) et ceux admis en été ont un OR de 1,44 (IC = [1,17 ; 1,77]), soit respectivement 73 % et 44 % de chances en plus d'être relâchés. La probabilité d'être relâché n'est pas significativement différente entre l'automne et l'hiver (IC = [0,67 ; 1,54]). Le pseudo R^2 de Veall-Zimmermann était de 0,018.

iv. Pronostic en fonction de l'état clinique à l'admission

Parmi les individus sains à leur admission, 70 % ($n = 245$) ont été relâchés. Les proportions d'individus relâchés parmi ceux traumatisés, malades, et plus spécifiquement présentant de la diarrhée, une affection respiratoire, ou des myiases étaient chacune significativement inférieures à la proportion d'individus relâchés parmi ceux sains à l'admission (tests du χ^2 d'indépendance, respectivement $p < 0,001$, $p < 0,001$, $p = 0,004$, $p < 0,001$). Elles étaient environ deux fois plus faibles. La proportion d'individus relâchés parmi ceux présentant des myiases à l'admission était significativement inférieure à celle parmi les

individus malades et il n’y avait pas d’autre différence significative entre ces cinq proportions (d’après les intervalles de confiance à 95 %).

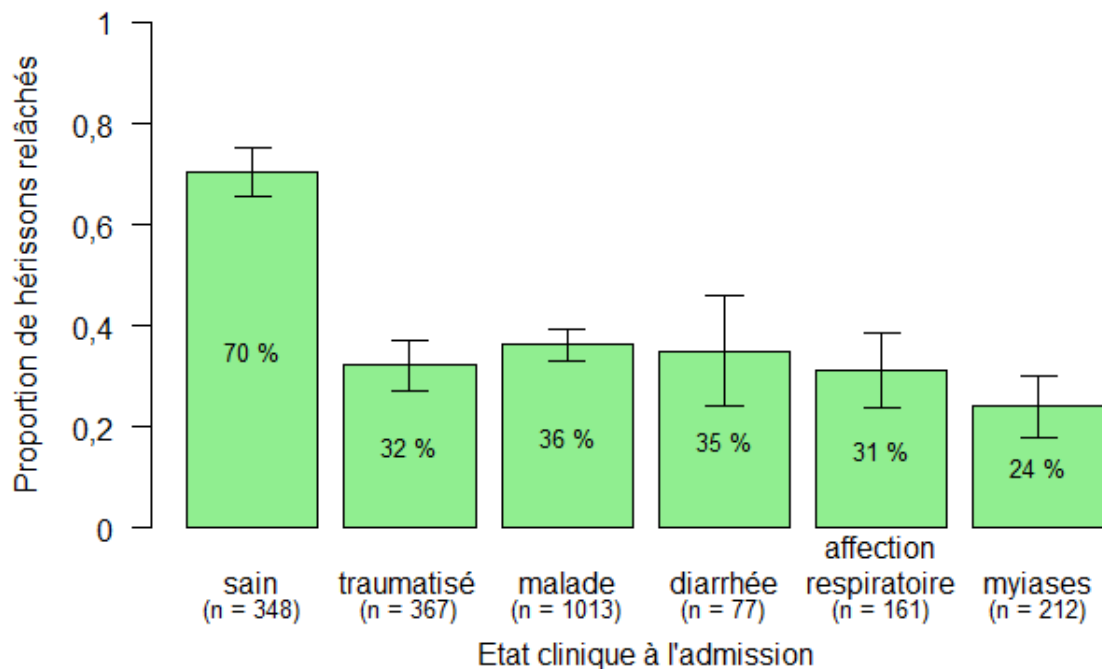


Figure 50 : Proportion de hérissons relâchés en fonction de leur état clinique à l'admission

Six modèles logistiques univariés ont été créés avec pour facteur chacune des variables concernant l’état clinique à l’admission. Afin que la modalité « 0 » ait un sens, les hérissons pour lesquels aucune information sur leur état clinique à l’admission n’était disponible devaient être retirés. Ainsi, seuls les hérissons sains ou traumatisés et/ou malades à l’admission ont été conservés, ce qui représentait 1546 individus.

Par rapport aux hérissons non sains à l’admission, ceux sains ont un OR de 4,10 (IC = [3,17 ; 5,32]) soit quatre fois plus de chances d’être relâchés. Le pseudo R² de Veall-Zimmermann était de 0,129.

Par rapport aux hérissons non traumatisés à l’admission, ceux traumatisés ont un OR de 0,51 (IC = [0,40 ; 0,65]) soit deux fois moins de chances d’être relâchés. Le pseudo R² de Veall-Zimmermann était de 0,032.

Par rapport aux hérissons non malades à l’admission, ceux malades ont un OR de 0,38 (IC = [0,31 ; 0,48]) soit 62 % de chances en moins d’être relâchés. Le pseudo R² de Veall-Zimmermann était de 0,083.

La probabilité d’être relâché n’est pas significativement différente en fonction de la présence ou non de diarrhée à l’admission (IC = [0,40 ; 1,08]). Le pseudo R² de Veall-Zimmermann était de 0,003.

Par rapport aux hérissons ne présentant pas de signe d'affection respiratoire à l'admission, les autres ont un OR de 0,53 (IC = [0,37 ; 0,74]) soit deux fois moins de chances d'être relâchés. Le pseudo R² de Veall-Zimmermann était de 0,015.

Par rapport aux hérissons ne présentant pas de myiases à l'admission, les autres ont un OR de 0,35 (IC = [0,25 ; 0,48]) soit trois fois moins de chances d'être relâchés. Le pseudo R² de Veall-Zimmermann était de 0,047.

b. Analyse multivariée de la probabilité d'être relâché

i. Présentation du modèle

Un modèle de régression logistique a été construit pour déterminer quels paramètres influencent la probabilité d'être relâché. Les modèles ont été ajustés sur le jeu de données pour lequel toutes les informations étaient disponibles soit 1495 individus. Les meilleurs modèles prenaient en compte l'âge, l'année, la saison et l'état clinique, et éventuellement des interactions entre l'âge et l'année et/ou l'état clinique (Tableau XVII). Le modèle final a été celui incluant les facteurs année et saison d'admission, et les variables associées aux états cliniques sain, traumatisé, malade, affection respiratoire et myiases (modèle n° 507). Les facteurs âge, ses interactions, et diarrhée, n'ont pas été retenus.

Tableau XVII : Comparaison des modèles logistiques pour lesquels $\Delta AIC < 2$

Numéro du modèle	Facteurs inclus dans le modèle	Nombre de paramètres estimés	Déviance	AICc	ΔAIC
508	age + annee + malade + myiases + respi + sain + saison + trauma	14	1872	1900,5	0
1020	age + annee + malade + myiases + respi + sain + saison + trauma + age*annee	18	1864	1900,9	0,41
1532	age + annee + malade + myiases + respi + sain + saison + trauma + age*sain	15	1871	1901,3	0,75
507	annee + malade + myiases + respi + sain + saison + trauma	13	1875	1901,4	0,93
2044	age + annee + malade + myiases + respi + sain + saison + trauma + age*annee + age*sain	19	1863	1901,7	1,14
512	age + annee + diarrhee + malade + myiases + respi + sain + saison + trauma	15	1872	1902,2	1,68

L'astérisque représente l'interaction entre deux facteurs.

Pour interpréter les odds ratios dans le modèle final, la référence était un hérisson sain admis en automne 2018 (Figure 51). Par rapport aux hérissons admis en automne, tous

paramètres égaux par ailleurs, les hérissons admis au printemps avaient un OR de 1,95 (IC = [1,41 ; 2,71], $p < 0,001$) soit presque deux fois plus de chances d'être relâchés. Les hérissons non sains ($p = 0,031$), traumatisés ($p = 0,001$), malades ($p = 0,007$), présentant une affection respiratoire ($p = 0,025$) ou des myiases ($p < 0,001$) avaient significativement moins de chances d'être relâchés, jusqu'à deux fois moins pour ces derniers.

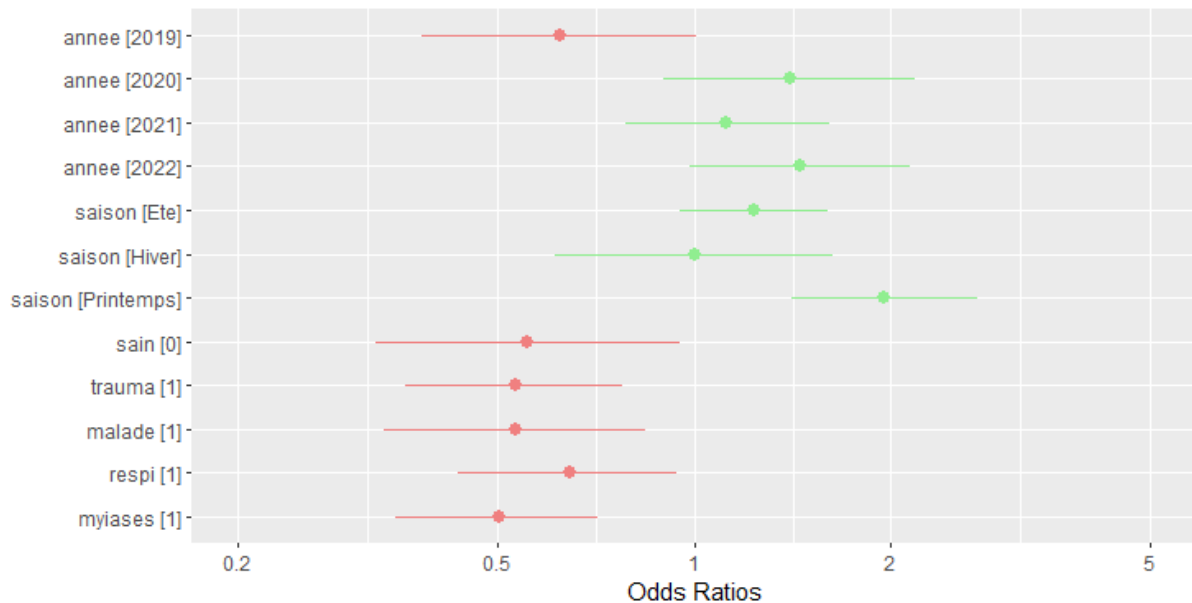


Figure 51 : Association entre les différentes classes des variables retenues dans le modèle final et la probabilité d'être relâché, par rapport à un individu sain admis en automne 2018 : odds ratios et intervalles de confiance à 95 %

ii. Validité du modèle

La distribution des résidus a mis en évidence deux groupes de résultats (Figure 52). Ces derniers correspondaient probablement aux modalités « 0 » et « 1 » du jeu de données. Les données n'étaient donc expliquées que partiellement par ce modèle, il restait de grands écarts entre valeurs observées et valeurs prédites. D'après le test de Hosmer-le-Cessie, l'ajustement était de faible qualité ($p < 0,001$). Le pseudo R^2 de Veall-Zimmermann était de 0,184.

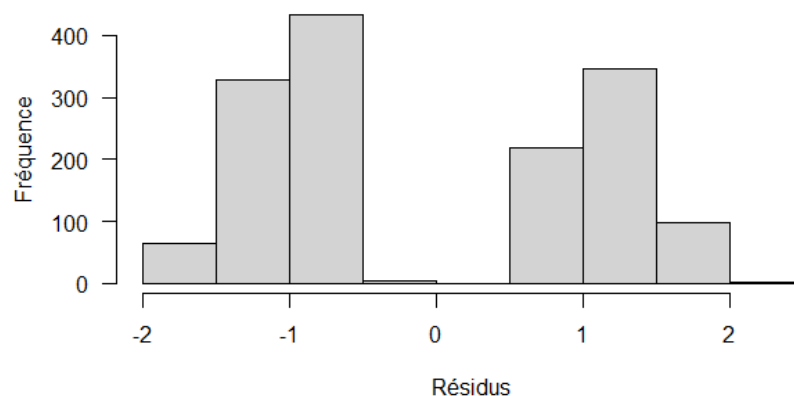


Figure 52 : Histogramme des résidus en déviance

V. Discussion

A. Matériels et méthodes

1. Connaissance de la population de hérissons admis en centre de soins

La validité des résultats dépend de la quantité et de la qualité des données recueillies.

En cinq ans, 2134 hérissons ont été admis. Cet effectif important a permis de réaliser des tests statistiques suffisamment puissants. De plus, il a permis de faire un tri avant la construction des modèles multivariés, tout en conservant l'effectif satisfaisant de 1495 individus, pour lesquels l'âge et l'état clinique à l'admission étaient connus. La population des hérissons admis en centre est donc relativement bien caractérisée ici, au moins pour les variables pour lesquelles les données manquantes sont rares.

Ensuite, des imprécisions ou données manquantes étaient possibles lors de l'étape d'admission. Le sexage a été impossible quand le hérisson restait en boule et la détermination de l'âge a laissé place à une certaine part de subjectivité (voir page 61). La réalisation de l'examen clinique ainsi que la prise en charge immédiate étaient susceptibles de varier en fonction de l'expérience de l'intervenant, mais aussi de sa charge globale de travail et donc du temps qu'il avait de disponible pour s'occuper de l'individu. De plus, les comptes rendus d'examen clinique ont été rédigés de façon libre dans un champ de texte. Ceci a ajouté une variabilité en fonction de l'intervenant, selon son niveau de connaissance du vocabulaire médical, et son choix de reporter ou non des informations. De façon générale, seules les anomalies étaient reportées. *A posteriori*, il est donc difficile d'affirmer qu'un individu ne présentait pas tel ou tel signe clinique. Enfin, il y a eu des oublis (diagnostic non reporté sur la fiche).

De plus, des différences dans la prise en charge des hérissons ont pu survenir au moment des soins. En effet, selon la personne qui a réalisé les soins et son expérience, certains signes cliniques ont pu ne pas être détectés et la prise en charge non réadaptée immédiatement. Les différences d'expérience entre les intervenants induisent naturellement des durées d'exécution des tâches différentes, ce qui a une incidence sur le stress des animaux. Par ailleurs, en dépit des instructions fournies, il est possible que la rigueur concernant les mesures de biosécurité ait différencié entre les intervenants, et certains gestes étaient plus susceptibles d'induire des contaminations interindividuelles.

2. Connaissance de la population de hérissons en milieu naturel

Les résultats ne peuvent pas être extrapolés à la population complète des hérissons de cette région. En effet, la collecte des données a introduit des biais de sélection qu'il est important de considérer avant d'interpréter les résultats. La première étape de la prise en charge, c'est-à-dire la découverte de l'animal, permet de comprendre que les hérissons admis au centre de soins l'Hirondelle et donc inclus dans cette étude ne sont pas représentatifs de

la population des hérissons de la région. Les hérissons inclus étaient ceux fréquentant des lieux où ils étaient susceptibles d'être vus (jardins, bords de routes...) et ceux qui n'étaient pas déjà morts (collisions routières, prédation, consommation par un charognard...). Les hérissons admis sont ensuite ceux que le découvreur a estimé devoir secourir : il est possible que toutes les catégories d'animaux ne fassent pas l'objet d'un recueil, par exemple les hérissons très jeunes peuvent ne pas être recueillis car considérés comme condamnés. Enfin l'admission dépend de la consigne donnée par le centre. Dans certains cas il peut être conseillé de laisser le hérisson se débrouiller dans son environnement, par exemple s'il est trouvé en soirée, en pleine nuit ou en début de matinée et qu'il n'est pas maigre. De même, s'il est trouvé en journée pendant que les découvreurs faisaient des travaux et qu'il n'est pas blessé, le centre conseille de le réintroduire à la tombée de la nuit. Ainsi, l'éventuelle extrapolation des résultats au milieu naturel doit se faire avec la plus grande prudence.

B. Résultats

1. Etude de l'admission des hérissons

a. Population de hérissons admis

Le centre de soins l'Hirondelle a accueilli 427 hérissons par an en moyenne en cinq ans, ce qui est supérieur aux nombres d'admissions annuelles par centre mesurés dans d'autres études (Tableau XVIII). Cependant, la structure de la communauté des centres de soins diffère selon les pays. Au Royaume-Uni par exemple, il y a plus de 300 centres de soins ce qui est notoirement plus important que dans les autres pays, mais 63 % d'entre eux accueillent moins de 50 hérissons par an. En France, il en existe 73 et l'Hirondelle fait partie de ceux accueillant le plus grand nombre de hérissons.

Tableau XVIII : Caractéristiques de plusieurs études portant sur l'admission de hérissons en centres de soins

	CRESPO MARTINEZ et al. 2014	GARCÊS et al. 2020	LUKEŠOVÁ et al. 2021	HIRSCHINGER et al. 2022
Dates et durée	2009-2013 (5 ans)	2002-2019 (17 ans)	2010-2019 (10 ans)	2006-2021 (16 ans)
Pays	Espagne	Portugal	Rép. Tchèque	France
Nombre de centres de soins	3	2	34	1
Nombre de hérissons admis	490	740	16 967	3694
Nombre moyen de hérissons admis par centre et par an	33	22	50	231

La population de hérissons admis se compose de 73 % de juvéniles. Cette majorité a aussi été constatée dans d'autres centres de soins en Europe : 76 % dans une étude au Portugal et 59 % en République Tchèque par exemple (GARCÊS et al. 2020 ; LUKEŠOVÁ et al.

2021). En pratique le sexage est peu réalisé dans les centres de soins mais le sex-ratio semble équilibré (CRESPO MARTINEZ et al. 2014 ; GARCÉS et al. 2020).

b. Nombre annuel d'admissions

Le nombre d'admission a été stable de 2018 à 2020, avec une moyenne de 4015 animaux par an, et a augmenté en 2021 et 2022, avec une moyenne de 6972 animaux par an. Le centre a fermé ses portes pendant huit mois d'octobre 2019 à mai 2020, en raison du nombre important d'animaux reçus et d'un manque de moyens humains et financiers pour répondre à toutes les sollicitations d'accueils d'animaux en détresse. Pendant cette période, presque aucun animal n'a été admis pour que l'équipe puisse s'occuper des animaux en soins. Cette fermeture explique la légère baisse du nombre total d'animaux accueillis en 2020 par rapport à l'année précédente, mais aussi l'absence d'admissions de hérissons au printemps 2020.

Le nombre d'animaux toutes espèces confondues admis par an a augmenté depuis 2021. Le réseau des centres de soins de la faune sauvage français rapporte une augmentation de 20 % par an en moyenne du nombre d'animaux admis dans les centres (Réseau Centres de Soins Faune Sauvage 2022). Cette hausse s'observe aussi dans une étude au Portugal, en République Tchèque et en Normandie (GARCÉS et al. 2020 ; LUKEŠOVÁ et al. 2021 ; HIRSCHINGER et al. 2022). Cette hausse générale peut s'expliquer par une augmentation générale du nombre d'animaux en détresse dans la nature, ou par une augmentation de l'activité du centre. L'augmentation de la communication sur les réseaux sociaux, à la télévision, mais aussi au travers d'actions de communication et de collecte de fonds avec leurs partenaires (comme l'arrondi aux caisses de l'enseigne Nature & Découvertes et du Safari de Peaugres par exemple), a largement participé à l'augmentation de la notoriété du centre. La fermeture de fin 2019 a également été médiatisée dans la région.

Les confinements successifs imposés en raison de la pandémie de Covid-19 ont pu contribuer à l'augmentation des admissions d'animaux à partir de 2021. En France, ces mesures ont été mises en place du 17 mars au 11 mai 2020 (période pendant laquelle le centre était fermé), du 30 octobre au 15 décembre 2020, et 3 avril au 3 mai 2021. Deux hypothèses peuvent expliquer l'augmentation des admissions en 2021 et 2022. D'une part, le confinement a conduit une partie de la population à s'adonner davantage aux activités de jardinage, ce qui a pu entraîner un accroissement des accidents, ainsi qu'un déblayage des terrains mettant en évidence des animaux habituellement dissimulés. D'autre part, cette période a suscité un intérêt croissant pour la nature, s'accompagnant d'une observation plus attentive de la faune sauvage présente dans les jardins. Cette prise de conscience peut donc expliquer l'augmentation globale des admissions en centres de soins (VIDARD 2023).

En 2021, la proportion de hérissons admis par rapport aux autres espèces était supérieure aux autres années (11 % contre 7 %), avec 300 hérissons supplémentaires admis par rapport à ce qui était attendu. L'augmentation du nombre d'admissions concernait donc

particulièrement les hérissons. L'explication de cette hausse pourrait se trouver soit dans le regain d'intérêt pour la faune sauvage expliqué précédemment (les hérissons sont beaucoup plus faciles à attraper que la plupart des autres espèces accueillies, qui sont majoritairement des oiseaux), soit par une augmentation de la taille de la population de hérissons dans le milieu naturel (mais il est peu probable que le milieu et les ressources aient été modifiés une seule année), soit par une augmentation spécifique du nombre de hérissons en détresse dans le milieu naturel. La hausse de la proportion de hérissons traumatisés ou malades entre 2018 et 2022 va dans le sens d'une augmentation des hérissons en détresse mais ne suffit pas pour l'affirmer. En 2021, la distribution des admissions au fil des saisons ne présentait pas de singularité (19 % au printemps, 46 % en été, 30 % en automne et 5 % en hiver). En revanche, il est à noter que l'été 2021 n'a pas été marqué par une canicule contrairement aux autres années, même si l'effet des canicules sur les admissions de hérissons n'est pas encore connu (Météo France 2019 ; 2020 ; 2021 ; 2022 ; 2023).

c. Saisonnalité des admissions

Les admissions sont saisonnières et l'étude par saisons permet d'augmenter la puissance des tests par rapport à l'étude par mois. Les variations mensuelles du nombre d'admission, avec une majorité des admissions en été (46 %) et un pic au mois de juin (22 %), sont comparables à d'autres centres de soins, comme en Espagne (CRESCO MARTINEZ et al. 2014). Même si des variations annuelles de la distribution des admissions par saisons existent, la moitié des admissions de hérissons ont lieu en été chaque année. Des résultats différents ont été obtenus en République Tchèque, avec une majorité des admissions ayant lieu en automne et une minorité au printemps, ce qui peut s'expliquer par une période d'hibernation plus longue à cette latitude (LUKEŠOVÁ et al. 2021).

La saisonnalité des admissions peut s'expliquer par la biologie de l'espèce et les causes d'admission. A partir du mois de mai, les animaux reçus sont majoritairement des juvéniles. En effet les naissances débutent à la fin du printemps, et ce sont souvent des portées de plusieurs hérissons qui sont apportées. Les juvéniles restent majoritaires jusqu'en décembre. L'été est la saison où les hérissons sont les plus actifs, avec un pic au mois de juillet pendant lequel ils passent « seulement » 75 % de leur temps à se reposer (BERTHOUD 1982a). Ils sont donc plus susceptibles de se mettre en danger et d'être vus. En été, les adultes victimes des débroussailleuses et autres outils de jardinage sont fréquents, ce qui coïncide avec le fait que les individus traumatisés sont majoritairement des adultes, comme c'est aussi le cas au Royaume-Uni (DOWLER BURROUGHES et al. 2021). A partir de novembre, les animaux devraient hiberner mais certains n'ont pas atteint un poids suffisant et sont apportés en centres de soins.

d. Profil des hérissons admis

Le profil des hérissons se décrit par leur âge, leur cause d'admission et leur état clinique à l'admission, bien que ces deux dernières informations ne soient pas synonymes.

La diminution de la proportion de juvéniles au fil des ans (85 à 65 %) peut être due au changement de la méthode de classification des âges. A partir de 2021, la classe des juvéniles n'inclut que les jeunes non sevrés. Les autres jeunes de moins d'un an étaient classés comme des « immatures », mais il est possible qu'une partie d'entre eux ait été définie comme adultes, diminuant ainsi le nombre total de juvéniles après le réarrangement des données. Cette évolution peut aussi résulter d'un changement des consignes du pôle médiation. En effet, le centre demande de plus en plus aux découvreurs de prendre des photographies et peser les hérissons trouvés pour mieux analyser la situation. De plus, quand des découvreurs trouvent une portée de hérissons le soir, le centre leur demande maintenant de les identifier en mettant un peu de vernis à ongles sur les piquants (pratique courante en centres de soins), de les peser quand ils voient, et de communiquer régulièrement avec le centre pour s'assurer qu'ils vont bien. Cette pratique a donc pu permettre d'éviter du ramassage inutile et contribuer à la diminution de la proportion de juvéniles admis.

L'analyse des causes d'admission est difficilement interprétable en raison de la très large prédominance des hérissons arrivés pour cause indéterminée. Ce résultat peut s'expliquer par les définitions précises et donc restrictives des causes, et par l'absence de l'information. En partie pour pallier ce manque d'informations, les variables concernant l'état à l'admission ont été créées. En effet, seuls 18 hérissons ont été classés dans la cause « Maladie » alors que d'après les données relatives à l'examen clinique d'admission, 1022 étaient malades (47 % des admissions). De plus, les individus traumatisés représentaient 17 % des admissions. Cependant l'origine du traumatisme n'étant pas connue, ces hérissons n'ont été classés dans aucune catégorie, pas même la catégorie « autres traumatismes ». Dans la littérature (page 50, Tableau III), les principales causes d'admission des hérissons sont le ramassage d'animaux sains, puis les traumatismes et les maladies. A l'Hirondelle, la situation semble un peu différente puisqu'au moins 14 % des hérissons accueillis par an depuis 2019 étaient sains, mais plus de la moitié étaient traumatisés ou malades.

Dans nombre d'études, les hérissons juvéniles *a priori* sains forment une cause d'admission à part entière souvent appelée « orphelins ». A l'Hirondelle, les juvéniles sains à leur arrivée représentaient 295 individus soit 14 % des admissions. Cependant cette proportion ne représente pas la proportion de hérissons qui seraient arrivés pour la cause « orphelin », elle est sous-estimée car la plupart des jeunes hérissons non sevrés sont hypothermes et déshydratés à leur arrivée et n'ont donc pas été classés comme sains. Ceci montre que la cause d'arrivée n'est pas synonyme de l'état clinique à l'admission. Le parcours du jeu de données permis de constater que certains orphelins ont été classés dans la catégorie « Autres ».

L'étude des variables concernant l'état clinique à l'admission montre que le centre accueille de moins en moins d'individus sains, et de plus en plus d'individus traumatisés ou malades. Ces résultats allant dans le même sens, ils peuvent suggérer que cette tendance est

réellement observée. Néanmoins, ils peuvent être imputables à un changement dans la rédaction du diagnostic, l'équipe ayant évolué. La diminution de la proportion d'individus sains peut s'expliquer par une meilleure médiation téléphonique et donc moins de ramassages d'animaux non nécessaires. De l'autre côté, l'augmentation de la proportion d'animaux traumatisés ou malades peut résulter d'une meilleure détection de ces situations par les soigneurs (ayant gagné de l'expérience). L'interprétation des résultats trouvés à partir de ces variables est à considérer avec prudence : le champ de texte « Diagnostic » n'était pas rempli pour une partie des animaux. Au total, 1559 hérissons étaient sains ou malades et/ou traumatisés, ce qui devait couvrir toutes les possibilités. Il restait donc 27 % d'individus sans informations sur l'état clinique à l'admission. De plus la présence d'un signe clinique est notée mais pas son absence, il n'est pas possible d'affirmer qu'un hérisson avec la modalité 0 pour la variable « sain » n'est pas sain seulement avec cette donnée.

L'année 2019 a été particulière. En effet, le diagnostic n'a été renseigné sur la base informatique que pour 55 % des hérissons. Les proportions d'individus présentant de la diarrhée, une affection respiratoire, des myiases, et donc finalement la proportion de hérissons malades, apparaissent ainsi toutes minimales. Par ailleurs la proportion d'individus sains était inférieure à 2018. Ces proportions ont donc été sous-estimées. Le manque de moyens humains et financiers peut expliquer ces résultats.

2. Etude de la mortalité des hérissons

a. Etude du devenir et de son évolution

Environ la moitié des hérissons accueillis à l'Hirondelle ont été relâchés (48 % ou 51 % sans comptabiliser ceux arrivés morts), ce qui est comparable à deux études portant sur de nombreux centres de soins au Royaume-Uni (BEARMAN-BROWN, BAKER 2022 ; DOWLER BURROUGHS et al. 2021). Ce taux est cependant inférieur à celui mesuré d'autres dans études : 69 % en Espagne, 66 % au Portugal (CRESPO MARTINEZ et al. 2014 ; GARCÉS et al. 2020). Il est à noter que dans ces études, le nombre de hérissons accueilli était inférieur, et une proportion importante des animaux admis était saine.

L'augmentation de la proportion de hérissons arrivés morts au fil des ans peut s'expliquer encore une fois par un accroissement du nombre de hérissons en détresse dans la nature. Cependant, une augmentation du délai entre le moment où l'animal est découvert et arrive au centre pourrait aussi l'expliquer. En effet un temps de prise en charge trop long est défavorable pour le pronostic. Cet aspect n'a pas été étudié ici et pourrait faire l'objet d'une future collecte de données.

La proportion d'individus euthanasiés était faible (1,5 %) et légèrement inférieure à celles rapportées dans d'autres études : 3 % en Espagne, 6 % au Portugal et 4 % en République Tchèque (CRESPO MARTINEZ et al. 2014 ; GARCÉS et al. 2020 ; LUKEŠOVÁ et al. 2021). Ce faible taux peut s'expliquer par le fait que les hérissons doivent être amenés chez un vétérinaire

pour être euthanasiés, ce qui peut nécessiter un délai en fonction de la disponibilité du vétérinaire et des soigneurs ou bénévoles pour l'acheminer. Ainsi même si la décision d'euthanasie a été prise, le hérisson n'est pas comptabilisé comme euthanasié en cas de décès avant d'arriver chez un vétérinaire. Ce faible taux pourrait aussi s'expliquer par un pronostic insuffisamment pessimiste de la part de l'équipe de l'Hirondelle.

La proportion d'individus morts au centre a été la plus forte en 2019. Le modèle logistique univarié a montré que les hérissons avaient 40 % de chances en moins d'être relâchés en 2019 par rapport à l'année précédente. Le manque de personnel ainsi que la météorologie difficile peuvent expliquer ce résultat. En effet, cette année a été marquée par deux canicules aux mois de juin et juillet, une sécheresse exceptionnelle des sols jusqu'au mois de septembre, et de forts orages et intempéries au mois d'août (Météo France 2020). Dans le modèle logistique, l'intervalle de confiance autour de l'odds ratio associé à l'année 2019 est plus large que les autres, car comme le diagnostic a été moins bien renseigné, moins de hérissons admis cette année-là ont été inclus dans le modèle. Il contient la valeur 1 mais sa borne supérieure est très proche de 1, ce qui laisse penser que même en prenant en compte tous les autres facteurs (saison et état clinique), les hérissons avaient moins de chances d'être relâchés en 2019. Finalement, le manque de moyens auquel a été confronté l'Hirondelle en 2019, comme c'est régulièrement le cas de nombreux centres de soins travaillant dans une grande précarité de moyens (Réseau Centres de Soins Faune Sauvage 2020), a probablement eu des répercussions directes sur la qualité de la prise en charge et le pronostic des animaux.

b. Etude de la durée d'hospitalisation

La durée de séjour moyenne était de 27 jours avec une médiane de 16 jours, ce qui est inférieur à celle trouvée dans les centres de République Tchèque, où les hérissons restent en moyenne 49 jours avec une médiane de 30 jours (LUKEŠOVÁ et al. 2021). Cependant cette différence peut s'expliquer par la distribution des admissions au cours de l'année : là-bas, les hérissons sont majoritairement admis en automne et doivent donc généralement attendre le printemps pour être relâché car souvent, les jeunes admis n'ont pas un poids suffisant pour surmonter l'hiver.

La mortalité est très forte dans les premiers jours, ce qui a aussi été observé dans une étude sur 19 577 admis dans des centres au Royaume-Uni, où 22 % des hérissons sont morts ou ont été euthanasiés dans les 48 premières heures (DOWLER BURROUGHES et al. 2021). Cette tendance s'observe aussi dans l'étude en République Tchèque et dans une étude multi-espèces en Espagne (LUKEŠOVÁ et al. 2021 ; MOLINA-LÓPEZ et al. 2017).

Chez les juvéniles, la médiane de la durée de séjour est proche de celle documentée dans une étude en Espagne : 2 jours pour les jeunes morts à l'Hirondelle contre 1 jour dans l'étude, et 42 jours pour ceux relâchés par l'Hirondelle contre 44 dans l'étude (CRESPO MARTINEZ et al. 2014).

La moyenne et la médiane de la durée de séjour ont diminué au fil des ans. Cette baisse peut s'expliquer par la diminution de la proportion de hérissons arrivés sains, étant ceux gardés le plus longtemps, ou par un changement des pratiques.

Finalement, les paramètres influençant la durée de séjour étaient l'âge et le fait d'être sain, traumatisé, malade ou de présenter des myiases. Par rapport aux adultes sains, les juvéniles sont gardés plus longtemps et les hérissons traumatisés, malades ou présentant des myiases moins longtemps, ce qui s'explique par leur taux de mortalité plus élevé et survenant rapidement après l'admission.

Le modèle logistique univarié incluant la variable durée est celui ayant le plus grand pseudo R^2 (0,612). La durée de séjour reflète le fait que les animaux qui sont relâchés sont nécessairement ceux qui ne sont pas morts avant, cette relation n'est donc pas très intéressante biologiquement. Des modèles multivariés incluant cette variable pour expliquer la probabilité d'être relâché auraient un très bon ajustement, mais l'inclusion de cette variable aurait apporté une confusion, car l'objectif était de rechercher des facteurs pronostiques influençant la probabilité d'être relâché. La durée de séjour n'a donc pas été prise en compte dans l'étude du pronostic.

c. Etude du pronostic

La proportion d'animaux relâchés était significativement supérieure pour les juvéniles (50 %) que les adultes (45 %). Cependant, l'âge n'a pas été retenu comme variable explicative dans le modèle logistique final, ce qui suggère que l'âge seul n'était pas un bon paramètre pronostic.

Le pronostic dépendait l'année d'admission, avec des chances plus faibles d'être relâché en 2019 comme expliqué précédemment, et de la saison d'admission, les hérissons admis au printemps ayant deux fois plus de chances d'être relâchés que ceux admis en automne. Cette différence pourrait s'expliquer par les causes d'admissions, elles-mêmes dépendantes de la classe d'âge. Au printemps (mars à mai), 60 % des hérissons admis étaient des juvéniles tandis qu'en automne (septembre à novembre), ils étaient 75 %. La distribution différente des classes d'âge n'explique pas la différence des chances de survie puisque la proportion d'individus relâchés est plus grande parmi les juvéniles que parmi les adultes. En revanche, il est possible que les juvéniles accueillis en automne soient plus jeunes et moins viables, et qu'à âge égal les jeunes issus de portées tardives voire de deuxièmes portées soient moins viables que ceux issus de portées précoces. Une étude menée dans plusieurs centres de soins au Royaume-Uni a montré que les jeunes issus d'une portée tardive avaient un taux de survie inférieur à ceux nés plus tôt (DOWLER BURROUGHES et al. 2021). Cependant, une étude menée au nord de l'Angleterre suggérait que les jeunes nés en automne n'auraient pas moins de chances de survivre à l'hiver que ceux nés plus tôt dans l'année, en raison de leur gain de poids plus rapide (BUNNELL 2009).

Le pronostic dépendait aussi de l'état clinique à l'admission. La proportion de hérissons relâchés parmi ceux sains à leur admission était deux fois supérieure à celle des hérissons traumatisés ou malades, ce qui est comparable à une étude au Royaume-Uni (DOWLER BURROUGHES et al. 2021). Les affections respiratoires avaient un effet négatif sur le pronostic. Le pronostic le plus défavorable concernait les hérissons présentant des myiases, ils avaient trois fois moins de chances d'être relâchés par rapport aux autres, ce qui a aussi été constaté en Normandie (HIRSCHINGER et al. 2022).

Cependant parmi les animaux évalués comme sains à l'admission, 30 % sont morts (103 individus). Parmi eux 91 % étaient des juvéniles, dont la moitié sont morts dans les deux semaines suivant l'admission. Plusieurs hypothèses sont possibles, celle du très jeune âge de certains individus (trop loin du sevrage), un examen clinique incomplet ou une prise en charge inadaptée. L'hypothèse de maladies nosocomiales (transmises dans le centre) est aussi envisageable. En effet, dans les centres de soins, les mesures de biosécurité ne sont pas simples à mettre en place.

Le modèle logistique multivarié n'explique que partiellement les données. Il reste beaucoup de facteurs expliquant la probabilité de survie qui n'ont pas été identifiés. Le traitement médical des animaux pourrait avoir un rôle mais n'a pas été étudié, tout comme le délai entre la découverte et l'arrivée au centre. Toutefois, le pseudo R^2 de Veall-Zimmermann du modèle logistique multivarié (0,184) était supérieur à ceux des modèles univariés, donc plus explicatif de la variabilité observée. Parmi ces derniers, le mieux ajusté était celui incluant la variable sain (0,129).

C. Perspectives

1. Amélioration de la collecte des données

Pour améliorer la prise en charge des hérissons à l'Hirondelle, une première piste serait l'amélioration du recueil des données.

La date et l'heure de l'appel de découvreur pourraient être ajoutés pour étudier l'effet du délai d'acheminement des animaux sur la mortalité. Dans certains cas, il est possible que le pronostic soit si sombre qu'il soit préférable d'amener le hérisson chez le vétérinaire le plus proche pour une euthanasie plutôt que de l'acheminer au centre.

La définition des classes d'âge pourrait être plus précise, avec un poids maximal strict pour les juvéniles, afin d'homogénéiser le recueil des informations entre les différents intervenants. D'ailleurs, une attention pourrait être portée au report du poids sur la fiche d'admission de la base informatique, qui a souvent été oublié.

Ensuite, la liste des causes d'admission actuellement proposée est certes précise mais peu informative. Il serait intéressant d'élargir la définition de « malade » et de rajouter la cause « orphelin ».

Enfin, la mise en place d'une méthodologie standardisée pour l'examen clinique à l'admission à l'aide d'une fiche aide-mémoire (au moins les intervenants les moins expérimentés) serait utile. La transcription systématique dans la base de données au moyen de cases à cocher ou menus déroulants (sain ou non, hypotherme ou non, présence de signes de maladie, de traumatisme, présence de diarrhée...) permettrait de pouvoir analyser ces informations plus facilement à l'avenir.

2. Recommandations vis-à-vis de la biosécurité

Dans l'attente d'éventuelles futures analyses, un point de vigilance à soulever est la biosécurité, aussi bien pour la santé du personnel que celles des hérissons. L'effet du renforcement des mesures de biosécurité sur la mortalité des hérissons pourra être étudié. Plusieurs recommandations sont formulées à titre d'exemples, dans le but de limiter la transmission d'agents pathogènes entre les animaux pendant leur séjour au centre.

Par exemple, les cages étant des bacs avec des parois pleines mais grillagées sur le dessus et étant très proches les unes des autres, il est possible que des agents pathogènes soient transmis par voie aérienne. Les hérissons sains à leur arrivée pourraient donc être séparés des autres (placés dans une animalerie spécifique par exemple), pour prévenir d'éventuelles contaminations. La séparation des individus en fonction de leur classe d'âge est aussi recommandée, mais les jeunes individus étant souvent placés dans des éleveuses le problème se pose moins.

Il est recommandé de porter des gants au moins pour toutes les manipulations de hérissons malades ou de leur cage, de porter attention à la désinfection de tous les supports (stylo, clavier d'ordinateur, boîte de pesée ou balance) entre chaque individu, et de vérifier le spectre et le temps d'action des produits désinfectants utilisés. Quand deux personnes sont disponibles pour réaliser les changements de cage et les soins, la division des tâches peut permettre de limiter les contaminations. Une première personne peut alors prendre en charge le hérisson et tout le matériel qui a été en contact direct avec lui (intérieur de la cage) en veillant à ne pas toucher d'autres surfaces, tandis qu'une seconde personne peut s'occuper des tâches « propres » : noter les informations sur l'ordinateur, préparer les nouvelles gamelles...

3. Autres recommandations et perspectives

Etant donné qu'une partie des juvéniles jugés sains meurt dans les premiers jours d'hospitalisation, il serait pertinent d'étudier particulièrement ces individus. Des réévaluations plus fréquentes de leur état clinique sont recommandées.

Etant donné le pronostic très sombre des hérissons présentant des myiases et le fait que cette affection survient en été et en automne lorsque la charge du centre est la plus élevée, il est recommandé d'envisager une euthanasie rapidement. La décision doit bien sûr être prise en prenant en compte l'étendue des lésions.

Les résultats obtenus concernant l'année 2019 suggèrent qu'une surcharge de travail conduit probablement à une prise en charge de moins bonne qualité et un taux de réussite inférieur. Bien que la décision de devoir fermer le centre de soins en raison d'un manque de moyens soit toujours extrêmement difficile à prendre pour l'équipe, l'expérience vécue cette année-là soutient qu'une fermeture peut être nécessaire pour espérer réhabiliter le plus d'animaux, en plus de ménager le personnel.

Ce travail constitue une base d'informations qui pourra servir dans de futures études. Il serait souhaitable de réaliser des bilans annuels spécifiques aux hérissons pour comparer les données avec celles de cette étude. De futures analyses sont envisageables pour approfondir la compréhension de la prise en charge des hérissons par l'Hirondelle, comme l'investigation des causes de mortalité par le biais d'autopsies et d'analyses de laboratoire. Par exemple, l'analyse des animaux morts au centre de cause inconnue pourrait permettre de mettre en évidence des infections nosocomiales et adapter les mesures en conséquence.

CONCLUSION

Le hérisson d'Europe est un petit mammifère nocturne commun en milieu rural et urbain. Bien que l'espèce ne soit pas considérée comme menacée au niveau mondial, certaines populations de hérissons montrent des signes de déclin. Les menaces pesant sur ces populations sont variées, résultent souvent d'activités anthropiques, et concernent particulièrement les zones rurales. Elles incluent la dégradation et la fragmentation de l'habitat, le trafic routier ou encore l'usage de produits phytosanitaires. Peu de données sont disponibles sur les populations de hérissons en France. Le hérisson d'Europe est une espèce protégée par la législation et par leurs diverses missions, les centres de soins de la faune sauvage participent activement à sa préservation.

Le centre de soins l'Hirondelle, situé à Saint-Forgeux dans le Rhône, a inauguré son pôle Mammifères en 2018. L'objectif de cette étude est de décrire la prise en charge des hérissons durant les cinq premières années de fonctionnement du pôle, jusqu'à la fin de l'année 2022. Au total, 2134 individus ont été accueillis sur la période ce qui fait du hérisson la première espèce de mammifère admise. Les hérissons accueillis sont majoritairement des juvéniles (73 %). Les admissions atteignent leur pic en été et sont peu nombreuses en hiver. La moitié des hérissons accueillis ont été relâchés. La mortalité est la plus forte dans les premiers jours de soins au centre. Plusieurs facteurs influent sur la probabilité d'être relâché, comme l'âge, la saison d'admission et la durée des soins.

Pour améliorer la prise en charge des hérissons à l'Hirondelle, la mise en place d'une méthodologie standardisée pour l'examen clinique à l'admission, avec une transcription systématique dans la base de données au moyen d'une fiche dédiée, serait souhaitable. Plus largement, il serait pertinent d'améliorer la collecte des données, en définissant plus précisément les classes d'âge et les causes d'arrivée, afin d'homogénéiser le recueil des informations entre les différents intervenants. Ce travail préliminaire ouvre la voie à de potentielles études futures visant à approfondir la compréhension de la prise en charge des hérissons par l'Hirondelle, telles que des analyses de données dans les années à venir ou l'investigation des causes de mortalité par le biais d'autopsies et d'analyses de laboratoire.

BIBLIOGRAPHIE

ALOMAR, H., 2017. *Analyse chimique des résidus des contaminants anthropiques dans les chaînes alimentaires : influence du régime alimentaire chez les prédateurs* [en ligne]. Thèse de doctorat en sciences de la santé et toxicologie. Lyon : Université Claude Bernard. [Consulté le 21 février 2023]. Disponible à l'adresse : <https://theses.hal.science/tel-01736250>

ANDRIEU, M., 2012. *Le hérisson d'Europe, Erinaceus europaeus, indicateur de la biodiversité en ville de Nantes (44) - Etudes parasitologiques et toxicologiques* [en ligne]. Thèse de doctorat vétérinaire. [Consulté le 30 janvier 2023]. Disponible à l'adresse : <http://alex.vetagro-sup.fr/Record.htm?idlist=5&record=19413649124912318219>

Arrêté du 8 octobre 2018 fixant les règles générales de détention d'animaux d'espèces non domestiques, 2018. [en ligne]. [Consulté le 15 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000037491137/>

Arrêté du 11 septembre 1992 relatif aux règles générales de fonctionnement et aux caractéristiques des installations des établissements qui pratiquent des soins sur les animaux de la faune sauvage., 1992. [en ligne]. [Consulté le 23 février 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000541669/>

Arrêté du 17 avril 1981 fixant la liste des mammifères protégés sur l'ensemble du territoire, 1981. [en ligne]. [Consulté le 23 février 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/LEGITEXT000006074394/2007-05-10/>

Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection, 2007. [en ligne]. [Consulté le 23 février 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000649682#:~:text=Pour%20les%20esp%C3%A8ces%20de%20mammif%C3%A8res,animaux%20dans%20le%20milieu%20naturel.>

Article L411-1 - Code de l'environnement, 2016. [en ligne]. [Consulté le 23 février 2023]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000033035411

Article L415-3 - Code de l'environnement, 2023. [en ligne]. [Consulté le 11 octobre 2023]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000047088101

Article R242-48 - Code rural et de la pêche maritime, 2015. [en ligne]. [Consulté le 3 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : https://www.legifrance.gouv.fr/codes/article_lc/LEGIARTI000030361105

- AULAGNIER, S., HAFFNER, P., MITCHELL-JONES, A.J., MOUTOU, F. et ZIMA, J., 2020. *Mammifères d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient*. Nouvelle éd. mise à jour et augmentée. Paris : Delachaux et Niestlé. ISBN 978-2-603-02742-4. 599
- AYRAL, F., DJELOUADJI, Z., RATON, V., ZILBER, A.-L., GASQUI, P., FAURE, E., BAURIER, F., VOUREC'H, G, KODJO, A. et COMBES, B., 2016. Hedgehogs and Mustelid Species: Major Carriers of Pathogenic *Leptospira*, a Survey in 28 Animal Species in France (20122015). *PLOS ONE*. 28 septembre 2016. Vol. 11, n° 9, pp. e0162549. DOI 10.1371/journal.pone.0162549.
- AZAMI-CONESA, I., PÉREZ-MORENO, P., MATAS MÉNDEZ, P., SANSANO-MAESTRE, J., GONZÁLEZ, F., MATEO BARRIENTOS, M. et GÓMEZ-MUÑOZ, M., 2023. Occurrence of *Leishmania infantum* in Wild Mammals Admitted to Recovery Centers in Spain. *Pathogens*. 16 août 2023. Vol. 12, n° 8, pp. 1048. DOI 10.3390/pathogens12081048.
- B., E., 2023. Disparition imminente des hérissons : y a-t-il une chance de les sauver ? *La Voix du Nord* [en ligne]. 17 janvier 2023. [Consulté le 7 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.lavoixdunord.fr/1279845/article/2023-01-17/disparition-imminente-des-herissons-y-t-il-une-chance-de-les-sauver>
- BEARMAN-BROWN, L. E. et BAKER, P. J., 2022. An Estimate of the Scale and Composition of the Hedgehog (*Erinaceus europaeus*) Rehabilitation Community in Britain and the Channel Islands. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*. 14 novembre 2022. Vol. 12, n° 22, pp. 3139. DOI 10.3390/ani12223139.
- BERGER, A., LOZANO, B., BARTHEL, L. et SCHUBERT, N., 2020. Moving in the Dark—Evidence for an Influence of Artificial Light at Night on the Movement Behaviour of European Hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Animals*. 30 juillet 2020. Vol. 10, n° 8, pp. 1306. DOI 10.3390/ani10081306.
- BERTHEVAS, G., 2014. *Les principaux parasites des hérissons d'Europe (Erinaceus europaeus) admis au Centre de Sauvegarde de la Faune Sauvage d'Alfort (CEDAF)* [en ligne]. Thèse de doctorat vétérinaire. Créteil : Faculté de Médecine. [Consulté le 30 janvier 2023]. Disponible à l'adresse : <http://alex.vetagro-sup.fr/Record.htm?idlist=5&record=19418534124912367169>
- BERTHOUD, G., 1982a. L'activité du hérisson européen (*Erinaceus europaeus* L.). *Revue d'Écologie*. 1982. Vol. 36, n° 1, pp. 3-14.
- BERTHOUD, G., 1982b. *Contribution à la biologie du hérisson (Erinaceus europaeus L.) et application à sa protection*. Thèse. Suisse : Université de Neuchâtel.
- BIERI, M., 2003. The environmental profile of metaldehyde. In : DUSSART, G. B. J., *Slugs and Snails, Agricultural, Veterinary & Environmental Perspectives* [en ligne]. British Crop Protection Council. [Consulté le 24 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://cesandiego.ucanr.edu/files/54211.pdf>
- BIROT-ZECCHINI, F., 2022. *Étude de la circulation des virus influenza D et EriCoV et de leurs manifestations cliniques chez les hérissons d'Europe (Erinaceus europaeus) accueillis au centre de soins de la faune sauvage de l'École nationale vétérinaire de Toulouse* [en ligne].

Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse : Université Paul Sabatier. [Consulté le 1 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03780150>

BUNNELL, T., 2009. Growth rate in early and late litters of the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*). . 2009.

CONSEIL DE L'EUROPE, 1979. *Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe - Annexe III : Espèces de faune protégées* [en ligne]. 19 septembre 1979. [Consulté le 22 février 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.coe.int/fr/web/conventions/full-list>

Convention sur le Commerce International des Espèces de Faune et de Flore Sauvages Menacées D'Extinction, 1978. [en ligne]. [Consulté le 23 février 2023]. Disponible à l'adresse : <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378777X78801784>

COTTAREL, P., 2016. *Epidémiologie descriptive de l'infestation parasitaire du hérisson d'Europe (Erinaceus europaeus) en soin dans un centre de sauvegarde du sud de la France* [en ligne]. Thèse de doctorat vétérinaire. Lyon : Université Claude Bernard. [Consulté le 30 janvier 2023]. Disponible à l'adresse : <http://alex.vetagro-sup.fr/Record.htm?idlist=5&record=19427752124912459349>

COWIE, R. H., BOUCHET, P. et FONTAINE, B., 2022. The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biological Reviews*. 2022. Vol. 97, n° 2, pp. 640-663. DOI 10.1111/brv.12816.

CRESPO MARTINEZ, J., IZQUIERDO ROSIQUE, A. et SURROCA ROYO, M., 2014. Causes of admission and final dispositions of hedgehogs admitted to three Wildlife Rehabilitation Centers in eastern Spain. *Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy* [en ligne]. 30 décembre 2014. Vol. 25, n° 2. [Consulté le 30 mai 2023]. DOI 10.4404/hystrix-25.2-10248. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.4404/hystrix-25.2-10248>

CROSNIER, C., 2023. Les hérissons vont-ils disparaître en France ? *Camille passe au vert, France Inter* [en ligne]. France, 17 janvier 2023. [Consulté le 6 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/camille-passe-au-vert/camille-passe-au-vert-du-mardi-17-janvier-2023-9661179>

DICKMAN, C. R., 1988. Age-related dietary change in the European hedgehog, *Erinaceus europaeus*. *Journal of Zoology*. 1988. Vol. 215, n° 1, pp. 1-14. DOI 10.1111/j.1469-7998.1988.tb04881.x.

DONCASTER, C. P., 1992. Testing the role of intraguild predation in regulating hedgehog populations. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*. 1992. Vol. 249, n° 1324, pp. 113-117. DOI 10.1098/rspb.1992.0092.

DONCASTER, C. P., 1994. Factors Regulating Local Variations in Abundance: Field Tests on Hedgehogs, *Erinaceus europaeus*. *Oikos*. 1994. Vol. 69, n° 2, pp. 182-192. DOI 10.2307/3546136.

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*. 1 juillet 2010. Vol. 80, n° 1, pp. 13-21. DOI 10.1016/j.anbehav.2010.04.007.

DOWDING, C. V., SHORE, R., WORGAN, A., BAKER, P. J. et HARRIS, S., 2010. Accumulation of anticoagulant rodenticides in a non-target insectivore, the European hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Environmental Pollution*. 1 janvier 2010. Vol. 158, n° 1, pp. 161-166. DOI 10.1016/j.envpol.2009.07.017.

DOWIE, M., 1988. Radio-tracking hedgehogs. *Game Conserv. Ann. Rev.* 1988. pp. 122-124.

DOWLER BURROUGHES, N., DOWLER, J. et BURROUGHES, G., 2021. Admission and Survival Trends in Hedgehogs Admitted to RSPCA Wildlife Rehabilitation Centres. *Proceedings of the Zoological Society*. 1 juin 2021. Vol. 74, n° 2, pp. 198-204. DOI 10.1007/s12595-021-00363-9.

DUFFAUT, C., 2019. *Services écosystémiques et perception de la faune urbaine spontanée* [en ligne]. Thèse de doctorat de géographie et d'écologie. Paris : Sorbonne Université. Disponible à l'adresse : <https://theses.hal.science/tel-02968213>

DUHART, J.-H., 2016. Sauvons les Hérissons, Biodiversité en Danger ! *Change.org* [en ligne]. 2016. [Consulté le 7 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.change.org/p/sauvons-les-h%C3%A9rissons>

DUMORTIER, L., 2021. *Hibernation chez le hérisson d'Europe (Erinaceus europaeus) – Analyse des données collectées dans le centre de soins aux animaux de la faune sauvage de l'École nationale vétérinaire d'Alfort (2017-2019)* [en ligne]. Thèse de doctorat vétérinaire. Créteil : Faculté de Médecine. [Consulté le 21 février 2023]. Disponible à l'adresse : <http://alex.vetagro-sup.fr/Record.htm?idlist=1&record=19449935124912671179>

GAGLIO, G., ALLEN, S., BOWDEN, L., BRYANT, M. et MORGAN, E. R., 2010. Parasites of European hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in Britain: epidemiological study and coprological test evaluation. *European Journal of Wildlife Research*. 1 décembre 2010. Vol. 56, n° 6, pp. 839-844. DOI 10.1007/s10344-010-0381-1.

GARCÊS, A., SOEIRO, V., LÓIO, S., SARGO, R., SOUSA, L., SILVA, F. et PIRES, I., 2020. Outcomes, Mortality Causes, and Pathological Findings in European Hedgehogs (*Erinaceus europaeus*, Linnaeus 1758): A Seventeen Year Retrospective Analysis in the North of Portugal. *Animals*. 30 juillet 2020. Vol. 10, n° 8, pp. 1305. DOI 10.3390/ani10081305.

GARCÍA-MUÑOZ, J., CACCIOLA, N. A., PLAZZI, F., PRADO MÍGUEZ-SANTIYÁN, M., SOLER RODRÍGUEZ, F., LÓPEZ-BECEIRO, A., EUSEBIO FIDALGO, L., MARTÍNEZ-MORCILLO, S. et PERÉZ-LÓPEZ, M., 2023. Metal and metalloid concentrations in wild mammals from SW Europe: European hedgehog (*Erinaceus europaeus*) and badger (*Meles meles*). *Environmental Science and Pollution Research* [en ligne]. 3 novembre 2023. [Consulté le 9 novembre 2023]. DOI 10.1007/s11356-023-30615-4. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.1007/s11356-023-30615-4>

GASTON, K. J., BLACKBURN, T. M., GREENWOOD, J. J. D., GREGORY, R. D., QUINN, R. M. et LAWTON, J. H., 2000. Abundance–occupancy relationships. *Journal of Applied Ecology*. 2000. Vol. 37, n° s1, pp. 39-59. DOI 10.1046/j.1365-2664.2000.00485.x.

GEMMEKE, H., 1995. Investigations on the hazard of secondary poisoning in hedgehogs (*Erinaceus europaeus* L.) from metaldehyde in slugs on arable land. *Nachrichten des Deutschen Pflanzenschutzdienst*. 1995. N° 47, pp. 237-240.

HAIGH, A., 2011. *The ecology of the European hedgehog (Erinaceus europaeus) in rural Ireland* [en ligne]. Doctoral thesis. University College Cork. [Consulté le 21 février 2023]. Disponible à l'adresse : <https://cora.ucc.ie/handle/10468/558>

HAIGH, A., BUTLER, F. et O'RIORDAN, R., 2012. Courtship behaviour of western hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in a rural landscape in Ireland and the first appearance of offspring. *Lutra*. 1 janvier 2012. Vol. 55, pp. 41-54.

HAIGH, A., KELLY, M., BUTLER, F. et O'RIORDAN, R., 2014. Non-invasive methods of separating hedgehog (*Erinaceus europaeus*) age classes and an investigation into the age structure of road kill. *Acta Theriologica*. 1 janvier 2014. Vol. 59, n° 1, pp. 165-171. DOI 10.1007/s13364-013-0142-0.

HAIGH, A., O'RIORDAN, R. et BUTLER, F., 2014. Hedgehog *Erinaceus europaeus* mortality on Irish roads. *Wildlife Biology*. 2014. Vol. 20, n° 3, pp. 155-160. DOI 10.2981/wlb.12126.

HALLMANN, C, SORG, M., JONGEJANS, E., SIEPEL, H., HOFLAND, N., SCHWAN, H., STENMANS, W., MÜLLER, A., SUMSER, H., HÖRREN, T., GOULSON, D. et DE KROON, H., 2017. More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. *PLOS ONE*. 18 octobre 2017. Vol. 12, n° 10, pp. e0185809. DOI 10.1371/journal.pone.0185809.

HIRSCHINGER, J., GILOT-FROMONT, E., LEMBERGER, K. et LARRAT, S., 2022. *Recherche sur la mortalité importante et inexpliquée du Hérisson d'Europe (Erinaceus europaeus) au Centre d'Hébergement et d'Etude sur la Nature et l'Environnement (CHENE)*.

HOF, A. R. et BRIGHT, P. W., 2010. The value of agri-environment schemes for macro-invertebrate feeders: hedgehogs on arable farms in Britain. *Animal Conservation*. 2010. Vol. 13, n° 5, pp. 467-473. DOI 10.1111/j.1469-1795.2010.00359.x.

HOF, A. R. et BRIGHT, P. W., 2016. Quantifying the long-term decline of the West European hedgehog in England by subsampling citizen-science datasets. *European Journal of Wildlife Research*. 1 août 2016. Vol. 62, n° 4, pp. 407-413. DOI 10.1007/s10344-016-1013-1.

HOLSBEEK, L., RODTS, J. et MUYLDERMANS, S., 1999. Hedgehog and other animal traffic victims in Belgium: Results of a countrywide survey. *Lutra*. 1999. Vol. 42, pp. 111-119.

HUBERT, P., 2008. *Effets de l'urbanisation sur une population de hérissons européens (Erinaceus europaeus)*. Thèse de doctorat en éco-éthologie. Université de Reims Champagne-Ardenne.

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*. 30 octobre 2011. Vol. 103, n° 1, pp. 34-43. DOI 10.1016/j.landurbplan.2011.05.010.

HUIJSER, M. et BERGERS, P., 2000. The effect of roads and traffic on hedgehog (*Erinaceus europaeus*) populations. *Biological Conservation*. 1 août 2000. Vol. 95, n° 1, pp. 111-116. DOI 10.1016/S0006-3207(00)00006-9.

IPBES, 2019. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. [en ligne]. 2019. [Consulté le 20 novembre 2023]. DOI 10.5281/zenodo.6417333. Disponible à l'adresse : <https://zenodo.org/records/6417333>

IPCC, 2023. Section 2. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. [en ligne]. 25 juillet 2023. [Consulté le 21 novembre 2023]. DOI 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647. Disponible à l'adresse : <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>

ITIS, 2023. ITIS - Report: Erinaceinae. *Integrated Taxonomic Information System (ITIS) on-line database* [en ligne]. 2023. [Consulté le 23 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=633423#null

IUCN, 2016. IUCN Red List of Threatened Species: *Erinaceus europaeus*. *IUCN Red List of Threatened Species* [en ligne]. 9 septembre 2016. [Consulté le 8 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.iucnredlist.org/en>

IUCN FRANCE, 2022. La Liste rouge mondiale des espèces menacées. *IUCN France* [en ligne]. 2022. [Consulté le 24 octobre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://iucn.fr/liste-rouge-mondiale/>

JACKSON, D. B., 2006. The breeding biology of introduced hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) on a Scottish Island: lessons for population control and bird conservation. *Journal of Zoology*. 2006. Vol. 268, n° 3, pp. 303-314. DOI 10.1111/j.1469-7998.2005.00035.x.

JACKSON, D. B., 2007. Factors affecting the abundance of introduced hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) to the Hebridean island of South Uist in the absence of natural predators and implications for nesting birds. *Journal of Zoology*. 2007. Vol. 271, n° 2, pp. 210-217. DOI 10.1111/j.1469-7998.2006.00204.x.

JOTA BAPTISTA, C., SEIXAS, F., GONZALO-ORDEN, J. M. et OLIVEIRA, P. A., 2023. Hedgehogs and Biomonitoring Heavy Metal(loid)s. *Journal of Advanced Veterinary Research*. 9 octobre 2023. Vol. 13, n° 8, pp. 1706-1708.

JOURDE, P., 2020. *Le hérisson d'Europe: description, comportement, vie sociale, mythologie, observation*. Nouvelle éd. Paris : Delachaux et Niestlé. ISBN 978-2-603-02720-2. 599.332

KEYMER, I. F., GIBSON, E. A. et REYNOLDS, D. J., 1991. Zoonoses and other findings in hedgehogs (*Erinaceus europaeus*): a survey of mortality and review of the literature. *The Veterinary record*. 1 mars 1991. Vol. 128, n° 11, pp. 245-249. DOI 10.1136/vr.128.11.245.

KRANGE, M., 2015. *Change in the occurrence of the West European Hedgehog (Erinaceus europaeus) in western Sweden during 1950-2010*. [en ligne]. [Consulté le 21 février 2023]. Disponible à l'adresse : <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:kau:diva-36441>

LE BARZIC, C., 2013. *Prise en charge des jeunes mammifères de la faune sauvage européenne dans les centres de soins français* [en ligne]. Thèse de doctorat vétérinaire. Créteil : Faculté de Médecine. Disponible à l'adresse : <https://theses.vet-alfort.fr/telecharger.php?id=1721>

LEHMANN, S., DERVAS, E., RUIZ SUBIRA, A., EULENBERGER, U., GIMMEL, A., GRIMM, F., HETZEL, U. et KIPAR, A., 2023. Verminous pneumonia in European hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Veterinary Pathology*. 8 septembre 2023. pp. 03009858231193103. DOI 10.1177/03009858231193103.

LES P'TITS KIPIK, 2023. Centres de soins accueillant les hérissons – 03/04/2023. *Les P'tits Kipik* [en ligne]. 3 avril 2023. [Consulté le 27 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : https://www.lesptitskipik.fr/detresse_01.html

L'Hirondelle, Centre de Soins pour Animaux Sauvages, 2023. *L'Hirondelle, Centre de Soins pour Animaux Sauvages* [en ligne]. [Consulté le 27 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://hirondelle.ovh/>

LPO FRANCE, 2023. Bilan 2022 des centres de soins LPO : la faune sauvage victime du climat. [en ligne]. 16 mars 2023. [Consulté le 25 août 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.lpo.fr/qui-sommes-nous/toutes-nos-actualites/articles/actus-2023/bilan-2022-des-centres-de-soins-lpo-la-faune-sauvage-victime-du-climat>

LUKEŠOVÁ, G., VOŠLAROVA, E., VECEREK, V. et VUCINIC, M., 2021. Trends in intake and outcomes for European hedgehog (*Erinaceus europaeus*) in the Czech rescue centers. *PLOS ONE*. 11 mars 2021. Vol. 16, n° 3, pp. e0248422. DOI 10.1371/journal.pone.0248422.

MACE, G., MASUNDIRE, H. et BAILLIE, J., 2005. Ecosystems and human well-being: Current state and trends: Findings of the Condition and Trends Working Group. *Millennium Ecosystem Assessment*. 1 janvier 2005. pp. 2-20.

MARTEL, A., BOYEN, F., RAU, J., EISENBERG, T., SING, A., BERGER, A., CHIERS, K., VAN PRAET, S., VERBANCK, S., VERVAEKE, M. et PASMANS, F., 2021. Widespread Disease in Hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) Caused by Toxigenic *Corynebacterium ulcerans*. *Emerging Infectious Diseases*. octobre 2021. Vol. 27, n° 10, pp. 2686-2690. DOI 10.3201/eid2710.203335.

MATHEWS, F., KUBASIEWICZ, L., GURNELL, J., HARROWER, C., MCDONALD, R. et SHORE, R., 2018. *A Review of the Population and Conservation Status of British Mammals. A report by the Mammal Society under contract to Natural England, Natural Resources Wales and Scottish Natural Heritage*. [en ligne]. Peterborough : Natural England. [Consulté le 21 février 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.mammal.org.uk/wp->

content/uploads/2021/06/MAMMALS-Technical-Summary-FINALNE-Verision-FM3290621.pdf

MENNESSIER, K., 2013. *Mode de vie et alimentation du hérisson (Erinaceus europaeus)* [en ligne]. Thèse de doctorat vétérinaire. Toulouse : Université Paul Sabatier. [Consulté le 30 janvier 2023]. Disponible à l'adresse : <http://alex.vetagro-sup.fr/Record.htm?idlist=5&record=19414160124912323429>

MÉTÉO FRANCE, 2019. *Bilan climatique de l'année 2018 sur la France métropolitaine* [en ligne]. METEO FRANCE - Établissement public administratif sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. [Consulté le 1 décembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/Bilan-climatique-annee2018.pdf>

MÉTÉO FRANCE, 2020. *Bilan climatique de l'année 2019 sur la France métropolitaine* [en ligne]. METEO FRANCE - Établissement public administratif sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. [Consulté le 26 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/Bilan-climatique-annee2019.pdf>

MÉTÉO FRANCE, 2021. *Bilan climatique de l'année 2020 sur la France métropolitaine* [en ligne]. METEO FRANCE - Établissement public administratif sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. [Consulté le 1 décembre 2023]. Disponible à l'adresse : https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/Bilan_annuel_2020_d%C3%A9finitif_140121.pdf

MÉTÉO FRANCE, 2022. *Bilan climatique de l'année 2021 sur la France métropolitaine* [en ligne]. METEO FRANCE - Établissement public administratif sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. [Consulté le 1 décembre 2023]. Disponible à l'adresse : https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/1_Bilan_annuel_2021_200122.pdf

MÉTÉO FRANCE, 2023. *Bilan climatique de l'année 2022 sur la France métropolitaine* [en ligne]. METEO FRANCE - Établissement public administratif sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires. [Consulté le 1 décembre 2023]. Disponible à l'adresse : https://meteofrance.fr/sites/meteofrance.fr/files/files/editorial/Bilan_climatique_definitif_2022_130123_synthese_P1-23.pdf

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*. 1994. Vol. 63, n° 4, pp. 851-860. DOI 10.2307/5262.

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2004a. *Circulaire du 12 juillet 2004 relative au suivi des activités des centres de sauvegarde pour animaux de la faune*

sauvage [en ligne]. 12 juillet 2004. [Consulté le 3 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Bulletinofficiel-0002984&reqId=d31f9019-8e1b-4ecc-bf21-cefe264727e1&pos=7>

MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE ET DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, 2004b. *Circulaire DNP/CFE n°02-04 du 12/07/04 relative au suivi des activités des centres de sauvegarde pour animaux de la faune sauvage / AIDA* [en ligne]. 12 juillet 2004. [Consulté le 22 février 2023]. Disponible à l'adresse : <https://aida.ineris.fr/reglementation/circulaire-dnpcff-ndeg02-04-120704-relative-suivi-activites-centres-sauvegarde>

Mission Hérisson, 2023. *LPO France* [en ligne]. [Consulté le 17 octobre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.lpo.fr/s-engager-a-nos-cotes/sciences-participatives/mission-herisson>

MOLINA-LÓPEZ, R. A., MAÑOSA, S., TORRES-RIERA, A., POMAROL, M. et DARWICH, L., 2017. Morbidity, outcomes and cost-benefit analysis of wildlife rehabilitation in Catalonia (Spain). *PLOS ONE*. 18 juillet 2017. Vol. 12, n° 7, pp. e0181331. DOI 10.1371/journal.pone.0181331.

MOORE, L. J., PETROVAN, S. O., BAKER, P. J., BATES, A. J., HICKS, H. L., PERKINS, S. E. et YARNELL, R. W., 2020. Impacts and Potential Mitigation of Road Mortality for Hedgehogs in Europe. *Animals*. septembre 2020. Vol. 10, n° 9, pp. 1523. DOI 10.3390/ani10091523.

MORRIS, P. A., 1971. Epiphyseal fusion in the forefoot as a means of age determination in the hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Journal of Zoology*. 1971. Vol. 164, n° 2, pp. 254-259. DOI 10.1111/j.1469-7998.1971.tb01312.x.

MORRIS, P. A., 1998. Hedgehog rehabilitation in perspective. *Veterinary Record*. 1998. Vol. 143, n° 23, pp. 633-636. DOI 10.1136/vr.143.23.633.

MOUCHON, F., 2023. Le hérisson, sur terre depuis les mammoths, « sera quasiment éteint d'ici à 2025 ». *Le Parisien* [en ligne]. 11 janvier 2023. [Consulté le 7 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.leparisien.fr/environnement/le-herisson-sur-terre-depuis-les-mammoths-sera-quasiment-eteint-dici-a-2025-11-01-2023-75F3BB3ONZG3BIVZZQXTDGIU3M.php>

PARROTT, D., ETHERINGTON, T. et DENDY, J., 2014. A geographically extensive survey of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in England. *European Journal of Wildlife Research*. 1 avril 2014. Vol. 60, n° 2, pp. 399-403. DOI 10.1007/s10344-014-0795-2.

PENTERIANI, V., GALLARDO, M. et ROCHE, P., 2002. Landscape structure and food supply affect eagle owl (*Bubo bubo*) density and breeding performance: a case of intra-population heterogeneity. *Journal of Zoology*. juillet 2002. Vol. 257, n° 3, pp. 365-372. DOI 10.1017/S0952836902000961.

PETTETT, C. E., JOHNSON, P. J., MOORHOUSE, T. P., HAMBLY, C., SPEAKMAN, J. R. et MACDONALD, D. W., 2017. Daily energy expenditure in the face of predation: hedgehog energetics in rural landscapes. *Journal of Experimental Biology*. 1 février 2017. Vol. 220, n° 3, pp. 460-468. DOI 10.1242/jeb.150359.

PETTETT, C. E., MOORHOUSE, T. P., JOHNSON, P. J. et MACDONALD, D. W., 2017. Factors affecting hedgehog (*Erinaceus europaeus*) attraction to rural villages in arable landscapes. *European Journal of Wildlife Research*. 25 mai 2017. Vol. 63, n° 3, pp. 54. DOI 10.1007/s10344-017-1113-6.

POSIT TEAM, 2023. *RStudio: Integrated Development Environment for R* [en ligne]. 2023. Boston, MA : Posit Software, PBC. Disponible à l'adresse : <<http://www.posit.co/>>

R CORE TEAM, 2023. *R: A Language and Environment for Statistical Computing* [en ligne]. 2023. Vienna, Austria : R Foundation for Statistical Computing. Disponible à l'adresse : <<https://www.R-project.org/>>

RASMUSSEN, S., BERG, T., DABELSTEEN, T. et JONES, Owen R., 2019. The ecology of suburban juvenile European hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in Denmark. *Ecology and Evolution*. 2019. Vol. 9, n° 23, pp. 13174-13187. DOI 10.1002/ece3.5764.

RASMUSSEN, S., BERG, T., MARTENS, H. et JONES, O., 2023. Anyone Can Get Old—All You Have to Do Is Live Long Enough: Understanding Mortality and Life Expectancy in European Hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Animals*. janvier 2023. Vol. 13, n° 4, pp. 626. DOI 10.3390/ani13040626.

RASMUSSEN, S., HALLIG, J., VAN WIJK, R. et PETERSEN, H., 2021. An investigation of endoparasites and the determinants of parasite infection in European hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) from Denmark. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife*. 1 décembre 2021. Vol. 16, pp. 217-227. DOI 10.1016/j.ijppaw.2021.10.005.

RASMUSSEN, S., YASHIRO, E., SVERRISDÓTTIR, E., NIELSEN, K., LUKASSEN, M., LUND NIELSEN, J., ASP, T. et PERTOLDI, C., 2019. Applying the GBS technique for the genomic characterization of a Danish population of European hedgehogs (*Erinaceus europaeus*). *Genetics and Biodiversity Journal*. 2019. Vol. 3, n° 2. DOI 10.46325/gabj.v3i2.59.

RAUTIO, A., ISOMURSU, M., VALTONEN, A., HIRVELÄ-KOSKI, V. et KUNNASRANTA, M., 2016. Mortality, diseases and diet of European hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in an urban environment in Finland. *Mammal Research*. 1 avril 2016. Vol. 61, n° 2, pp. 161-169. DOI 10.1007/s13364-015-0256-7.

RAUTIO, A., KUNNASRANTA, M., VALTONEN, A., IKONEN, M., HYVÄRINEN, H., HOLOPAINEN, I. et KUKKONEN, J., 2010. Sex, Age, and Tissue Specific Accumulation of Eight Metals, Arsenic, and Selenium in the European Hedgehog (*Erinaceus europaeus*). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 1 novembre 2010. Vol. 59, n° 4, pp. 642-651. DOI 10.1007/s00244-010-9503-8.

REEVE, N., 1994. *Hedgehogs*. T. & A.D. Poyser natural history. London. ISBN 978-0-85661-081-3.

RÉSEAU CENTRES DE SOINS FAUNE SAUVAGE, 2020. Pourquoi les centres de soins travaillent-ils dans une si grande précarité ? *Réseau Centres de Soins Faune Sauvage* [en ligne]. 26 avril 2020. [Consulté le 27 novembre 2023]. Disponible à l'adresse :

<https://www.reseau-soins-faune-sauvage.com/pourquoi-les-centres-de-soins-travaillent-ils-dans-une-si-grande-precarite/>

RÉSEAU CENTRES DE SOINS FAUNE SAUVAGE, 2022. Le Réseau a besoin de votre soutien ! *Réseau Centres de Soins Faune Sauvage* [en ligne]. 23 décembre 2022.

[Consulté le 27 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.reseau-soins-faune-sauvage.com/le-reseau-a-besoin-de-votre-soutien/>

RONDININI, C. et DONCASTER, C. P., 2002. Roads as barriers to movement for hedgehogs. *Functional Ecology*. 2002. Vol. 16, n° 4, pp. 504-509. DOI 10.1046/j.1365-2435.2002.00651.x.

SABOUREAU, M. et DUTOURNE, B., 1981. The reproductive cycle in the male hedgehog (*Erinaceus europaeus* L.) : a study of endocrine and exocrine testicular functions. *Reproduction Nutrition Développement*. 1981. Vol. 21, n° 1, pp. 109-126. DOI 10.1051/rnd:19810110.

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*. 1996. Vol. 138, n° 3, pp. 61-65. DOI 10.1136/vr.138.3.61.

SÀNCHEZ-BAYO, F. et WYCKHUYS, K., 2019. Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*. 1 avril 2019. Vol. 232, pp. 8-27. DOI 10.1016/j.biocon.2019.01.020.

SMITH, T. J. et MCKENNA, C. M., 2013. A Comparison of Logistic Regression Pseudo R2 Indices. . 2013. Vol. 39.

SVENSSON, L., MULLARNEY, K., ZETTERSTRÖM, D., LESAFFRE, G. et PAEPEGAEY, B., 2015. *Le guide ornitho: le guide le plus complet des oiseaux d'Europe, d'Afrique du Nord et du Moyen-Orient, 900 espèces*. Nouvelle éd. Paris : Delachaux et Niestlé. ISBN 978-2-603-02393-8. 598.094

TAUCHER, A. L., GLOOR, S., DIETRICH, A., GEIGER, M., HEGGLIN, D. et BONTADINA, F., 2020. Decline in Distribution and Abundance: Urban Hedgehogs under Pressure. *Animals*. septembre 2020. Vol. 10, n° 9, pp. 1606. DOI 10.3390/ani10091606.

TREWBY, I., YOUNG, R., MCDONALD, R., WILSON, G., DAVISON, J., WALKER, N., ROBERTSON, A., DONCASTER, C. et DELAHAY, R., 2014. Impacts of Removing Badgers on Localised Counts of Hedgehogs. *PLOS ONE*. 15 avril 2014. Vol. 9, n° 4, pp. e95477. DOI 10.1371/journal.pone.0095477.

UICN FRANCE, MHNH, SFEPM et ONCFS, 2017. *La Liste rouge des espèces menacées en France - Chapitre Mammifères de France métropolitaine* [en ligne]. 2017. [Consulté le 24 octobre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2017/11/liste-rouge-mammiferes-de-france-metropolitaine.pdf>

VAN DE POEL, J., DEKKER, J. et VAN LANGEVELDE, F., 2015. Dutch hedgehogs *Erinaceus europaeus* are nowadays mainly found in urban areas, possibly due to the negative Effects of

badgers *Meles meles*. *Wildlife Biology*. 2015. Vol. 21, n° 1, pp. wlb.00855.
DOI 10.2981/wlb.00072.

VERRY, M., 2012. *Les cheminements du hérisson d'Europe, Erinaceus europaeus, dans deux quartiers de la ville de Nantes* [en ligne]. Thèse. Thèse de Doctorat Vétérinaire (Nantes). [Consulté le 30 janvier 2023]. Disponible à l'adresse : <http://alex.vetagro-sup.fr/Record.htm?idlist=5&record=19408055124912262379>

VIDARD, M., 2023. Sauvegarder notre faune sauvage. *La Terre au carré, France Inter* [en ligne]. France, 15 juin 2023. [Consulté le 6 novembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/la-terre-au-carre/la-terre-au-carre-du-jeudi-15-juin-2023-7647778>

WEMBRIDGE, D., 2011. *The state of Britain's hedgehogs 2011* [en ligne]. [Consulté le 24 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.britishhedgehogs.org.uk/leaflets/sobh.pdf>

WEMBRIDGE, D. E., NEWMAN, M. R., BRIGHT, P. W. et MORRIS, P. A., 2016. An estimate of the annual number of hedgehog (*Erinaceus europaeus*) road casualties in Great Britain. *Mammal Communications* [en ligne]. 2016. Vol. 2. Disponible à l'adresse : https://www.mammal.org.uk/wp-content/uploads/2016/04/MC1605_HedgehogsRoads_Wembridge.pdf

WEMBRIDGE, D., JOHNSON, G., AL-FULAIJ, N. et LANGTON, S., 2022. *The State of Britain's Hedgehogs 2022* [en ligne]. [Consulté le 24 avril 2023]. Disponible à l'adresse : <https://www.britishhedgehogs.org.uk/new-state-of-britains-hedgehog-report-issued-today/>

WILLIAMS, B. M., 2018. *An investigation into the factors influencing hedgehog (Erinaceus europaeus) occupancy throughout rural and urban Britain*.

WILLIAMS, B. M., BAKER, P. J., THOMAS, E., WILSON, G., JUDGE, J et YARNELL, R., 2018. Reduced occupancy of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in rural England and Wales: The influence of habitat and an asymmetric intra-guild predator. *Scientific Reports*. 6 septembre 2018. Vol. 8, n° 1, pp. 12156. DOI 10.1038/s41598-018-30130-4.

WILSON, E., 2018. *Conservation Strategy for West-European Hedgehog (Erinaceus europaeus) in the United Kingdom (2015-2025)* [en ligne]. [Consulté le 21 février 2023]. Disponible à l'adresse : https://ptes.org/campaigns/conservation_strategy_for_hedgehogs/

YALDEN, D. W., 1976. The food of the hedgehog in England. *Acta Theriologica*. 10 août 1976. Vol. 21, pp. 401-424. DOI 10.4098/AT.arch.76-39.

YARNELL, R. W., SURGEY, J., GROGAN, A., THOMPSON, R., DAVIES, K., KIMBROUGHT, C. et SCOTT, D. M., 2019. Should rehabilitated hedgehogs be released in winter? A comparison of survival, nest use and weight change in wild and rescued animals. *European Journal of Wildlife Research*. 3 janvier 2019. Vol. 65, n° 1, pp. 6. DOI 10.1007/s10344-018-1244-4.

YOUNG, R. P., DAVISON, J., TREWBY, I. D., WILSON, G. J., DELAHAY, R. J. et DONCASTER, C. P., 2006. Abundance of hedgehogs (*Erinaceus europaeus*) in relation to the density and

distribution of badgers (*Meles meles*). *Journal of Zoology* [en ligne]. 2006.
[Consulté le 21 février 2023]. Disponible à l'adresse :
<https://zslpublications.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1469-7998.2006.00078.x>

ZACHAROPOULOU, M., GUILLAUME, E., COUPEZ, G., BLEUART, C., LE LOC'H, G. et GAIDE, N.,
2022. Causes of Mortality and Pathological Findings in European Hedgehogs (*Erinaceus
europaeus*) Admitted to a Wildlife Care Centre in Southwestern France from 2019 to 2020.
Journal of Comparative Pathology. 1 janvier 2022. Vol. 190, pp. 19-29.
DOI 10.1016/j.jcpa.2021.11.001.

ANALYSE DE L'ADMISSION ET DE LA MORTALITE DES HERISSONS D'EUROPE AU CENTRE DE SOINS DE LA FAUNE SAUVAGE L'HIRONDELLE ET AMELIORATION DE LEUR PRISE EN CHARGE

Auteur

GONZALEZ Clara

Résumé

Le hérisson d'Europe est un mammifère nocturne, insectivore, et hibernant. Son aire de répartition est large et il fréquente les milieux ruraux et urbains. Son mode de vie en fait une bonne espèce bioindicatrice des conditions environnementales. De nombreuses menaces pèsent sur l'espèce et beaucoup sont d'origine anthropique. Plusieurs études suggèrent une diminution de l'abondance des populations de hérissons en Europe, notamment en milieu rural. Cependant, les données disponibles à ce jour sont insuffisantes pour affirmer que cette tendance se manifeste partout en Europe, y compris en France.

L'objectif de cette étude est d'analyser les données concernant l'admission et le devenir des 2134 hérissons accueillis au centre de soins l'Hirondelle dans le Rhône, entre 2018 et 2022. Les admissions sont fortement saisonnières et variables d'une année à l'autre, sans que ces variations ne soient toujours le reflet du niveau d'activité global du centre. Les animaux accueillis sont majoritairement des juvéniles. Le profil des hérissons recueillis a évolué au fil du temps, avec de plus en plus d'animaux malades et traumatisés et de moins en moins de juvéniles. La mortalité est forte dans les premiers jours d'hospitalisation. Environ la moitié des hérissons a été relâchée. L'âge, la saison d'accueil, l'état clinique à l'admission influencent la probabilité d'être relâché des animaux. Toutefois, de nombreuses informations sont manquantes ou imprécises concernant les données d'admission et leur collecte pourrait être perfectionnée dans la perspective de futures études et dans le but d'améliorer leur prise en charge.

Mots-clés

Hérisson d'Europe, Mortalité, Centre de soins, Faune sauvage non captive, Réhabilitation

Jury

Président du jury : Pr SEVE Pascal
Directeur de thèse : Pr GILOT-FROMONT Emmanuelle
2ème assesseur : Dr AYRAL Florence