

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2023 - Thèse n° 164

TORTUES TERRESTRES COURANTES EN FRANCE : CARACTÉRISTIQUES ET PRINCIPALES AFFECTIONS RENCONTRÉES EN CAPTIVITÉ

THESE

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

Et soutenue publiquement le 21 décembre 2023
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

LORIN Elodie

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2023 - Thèse n° 164

TORTUES TERRESTRES COURANTES EN FRANCE : CARACTÉRISTIQUES ET PRINCIPALES AFFECTIONS RENCONTRÉES EN CAPTIVITÉ

THESE

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

Et soutenue publiquement le 21 décembre 2023
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

LORIN Elodie

Liste des enseignants (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	Gullaume	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
Pr	ZENNER	Lionel	Professeur

Remerciements au jury

À Monsieur le Professeur Gérard RAVEROT,

De l'Université Claude Bernard Lyon 1,

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

Mes hommages respectueux.

A Madame la Professeure Marie – Pierre CALLAIT – CARDINAL,

De VetAgro Sup, Campus Vétérinaire de Lyon,

Pour avoir accepté d'encadrer ma thèse et m'avoir ainsi permis de travailler sur ces animaux fascinants,

Mes remerciements les plus sincères.

A Madame la Docteure Magalie RENE – MARTELLET,

De VetAgro Sup, Campus Vétérinaire de Lyon,

Pour avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse,

Sincères remerciements.

A Madame la Docteure Diana MARDINI,

De VetAgro Sup, Campus Vétérinaire de Lyon,

Pour son accompagnement et son soutien tout au long de ce travail, ainsi que l'apport de son expérience,

Mes remerciements chaleureux.

Table des matières

Liste des annexes	11
Liste des figures	13
Liste des tableaux	17
Liste des abréviations	19
Introduction.....	21
Partie 1 : Généralités sur les tortues terrestres les plus fréquemment rencontrées en captivité	23
I. Anatomie des tortues terrestres	24
A. Squelette, carapace et tégument	24
B. Tête	28
1. Anatomie générale de la tête	28
2. Organes des sens	28
a. Vision	28
b. Olfaction	28
c. Ouïe	29
d. Goût	29
C. Organes internes	29
1. Système cardiovasculaire	31
2. Système respiratoire	33
3. Système digestif	34
a. Tractus digestif	34
b. Foie	35
c. Pancréas	35
4. Système urinaire	35
5. Système reproducteur	37
6. Système nerveux	38
7. Système endocrinien	38

II.	Biologie et particularités physiologiques	38
A.	Le métabolisme phosphocalcique chez les tortues terrestres.....	38
B.	Alimentation et prise de boisson	40
1.	Régime alimentaire	40
2.	Éléments et molécules de l'alimentation d'importance particulière dans le métabolisme	41
3.	Prise de boisson	42
C.	Thermorégulation.....	42
1.	Généralités.....	42
2.	Principaux mécanismes de thermorégulation	43
3.	Une conséquence de l'ectothermie : l'hibernation et l'hivernation.....	44
D.	Reproduction	44
1.	Accouplement	45
2.	Formation de l'œuf.....	46
3.	Ponte	47
4.	Incubation et éclosion	48
E.	Conséquences sur la gestion en captivité	50
III.	Principales espèces rencontrées en captivité en Europe.....	52
A.	Réglementation.....	52
B.	Caractéristiques morphologiques spécifiques des espèces retenues	53
C.	Critères de reconnaissance de sexe	57
IV.	Ecologie des trois espèces retenues	58
A.	Répartition géographique	58
B.	Domaine vital et habitat	60
C.	Rythmes de vie circadien et annuel	61
V.	Principales affections rencontrées chez les tortues terrestres dans la littérature.....	63
A.	Traumatismes et fractures de carapace	63
B.	Affections de l'appareil respiratoire	64
1.	Affections de l'appareil respiratoire supérieur : rhinites	64

2. Pneumopathies	66
C. Troubles de la reproduction.....	67
1. Stase folliculaire	67
2. Rétention d'œufs.....	68
D. Prolapsus cloacal.....	69
E. Maladies osseuses métaboliques	70
F. Parasitoses	72
G. Pyogranulome du tympan	72
Partie 2 : Enquete de terrain auprès de vétérinaires	75
I. Matériels et méthodes	75
A. Présentation du questionnaire.....	75
B. Diffusion du questionnaire	76
C. Analyse des réponses	76
II. Résultats.....	77
A. Profil type de la tortue terrestre vue en consultation	78
1. Espèces rencontrées	78
2. Répartition par sexe.....	78
3. Répartition par âges.....	79
4. Répartition géographique	81
5. Modes de vie.....	82
B. Principaux motifs de consultation.....	83
C. Principales affections rencontrées	84
III. Discussion.....	89
A. Limites identifiées	90
B. Comparaison des résultats avec des données existantes	91
1. Comparaison des principales espèces avec les données de l'i – fap	91
2. Comparaison des principales affections retrouvées dans notre échantillon avec les données de la littérature	92
3. Comparaison de nos observations avec les données de la littérature	93

C. Bilan sur le lien entre maladies et conditions de maintenance.....	95
Conclusion.....	97
Bibliographie.....	99
Annexes.....	105

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire à destination des vétérinaires.....	105
Annexe 2 : Liste non exhaustive de végétaux pouvant être donnés aux tortues terrestres .	107
Annexe 3 : Fiche maintenance de <i>Testudo hermanni</i> , à destination des propriétaires.....	108
Annexe 4 : Fiche maintenance de <i>Testudo graeca</i> , à destination des propriétaires.....	112
Annexe 5 : Fiche maintenance de <i>Testudo horsfieldi</i> , à destination des propriétaires	116

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Position des tortues terrestres au sein des Vertébrés (d'après Schilliger, 2017). .	23
Figure 2 : Squelette général et appendiculaire d'une tortue grecque en vue ventrale (A) et latérale (B) (Boyer, Innis 2019).	25
Figure 3 : Nomenclature des écailles de la dossière (A) et du plastron (B) d'une tortue grecque (<i>Testudo graeca</i>) (Boyer, Innis 2019).	26
Figure 4 : Rétraction du cou à l'intérieur de la carapace des Cryptodires (a) ou sur le côté des Pleurodires (b) (sources : (a) utilisateur « Bizarria » de Wikipédia, lien : https://vu.fr/Smsa ; (b) Johannes van Rooyen, lien : https://vu.fr/uGhv).	27
Figure 5 : Organisation schématique des organes internes d'une tortue, en vue latérale (a) et ventrale (b) (O'Malley 2018).	30
Figure 6 : Représentation schématique d'un cœur de tortue et de la circulation du sang dans celui-ci (d'après Mitchell 2009).	32
Figure 7 : Représentation schématique du système porte rénal et de son intégration dans la vascularisation de la tortue (d'après Boyer, Innis 2019).	33
Figure 8 : Représentation schématique du devenir de l'urine (d'après Mitchell, Kirchgessner 2009).	36
Figure 9 : Photographie d'un pénis de tortue extériorisé (Boyer, Innis 2019).	37
Figure 10 : Liens et relations entre la parathormone (PTH), le calcium (Ca), le phosphore (P) et la vitamine D (d'après Schilliger 2010; Morin 2015).	39
Figure 11 : Accouplement de tortues terrestres, avec notamment une phase d'agressivité du mâle (a) et une phase de chevauchement avec vocalises (b) (LORIN Elodie, au Refuge des Tortues de Bessières).	45
Figure 12 : Représentation schématique de la formation de l'œuf le long du tractus reproducteur (d'après Innis, Boyer 2002).	47
Figure 13 : Mécanisme schématisé de la détermination du sexe de l'embryon de tortue selon la température (d'après Schilliger 2017).	49
Figure 14 : <i>Testudo horsfieldi</i> , reconnaissable à ses quatre griffes aux membres antérieurs (source : utilisateur « Yuriy75 » sur Wikipédia, lien : https://vu.fr/jQKqq).	54

Figure 15 : Photos de <i>Testudo hermanni</i> (a) et <i>Testudo graeca</i> (b) (sources : (a) utilisateur « Orchi » de Wikipédia, lien : https://vu.fr/KHTR ; (b) Guy Haimovitch, lien : https://vu.fr/CILGL).	54
Figure 16 : Eléments de différenciation entre <i>T. hermanni</i> (à droite) et <i>T. graeca</i> (à gauche) (Bour et al. 2012).	55
Figure 17 : Eléments de différenciation entre <i>Testudo hermanni boettgeri</i> (à gauche) et <i>Testudo hermanni hermanni</i> (à droite) (d'après Bour et al. 2012).	56
Figure 18 : Différences de morphologie entre la longueur de la queue du mâle (à droite) et de la femelle (à gauche) et la position du cloaque, en vue ventrale (d'après Bour et al. 2012)..	57
Figure 19 : Différence de taille entre un mâle (à droite) et une femelle (à gauche) (LORIN Elodie, au Refuge des Tortues de Bessières).	58
Figure 20 : Aire de répartition géographique naturelle de <i>T. hermanni hermanni</i> (en rouge) et <i>T. hermanni boettgeri</i> (en bleu) (d'après Bour et al. 2012 sur un fond de carte de https://mapswire.com/).	59
Figure 21 : Aire de répartition géographique naturelle de <i>T. graeca</i> (d'après Bour et al. 2012 sur un fond de carte de https://mapswire.com/).	59
Figure 22 : Aire de répartition géographique naturelle de <i>T. horsfieldi</i> (d'après Bour et al. 2012 sur un fond de carte de https://mapswire.com/).	60
Figure 23 : Frise chronologique du rythme de vie annuel de certaines tortues du genre <i>Testudo</i> (d'après Huon-Daubremont, Grenot 1997; Rachid Rouag, Ziane, Benyacoub 2017; Lagarde et al. 2002).	63
Figure 24 : Prolapsus pénien sévère chez une tortue charbonnière (<i>Chelonoidis carbonarius</i>) (McArthur, Machin 2019b).	70
Figure 25 : Part de chaque espèce rencontrée dans les réponses.	78
Figure 26 : Répartition des sexes selon les espèces dans l'échantillon.	79
Figure 27 : Répartition des âges dans les réponses.	80
Figure 28 : Répartition des âges selon l'espèce, pour les deux espèces principales retrouvées dans l'échantillon.	80
Figure 29 : Carte de répartition des réponses dans les régions françaises (fond de carte de regions-et-departements.fr). Le nombre entouré représente le nombre de tortues pour chaque région.	81
Figure 30 : Proportion des différents modes de vie représentés dans les réponses.	82

Figure 31 : Répartition des modes de vie pour les deux espèces principales.....	83
Figure 32 : Distribution des effectifs totaux des différents signes cliniques ayant motivé les consultations, avec les intervalles de confiance à 95%.	84
Figure 33 : Distribution des effectifs des tortues concernées par chaque diagnostic avec intervalles de confiance à 95%.	85
Figure 34 : Répartition des principales maladies pour les deux principales espèces.	86
Figure 35 : Distribution des principales affections diagnostiquées selon le sexe.	87
Figure 36 : Répartition des âges pour les quatre principales maladies diagnostiquées.	88
Figure 37 : Répartition des modes de vie pour les quatre principales maladies diagnostiquées.	88
Figure 38 : Affection diagnostiquée selon le signe clinique ayant motivé la consultation, pour les quatre principaux diagnostics.	89
Figure 39 : Principales espèces de tortues terrestres identifiées à l'i – fap en novembre 2023 (d'après des données d'une communication personnelle de l'i – fap).	91

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Comparaison de plusieurs paramètres de la reproduction chez différentes espèces de tortues terrestres du genre <i>Testudo</i> (Cutuli et al. 2013; Lagarde et al. 2003)	48
Tableau II : Place dans la réglementation internationale des principales espèces de tortues terrestres rencontrées en France.....	53
Tableau III : Eléments de différenciation entre <i>T. hermanni</i> et <i>T. graeca</i> (d'après Schilliger 2017).....	55
Tableau IV : Eléments de différenciation entre les deux sous espèces de <i>Testudo hermanni</i> (d'après Schilliger 2017).	56
Tableau V : Récapitulatif des éléments de la maintenance (conditions de vie, alimentation) pouvant être mis en cause dans le cas des maladies fréquentes des tortues terrestres retrouvées dans notre enquête.	95

LISTE DES ABREVIATIONS

CITES = Convention on international trade of endangered species

FSH = Follicule stimulating hormone

I – fap = Identification de la Faune Sauvage Protégée

NAC = Nouveaux Animaux de Compagnie

PCR = Polynuclear Chain Reaction

UICN = Union internationale pour la conservation de la nature

UV = Ultraviolet

INTRODUCTION

Les Nouveaux Animaux de Compagnie, ou NAC, regroupent des espèces de plus en plus populaires en France, dont certaines sont de ce fait régulièrement rencontrées en pratique vétérinaire canine. Cela est valable surtout pour les petits mammifères (lapins, hamsters, cobayes...), mais les oiseaux et reptiles, dont les tortues terrestres, sont également plus fréquents. Néanmoins la biologie de ces dernières en fait des espèces particulièrement sensibles à leur environnement et aux conditions de maintenance. Une bonne connaissance de celles – ci, de la part du vétérinaire comme du propriétaire, est indispensable à la bonne santé des tortues et à la prévention d'une majorité des maladies dont elles sont affectées en captivité.

Ce travail est donc né de la volonté d'avoir une vue générale des bases anatomiques, physiologiques et écologiques des tortues terrestres que l'on peut rencontrer lors d'une consultation, de leurs principales maladies et de l'importance d'une bonne maintenance en captivité. Le choix de réaliser une enquête auprès de praticiens a pour objectif de s'ancrer dans la réalité de la pratique et de pouvoir obtenir des données chiffrées sur les affections rencontrées, ainsi que sur le profil des tortues présentées en consultation vétérinaire courante en France (espèce, âge...).

Ici nous nous intéressons donc en premier lieu à l'anatomie, la physiologie et l'écologie générales des espèces de tortues terrestres les plus fréquentes ; nous abordons également les affections fréquemment décrites chez ces animaux (étiologie, facteurs prédisposants, signes cliniques, diagnostic, traitement) de façon générale. La deuxième partie apporte une présentation de l'enquête réalisée et de ses résultats, puis une discussion de celle-ci.

PARTIE 1 : GENERALITES SUR LES TORTUES

TERRESTRES LES PLUS FREQUEMMENT RENCONTREES EN CAPTIVITE

Les tortues sont des Vertébrés tétrapodes caractérisés par l'absence de fosses temporales sur le crâne, et la présence d'une carapace. Ce sont des Reptiles de l'ordre des Chéloniens (tortues, y compris tortues marines et aquatiques) et de la famille des *Testudinidae* (correspondant aux tortues terrestres) (Figure 1).



Figure 1 : Position des tortues terrestres au sein des Vertébrés (d'après Schilliger, 2017).

La carapace est associée notamment à des particularités anatomiques (une partie de la colonne vertébrale est fusionnée avec la carapace) et physiologiques. Les tortues sont également dépourvues d'un diaphragme musculaire séparant thorax et abdomen ; tous leurs organes internes sont ainsi dans une cavité dite coelomique, ce qui est lié à un certain nombre d'adaptations, pour la respiration en particulier (Chitty, Raftery 2013; Doneley et al. 2018).

La physiologie et la biologie des tortues sont également particulières : elles sont ectothermes et poïkilothermes, et dépendent donc de la température de leur environnement, ce qui a des

conséquences sur leur rythme de vie (déplacements durant la journée, ralentissement ou arrêt de leur activité en cas de températures trop hautes ou trop basses...). Leur métabolisme phosphocalcique est également un élément majeur à appréhender car c'est un bon exemple de l'importance des conditions de maintenance (alimentation, apport UV-B et de chaleur) des tortues terrestres (Schilliger 2017).

I. Anatomie des tortues terrestres

A. Squelette, carapace et tégument

Le squelette des chéloniens présente une organisation générale (Figure 2) similaire à celui des Mammifères vus en pratique canine « classique », avec néanmoins des adaptations liées à la présence de la carapace. Ils possèdent des vertèbres présacrales (dont des cervicales libres et des « thoraciques » fusionnées avec la carapace), sacrales et caudales (O'Malley 2018). Les deux paires de membres sont constitués de plusieurs segments osseux et se terminent par quatre ou cinq doigts (selon les espèces), avec griffes.

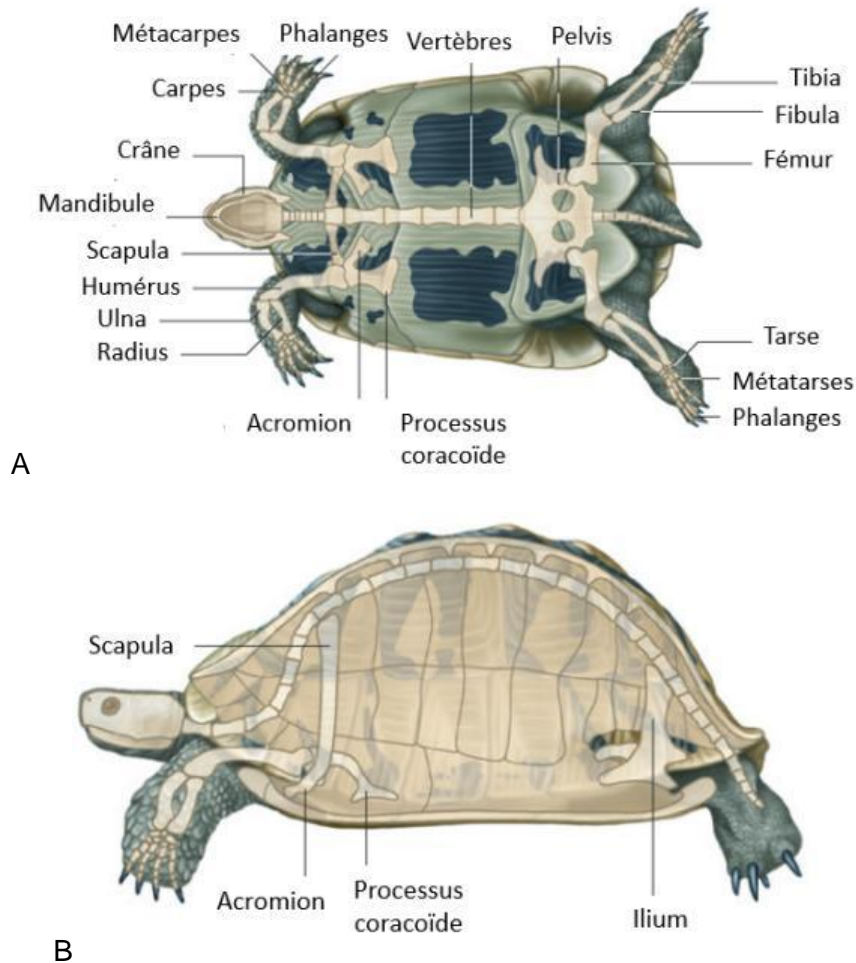


Figure 2 : Squelette général et appendiculaire d'une tortue grecque en vue ventrale (A) et latérale (B) (Boyer, Innis 2019).

Un des éléments notables des tortues est leur carapace, qui correspond en moyenne à 41,5 % de la masse totale de l'animal (Tomović et al. 2020) et qui est en partie dérivée de la peau. Elle est formée de deux couches (Boussarie 2021) :

- La couche cornée, formée d'écailles épidermiques issues de l'épaississement local de la couche superficielle de l'épiderme. La croissance de la carapace est permise par la production de kératine à la périphérie des écailles. Celles-ci possèdent des noms selon leur localisation sur la carapace (Figure 3).
- La couche profonde, constituée de plaques ostéodermiques reliées entre elles par des sutures. Les plaques ostéodermiques et les écailles ne correspondent pas entre elles, permettant une plus grande solidité de la carapace. Cette couche se compose à la fois d'éléments du squelette comme les côtes et d'ostéodermes, correspondant à des structures conjonctives ossifiées.

La carapace est constituée dorsalement de la dossière et ventralement du plastron, reliés par des ponts latéraux (Chitty, Raftery 2013).

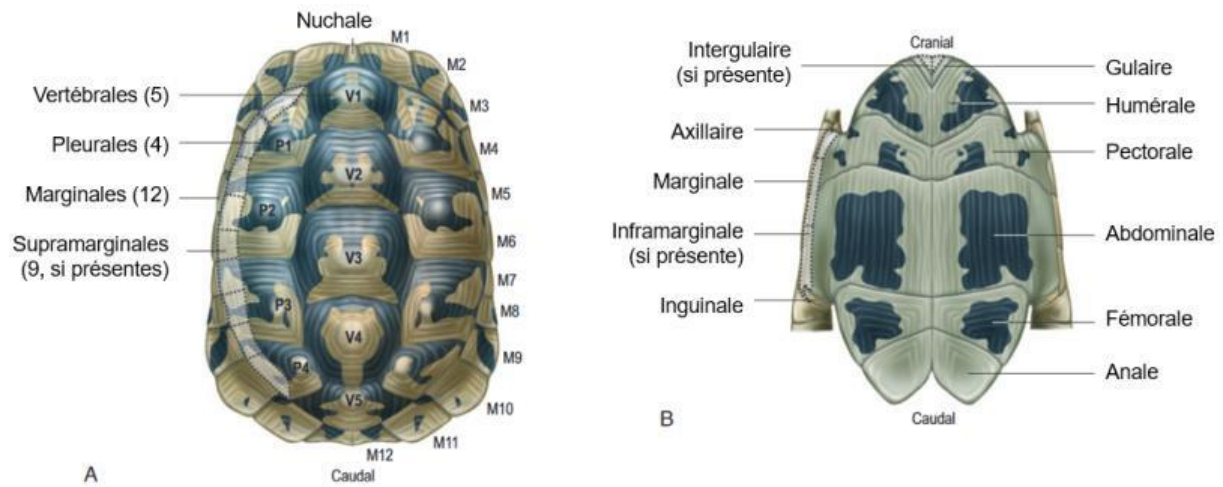


Figure 3 : Nomenclature des écailles de la dossière (A) et du plastron (B) d'une tortue grecque (*Testudo graeca*) (Boyer, Innis 2019).

La carapace prend des formes variées selon les espèces et leur mode de vie, conséquence de l'adaptation à leur environnement ; c'est également un élément de reconnaissance majeur de l'espèce d'un individu. Les chéloniens sont divisés en deux groupes : les Cryptodires, capables de rentrer leur tête et leur cou dans leur carapace, et les Pleurodires, qui mettent leur tête et leur cou sur le côté (Figure 4). La majorité des espèces de tortues terrestres (et notamment toutes les espèces qui nous intéressent ici) appartiennent aux Cryptodires.



(a)

(b)

Figure 4 : Rétraction du cou à l'intérieur de la carapace des Cryptodires (a) ou sur le côté des Pleurodires (b) (sources : (a) utilisateur « Bizarria » de Wikipédia, lien : <https://vu.fr/Smsa> ; (b) Johannes van Rooyen, lien : <https://vu.fr/uGhv>).

La peau des tortues est formée de l'épiderme et du derme, et ne présente pas de poils mais des écailles, qui sont des épaissements kératinisés de l'épiderme ; le derme contient des cellules chromatophores qui produisent les pigments donnant leur couleur à la peau (Boussarie 2021).

La peau, mais également la carapace malgré son épaisseur et sa dureté, ont une sensibilité aux stimuli tactiles et nociceptifs, y compris au niveau de la carapace (Boussarie 2021). La carapace joue également un rôle majeur de protection et permet une thermorégulation plus efficace (grâce aux thermorécepteurs, localisés dans l'épiderme de la peau et sur la carapace, qui perçoivent la température extérieure). Elle constitue un réservoir de graisses, de minéraux et d'eau (Moustakas-Verho, Cebra-Thomas, Gilbert 2017) et participe à la régulation ionique et acido-basique du corps de la tortue. Sa présence a notamment un impact sur les fonctions respiratoire, locomotrice et reproductrice des tortues.

B. Tête

1. Anatomie générale de la tête

Le crâne des tortues est formé de plusieurs os fusionnés entre eux. Ces animaux sont caractérisés par l'absence de fosses temporales sur les côtés du crâne.

La tête est petite, permettant sa rétraction dans la carapace grâce à de puissants muscles (O'Malley 2018).

2. Organes des sens

a. Vision

L'anatomie de l'œil des tortues est très similaire à celle des Mammifères ; mais contrairement à eux, elles ne possèdent pas de vaisseaux rétiniens, ni de conduits lacrymaux. Leur membrane nictitante est bien développée (Chitty, Raftery 2013).

La vision des tortues est très développée. Elles possèdent en proportion beaucoup plus de cônes que de bâtonnets, ce qui leur permet une bonne vision des couleurs (notamment le vert et les couleurs chaudes rouge, orange et jaune) ainsi que des ultraviolets ; cependant leur vision nocturne est très faible. La vision des formes en mouvement est mauvaise en raison de la lenteur d'accommodation (par contraction lente du muscle iridien) et du faible nombre de bâtonnets (Boussarie 2021).

b. Olfaction

L'olfaction est un sens assez développé chez les tortues et joue un rôle important dans leur comportement alimentaire. Elle est permise par une région olfactive, constituée des replis de l'éthmoïde et de la muqueuse nasale, et par le vestibule olfactif, situé en avant des fosses nasales et recouvert d'un épithélium olfactif (Boussarie 2021).

L'organe de Jacobson, localisé au niveau du plafond rostral de la cavité nasale et qui a un rôle primordial dans l'olfaction chez certains reptiles, est quasiment inexistant chez les Chéloniens (Chitty, Raftery 2013).

c. Ouïe

Les Chéloniens ne possèdent pas d'oreille externe ; ils sont pourvus d'une membrane tympanique qui protège les oreilles moyenne et interne.

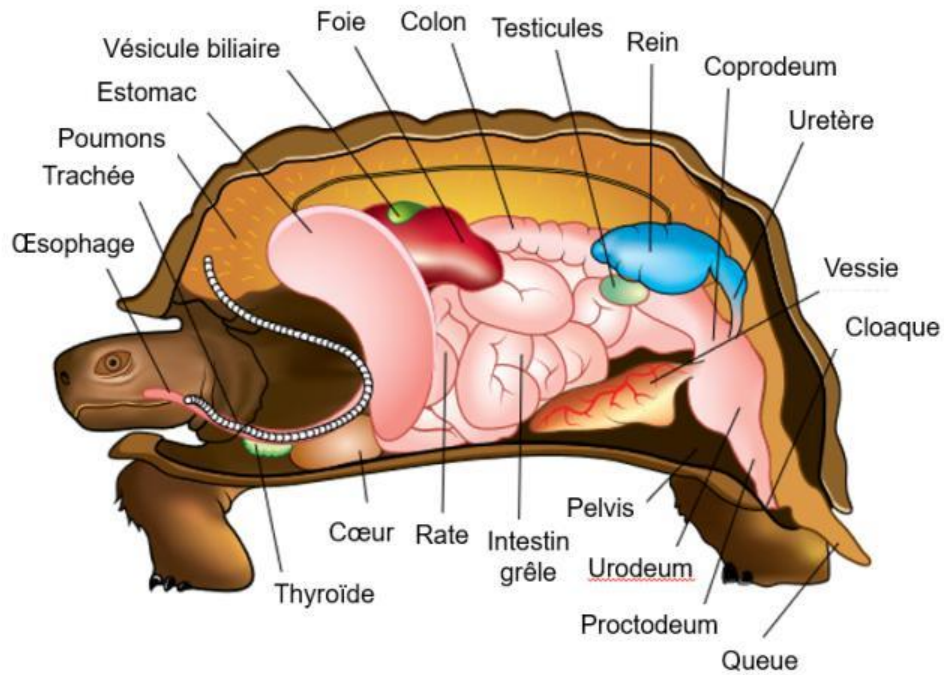
Leur ouïe n'est pas très performante, ils peuvent entendre les fréquences basses (entre 500 et 1500Hz). Leur oreille sert essentiellement à l'équilibre, via l'oreille interne (Chitty, Raftery 2013).

d. Goût

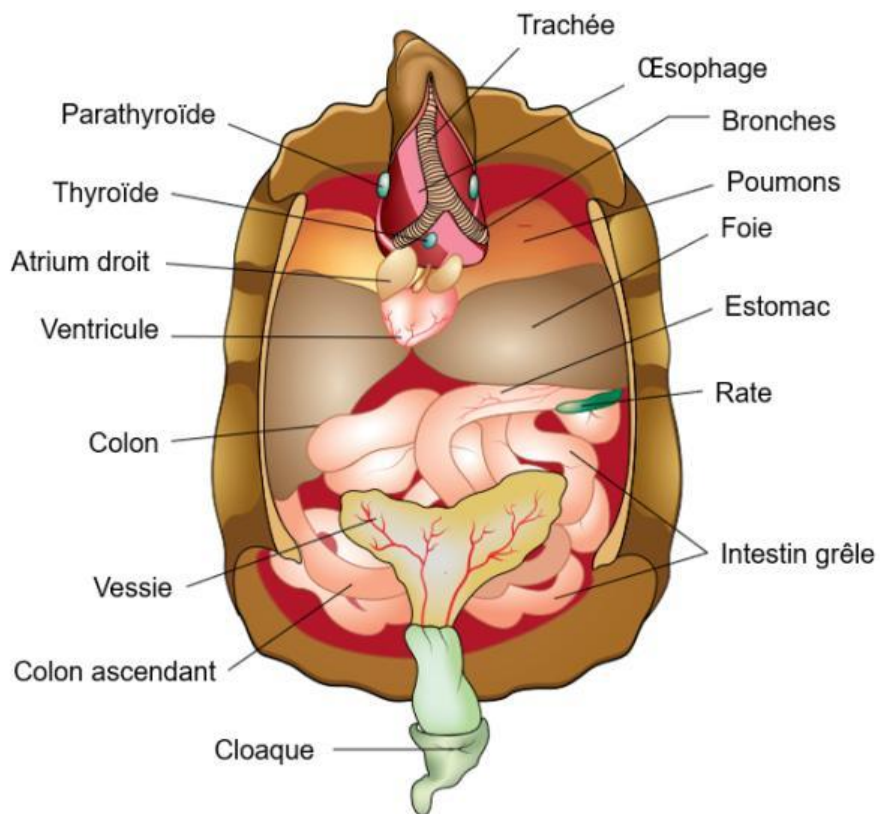
Le goût est bien développé et est permis par des bourgeons gustatifs situés au niveau des papilles linguales et du pharynx. La langue des tortues terrestres n'est pas extensible et ne peut pas sortir hors de la cavité buccale (Chitty, Raftery 2013).

C. Organes internes

Une particularité de l'anatomie des tortues est l'absence de diaphragme ; les organes internes ne sont ainsi pas divisés entre cavité thoracique et cavité abdominale et sont réunis dans une unique cavité cœlomique (Figure 5).



(a)



(b)

Figure 5 : Organisation schématique des organes internes d'une tortue, en vue latérale (a) et ventrale (b) (O'Malley 2018).

1. Système cardiovasculaire

Le cœur des Chéloniens est situé en région médiale, légèrement caudalement à la ceinture pectorale. Il est entouré d'un sac péricardique et est composé de trois cavités : deux oreillettes et un ventricule, lui-même subdivisé en trois cavités (cavum venosum, cavum arteriosum et cavum pulmonale) qui communiquent entre elles (Chitty, Raftery 2013).

Le sang désoxygéné provenant de la circulation générale est issu de quatre veines principales (veines caves crâniennes droite et gauche, veine hépatique gauche et veine cave caudale) et pénètre dans le sinus veineux, une structure située dorsalement à l'atrium droit (considérée par certains auteurs comme une cavité cardiaque à part entière), puis dans celui-ci ; il chemine ensuite par le cavum venosum, puis le cavum pulmonale qui se poursuit par l'artère pulmonaire. À la suite du passage dans les poumons, le sang oxygéné arrive par les veines pulmonaires dans l'atrium gauche puis le cavum arteriosum, pour retourner dans la circulation générale en passant par le cavum venosum puis l'arc aortique (Figure 6).

La circulation pulmonaire représente environ 60 % de la circulation totale du sang (les 40 % restants étant la circulation systémique). Malgré la présence d'un ventricule unique, il n'y a pas de mixité du sang oxygéné avec le sang désoxygéné dans le ventricule grâce à plusieurs éléments : la chronologie des contractions du ventricule, la présence d'un septum ventriculaire incomplet (qui sépare en partie cavum arteriosum et cavum venosum du cavum pulmonale) et l'occlusion du canal interventriculaire restant par les valves atrioventriculaires (Mitchell 2009).

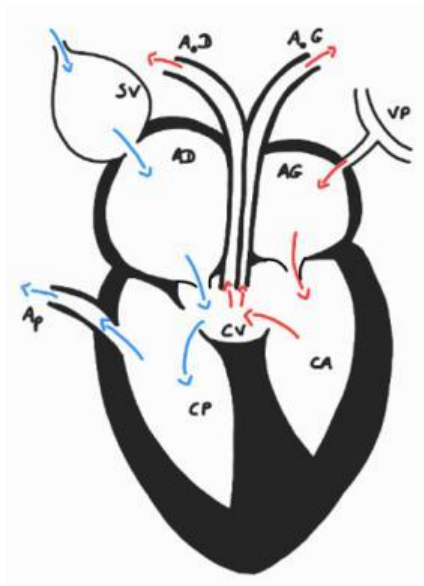


Figure 6 : Représentation schématique d'un cœur de tortue et de la circulation du sang dans celui-ci (d'après Mitchell 2009).

Les flèches bleues représentent le circuit du sang désoxygéné et les flèches rouges celui du sang oxygéné. AD = atrium droit, AG = atrium gauche, AoD = aorte droite, AoG = aorte gauche, Ap = artère pulmonaire, CA = cavum arteriosum, CP = cavum pulmonaire, CV = cavum venosum, SV = sinus veineux, VP = veines pulmonaires.

La présence d'un septum ventriculaire incomplet permet, en cas d'hypoxie, la redirection du sang de la circulation pulmonaire vers la circulation générale par la vasoconstriction de l'artère pulmonaire : cela correspond à un shunt intracardiaque droite – gauche et permet de prioriser la perfusion des organes vitaux.

Il existe également chez ces animaux un système porte rénal (Figure 7), c'est-à-dire qu'une partie du sang veineux postérieur passe par les reins avant de retourner dans la circulation générale. Ce système permet le maintien d'une perfusion rénale en cas de diminution du débit sanguin glomérulaire (lors de déshydratation), par redirection du sang vers les reins (O'Malley 2018; Boyer, Innis 2019).

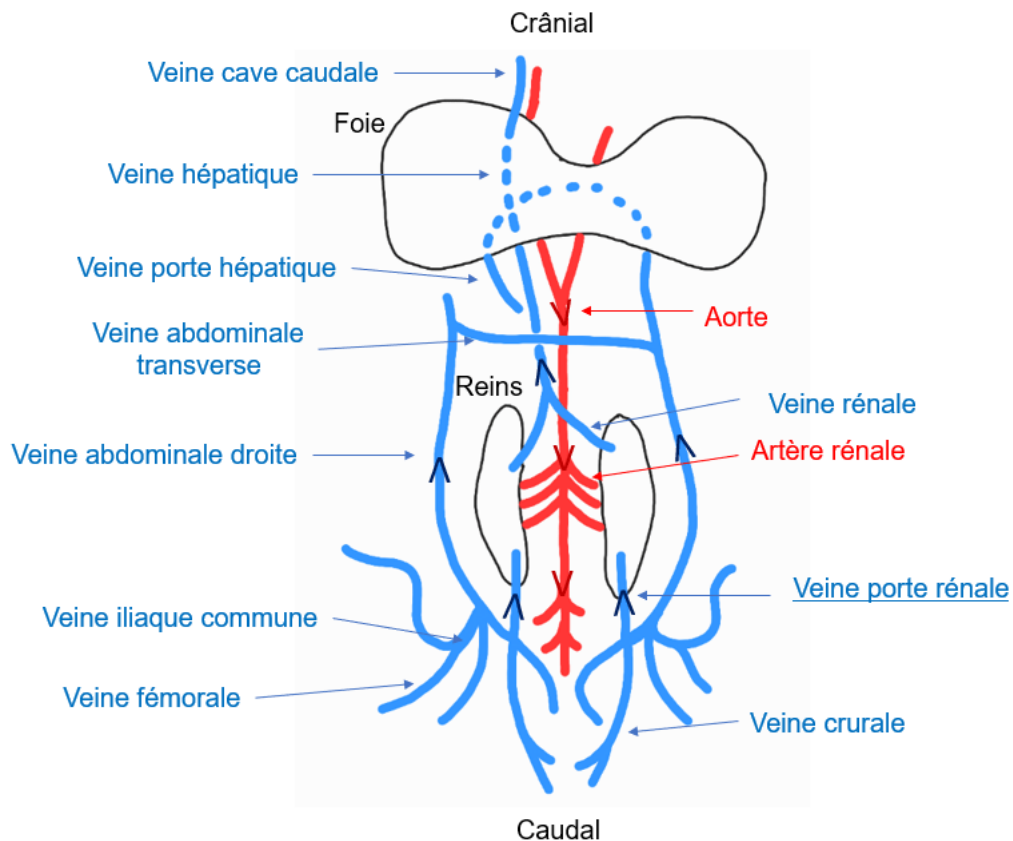


Figure 7 : Représentation schématique du système porte rénal et de son intégration dans la vascularisation de la tortue (d'après Boyer, Innis 2019).

Les flèches bleues et rouges indiquent le sens du sang.

2. Système respiratoire

L'air entre par les narines uniquement (pas de respiration buccale physiologique), jusqu'à la trachée via la glotte, positionnée en arrière de la langue et qui s'ouvre pour la respiration et se referme au repos. La trachée est courte et flexible, s'adaptant au besoin à la rétraction de la tête dans la carapace ; les anneaux trachéaux sont complets.

Les poumons représentent environ la moitié du volume interne lorsque les membres de la tortue sont hors de la carapace ; leur volume est diminué par cinq lorsque les membres sont rentrés. Ils sont localisés dans la partie dorsale crâniale de la cavité coelomique et sont divisés en cinq ou six chambres. Ils ne possèdent pas d'alvéoles pour les échanges gazeux mais des cryptes. Ils sont séparés du reste des organes par la membrane pleuropéritonéale qui n'est pas musculaire (Chitty, Raftery 2013). En raison de l'absence de diaphragme, les

tortues ne peuvent pas tousser, ni évacuer efficacement les sécrétions pulmonaires, ce qui les rend vulnérables aux pneumonies.

Inspiration et expiration sont tous deux des phénomènes actifs et mettent en jeu des muscles du tronc et des membres pour créer une variation de pression dans la cavité coelomique ; on peut ainsi observer les mouvements des membres, qui rentrent en partie dans la carapace à l'expiration et ressortent à l'inspiration. On observe également chez ces animaux le phénomène de pompage gulaire qui correspond à des mouvements d'expansion et contraction de la gorge ; contrairement à l'idée reçue, ce phénomène joue plutôt un rôle dans l'olfaction que dans la respiration proprement dite (Bennett 2011).

La respiration est stimulée par différents paramètres, détectés par des chémorécepteurs (Bour et al. 2012; Bennett 2011) :

- Une hypoxie, entraînant une augmentation de la fréquence respiratoire.
- Une augmentation de la température corporelle, qui entraîne une augmentation des besoins en oxygène.
- Une acidose, notamment respiratoire par hypercapnie, qui augmente le volume courant par inhibition des mécanorécepteurs pulmonaires.

3. Système digestif

a. Tractus digestif

Les tortues terrestres ont un bec corné aux bords aiguisés qui leur permet de prendre et couper les végétaux ; elles n'ont pas de dents et ne peuvent donc pas mâcher. L'œsophage permet le transit des aliments vers l'estomac, qui est entouré par le lobe gauche du foie. Il n'y a pas de distinction précise des parties de l'intestin grêle (duodénum, jéjunum, iléon). Le caecum se trouve au début du côlon et est plus un élargissement de celui-ci qu'un organe à part entière. Le côlon est divisé en trois parties (ascendant, transverse, descendant) comme chez les Mammifères. Le tractus digestif se termine par le cloaque, divisé (du plus proximal au plus distal) en coprodeum, urodeum (où s'abouchent les appareils urinaire et génital) et proctodeum (Mitchell, Kirchgessner 2009).

Le temps de transit est long (jusqu'à 30 jours) et dépend de plusieurs paramètres, dont l'aliment et la température. Ainsi, une température corporelle trop faible (lors d'hibernation ou d'hivernation par exemple) ou trop élevée (lors d'estivation par exemple) entraîne une diminution voire un arrêt de la digestion (notamment le fonctionnement des enzymes et la capacité d'absorption de la muqueuse digestive) (Chitty, Raftery 2013).

b. Foie

Le foie est volumineux et constitué de deux lobes, avec une vésicule biliaire présente sur son bord caudal droit. Il possède les mêmes fonctions que chez les Mammifères dans le métabolisme des lipides, du glycogène et des protéines (Mitchell, Kirchgessner 2009).

Le fonctionnement de cet organe est influencé par le statut physiologique de l'animal (Mitchell, Kirchgessner 2009) :

- En période d'hibernation, il y a un dépôt de graisses et une diminution de l'activité hépatique ; le taux de lipides du foie est élevé en début d'hibernation et faible en sortie.
- En période de reproduction, chez la femelle, le foie accumule des lipides pour réaliser la vitellogenèse (qui est détaillée dans la partie reproduction de ce travail).

c. Pancréas

Le pancréas est adjacent au segment proximal du duodénum. Comme chez les Mammifères, il joue un rôle dans la digestion par la production d'enzymes digestives et de sécrétions alcalines qui diminuent l'acidité du tube digestif (Mitchell, Kirchgessner 2009).

4. Système urinaire

Les chéloniens possèdent deux reins lobulés dans la partie dorsocaudale de la cavité coelomique. Le néphron possède un glomérule et un tubule en trois segments (proximal, intermédiaire et distal), qui s'abouche dans un tube collecteur ; il n'y a néanmoins pas d'anse de Henlé ni de bassinnet chez ces animaux. Les uretères relient directement les reins à

l'urodeum du cloaque, dorsalement. La vessie est bilobée et est connectée au côté ventral de l'urodeum par l'urètre ; elle a essentiellement un rôle de réabsorption et de stockage de l'eau (Holz 2020; Mitchell, Kirchgessner 2009).

L'urine produite par les reins est hypo ou isosthénurique : l'absence d'anse de Henlé empêche de produire de l'urine hypersthénurique. Une fois qu'elle est parvenue dans l'urodeum, plusieurs devenir sont possibles (Figure 8) : l'excrétion directe avec les fèces, passage dans le coprodeum ou le côlon par antipéristaltisme pour la réabsorption de l'eau, ou passage dans la vessie pour la réabsorption de l'eau et d'électrolytes (Mitchell, Kirchgessner 2009).

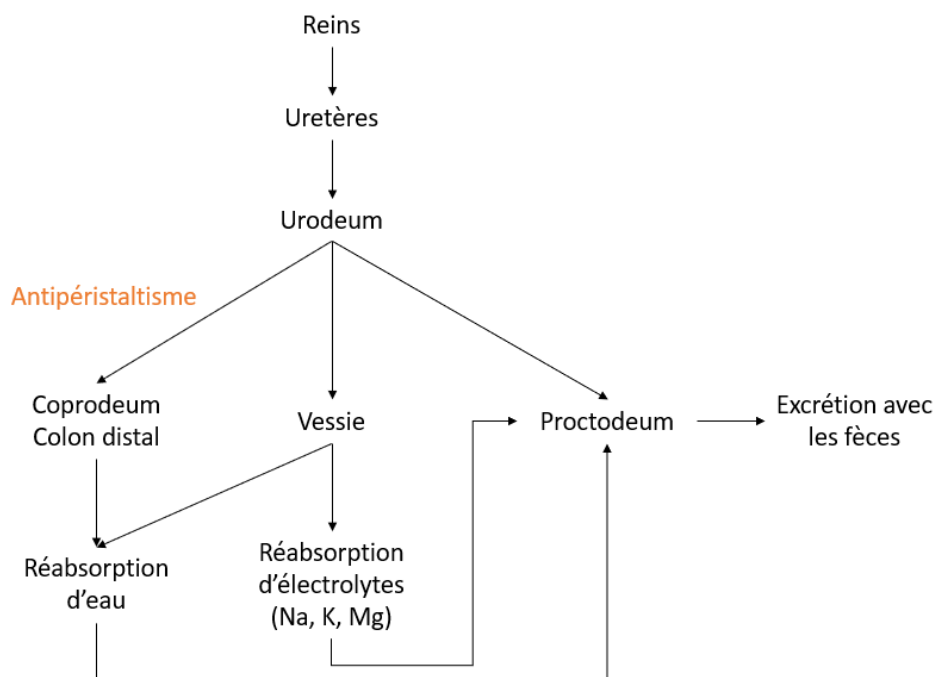


Figure 8 : Représentation schématique du devenir de l'urine (d'après Mitchell, Kirchgessner 2009).

Les flèches indiquent le chemin de l'urine et les changements qu'elle subit.

L'urine a également pour rôle l'excrétion des déchets du métabolisme de l'organisme, en particulier les déchets azotés. Chez les tortues terrestres auxquelles nous nous intéressons ici, cela se fait sous forme d'acide urique, qui est sécrété au niveau du tubule proximal, et qui se lie à des protéines et du potassium pour former des petites sphères de quelques micromètres de diamètre. Le rein sécrète également une substance mucoïde aidant à la formation et à l'évacuation de ces sphères. Cette forme permet l'excrétion de ces déchets

azotés avec un minimum d'eau. Par ailleurs, le col de la vessie possède des cils qui empêchent l'entrée des urates ainsi formés et les repoussent dans l'urodeum (Holz 2020).

Une déshydratation ou une augmentation de l'osmolarité plasmatique stimule la sécrétion d'arginine vasotocine, une hormone qui entraîne la vasoconstriction des artérioles afférentes des glomérules, ce qui diminue le débit de filtration glomérulaire ; cela permet de diminuer le nombre de glomérules filtrants et donc de limiter les pertes rénales en eau. Les tubules n'étant alors plus irrigués, il y a un risque d'ischémie si cette diminution du débit est prolongée, et c'est là qu'intervient le système porte rénal (Figure 7) qui perfuse les tubules jusqu'à rétablissement de la perfusion glomérulaire normale (Holz 2020).

En addition à leur rôle de production de l'urine, les reins des tortues permettent également la production d'érythropoïétine, de vitamine C et le métabolisme de la vitamine D (Holz 2020).

5. Système reproducteur

Chez le mâle, les deux testicules sont situés cranio-ventralement aux reins, dans la partie dorsale de la cavité coelomique (Figure 5). Le sperme produit est transporté par l'épididyme puis le ductus deferens jusqu'à l'urodeum, par un orifice ventral à celui-ci. Le pénis (Figure 9) est localisé au repos au niveau du plancher du proctodeum. Il est constitué de deux corps caverneux qui, durant l'érection, s'engorgent de sang et forment un canal permettant le passage du sperme. Le pénis des chéloniens a uniquement une fonction reproductrice et ne sert pas au transport de l'urine (Innis, Boyer 2002).



Figure 9 : Photographie d'un pénis de tortue extériorisé (Boyer, Innis 2019).

La femelle possède deux ovaires situés crânialement aux reins. Son tractus génital (oviducte) se compose de cinq éléments, respectivement en venant de l'ovaire : segment proximal, pars albuminifera, isthmus, utérus (ou salpinx) et vagin ; il s'abouche dans l'urodeum (Innis, Boyer 2002). Il existe chez les Chéloniens des tubules de stockage de sperme, situés au niveau de la pars albuminifera et permettant de stocker le sperme recueilli suite à l'accouplement jusqu'à quatre ans (Cutuli et al. 2013).

Pour les deux sexes, les gonades varient en taille selon la saison.

6. Système nerveux

Comme les Mammifères, les Chéloniens ont 12 paires de nerfs crâniens. La moelle osseuse possède des centres locomoteurs qui permettent une certaine autonomie par rapport au cerveau (O'Malley 2018).

7. Système endocrinien

Les tortues possèdent des glandes surrénales, une hypophyse, un hypothalamus et une thyroïde qui possèdent le même rôle dans le métabolisme que chez les Mammifères.

Les parathyroïdes, au nombre de deux paires chez les tortues, sont impliquées dans la régulation phosphocalcique ; le métabolisme phosphocalcique et le rôle de la parathormone sont détaillés ultérieurement (O'Malley 2018).

II. Biologie et particularités physiologiques

A. Le métabolisme phosphocalcique chez les tortues terrestres

Les liens entre parathormone, calcium, phosphore et vitamine D chez les tortues terrestres sont complexes (Figure 10). Les éléments suivants sont à avoir en tête pour comprendre les

particularités de la physiologie des tortues terrestres, ainsi que la physiopathologie des maladies osseuses métaboliques des reptiles.

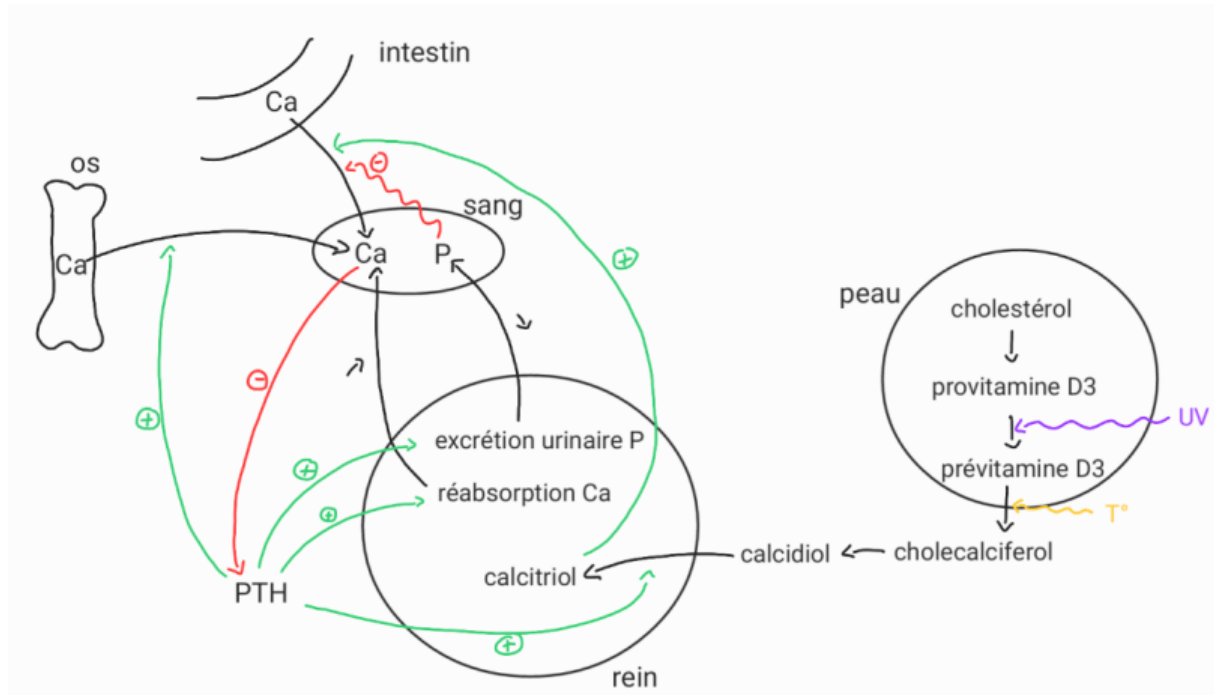


Figure 10 : Liens et relations entre la parathormone (PTH), le calcium (Ca), le phosphore (P) et la vitamine D (d'après Schilliger 2010; Morin 2015).

Ca = calcium, P = phosphore, T° = température, PTH = parathormone. Les flèches vertes et rouges indiquent l'action respectivement stimulante et inhibitrice de l'élément d'où part la flèche jusqu'à celui qu'elle pointe.

La vitamine D (dont la forme active est le calcitriol) est synthétisée à partir du cholestérol sous l'influence des UV et de chaleur.

Le calcium est apporté par l'alimentation ingérée, puis absorbé par les intestins selon les besoins de l'organisme grâce à un transport actif ; il est excrété dans les urines (avec réabsorption rénale, toujours selon les besoins de l'organisme).

Le phosphore diminue la calcémie en inhibant l'absorption intestinale de calcium. La parathormone est hypercalcémiant (elle augmente la calcémie) par plusieurs mécanismes : mobilisation du calcium des os, stimulation de l'absorption intestinale du calcium, production de calcitriol et excrétion rénale de phosphore (ce qui lève l'inhibition de l'absorption de calcium par diminution de la phosphatémie). Le calcium exerce un rétrocontrôle négatif sur la

production de parathormone : si la calcémie est basse, ce rétrocontrôle est faible, permettant la mise en œuvre des mécanismes de mobilisation du calcium (Schilliger 2010; Morin 2015).

B. Alimentation et prise de boisson

1. Régime alimentaire

Avant toute ingestion d'aliment, les tortues terrestres utilisent leur odorat pour l'inspecter , puis goûtent d'abord une bouchée avant de s'atteler à le manger (Chitty, Raftery 2013).

Elles sont essentiellement herbivores ; elles se nourrissent d'herbe, fruits, végétaux, plantes vertes... Deux études analysant le contenu digestif de tortues d'Hermann sauvages ont montré qu'elles peuvent également consommer occasionnellement :

- Des animaux : une étude du tube digestif d'une population de 30 tortues d'Hermann du Sud de la France a mis en évidence la présence de restes de proies chez environ 75 % des individus (Arthropodes en majorité). Les Arthropodes sont ainsi source de protéines, de lipides, de vitamines et d'acides aminés essentiels. La consommation de ces « proies » est notamment supposée compenser le besoin en énergie après la période de ponte (Gagno, Chapelin-Viscardi, Ponel 2012).
- De la matière minérale (cailloux) : les auteurs de cette étude ont considéré que l'ingestion de cailloux d'un diamètre supérieur à cinq millimètres était probablement volontaire (au contraire de cailloux de plus petite taille, dont l'ingestion peut être accidentelle) ; ainsi un tiers des tortues étudiées ont présenté un comportement de géophagie qui est supposé volontaire. Ce comportement pourrait compenser un manque de minéraux ou faciliter la digestion grâce à l'action mécanique des cailloux (Gagno, Alotto 2010).

Le régime alimentaire des tortues terrestres est composé (en pourcentage de matière sèche) de 15 à 35% de protéines, 50 à 75% de carbohydrates (dont 15 à 40% de fibres) et moins de 10% de matières grasses (Boyer, Scott 2019a).

2. Eléments et molécules de l'alimentation d'importance particulière dans le métabolisme

Le calcium, apporté par l'alimentation, a une importance particulière dans le métabolisme des tortues car il est impliqué dans la solidité de la carapace et du squelette, et dans la formation des œufs. En plus de la quantité propre de calcium dans l'aliment, plusieurs facteurs alimentaires jouent sur l'absorption de cet élément :

- Le phosphore apporté ne doit pas être trop élevé car il diminue l'absorption intestinale de calcium. Ainsi, le ratio calcium / phosphore des végétaux consommés par les tortues grecques sauvages serait de 4/1 à 5/1 ; en captivité on fixe un ratio minimal de 2/1 (Innis 1994; Schilliger 2010).
- Les oxalates de calcium, présents dans certains végétaux (épinards, rhubarbe, chou...), se lient au calcium (et à d'autres minéraux) ce qui diminue leur absorption. Cela pourra surtout présenter un problème lors de l'alimentation des tortues en captivité, dans le cas où le propriétaire ne serait pas suffisamment renseigné sur les végétaux à donner ou non (Donoghue 1998).

De plus, la vitamine D permet l'absorption intestinale du calcium (Figure 10). Contrairement aux reptiles carnivores, les tortues terrestres herbivores ne peuvent pas utiliser la vitamine D₂ des végétaux, ni la vitamine D₃ trouvée dans les proies carnées, qu'elles ne consomment pas. Leur seule source de vitamine D est donc apportée par les précurseurs de celle-ci, qu'elles trouvent dans les végétaux et qu'elles convertissent en vitamine D grâce à l'action des rayons UV-B et de la chaleur (Schilliger 2010).

De nombreux végétaux possèdent également de la vitamine A sous forme de précurseurs, les carotènes. Cette vitamine est impliquée dans la protection des muqueuses (Schilliger 2010).

L'alimentation des tortues terrestres sauvages est ainsi naturellement diversifiée et tire profit des bénéfices de différentes sources ; en captivité une alimentation non adaptée sera fréquemment la cause de maladies nutritionnelles, ou peut être un facteur aggravant. Par exemple, une alimentation trop riche en protéines pendant la croissance semble aggraver la formation d'une carapace bosselée dite « tobléone » par une croissance trop rapide et prédispose à la formation de goutte (dépôt de cristaux d'urate au niveau des articulations et des viscères) (Wiesner, Iben 2003; Innis 1994).

3. Prise de boisson

L'eau est apportée essentiellement via les végétaux consommés, et en partie par l'abreuvement à proprement parler (grâce au pompage par la tortue suite à l'immersion d'une partie de sa tête dans l'eau). Les tortues terrestres peuvent également absorber de l'eau via leur cloaque ; l'eau remplit la vessie, qui la réabsorbe ensuite (Schilliger 2017; Boyer, Scott 2019a).

C. Thermorégulation

Nous nous intéressons dans cette partie aux mécanismes généraux de la thermorégulation des tortues terrestres ; les conséquences sur leur mode de vie seront étudiées dans la partie « Rythmes de vie circadien et annuel ».

1. Généralités

Les tortues terrestres sont ectothermes (elles ne produisent pas de chaleur corporelle) et poïkilothermes (leur température varie selon celle du milieu extérieur) (Chitty, Raftery 2013). Leur mode de vie dépend donc en grande partie de la température de leur environnement, perçue par des thermorécepteurs de la peau et de la carapace, afin d'assurer leur thermorégulation et de maintenir leur température corporelle dans un intervalle optimal grâce à des réponses physiologiques et comportementales. Cette zone de température optimale, spécifique pour chaque espèce, peut être atteinte plus ou moins facilement et précisément selon l'environnement et l'accessibilité des sources de chaleur.

Une température corporelle inadaptée limite la coordination musculaire (et limite ainsi la possibilité de fuite et de déplacement, y compris pour revenir à un endroit où la température ambiante est plus adéquate), diminue la digestion et le métabolisme. Pour chaque espèce est définie, une température moyenne préférentielle (« TMP » ; autour de 25 – 30°C pour les espèces terrestres méditerranéennes) et des températures moyennes critiques sont connues. Une température au-delà de la température moyenne critique (au-delà de 40°C

pour ces mêmes espèces) est létale. L'impossibilité d'atteindre les températures moyennes préférentielles entraîne l'hibernation des tortues durant les mois les plus froids (Rival 1999).

2. Principaux mécanismes de thermorégulation

Deux mécanismes principaux de transfert de chaleur sont reconnus : passif (déplacement de l'animal vers des sources de chaleur ou de refroidissement) et actif (réponse physiologique). Ce dernier consiste principalement en l'adaptation de la fréquence cardiaque : l'exposition au soleil entraîne une augmentation de la fréquence cardiaque, à l'origine d'une augmentation de l'absorption de chaleur, ainsi qu'une vasodilatation de la circulation périphérique ; à l'inverse, en cas de déplacement dans un endroit plus frais, la perte de chaleur est limitée par une bradycardie et une vasoconstriction périphérique. Cela correspond à la notion d'hystérésis de la fréquence cardiaque, qui se déroule en deux phases. Si l'animal est exposé à une source de chaleur, une phase rapide entraîne en quelques secondes une augmentation de la fréquence cardiaque (il s'agira à l'inverse d'une diminution si l'animal se retire d'une source de chaleur), puis une phase plus graduelle adapte la variation de la fréquence cardiaque au changement de la température corporelle. Ce mécanisme a notamment pour conséquence qu'à une température donnée, la fréquence cardiaque sera toujours plus élevée si l'animal est en cours de réchauffement que s'il est en cours de refroidissement. L'hystérésis met en jeu des contrôles nerveux et hormonaux (système nerveux autonome et prostaglandines notamment) qui ne sont pas encore totalement élucidés (Seebacher, Franklin 2005; Parlin, Schaeffer 2022).

Certains paramètres peuvent compromettre la thermorégulation, tels que le risque de prédation qui peut limiter le temps d'exposition au soleil des individus (notamment des plus jeunes), et une mauvaise connaissance de l'environnement (chez les jeunes et les tortues réintroduites en particulier). La thermorégulation sera également moins efficace chez les individus de petite taille, qui ont un rapport surface corporelle sur volume plus faible que les grands individus, d'où une plus grande perte de chaleur (Parlin, Schaeffer 2022).

3. Une conséquence de l'ectothermie : l'hibernation et l'hivernation

L'hibernation est un échappement aux températures trop basses de l'hiver et une protection contre le risque de gel. Elle consiste en l'enfouissement des tortues dans le sol et a pour conséquence principale l'hypoxie, à laquelle les tortues sont moins sensibles que les animaux endothermes car par rapport à ceux-ci elles ont un métabolisme plus lent et donc des plus faibles besoins en oxygène. De plus, l'hypoxie entraîne un shunt intracardiaque droite – gauche qui priorise la perfusion des organes vitaux (voir partie sur le système cardiovasculaire). Les tortues sont également moins sensibles à l'augmentation d'acide lactique dans le sang lors d'anaérobiose ; celui-ci est stocké dans les muscles durant la période d'hypoxie puis est redistribué et transformé en glucose ou glycogène une fois la respiration normale reprise, lorsque les températures remontent suffisamment pour permettre la sortie d'hibernation. Il est à noter que certaines espèces, et certaines populations pour une espèce donnée, n'hibernent pas, selon leurs conditions environnementales d'origine. De plus, certaines espèces et sous – espèces hivernent, c'est – à – dire que leur métabolisme et leur activité sont ralentis en hiver, mais elles ne s'enterrent pas et gardent un faible niveau d'activité (Schilliger 2017).

Il est à noter que la différence entre hibernation et hivernation (en général, et dans le cas de certaines espèces et sous – espèces) est parfois ténue et source de désaccord entre auteurs et entre spécialistes.

D. Reproduction

Les tortues terrestres atteignent leur maturité sexuelle entre 10 et 15 ans dans le milieu naturel (les mâles plus tôt que les femelles) ; une alimentation riche en protéines entraîne une croissance plus rapide et donc une maturité sexuelle plus précoce (Schilliger 2017). Les cycles et contrôles hormonaux qui s'exercent dans leur reproduction ne sont pas exactement compris mais les hormones impliquées sont majoritairement les mêmes que chez les Mammifères.

1. Accouplement

L'accouplement des tortues terrestres a lieu au début du printemps (toutes les tortues terrestres abordées ici) et en septembre (tortues grecque et d'Hermann) ; il se fait en plusieurs étapes grâce à des signaux visuels, olfactifs, acoustiques et comportementaux.

En premier lieu, le mâle court après et autour de la femelle ; il la mord, tape sa carapace contre la sienne et essaie de l'immobiliser (Figure 11, photo (a)). La femelle cherche généralement à éviter la confrontation directe en continuant à se déplacer. Le mâle cherche ensuite à monter sur la carapace de la femelle, ce qui nécessite plusieurs essais généralement avant de parvenir à la réussite de l'opération puisqu'il essaie de monter par n'importe quel abord. Durant l'acte d'accouplement à proprement parler (Figure 11, photo (b)), le mâle étend son cou et vocalise, à des fréquences et amplitudes propres à chaque espèce (Cutuli et al. 2013). L'acceptation par la femelle est par ailleurs favorisée par des vocalises aigues et émises à une cadence rapide (Galeotti et al. 2005).



Figure 11 : Accouplement de tortues terrestres, avec notamment une phase d'agressivité du mâle (a) et une phase de chevauchement avec vocalises (b) (LORIN Elodie, au Refuge des Tortues de Bessières).

Ces étapes étant demandeuses en énergie, des animaux en bonne santé seront plus à même de les réussir ; de même, l'accouplement en lui-même sera plus long (donc avec de meilleures chances de succès) si la phase d'agressivité (morsures, coups) du mâle est plus

courte car il aura dépensé moins d'énergie pendant celle-ci (Cutuli et al. 2013; Sacchi et al. 2013; Sadeghi, Torki 2012).

Les tortues terrestres femelles s'accouplent généralement avec plusieurs mâles durant une même période, ce qui favorise la compétition spermatique qui permet notamment une sélection de spermatozoïdes porteurs de gènes « avantageux », ainsi que la diversité génétique de la progéniture. La paternité multiple qui en résulte, c'est-à-dire la présence d'œufs fécondés par différents mâles dans une même ponte, est fréquente chez les tortues (retrouvée chez environ 53 % des tortues d'Hermann, 20 % des tortues grecques et 27 % des tortues des steppes) (Farke et al. 2015).

2. Formation de l'œuf

Dans l'ovocyte, diverses molécules s'accumulent pour former le vitellus qui, une fois l'œuf formé, subvient aux besoins du futur embryon ; en majorité, la vitellogénine est une lipoprotéine produite dans le foie sous contrôle des œstrogènes et de la FSH, lors de la vitellogenèse. La vitellogénine apporte à l'embryon des acides aminés, des lipides, du phosphate et des ions. Le vitellus est aussi constitué, entre autres et en plus petites quantités, de lipides issus de l'alimentation, d'immunoglobulines, d'albumine et de vitamines (Norris, Lopez 2011).

Après ovulation, plusieurs étapes permettent de passer d'ovocyte à œuf (Figure 12). La fécondation a lieu dans la partie de l'oviducte la plus proche de l'ovaire. Au fur et à mesure que l'ovocyte (fécondé ou non, correspondant au « jaune d'œuf ») chemine dans l'oviducte, l'albumine (correspondant au « blanc d'œuf »), puis la membrane fibreuse et enfin le calcium de la coquille viennent s'ajouter successivement autour de l'ovocyte pour former l'œuf (Innis, Boyer 2002).

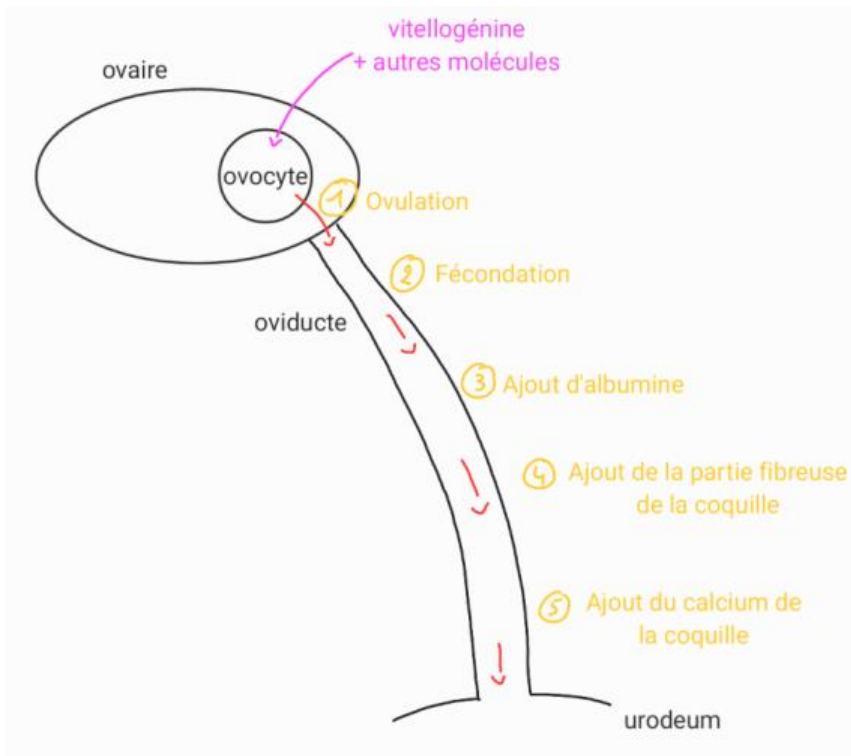


Figure 12 : Représentation schématique de la formation de l'œuf le long du tractus reproducteur (d'après Innis, Boyer 2002).

Les flèches rouges représentent le chemin suivi par l'ovocyte et aboutissant à la formation de l'œuf.

3. Ponte

Lors de la ponte, ou oviposition, la femelle creuse le sol avec ses membres pelviens pour faire un nid d'environ 10 centimètres de profondeur, pond les œufs puis recouvre le nid. Les tortues terrestres ne présentent pas de comportement maternel ensuite et s'en vont sans surveiller le nid, contrairement à d'autres reptiles.

Faire plusieurs pontes durant une même saison est fréquent. Chez la tortue d'Hermann l'intervalle entre deux pontes est de 20 jours, contre six jours pour la tortue des steppes et entre 11 et 21 jours pour la tortue grecque (dont 20 % des femelles pondent plus d'une fois par saison). Le nombre d'œufs par ponte est très variable mais est de trois à six en moyenne (Tableau I).

Tableau I : Comparaison de plusieurs paramètres de la reproduction chez différentes espèces de tortues terrestres du genre *Testudo* (Cutuli et al. 2013; Lagarde et al. 2003)

Espèce	Nombre de pontes moyen par an	Intervalle entre deux pontes	Nombre d'œufs moyen par ponte
<i>Testudo hermanni</i>	2 – 3	20 jours	3 à 6 selon sous espèce
<i>Testudo graeca</i>	1 – 2	11 – 21 jours	4
<i>Testudo horsfieldi</i>	3	6 jours	3

4. Incubation et éclosion

L'incubation est la période suivant la ponte jusqu'à l'éclosion de l'œuf, durant laquelle l'embryon se développe. Elle dure en moyenne entre 55 et 70 jours chez les espèces terrestres auxquelles nous nous intéressons, avec des valeurs très variables selon les études (Sadeghi, Toriki 2012). Chez la tortue, la température au cours de cette période joue un rôle majeur, et notamment dans la détermination du sexe de la tortue à naître.

L'influence de la température sur l'incubation a été précisément étudiée chez la tortue d'Hermann. Ainsi l'incubation est d'environ 60 jours pour une température entre 27 et 34°C. Les températures inférieures à 23°C ou supérieures à 34°C entraînent une mortalité de 100 %. Entre 23 et 27°C, la durée d'incubation augmente, et pour des températures de 24 ou 25°C la mortalité est de 50 % et les jeunes tortues qui naissent sont généralement faibles et petites. Ces résultats s'appliquent pour des températures d'incubation constantes ; les résultats obtenus avec des variations ponctuelles de température (par exemple, une température d'incubation montée à 36°C durant deux heures par jour) montrent que les variations de température telles qu'elles existent dans la nature permettent la survie d'une majorité des embryons (Eendebak 2001).

De plus, une particularité des tortues est la détermination du sexe des embryons selon la température d'incubation. Une température élevée favorise la différenciation en mâle ; une température faible favorise les femelles, avec l'existence d'une température seuil pour laquelle 50 % des embryons sont des mâles et 50 % sont des femelles. Cette température est de 31,5°C chez *Testudo hermanni boettgeri* (Eendebak 2001). On peut ainsi comprendre les dangers du changement climatique et de la hausse des températures, qui limiteraient la parité des sexes des embryons.

Le mécanisme de détermination du sexe est complexe (Figure 13). Les androgènes sont transformés en œstrogènes par une enzyme, l'aromatase ; cela permet la différenciation des gonades en ovaires et l'embryon est ainsi une femelle. Si la température est « masculinisante », donc au-dessus d'un certain seuil, la production d'aromatase est inhibée ; les gonades se différencient donc en testicules et produisent un embryon masculin (Schilliger 2017).

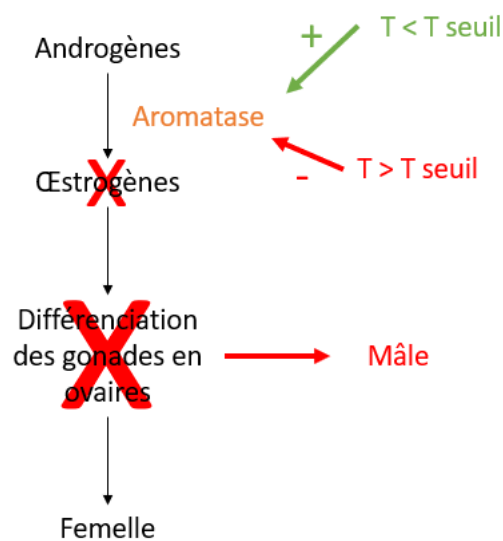


Figure 13 : Mécanisme schématisé de la détermination du sexe de l'embryon de tortue selon la température (d'après Schilliger 2017).

T = température.

E. Conséquences sur la gestion en captivité

Les particularités physiologiques des tortues terrestres nous permettent de comprendre l'importance des conditions environnementales de vie des tortues en captivité et leur rôle dans de nombreuses maladies rencontrées. L'environnement proposé doit leur apporter entre autres (Schilliger 2017; Rossi 2019) :

- Des zones thermiques variées pour la thermorégulation, avec des zones abritées pour se refroidir, et des zones chauffées.
- Des UV-B pour la production de vitamine D, indispensable au métabolisme phosphocalcique, via le soleil (en extérieur) ou la présence de lampes délivrant des UVB (en terrarium).
- Un sol suffisamment meuble pour permettre l'enfouissement de l'animal dans le sol (pour se rafraîchir et pour l'hibernation) et éventuellement l'oviposition.
- Une alimentation végétale variée, riche en vitamine A et avec un rapport calcium / phosphore supérieur à 2/1, ainsi que de l'eau à volonté. Le tableau en annexe 2 présente une liste (non exhaustive) de végétaux pouvant être donnés aux tortues terrestres ; on recommande par ailleurs environ 90% de légumes et 10% de fruits dans l'alimentation. Comme vu précédemment, les végétaux riches en oxalates de calcium (épinard, rhubarbe, oseille) sont à proscrire.

La cohabitation de plusieurs mâles est déconseillée en raison des risques d'agressivité entre eux ; on recommande également de respecter un rapport d'un mâle pour quatre ou cinq femelles afin de limiter le « harcèlement » du mâle envers chaque femelle (Schilliger 2017). On évite également de mettre ensemble deux individus de taille trop différente en raison du risque d'établissement d'une dominance du plus gros individu sur le plus petit. La cohabitation de plusieurs espèces différentes est à évaluer au cas par cas selon les espèces et leur potentielle relation entre elles : besoins en termes de conditions environnementales, risque d'hybridation, possibilité de transmission de pathogènes... Par exemple, *T. graeca* est fréquemment porteuse asymptomatique d'un herpesvirus souvent mortel chez *T. hermanni*, la cohabitation entre ces deux espèces est donc à éviter (Origgi 2013). Dans tous les cas, en cas de cohabitation de plusieurs individus, il convient de s'adapter aux animaux et d'avoir la possibilité de les séparer s'il y a conflit (Rossi 2019).

Il est recommandé de réaliser une quarantaine avant d'introduire un nouvel animal avec d'autres, afin de contrôler son état de santé et de limiter la transmission d'éventuels pathogènes. Pour cela il est nécessaire d'isoler le nouvel animal, à distance des autres, en prenant garde à respecter des mesures de biosécurité en passant de l'un aux autres lors des soins (Rivera 2019).

En ce qui concerne l'hibernation, elle est source de désaccords entre spécialistes (quelles espèces sont concernées, hibernation des juvéniles ou non...). En règle générale, il vaut toujours mieux ne pas faire hiberner une tortue si elle n'est pas en bonne santé ou que l'hibernation ne peut pas être bien gérée, plutôt qu'une hibernation mal conduite qui met en danger l'animal.

Elle peut être réalisée en extérieur ou en intérieur (bac dans un endroit frais tel qu'un garage ou un frigo, dont la température est surveillée et à l'abri des prédateurs). Il est important que l'animal débute l'hibernation en étant en bonne santé ; une période de préparation en amont sur les semaines précédentes (deux à six semaines selon les « protocoles ») est donc fortement recommandée (vidange du tractus digestif par des bains pour stimuler la défécation, diminution progressive des températures... divers protocoles de préparation à l'hibernation sont décrits) et la tortue doit être aussi surveillée attentivement pendant (si en intérieur) et en sortie d'hibernation. Des consultations de contrôle pré et post hibernation chez le vétérinaire ont un intérêt car les tortues sont à ce moment plus à risque de maladie ; notamment le suivi du poids avant, après voire pendant l'hibernation (si réalisée en intérieur) est conseillé (Chitty, Raftery 2013; Schilliger 2010).

Les annexes 3, 4 et 5 présentent des fiches récapitulatives de la maintenance respectivement de *T. hermanni*, *T. graeca* et *T. horsfieldi* que le praticien peut donner au propriétaire pour aider celui-ci à améliorer les conditions de vie de son animal selon son espèce. Des conditions environnementales non satisfaisantes sont source de stress chez la tortue, la rendent plus vulnérable aux maladies et sont souvent à l'origine de celles-ci en captivité.

III. Principales espèces rencontrées en captivité en Europe

Les espèces sur lesquelles nous nous concentrons dans cette partie et la suivante sont *Testudo hermanni* (tortue d'Hermann), *Testudo graeca* (tortue grecque ou tortue mauresque) et *Testudo horsfieldii* (tortue des steppes, tortue russe ou tortue de Horsfield). Ce sont les principales espèces rencontrées en Europe d'après la littérature ; il existe néanmoins de nombreuses autres espèces de tortues terrestres, moins fréquentes en captivité, et dans ce cas il est important de se renseigner sur leurs spécificités (notamment en terme de mode de vie) pour conseiller au mieux les propriétaires.

Ces trois espèces appartiennent au genre *Testudo*. Il existe deux sous – espèces de *Testudo hermanni* (orientale et occidentale, respectivement *T. h. boettgeri* et *T. h. hermanni*), une dizaine de sous – espèces de *Testudo graeca* et six sous – espèces de *Testudo horsfieldii*.

A. Réglementation

L'UICN a attribué à *T. hermanni* le statut « espèce quasiment menacée » et aux deux autres « espèce vulnérable ». Dans la Convention de Washington, qui régule le commerce des espèces sauvages, ces trois espèces sont classées dans l'annexe II (rassemblant des espèces non nécessairement menacées mais dont le commerce est étroitement régulé) ; au niveau européen, *T. hermanni* et *T. graeca* figurent dans l'annexe A et *T. horsfieldii* dans l'annexe B (Tableau II). Le commerce de ces espèces est interdit et leur prélèvement dans la nature est interdit également. De plus, en France, suivant l'arrêté du 8 octobre 2018 il est obligatoire :

- De les identifier, par transpondeur électronique le plus souvent ; dans les cas où la morphologie de l'animal ne permet pas la pose d'un transpondeur (espèces de très petite taille) l'identification repose sur une photographie du plastron datée. Légalement, la tortue doit être identifiée durant le premier mois après sa naissance et l'identification est nécessaire pour la cession de l'individu.
- De déclarer leur détention si détention d'un à six individus de la même espèce.
- D'obtenir un certificat de capacité et une autorisation d'ouverture si plus de six individus de la même espèce sont détenus.

Tableau II : Place dans la réglementation internationale des principales espèces de tortues terrestres rencontrées en France.

Espèce	Convention de Washington (CITES)	Règlement européen n°338/97	UICN
<i>Testudo hermanni</i>	Annexe II	Annexe A	Statut quasiment menacé
<i>Testudo graeca</i>	Annexe II	Annexe A	Statut vulnérable
<i>Testudo horsfieldii</i>	Annexe II	Annexe B	Statut vulnérable

Ces espèces vivent 40 à 50 ans dans le milieu naturel mais peuvent atteindre 60, 80, voire 100 ans en captivité (Pollock, Kanis 2015).

B. Caractéristiques morphologiques spécifiques des espèces retenues

Les caractéristiques morphologiques permettent de faire la diagnose d'espèce. Les trois espèces auxquelles nous nous intéressons ici possèdent une carapace en dôme, de couleur jaune à marron voire légèrement verdâtre avec des taches noires. Elles mesurent entre 20 et 30 centimètres de long. La tortue des steppes (Figure 14) se distingue des deux autres espèces notamment par sa carapace un peu plus plate et ovale, et la présence de quatre griffes aux membres antérieurs contre cinq pour les autres espèces (Bour et al. 2012).



Figure 14 : *Testudo horsfieldi*, reconnaissable à ses quatre griffes aux membres antérieurs (source : utilisateur « Yuriy75 » sur Wikipédia, lien : <https://vu.fr/jQKqq>).



(a)

(b)

Figure 15 : Photos de *Testudo hermanni* (a) et *Testudo graeca* (b) (sources : (a) utilisateur « Orchi » de Wikipédia, lien : <https://vu.fr/KHTR> ; (b) Guy Haimovitch, lien : <https://vu.fr/CILGL>).

Les tortues d'Hermann et grecque (Figure 15) sont assez proches morphologiquement, mais quelques éléments permettent de les différencier (Tableau III, Figure 16). On s'intéresse notamment à la division ou non de l'écaille supracaudale et la présence ou non d'une griffe au bout de la queue et d'éperons cornés en arrière des cuisses (Bour et al. 2012; Schilliger 2017).

Tableau III : Eléments de différenciation entre *T. hermanni* et *T. graeca* (d'après Schilliger 2017).

Caractéristiques	<i>Testudo hermanni</i>	<i>Testudo graeca</i>
Ecaille supracaudale	Simple (certaines <i>T. h. boettgeri</i>) ou double	Simple
Ecailles vertébrales	Etroites	Larges
Présence d'éperons cornés	Non	Oui
Présence d'une griffe au bout de la queue	Oui	Non
Bandes noires du plastron	Bien dessinées, plus ou moins continues	Taches irrégulières

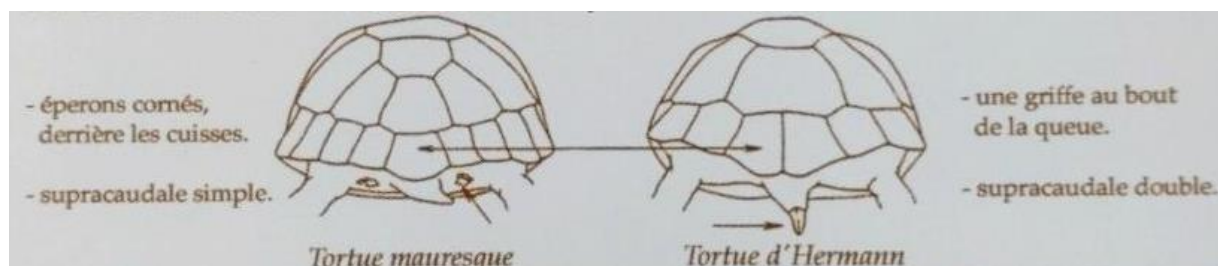


Figure 16 : Eléments de différenciation entre *T. hermanni* (à droite) et *T. graeca* (à gauche) (Bour et al. 2012).

Pour aller plus loin, il est également possible de différencier les deux sous espèces de *T. hermanni* (Tableau IV, Figure 17). La sous espèce occidentale (*T. h. hermanni*) est de plus grande taille, possède des taches noires sur le plastron plus continues (faisant presque deux bandes noires longitudinales), et le sillon des plaques pectorales est de plus petite taille que le sillon des plaques fémorales (Bour et al. 2012; Schilliger 2017).

Tableau IV : Eléments de différenciation entre les deux sous espèces de *Testudo hermanni* (d'après Schilliger 2017).

Caractéristiques		<i>T. hermanni hermanni</i>	<i>T. hermanni boettgeri</i>
Taille		Environ 25cm	Environ 20cm
Taches noires	De la dossière	++	+
	Du plastron	Continues	Discontinues
Rapport de tailles entre le sillon des plaques pectorales et fémorales		Sillon pectoral < sillon fémoral	Sillon pectoral ≥ sillon fémoral
Forme de la carapace du mâle		Ovale	Trapézoïdal

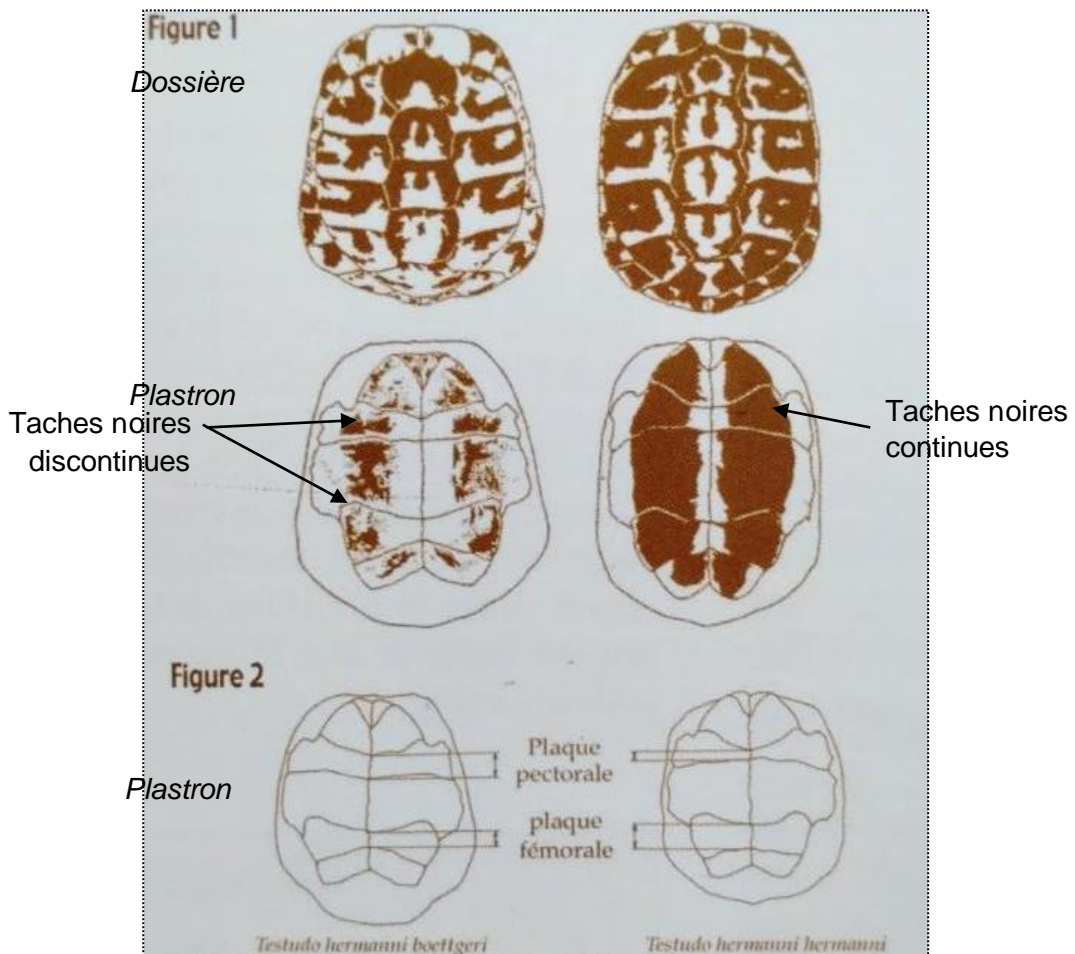


Figure 17 : Eléments de différenciation entre *Testudo hermanni boettgeri* (à gauche) et *Testudo hermanni hermanni* (à droite) (d'après Bour et al. 2012).

C. Critères de reconnaissance de sexe

Le sexage d'une tortue terrestre n'est possible qu'après la maturité sexuelle car les plus jeunes tortues ne présentent pas un dimorphisme sexuel assez marqué.

Plusieurs éléments permettent de distinguer mâle et femelle, valables pour toutes les espèces auxquelles nous nous intéressons ici (Bour et al. 2012) :

- Le plastron est concave chez le mâle (permettant d'épouser la forme de la carapace de la femelle lors de l'accouplement) alors qu'il est plat chez la femelle.
- La queue du mâle est plus longue que celle de la femelle, et le cloaque du mâle se trouve plutôt à l'extrémité distale de la queue alors que celui de la femelle est plutôt vers la base (Figure 18). Cela fait que le cloaque dépasse de l'écaille supracaudale chez le mâle contrairement à la femelle.
- Le mâle est de plus petite taille que la femelle (Figure 19) ; il peut ainsi se déplacer plus facilement pour rencontrer une femelle lors de la période de reproduction, et la plus grande taille de celle-ci lui permet de stocker les œufs avant la ponte. Cette différence de taille est plus ou moins marquée selon les espèces.

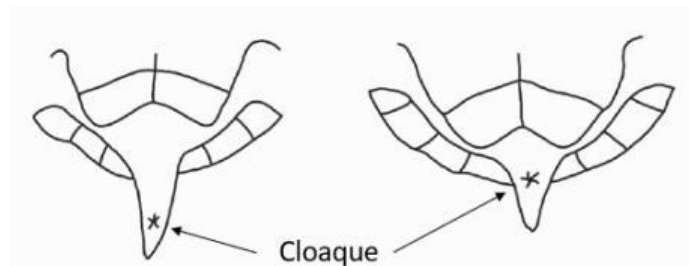


Figure 18 : Différences de morphologie entre la longueur de la queue du mâle (à droite) et de la femelle (à gauche) et la position du cloaque, en vue ventrale (d'après Bour et al. 2012).



Figure 19 : Différence de taille entre un mâle (à droite) et une femelle (à gauche) (LORIN Elodie, au Refuge des Tortues de Bessières).

Dans les cas où ce dimorphisme n'est pas très marqué y compris à l'âge adulte, le sexage peut alors se faire par coelioscopie (visualisation directe des gonades), génotypage (par prélèvement sanguin et envoi en laboratoire) ou dosage de la testostérone (Innis, Boyer 2002; Martínez-Silvestre, Bargalló, Grífol 2015).

IV. Ecologie des trois espèces retenues

A. Répartition géographique

La tortue d'Hermann vit à l'état naturel au Sud de l'Europe : Nord – Est de l'Espagne, Sud – Est de la France, Corse, Sardaigne et bords de l'Italie pour la sous espèce occidentale ; et au Sud de l'Europe orientale (Grèce, Bulgarie, Albanie, Roumanie et ex – Yougoslavie) pour la sous espèce orientale (Figure 20). La tortue grecque est trouvée en Afrique du Nord, au Sud de l'Espagne et dans les îles méditerranéennes (Sardaigne, Corse, Sicile) (Figure 21).

La tortue des steppes, elle, vit en Asie centrale (Russie, Iran, Afghanistan, Ouzbékistan, Pakistan, ouest de la Chine) (Figure 22) (Bour et al. 2012).



Figure 20 : Aire de répartition géographique naturelle de *T. hermanni hermanni* (en rouge) et *T. hermanni boettgeri* (en bleu) (d'après Bour et al. 2012 sur un fond de carte de <https://mapswire.com/>).



Figure 21 : Aire de répartition géographique naturelle de *T. graeca* (d'après Bour et al. 2012 sur un fond de carte de <https://mapswire.com/>).



Figure 22 : Aire de répartition géographique naturelle de *T. horsfieldi* (d'après Bour et al. 2012 sur un fond de carte de <https://mapswire.com/>).

B. Domaine vital et habitat

L'habitat idéal d'une tortue terrestre se compose à la fois d'un espace ouvert pour la thermorégulation et d'un espace plus couvert (buissons...) pour apporter un abri vis-à-vis du soleil et des prédateurs et pour l'hibernation. Celui de la tortue d'Hermann est varié et va de semi-forestier à du maquis ouvert, en passant par des dunes littorales ; de même pour la tortue grecque qui vit dans des environnements variés, et qui peut également vivre en montagne jusqu'à 2000m d'altitude, notamment en Afrique du Nord. L'habitat de la tortue des steppes est plus aride, voire désertique, et les conditions environnementales sont extrêmes, caractérisées par des hivers froids et des étés secs. Les tortues sont philopatrides, c'est-à-dire qu'elles ont un attachement à leur lieu de naissance et ont tendance à y rester ou à y retourner pour vivre et se reproduire.

Le domaine vital correspond à l'aire contenant les ressources et l'habitat dont a besoin un individu durant sa vie. Son étendue dépend de nombreux facteurs comme le sexe et l'âge de l'individu, la qualité des habitats, la densité de population, le climat... Plusieurs études ont été menées sur le domaine vital des différentes espèces et ont trouvé des surfaces très variables d'une étude à l'autre, notamment selon la population étudiée (si le lieu de vie est

riche et que les tortues trouvent de quoi subvenir à leurs besoins dans un petit périmètre, elles n'ont pas le besoin de se déplacer sur de grandes distances et leur domaine vital est petit), mais aussi selon le nombre d'individus étudiés, la méthode d'étude utilisée... Dans la plupart des études, toutes espèces confondues, les femelles ont un domaine vital plus étendu que les mâles, possiblement en lien notamment avec la recherche d'un site de ponte adéquat (Lagarde et al. 2003; Ballouard et al. 2020).

Une étude réalisée en 2020 sur 177 tortues d'Hermann appartenant à neuf populations du Sud de la France a montré des domaines vitaux d'en moyenne 9,3 hectares. Cette étude a montré des surfaces bien plus élevées que dans d'autres études réalisées en France mais sur de plus petits effectifs (Ballouard et al. 2020; Longepierre, Hailey, Grenot 2001).

Le domaine vital de la tortue des steppes est beaucoup plus étendu en raison des conditions climatiques rudes et du caractère aride de son lieu de vie naturel, car les ressources sont rares. Une étude faite en Ouzbékistan a montré des domaines vitaux d'en moyenne 24 (pour les mâles) à 57 hectares (pour les femelles) (Lagarde et al. 2003).

Les études faites chez les tortues grecques ont mis en évidence des domaines vitaux de plus petite surface que les deux autres espèces : entre 0,2 et 3 hectares en moyenne selon l'étude et la localisation (Rouag, Ziane, Benyacoub 2017a).

C. Rythmes de vie circadien et annuel

Au cours de l'année, le rythme de vie quotidien des tortues terrestres évolue pour leur permettre d'assurer leur thermorégulation selon les températures extérieures. On définit ainsi un rythme uni ou bimodal selon la présence d'un ou deux pics d'activité dans la journée.

Le rythme de vie annuel général des tortues terrestres méditerranéennes comme *T. hermanni* et *T. graeca* suit un schéma général (Figure 23). Chez ces espèces, le rythme est unimodal la majeure partie de l'année, et est bimodal essentiellement en été (période estivale ③) ou lorsque les températures sont trop élevées, avec des pics d'activité dans la matinée et l'après-midi, et une diminution de l'activité le midi, où la chaleur est la plus forte.

Ces espèces entrent en hibernation (ou hibernation, dans le cas de la plupart des sous – espèces de *T. graeca*) en octobre voire novembre (autour de la 44^{ème} semaine de l'année), lorsque la photopériode, les températures et la disponibilité de l'alimentation diminuent ; elles en sortent en mars, période à laquelle commencent la reproduction et l'accouplement. Les femelles pondent en mai – juin ; les jeunes tortues naissent autour de septembre (Huon-Daubremont, Grenot 1997; Rouag, Ziane, Benyacoub 2017b).

Dans le cas de *T. horsfieldi* (Figure 23), le climat est particulièrement rude, aride avec des variations de températures extrêmes (entre -10 à 45°C environ sur la période d'activité annuelle). Ces tortues sont ainsi actives seulement trois mois par an entre mars et juin, les neuf autres correspondent à une période d'estivation (baisse d'activité en raison des fortes chaleurs) durant l'été suivie par la période d'hibernation. Cette période d'activité annuelle est également en lien avec la présence des végétaux dont se nourrissent les tortues. Le rythme d'activité quotidien est unimodal jusqu'à environ fin mai, où il devient bimodal en raison des températures élevées ; les tortues sont alors actives le matin et le soir, et passent les heures chaudes de la journée enterrées (la végétation clairsemée ne permet pas un abri suffisant contre la chaleur). La période de reproduction de la tortue des steppes commence directement en sortie d'hibernation avec des accouplements qui ont lieu sur environ trois semaines, suivis par la ponte entre fin avril et mi-juin (Lagarde et al. 2002).

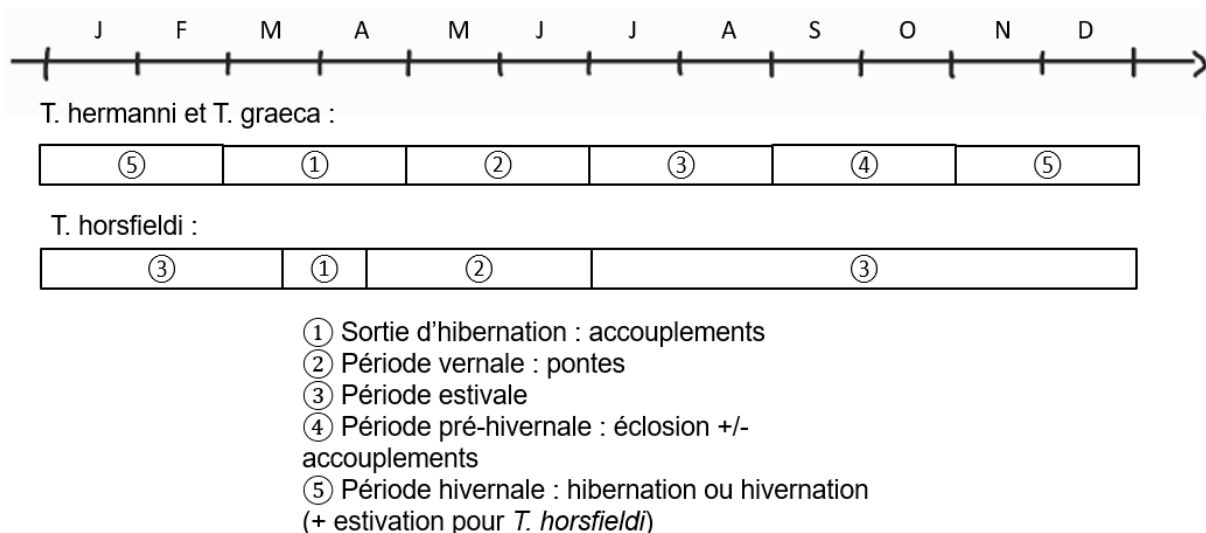


Figure 23 : Frise chronologique du rythme de vie annuel de certaines tortues du genre *Testudo* (d'après Huon-Daubremont, Grenot 1997; Rachid Rouag, Ziane, Benyacoub 2017; Lagarde et al. 2002).

Les lettres indiquées au-dessus de la frise correspondent à l'initiale des mois de l'année (de gauche à droite : de janvier à décembre).

V. Principales affections rencontrées chez les tortues terrestres dans la littérature

A. Traumatismes et fractures de carapace

Comme tous les animaux les tortues peuvent être victimes de traumatismes. Leur carapace les protège bien mais elles peuvent être vulnérables notamment en raison de leur déplacement lent et lors de l'hibernation. Ces traumatismes peuvent être à l'origine de plaies et d'abcès, mais les tortues peuvent également présenter des fractures de la carapace (dus à des chutes, morsures de chien, accidents de la voie publique, passages sous une tondeuse...). On distingue ainsi plusieurs types de fractures, selon leur gravité, allant des fractures par rongement des écailles marginales de la dossière par un prédateur, aux fractures multiples comminutives, avec lésions vertébrales ou des organes (Schilliger 2012).

Les conséquences cliniques de ces fractures sont variables selon leur gravité et selon l'atteinte ou non d'organes sous-jacents (dyspnée en cas d'atteinte pulmonaire, troubles neurologiques en cas d'atteinte de la moelle épinière...).

La prise en charge d'une tortue présentant un traumatisme de la carapace aura d'abord pour but de stabiliser l'animal : fluidothérapie pour la gestion de l'état de choc et de la déshydratation (bains d'eau tiède et / ou perfusion), gestion de la douleur (morphine, méloxicam notamment) et de la température (pour favoriser la cicatrisation)... Un nettoyage de la zone (retrait des débris éventuels, rinçage abondant, désinfection à la chlorhexidine ou bétadine diluées) et un débridement de la plaie sous anesthésie locale ou générale sont également indispensables, ainsi que la mise en place d'une antibiothérapie. Dans la plupart des cas il est intéressant de réaliser des examens d'imagerie (radiographies et échographie, voire scanner ou IRM) afin d'évaluer d'éventuelles lésions internes et, dans le cas où l'animal présente des troubles locomoteurs, de voir s'il y a la présence de fractures du squelette appendiculaire (Meyer, Selleri 2019).

Pour la fracture en elle-même, le raisonnement est proche de celui que l'on a pour les plaies avec la distinction entre une fracture récente contaminée et une fracture ancienne infectée. Ainsi une fracture récente (datant de quelques heures) peut être refermée ; différentes techniques sont décrites selon la fracture (cerclages métalliques avec vis, plaques orthopédiques...). Une cicatrisation par seconde intention (à l'air libre ou via des bandages humides selon la plaie) peut aussi être choisie et donne de bons résultats, pour peu que la plaie soit gardée propre ; ce sera notamment le traitement choisi en cas de fracture ancienne (Bulliot 2006).

Dans un second temps, un traitement de soutien est instauré au besoin (notamment, la réalimentation par sonde peut être envisagée en cas d'anorexie).

Dans les cas les plus graves, l'euthanasie de l'animal est la seule option (Schilliger 2012).

B. Affections de l'appareil respiratoire

1. Affections de l'appareil respiratoire supérieur : rhinites

Les rhinites sont des maladies fréquentes chez les tortues terrestres en captivité, notamment en sortie d'hibernation. Elles sont entre autres favorisées par le stress, lorsque les conditions

de vie de l'animal ne respectent pas suffisamment ses besoins (température inadaptée, courants d'air, conflits avec des congénères, densité de population trop élevée, substrat inadapté provoquant des irritations des fosses nasales...). Le parasitisme interne ou une comorbidité sont d'autres facteurs prédisposants (Schilliger 2010).

Deux types d'agents pathogènes principaux sont responsables des rhinites : des herpesvirus (Testudinid herpesvirus ; TeHV-1 pour *T. horsfieldi* et TeHV-3 pour *T. graeca* et *hermanni* principalement) ou des mycoplasmes (*Mycoplasma agassizii* et *Mycoplasma testudinideum* principalement). Ces deux agents, qui peuvent être présents conjointement ou séparément, peuvent causer de la léthargie, de l'anorexie, du jetage, des écoulements oculaires, une conjonctivite et une dyspnée. Dans le cas d'une herpesvirose on pourra également observer une stomatite caséuse ; des troubles neurologiques (ataxie, parésie) ont également été décrits. La transmission dans ces deux cas se fait essentiellement par contact direct entre individus (une transmission verticale n'est pas exclue) (Schilliger 2010; Origgi 2019).

Une infection à mycoplasmes peut aussi devenir chronique (avec épisodes cliniques, notamment en cas de stress), ou se compliquer rapidement d'une pneumopathie (Schilliger 2010). Une infection subclinique est possible pour les deux agents pathogènes, et une tortue qui a présenté un épisode clinique est considérée comme porteuse et source potentielle d'infection ; de plus, l'infection asymptomatique par un herpesvirus est fréquente chez la tortue grecque, mais cet agent pathogène est souvent mortel chez la tortue d'Hermann, d'où l'importance du respect de la quarantaine, de l'isolement des malades et d'éviter la cohabitation entre ces deux espèces. (Origgi 2013; Hunt 2006). Les tortues juvéniles sont moins infectées que les adultes, probablement en lien avec les contacts moins fréquents et plus brefs entre les jeunes et les adultes, par rapport aux contacts entre adultes (Jacobson et al. 2014; Wendland et al. 2010).

Dans certains cas, une conjonctivite seule peut être diagnostiquée ; l'étiologie est fréquemment identique à celles des rhinites (dans ces cas la démarche diagnostique et thérapeutique est similaire aux rhinites), elle peut aussi être traumatique ou parasitaire. La conjonctivite s'accompagne d'écoulements oculaires et de blépharospasme (Smith Fleming 2019).

La PCR, via un prélèvement de jetage ou par lavage nasal notamment, permet le diagnostic étiologique des rhinites. Une sérologie ELISA, fait sur un prélèvement sanguin, peut également se révéler intéressant pour la détection de tortues infectées de façon chronique ou subclinique.

Le traitement passe par une élimination des éventuels facteurs prédisposants et une correction des conditions environnementales de l'animal et un isolement de celui-ci s'il vit avec d'autres individus. Une antibiothérapie (tétracyclines, gentamicine, triméthoprime – sulfamides, érythromycine, voire enrofloxacin après prélèvement pour un antibiogramme) est également recommandée, que ce soit contre l'agent lui-même en cas de rhinite à mycoplasmes ou contre les surinfections bactériennes en cas de rhinite à herpesvirus. Plusieurs autres traitements peuvent être mis en œuvre selon l'atteinte (Origgi 2019; Wendland, Brown 2019) :

- L'utilisation de traitements topiques oculaires, de lavages nasaux ou de nébulisations avec du sérum physiologique, additionné ou non d'antibiotiques, de bronchodilatateurs ou de mucolytiques.
- L'utilisation d'antiviraux (acyclovir par voie orale notamment) si un herpesvirus est suspecté.

Il est recommandé de maintenir la température de l'environnement de l'animal à deux ou trois degrés au-dessus des températures moyennes préférentielles de l'espèce. De plus, un traitement de soutien (notamment réalimentation, fluidothérapie) peut être mis en place si l'état général de l'animal est atteint (anorexie, abattement...) (Jacobson et al. 2014).

2. Pneumopathies

Les pneumopathies sont généralement dues à des bactéries opportunistes (majoritairement des bactéries Gram négatif) ; des pneumonies dues à des champignons ou des parasites ont également été décrites. Elles sont souvent causées par une température trop basse qui entraîne une congestion pulmonaire, ce qui favorise la colonisation par des pathogènes, et elles peuvent être la complication d'une infection de l'appareil respiratoire supérieur (Studer, Di Girolamo 2021).

La tortue atteinte de pneumonie présente de la léthargie, de l'anorexie, et une dyspnée est fréquente ; des cas aigus peuvent aussi entraîner une mort subite (Divers 2019).

La réalisation de radiographies contribue au diagnostic de la pneumonie, mais le diagnostic étiologique est posé à la suite d'une bactériologie, d'une cytologie et / ou d'une PCR sur prélèvement par lavage bronchique.

Le traitement consiste en l'administration d'antibiotiques (traitement étiologique si une bactérie est mise en cause, et en prévention des surinfections) et de l'aérosolthérapie (éventuellement additionnée avec des antibiotiques). La correction des paramètres de l'environnement est également indispensable (Schilliger 2010; Divers 2019).

C. Troubles de la reproduction

1. Stase folliculaire

Aussi appelée rétention pré-ovulatoire ou rétention folliculaire, cela correspond à l'incapacité à ovuler, les follicules continuent ainsi de croître ; à terme ils peuvent se rompre et être à l'origine d'une coelomite. La stase folliculaire peut être favorisée par une nutrition ou des conditions environnementales inadaptées, ainsi que la présence d'une autre affection (maladie osseuse métabolique en particulier, voir la partie « Maladies osseuses métaboliques ») (Sykes 2010).

La tortue affectée est anorexique, agitée ou au contraire léthargique, et ne produit pas de selles (en raison de l'anorexie mais également à cause de la compression due aux follicules sur l'appareil digestif) ; dans le foie, l'accumulation de lipides due à la formation de vitellogénine (sous contrôle des œstrogènes produit par les follicules) peut être à l'origine d'une lipidose hépatique (Stahl, DeNardo 2019).

L'échographie permet de voir dans l'ovaire de nombreux follicules (qui sont des structures hypoéchogènes homogènes) de taille moyenne à grande, ou plusieurs gros follicules ; le diagnostic est posé si les images sont identiques à 15 jours d'intervalle (Innis, Boyer 2002).

Si l'état de la tortue est préoccupant, il est nécessaire de la stabiliser en premier lieu : réhydratation, température adéquate, correction des anomalies sanguines détectées le cas échéant et gestion de la douleur. Une fois stabilisée, le traitement de choix est l'ovariectomie. Si l'animal présente un bon état général, un traitement médical à base de proligestone peut être tenté et provoquer la régression des follicules ; provoquer une courte hibernation ou hivernation peut permettre de rétablir un cycle ovarien normal. Néanmoins en cas d'échec de ce traitement médical il faut alors recourir à l'ovariectomie (Innis, Boyer 2002; Chitty, Raftery 2013).

2. Rétention d'œufs

La rétention d'œuf peut aussi être appelée stase ou rétention post-ovulatoire. Il ne s'agit pas d'une urgence en général car les tortues peuvent stocker les œufs sur une certaine durée de façon physiologique ; il peut donc aussi être difficile de distinguer ce stockage physiologique de la rétention d'œuf pathologique (Innis, Boyer 2002).

Plusieurs facteurs causent cette rétention ; en particulier, l'environnement (conditions de vie non adaptées, sol trop dur pour la formation du nid...), le stress (notamment dû à des conflits entre individus), l'absence de fécondation des œufs, ou d'autres maladies (notamment une maladie osseuse métabolique). Une cause mécanique (dystocie obstructive), ou des œufs ectopiques peuvent aussi causer une rétention (Sykes 2010).

La tortue est anorexique, présente un comportement anormal (agitation initialement, puis léthargie), et peut présenter un comportement de ponte infructueux (ponte d'un ou deux œufs avant interruption). La présence d'un écoulement cloacal ou de ténésme est un critère de gravité. Les œufs peuvent éventuellement être palpés par la fosse inguinale. La réalisation d'examens d'imagerie, et notamment de radiographies permet de confirmer la présence et le nombre d'œufs, d'évaluer leur aspect (taille, forme...) et d'éliminer éventuellement une cause mécanique de la rétention ; néanmoins la visualisation radiographique d'œufs seule ne permet pas de conclure à une rétention d'œuf, s'il n'y a pas d'atteinte de l'état général et que l'animal n'a pas présenté de comportement de ponte. Des analyses sanguines ont un intérêt pour diagnostiquer une éventuelle anomalie concomitante (hypocalcémie, déshydratation, insuffisance rénale...) et il est nécessaire de corriger ces anomalies dans un premier temps, avant de mettre en place un traitement spécifique (Innis, Boyer 2002).

En cas de dystocie non – obstructive et si l'animal présente un bon état général, la correction des facteurs environnementaux (mise en place d'un site de ponte adéquat, limitation du stress lié aux congénères, augmentation de la température, isolement, réhydratation par bain...) peut suffire pour provoquer la ponte ; si cela ne suffit pas, un traitement médical peut également favoriser la ponte, par l'utilisation d'ocytocine. Enfin, si ces traitements (médical et environnemental) ne sont pas concluants, que des anomalies des œufs sont notées à la radiographie, ou qu'une cause mécanique est identifiée, un traitement chirurgical est justifié : retrait des œufs par cloacoscopie, ovariosalpingectomie, voire salpingotomie si la femelle est

une reproductrice. Au besoin, un traitement de soutien peut être mis en place en complément (notamment alimentation par gavage ou par sonde en cas d'anorexie) (Innis, Boyer 2002; Sykes 2010; Stahl 2019).

D. Prolapsus cloacal

Le prolapsus cloacal est une affection décrivant la sortie d'un organe (pénis, colon, vessie ou oviductes) par le cloaque. Il s'agit d'une urgence courante chez les reptiles, car l'organe ainsi externalisé risque l'ischémie et la nécrose (McArthur, Machin 2019a).

Le plus courant chez les tortues est le prolapsus pénien (Hedley, Eatwell 2014). Il est à noter que le pénis peut occasionnellement être extériorisé lors de manipulation ou de bain par exemple, mais dans ces cas il doit retourner dans le cloaque rapidement, ce qui n'est pas le cas du prolapsus pathologique (Stahl, DeNardo 2019).

Une diversité de causes peut être à l'origine d'un prolapsus : néoplasie, constipation, trouble neurologique, parasitisme, calculs urinaires, dystocie... Dans le cas d'un prolapsus pénien, un traumatisme (fréquent, lors de l'accouplement par exemple) ou un paraphimosis sont d'autres causes possibles (Sykes 2010).

Le diagnostic du prolapsus est relativement aisé puisque l'organe est observable au niveau de la queue de l'animal ; la difficulté peut être de reconnaître l'organe concerné. En cas de prolapsus pénien, il s'agit d'une large structure engorgée, non tubulaire (Figure 24).



Figure 24 : Prolapsus pénien sévère chez une tortue charbonnière (*Chelonoidis carbonarius*) (McArthur, Machin 2019b).

La prise en charge immédiate passe par la gestion de la douleur et, si son état le nécessite, la stabilisation du patient (fluidothérapie, gestion de la température...). L'organe concerné par le prolapsus doit être hydraté et nettoyé avec du sérum physiologique ; la résolution du prolapsus dépend ensuite de l'organe (McArthur, Machin 2019a).

Pour résoudre un prolapsus pénien, deux solutions s'offrent au praticien :

- Réduction manuelle : remplacement du pénis dans le cloaque par application d'une pression uniforme sur l'organe, avec utilisation de lubrifiant pour faciliter la réinsertion.
- Exérèse chirurgicale, si le pénis est nécrosé ou infecté, ou que la réduction a échoué.

Pour les prolapsus d'oviducte, de colon ou de vessie, la réduction manuelle du prolapsus peut être tentée mais une réduction chirurgicale par cœliotomie est le plus souvent nécessaire, avec au besoin l'exérèse des tissus nécrosés. Dans tous les cas, l'identification et la résolution (si possible) des causes est indispensable (Chitty, Raftery 2013; McArthur, Machin 2019a).

E. Maladies osseuses métaboliques

Le terme de maladies osseuses métaboliques regroupe un ensemble d'affections atteignant les os, les deux majoritaires correspondant à l'hyperparathyroïdie secondaire d'origine nutritionnelle (NSHP pour Nutritional Secondary HyperParathyroidism), la plus fréquente, ou

l'hyperparathyroïdie secondaire d'origine rénale (RSHP pour Renal Secondary HyperParathyroidism) (Chitty, Raftery 2013).

La NSHP atteint surtout des animaux juvéniles. Les principales causes sont un apport de calcium insuffisant dans l'alimentation, un rapport calcium / phosphore trop faible, un apport en UV insuffisant ou des paramètres de température ou d'hygrométrie inadaptés ; cela entraîne une hypocalcémie chronique, qui stimule la production de parathormone. Cela a pour conséquence une mobilisation du calcium osseux et une quantité insuffisante de calcium disponible pour les muscles. Cliniquement la tortue peut présenter de la faiblesse, de l'anorexie, de la constipation ou de la diarrhée, des fractures pathologiques (avec les éventuelles conséquences cliniques de ces fractures : boiterie, troubles neurologiques en cas de fracture vertébrale...) et des anomalies musculosquelettiques (carapace ramollie, malformation du bec...). Dans les cas graves, on peut noter des convulsions ou des troubles cardiorespiratoires, voire la mort de l'animal (Klaphake 2010).

La RSHP atteint des animaux plus âgés. Elle est due à une diminution ou une absence de réponse des reins à l'action de la parathormone (donc pas de réabsorption du calcium et pas d'excrétion du phosphore), ce qui cause une hypertrophie des parathyroïdes. C'est notamment le cas lors d'insuffisance rénale, qui entraîne une hyperphosphatémie et une hypocalcémie qui stimulent la production de PTH. La tortue présente alors de l'anorexie, de la léthargie, des tremblements voire des convulsions (dues à l'hypocalcémie et à l'hyperphosphatémie) (Klaphake 2010).

Le diagnostic se fait en grande partie grâce à l'anamnèse et aux commémoratifs, après discussion approfondie avec le propriétaire sur les conditions de vie et l'alimentation de la tortue. Les analyses biochimiques peuvent révéler une hypocalcémie, une hyperphosphatémie et un rapport calcium / phosphore inférieur à 1/1 (ces paramètres peuvent également être dans les normes en raison de l'action de la PTH) ; dans le cas d'une RSHP, on peut également noter des anomalies des paramètres rénaux. Des radiographies peuvent mettre en évidence une densité osseuse diminuée, mais celle-ci ne sera visible que lorsque l'ostéopénie est marquée (Chitty, Raftery 2013; Mans, Braun 2014).

La stabilisation de la tortue est indispensable en premier lieu selon l'état de la tortue (fluidothérapie, analgésie, correction de la température...). L'administration de calcium par voie parentérale s'avère en général risquée et peu efficace et est à réserver aux animaux présentant des signes cliniques de crise hypocalcémique (cependant certains spécialistes

l'utilisent dans la plupart des cas). Un traitement de soutien (réalimentation...) et/ou des éventuelles complications (fractures...) peut être nécessaire dans certains cas. La correction des paramètres environnementaux (présence d'UV-B, température adaptée) et alimentaires (avec supplémentation orale en calcium quotidienne, sous forme de poudre ou de sirop) est indispensable. La guérison des maladies osseuses métaboliques est longue (Klaphake 2010; Mans, Braun 2014; Boyer, Scott 2019b).

F. Parasitoses

Les tortues sont souvent porteuses d'endoparasites opportunistes avec lesquelles elles cohabitent généralement bien. Ce parasitisme commence à présenter des conséquences cliniques dans les cas où l'animal est affaibli par une autre affection, est fortement parasité ou lors de stress chez les animaux en captivité (notamment lorsque les conditions environnementales ne sont pas appropriées) (Schilliger 2010).

De nombreux parasites internes peuvent être trouvés chez les tortues, en majorité des nématodes : oxyures (*Tachygonetria...*), ascarides (*Angusticaecum*) ; et des protozoaires flagellés (*Giardia*, *Hexamita*, *Tritrichomonas...*) et ciliés (*Balantidium*, *Nyctotherus...*). Elles peuvent également être hôtes de parasites externes : tiques et larves de diptères essentiellement (Chitty, Raftery 2013; Hallinger et al. 2018).

Cliniquement, une parasitose digestive s'exprime principalement par de la diarrhée ou de la constipation, une perte de poids avec conservation de l'appétit, voire des vomissements.

Le diagnostic est posé grâce à la réalisation d'une coproscopie ; le traitement passe par l'utilisation d'antiparasitaires : fenbendazole (nématodes) ou métronidazole (protozoaires). L'ivermectine est à proscrire en raison de sa toxicité chez les tortues. Il est recommandé de ne traiter que si la présence des parasites a des conséquences cliniques ou que le parasitisme est majeur (Schilliger 2010; Azema de Castet-Flamant 2002).

G. Pyogranulome du tympan

Le pyogranulome du tympan est un abcès de l'oreille moyenne. L'étiologie est multifactorielle et mal connue ; il est supposé que des conditions de vie inadaptées favorisent l'infection de l'oreille moyenne par des bactéries opportunistes, notamment de la cavité buccale (Doneley et al. 2018).

La tortue présente un gonflement de l'écaille tympanique ; l'observation de cette déformation suffit en général à poser le diagnostic (Schilliger 2010).

Le traitement de cette affection est uniquement chirurgical : ouverture de la membrane tympanique, curetage du pus (solide chez les tortues) et rinçages de la cavité tympanique et de la trompe d'Eustache pour éviter les récurrences (Kischinovsky, Divers 2019).

PARTIE 2 : ENQUETE DE TERRAIN AUPRES DE VETERINAIRES

Cette deuxième partie se concentre sur l'enquête réalisée dans le cadre de ce travail et qui prend la forme d'un questionnaire à destination des vétérinaires praticiens.

Les tortues terrestres sont des NAC moins courants que les lapins ou les cochons d'inde. Plusieurs livres et articles détaillent les maladies qui affectent les tortues terrestres, mais peu d'études se penchent sur les cas les plus fréquents, avec des données chiffrées, dans la pratique vétérinaire courante.

De telles données présentent un intérêt pour les vétérinaires généralistes qui rencontrent peu de tortues terrestres mais qui souhaitent recevoir ces espèces en médecine de première opinion ou médecine préventive et peuvent ainsi avoir rapidement en tête les maladies les plus courantes en vue de les prendre en charge personnellement ou de les référer. Cela permet également d'avoir un aperçu du profil des tortues terrestres vues en consultation actuellement en France.

I. Matériels et méthodes

A. Présentation du questionnaire

Le questionnaire, présenté dans l'annexe 1, se composait d'une introduction pour préciser le cadre de l'enquête et de sept questions. Les cinq premières avaient pour but de cerner le profil de l'animal et son environnement ; les deux dernières se concentraient sur le signe d'appel ayant motivé la consultation et le diagnostic posé. Nous avons choisi de réaliser un questionnaire court, se concentrant sur des questions ciblées qui nous semblaient répondre aux questions de ce travail, afin qu'il soit possible de le compléter rapidement pour les vétérinaires et que les chances de réponses soient ainsi augmentées.

Les questions 1, 2 et 5 étaient des questions fermées : différentes réponses étaient proposées et le vétérinaire choisissait une réponse ; pour les questions 1 et 5, un choix « autre » (avec espace pour préciser la réponse) était proposé au cas où la réponse adaptée soit différente des propositions faites. Pour les questions 3, 4, 6 et 7 le champ de réponse était laissé libre pour ne pas influencer les réponses et en raison de la grande diversité de réponses possibles.

Le questionnaire était à remplir pour chaque consultation de tortue.

B. Diffusion du questionnaire

Nous avons ciblé des vétérinaires avec une activité NAC partielle ou totale, recevant des tortues terrestres en consultation. Cette liste de vétérinaires a été obtenue grâce à des recherches via Internet (centres hospitaliers vétérinaires, listes de vétérinaires fournies sur le forum spécialisé cheloniamforum-tortue.forumactif.com). À la suite de l'établissement de cette liste, le questionnaire a été envoyé par mail à la clinique, ou au vétérinaire lorsqu'une adresse e-mail précise était disponible. Plusieurs relances ont été faites et tous les vétérinaires n'ont pas été contactés au même moment en raison de l'extension progressive de la liste de contacts au fil des semaines. Un total d'environ 35 vétérinaires ou cliniques a été contacté.

En complément, le questionnaire a également été publié le 26 juin 2023 dans la partie NAC et faune sauvage du site Vetofocus, qui rassemble notamment des annonces, cas cliniques et fiches techniques dans le domaine vétérinaire.

Compte tenu des délais de rédaction, nous avons pris en compte les questionnaires qui nous ont été renvoyés entre le 22 mars 2023 (date du premier envoi du questionnaire) et le 28 août 2023.

C. Analyse des réponses

Etant donnée la taille de l'échantillon, l'analyse des résultats a été descriptive, grâce à des graphiques conçus avec le logiciel Excel à partir de la base de données réalisée avec les réponses.

Certains regroupements ont été faits lorsque les questions comportaient des réponses ouvertes, donc très variées, ou pour harmoniser les classes :

- Question 3 : les âges ont été regroupés par tranche de dizaine d'années (entre zéro et neuf ans, entre dix et 19 ans...).
- Question 4 : c'est le département de vie des individus qui est demandé, mais dans l'analyse des résultats des regroupements par région ont été pris en compte en raison des effectifs faibles par département et pour simplifier l'interprétation.
- Question 5 : les réponses ouvertes correspondant à « autre » dans le mode de vie des animaux ont été regroupées, a posteriori, en catégories supplémentaires pour réunir les réponses qui décrivent des modes de vie similaires ; une réponse « autre » a constitué une catégorie à elle seule en raison de la spécificité de la réponse.
- Question 6 : les réponses aux affections diagnostiquées pouvant être rédigées de façon très variées, des regroupements par appareil ont été faits (catégories « troubles reproducteurs », « affections respiratoires » notamment) ; d'autre part, lorsque plusieurs diagnostics étaient indiqués pour un cas donné, nous avons admis que cela correspondait à plusieurs affections concomitantes ; ces résultats ont été analysés d'abord globalement, puis, pour les diagnostics les plus fréquents, par espèce de tortue, par âge (avec regroupement en trois catégories d'âge : « moins de 10 ans », « entre 10 et 19 ans », « 20 ans et plus »), par genre et par mode de vie.
- Question 7 : des regroupements par appareil ont été faits (catégories « signes oculaires » ou « signes reproducteurs » par exemple) ; d'autre part, lorsque plusieurs signes cliniques ont été signalés pour un cas donné, ils ont été comptés de façon séparée.

II. Résultats

En cinq mois, nous avons obtenu 43 réponses ; le questionnaire 28 n'a pas été pris en compte car il s'agit du cas d'une espèce aquatique, donc 42 questionnaires ont donc été retenus pour l'analyse finale.

A. Profil type de la tortue terrestre vue en consultation

1. Espèces rencontrées

Au total, 4 espèces de tortues terrestres ont été rapportées dans les questionnaires, avec 2 espèces « phares » : *T. hermanni* qui représente plus de la moitié des tortues (23 individus sur 42) et *T. graeca* environ un tiers (11 individus). Les espèces plus rares étaient *T. horsfieldi* avec six individus et *Centrochelys sulcata* avec deux individus (Figure 25).

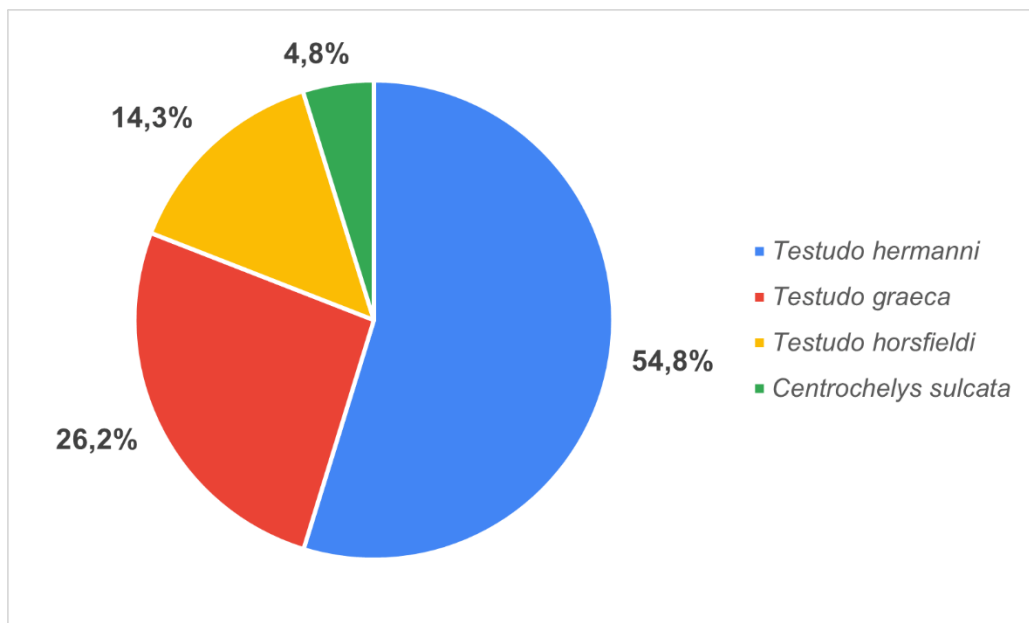


Figure 25 : Part de chaque espèce rencontrée dans les réponses.

2. Répartition par sexe

Les tortues de notre échantillon sont en majorité des femelles (26 individus sur 42 soit 61,9%) ; un tiers environ sont des mâles (11 individus soit 26,2%) et environ 12% sont de sexe indéterminé.

Pour les deux principales espèces (*T. hermanni* et *T. graeca*), les femelles sont plus représentées que les mâles (Figure 26).

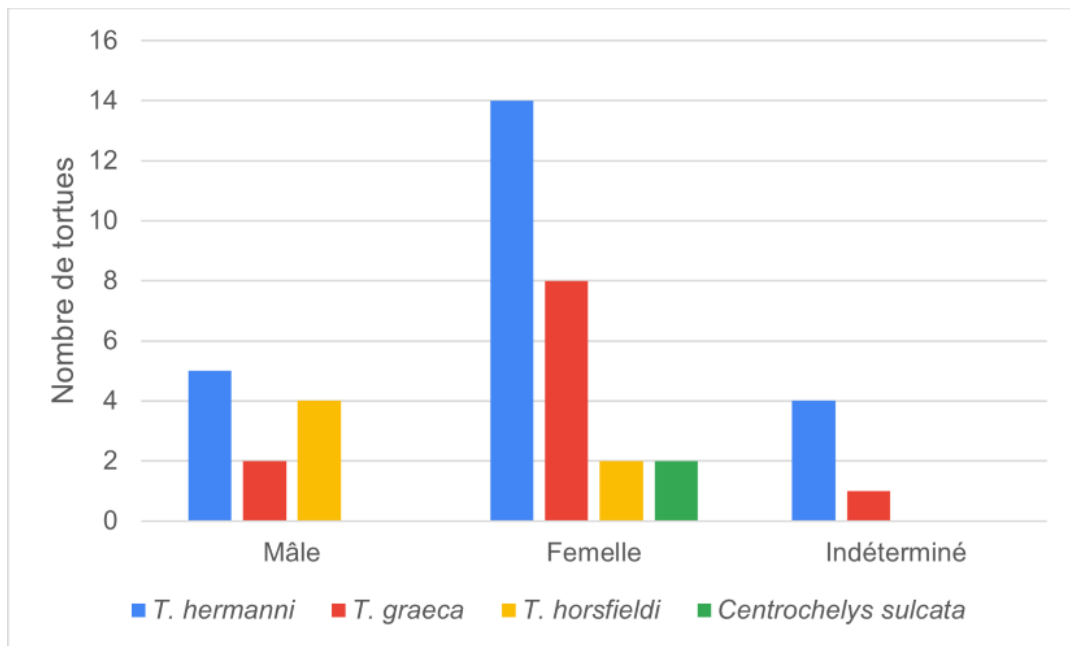


Figure 26 : Répartition des sexes selon les espèces dans l'échantillon.

3. Répartition par âges

Les tortues vues en consultation dans notre échantillon sont majoritairement jeunes, avec environ 75% qui ont moins de 20 ans (Figure 27). Les tortues de 30 ans et plus ne représentent que cinq individus.

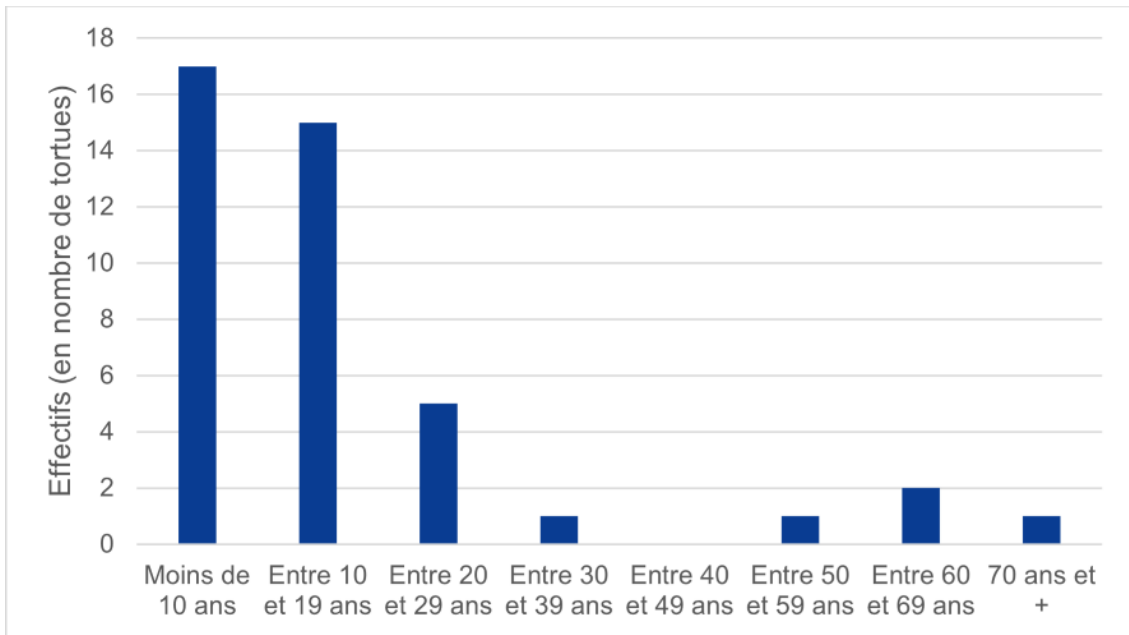


Figure 27 : Répartition des âges dans les réponses.

En se penchant sur la répartition des âges pour les deux principales espèces (Figure 28), nous observons que la tendance est similaire : la majorité des tortues de ces espèces est âgée de moins de 30 ans, avec seulement quelques individus au-delà de 30 ans (trois pour *T. hermanni* et un pour *T. graeca*).

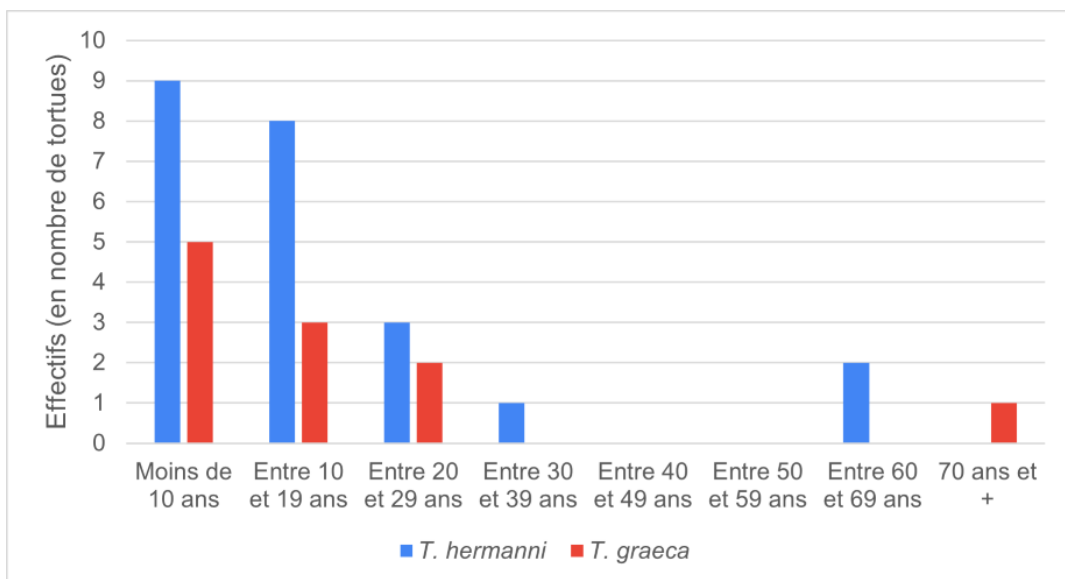


Figure 28 : Répartition des âges selon l'espèce, pour les deux espèces principales retrouvées dans l'échantillon.

4. Répartition géographique

Dans deux questionnaires le département n'a pas été indiqué donc les deux tortues concernées n'apparaissent pas ici. La plupart des régions de France sont représentées dans notre échantillon, néanmoins la moitié de notre échantillon (19 individus sur 40) provient de la région Auvergne – Rhône – Alpes (Figure 29).

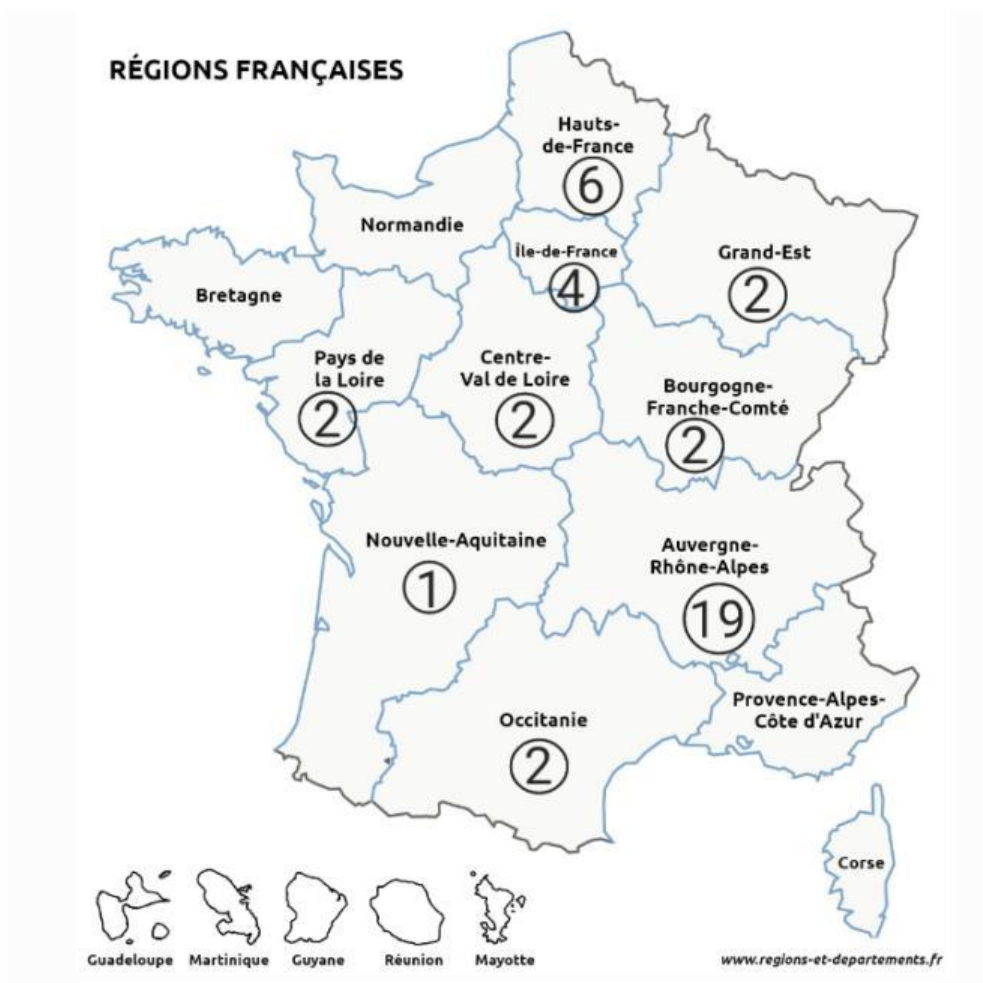


Figure 29 : Carte de répartition des réponses dans les régions françaises (fond de carte de [regions-et-departements.fr](http://www.regions-et-departements.fr)).

Le nombre entouré représente le nombre de tortues pour chaque région.

5. Modes de vie

Nous avons retenu cinq modalités de réponses à cette question : trois modalités étaient dans les réponses proposées et nous avons regroupé les réponses ouvertes « autre » dans deux nouvelles modalités : « Intérieur, sauf les jours de beau temps en extérieur » et « Terrarium en loggia, avec accès à la maison ; hibernation en intérieur » (cette dernière correspond à une seule réponse qui a été gardée à part en raison de sa particularité).

Un tiers des tortues vivent en extérieur et sont rentrées pour hiberner en intérieur, et 38,1% vivent dehors en permanence ; ainsi, la majorité (71,4%) des tortues concernées vivent en extérieur durant la majeure partie de l'année.

Parmi les tortues restantes, certaines (huit individus) vivent strictement en intérieur, d'autres (trois individus) sont par ailleurs sorties en extérieur lorsqu'il fait beau. Une dernière tortue présente un mode de vie mixte avec un accès libre entre une loggia et l'intérieur de la maison (Figure 30).

Seules les tortues vivant en extérieur strict hibernent ou hivernent en extérieur ; ainsi la majorité des tortues (26 individus) hibernent en intérieur.

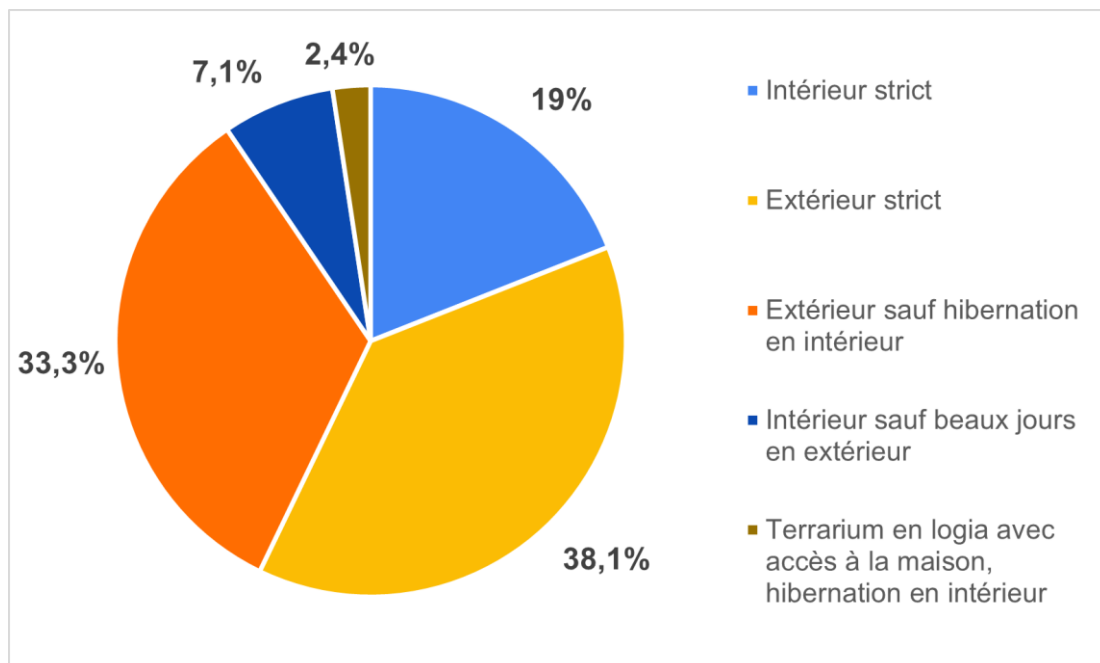


Figure 30 : Proportion des différents modes de vie représentés dans les réponses.

Les tortues d'Hermann de notre échantillon vivent principalement en extérieur (strict ou avec hibernation en intérieur ; 18 individus sur 23). Aucune tortue grecque de notre échantillon ne vit en intérieur strict (Figure 31).

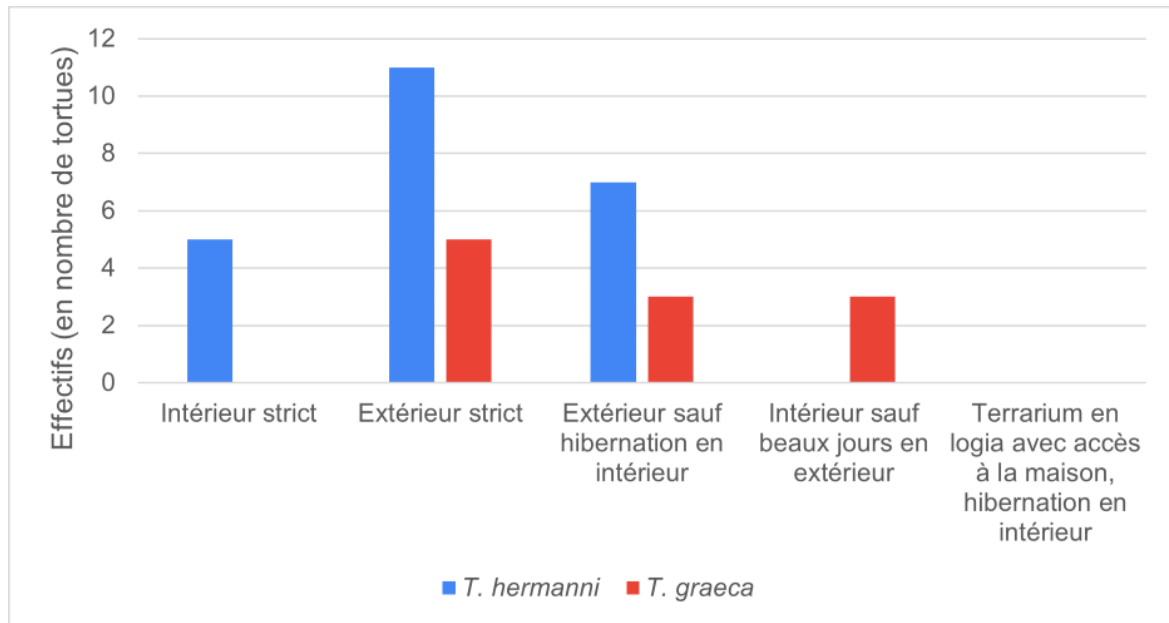


Figure 31 : Répartition des modes de vie pour les deux espèces principales.

L'analyse de la répartition du mode de vie selon la région ne semble pas montrer de tendance : certaines tortues vivant dans le Nord de la France vivent en extérieur strict, et les tortues vivant en Auvergne – Rhône - Alpes se répartissent entre un mode de vie en extérieur (avec hibernation en intérieur ou en extérieur) et en intérieur.

B. Principaux motifs de consultation

La majorité (80,1%) des tortues vues ont été présentées en raison d'un signe clinique ; dans environ 20% des cas les propriétaires ont rapporté deux symptômes (14,3%) ou trois symptômes (4,8%).

Pour chaque signe clinique, l'effectif correspond au nombre de tortues ayant présenté le signe clinique ; une tortue peut ainsi compter dans les effectifs « anorexie » et

« abattement » si elle a présenté ces deux signes. Cela a pour conséquence que l'effectif total dans cette partie est donc supérieur au nombre de tortues de l'échantillon.

Les principaux motifs de consultation (Figure 32) comptent des signes généraux comme l'abattement et l'anorexie, et des blessures. On note aussi fréquemment des signes oculaires (épiphora, yeux fermés ou gonflés...) et du jetage.

Les autres signes cliniques observés sont plus spécifiques d'un appareil : notamment reproducteur (dystocie, ponte de quelques œufs puis arrêt) ou locomoteur (boiterie, parésie). La catégorie « morphologie anormale » regroupe deux tortues ayant présenté une carapace molle pour l'une et un bec trop long pour l'autre. Enfin, trois tortues ont été présentées pour un bilan de santé.

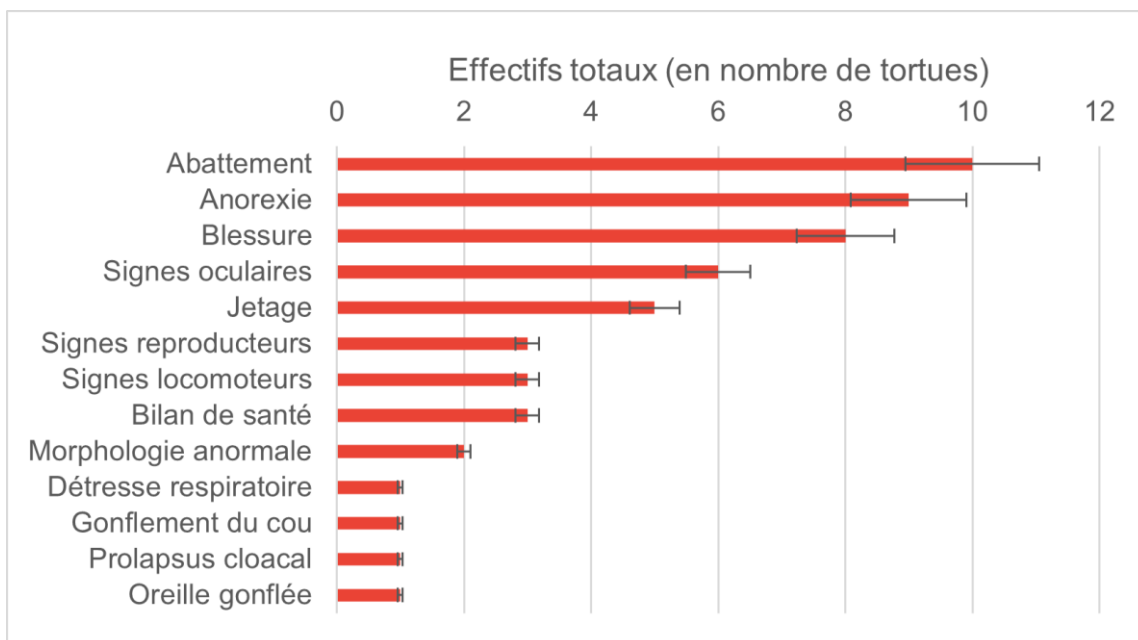


Figure 32 : Distribution des effectifs totaux des différents signes cliniques ayant motivé les consultations, avec les intervalles de confiance à 95%.

C. Principales affections rencontrées

Neuf réponses indiquaient plusieurs diagnostics pour un individu : ainsi, pour 21,4% des tortues deux affections concomitantes ont été diagnostiquées ; dans les autres cas une seule affection était mentionnée.

Pour chaque diagnostic, l'effectif correspond au nombre de tortues pour lesquelles la maladie a été diagnostiquée ; une tortue peut ainsi compter dans les effectifs « trouble de la reproduction » et « insuffisance rénale » par exemple. Cela a pour conséquence que l'effectif total dans cette partie est donc supérieur au nombre de tortues de l'échantillon.

Les trois principales affections qui se distinguent dans les réponses (Figure 33) sont les affections respiratoires (six cas de rhinites, deux cas de pneumopathies), reproductrices (sept cas de rétention d'œufs, un cas de stase folliculaire et un prolapsus pénien) et traumatiques (deux fractures de carapace, quatre morsures, un scalp des écailles vertébrales à la suite d'un passage de tondeuse).

Dans les autres affections fréquentes on retrouve les maladies osseuses métaboliques et les parasitoses. Plusieurs cas de conjonctivite isolée, d'insuffisance rénale et d'otite ont été constatés et quelques cas isolés présentaient d'autres affections. Enfin, dans trois cas, aucune affection n'a été diagnostiquée : deux d'entre eux correspondaient à des consultations de contrôle pré et post hibernation.

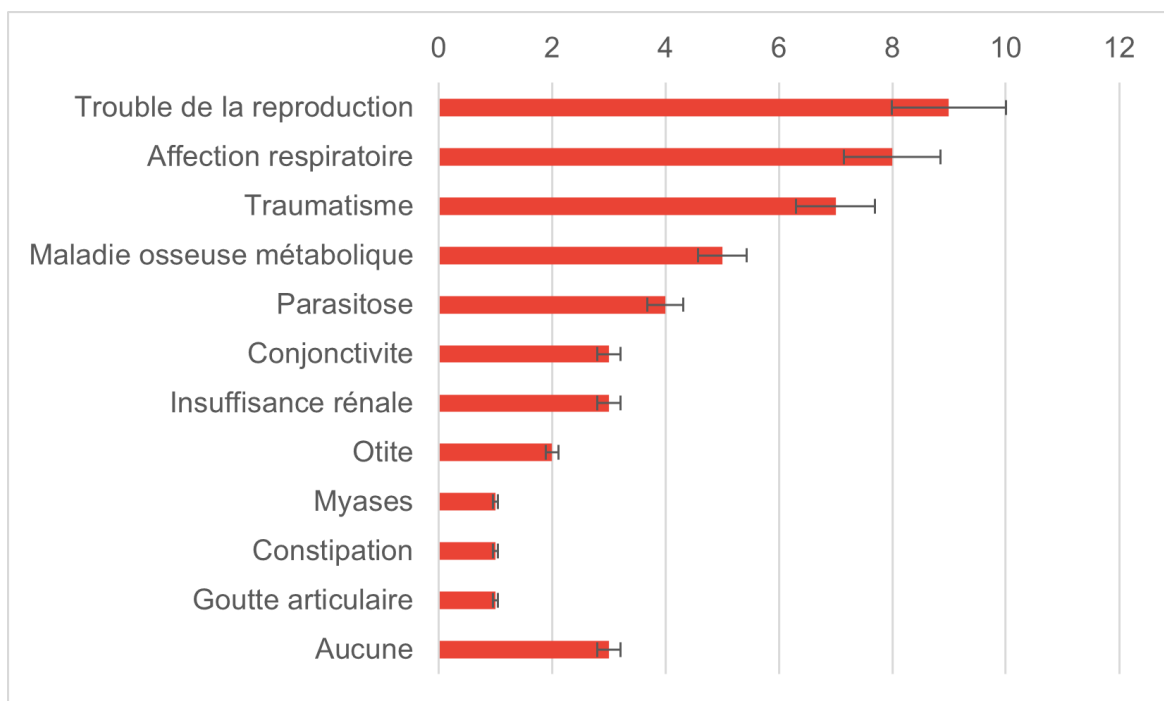


Figure 33 : Distribution des effectifs des tortues concernées par chaque diagnostic avec intervalles de confiance à 95%.

Nous pouvons noter que pour un individu, une rhinite et une parasitose ont été diagnostiqués ; néanmoins le motif de consultation étant du jetage, nous pouvons supposer

que la parasitose est une découverte fortuite. Le choix a cependant été fait de garder cette tortue dans les deux catégories « affection respiratoire » et « parasitose ».

La distribution des maladies diagnostiquées selon les espèces (Figure 34) montre que 50% des tortues de notre échantillon atteintes d'une maladie respiratoire sont de l'espèce *T. graeca* ; il s'agit par ailleurs de la maladie la plus fréquemment rapportée dans cette espèce. Les troubles reproducteurs concernent cinq fois plus de tortues d'Hermann que de tortues grecques. Les traumatismes et les maladies osseuses métaboliques concernent également en majorité des tortues d'Hermann ; néanmoins cela pourrait être le reflet de la différence d'effectifs entre ces deux espèces.

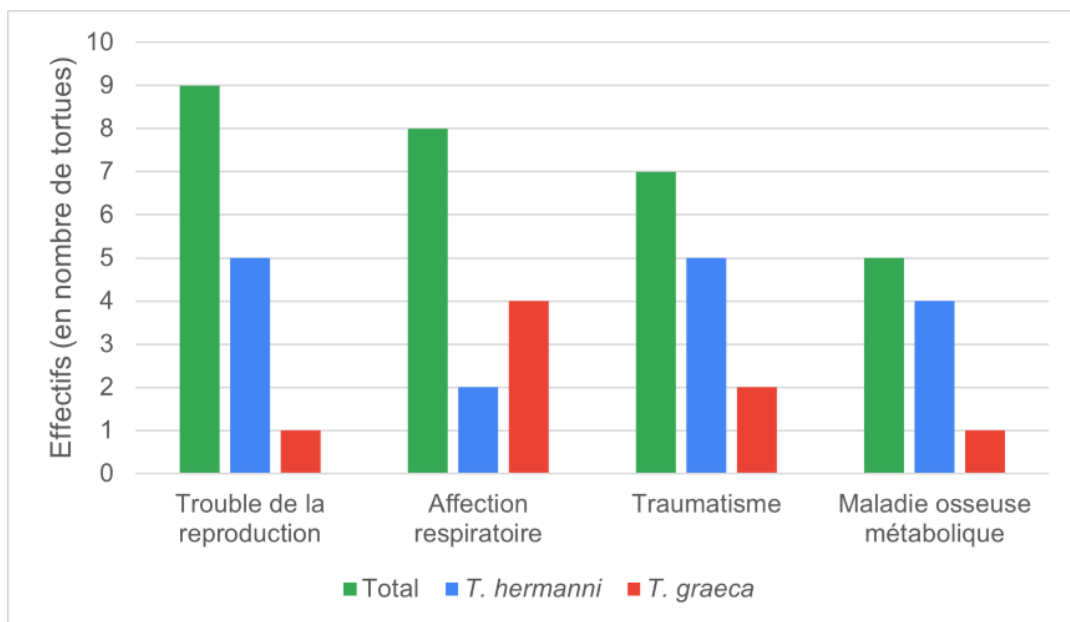


Figure 34 : Répartition des principales maladies pour les deux principales espèces.

Nous nous sommes intéressés au nombre de tortues présentant les différentes affections selon le sexe (Figure 35). Dans les troubles de la reproduction observés ici, la majorité des cas sont des dystocies ou des stases folliculaires, il est donc logique que les femelles constituent la majorité des individus atteints (le cas « mâle » correspond à un prolapsus pénien).

Dans notre échantillon, la majorité des affections respiratoires concernent des femelles (sept individus sur huit). Les tortues dont le sexe est indéterminé représentent la catégorie dominante dans les individus atteints de maladie osseuse métabolique (trois individus sur

cinq) alors qu'ils ne représentent que 11% de l'échantillon ; cela pourra être relié à leur âge (voir la partie « discussion »).

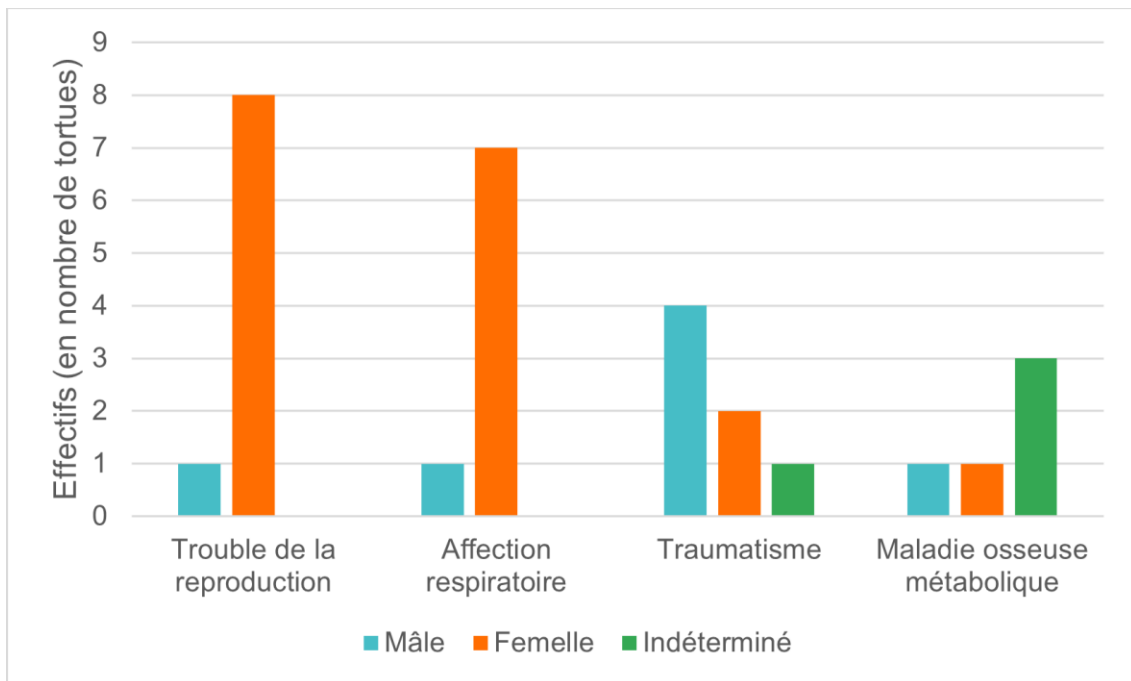


Figure 35 : Distribution des principales affections diagnostiquées selon le sexe.

Nous nous sommes intéressés également à la répartition des âges pour les quatre principaux diagnostics (Figure 36). Les tortues atteintes d'une maladie osseuse métabolique dans notre échantillon sont majoritairement des jeunes tortues (moins de 10 ans). Les affections respiratoires, reproductrices et les traumatismes touchent les trois catégories d'âge.

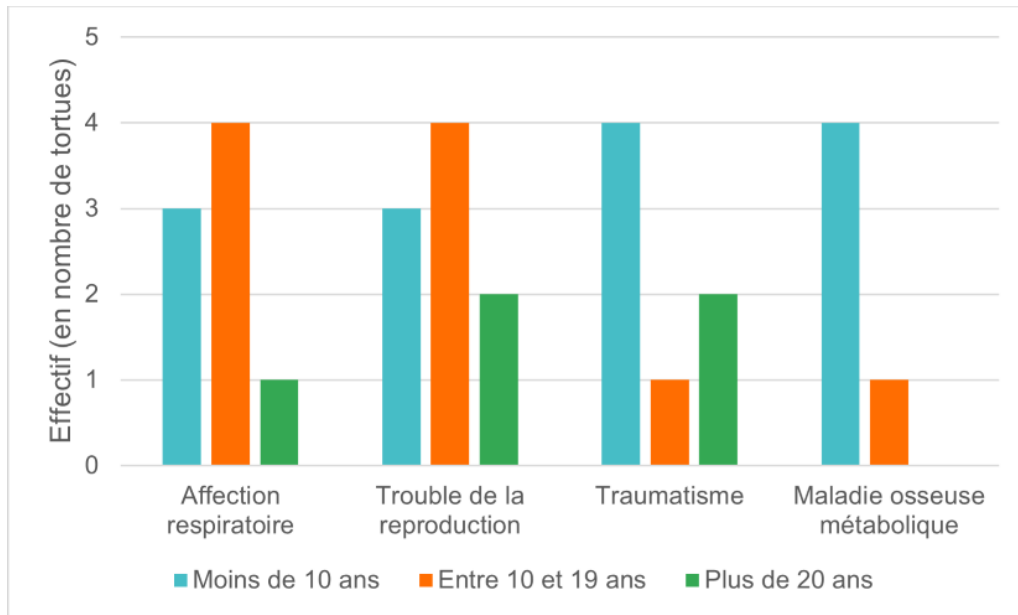


Figure 36 : Répartition des âges pour les quatre principales maladies diagnostiquées.

En s'intéressant à la répartition des modes de vie pour les quatre principales maladies (Figure 37), nous constatons qu'aucun mode de vie ne se distingue chez les tortues présentant une affection respiratoire dans notre échantillon. Les tortues ayant un traumatisme ou un trouble reproducteur vivent majoritairement en extérieur (exclusivement ou hors hibernation).

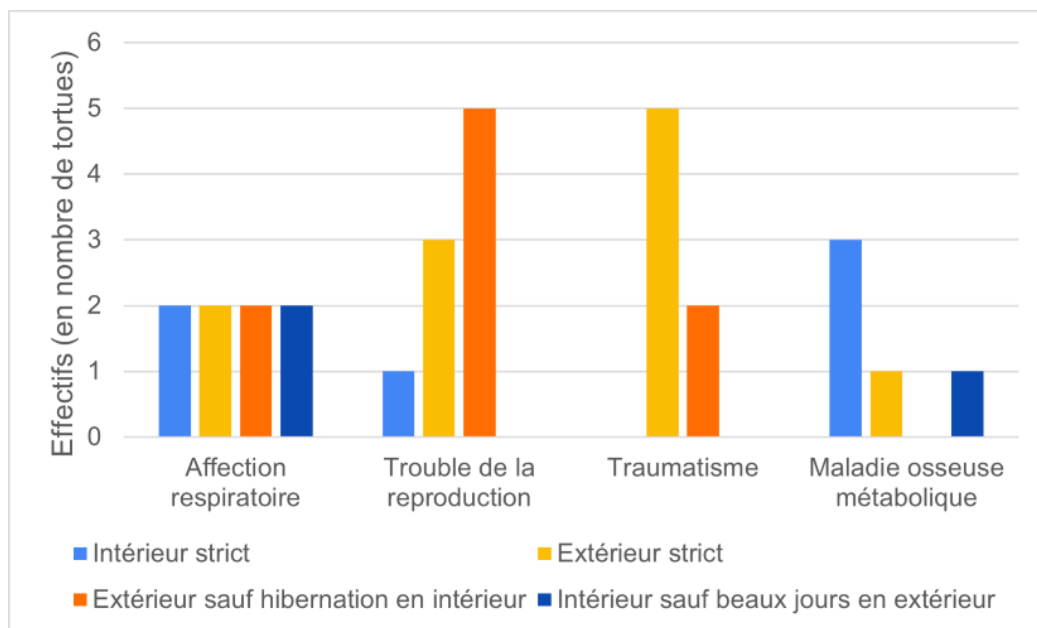


Figure 37 : Répartition des modes de vie pour les quatre principales maladies diagnostiquées.

On note par ailleurs que les signes généraux (abattement et anorexie) sont peu spécifiques et sont retrouvés dans plusieurs affections variées ; également, une même affection peut s'être traduite par des symptômes divers selon les individus (Figure 38). Pour les tortues ayant subi un traumatisme, c'est la visualisation du traumatisme (chute par exemple) ou des conséquences directes (blessure) qui a motivé la consultation.

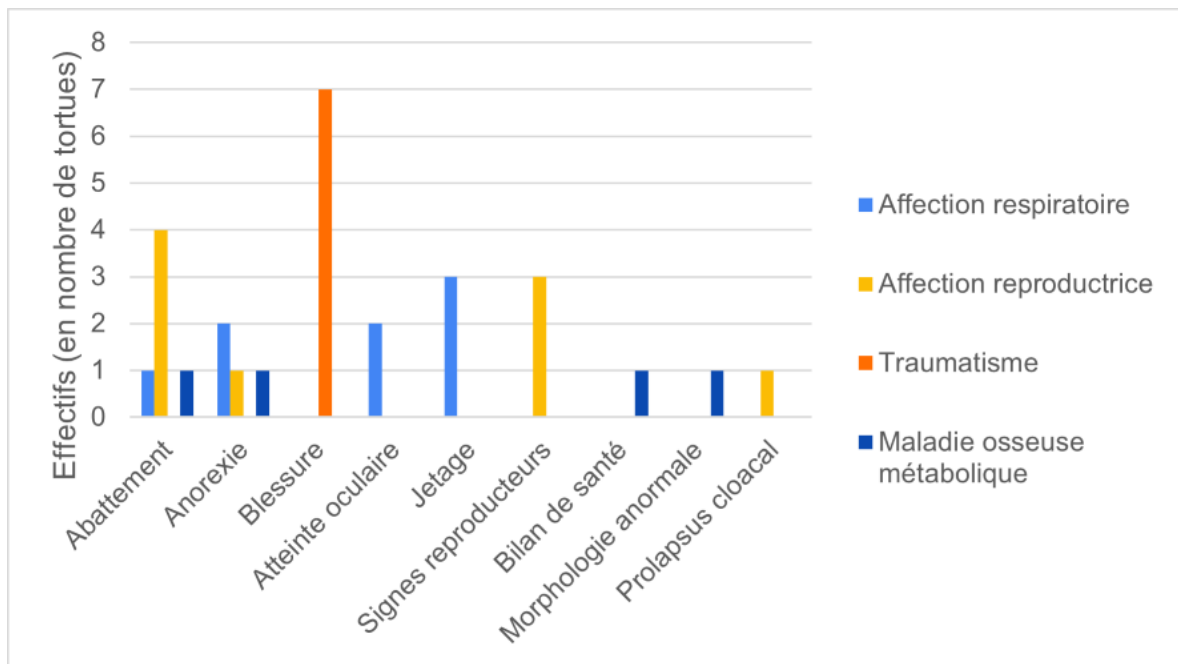


Figure 38 : Affection diagnostiquée selon le signe clinique ayant motivé la consultation, pour les quatre principaux diagnostics.

III. Discussion

Les tortues de notre échantillon font majoritairement partie de deux espèces : *T. hermanni* et *T. graeca*. Les femelles et les jeunes individus (moins de 20 ans) sont les plus représentés. La majorité des individus vit en extérieur (exclusivement, ou à l'exception de l'hibernation).

Les principales affections rencontrées sont les traumatismes (de carapace notamment), les atteintes respiratoires et de l'appareil reproducteur ; les maladies osseuses métaboliques et

parasitoses sont également fréquentes. Par ailleurs, 21,4% des tortues de notre échantillon sont atteintes de deux affections concomitantes. Ces affections variées se traduisent souvent par des signes cliniques non spécifiques comme l'abattement ou l'anorexie.

A. Limites identifiées

Nous avons cherché à identifier les biais que présente notre étude afin d'envisager des façons de l'améliorer. Un des biais majeurs identifié est un biais de sélection, lié au nombre de réponses obtenues. Le mode d'obtention des réponses (questionnaire individuel pour chaque tortue, à remplir par les vétérinaires et impliquant donc qu'ils aient le temps de le faire) n'a pas permis d'obtenir un grand nombre de réponses. Ce nombre de réponses nous a limité, notamment dans l'interprétation des affections principales et des catégories principalement atteintes (une douzaine d'affections apparaissant dans les réponses, les effectifs pour chacune sont faibles). De plus nous pouvons nous questionner sur la représentativité de l'échantillon par rapport à la population de tortues terrestres françaises.

Dans notre enquête il peut également y avoir un biais de formulation : les questions sont susceptibles d'être comprises différemment par les vétérinaires répondants. On peut par exemple supposer que lorsque deux maladies ont été indiquées pour un même cas par un vétérinaire, certains aient pu indiquer deux maladies qui ont été diagnostiquées pour une même tortue, mais pas de façon simultanée.

En dépit des biais identifiés, notre étude a néanmoins atteint son objectif premier qui était de déterminer quelques affections semblent couramment rencontrées chez les tortues terrestres en captivité chez des particuliers. Quelques pistes pourraient cependant permettre d'améliorer cette enquête et de la pousser plus loin :

- L'utilisation d'un plus grand nombre de cas, qui pourrait permettre de voir si nos observations se confirment à plus grande échelle.
- Le détail du mode de vie des tortues concernées (présence de congénères de même ou d'autres espèces, alimentation...) pour préciser le profil des tortues et établir un lien plus précis entre maladie et environnement. Par exemple, comme décrit dans la partie « Conséquences sur la gestion en captivité », les différents herpesvirus impliqués dans les rhinites n'ont pas les mêmes morbidité et mortalité selon l'espèce,

et l'introduction de deux tortues d'espèces différentes présente alors un risque sanitaire.

B. Comparaison des résultats avec des données existantes

1. Comparaison des principales espèces avec les données de l'i – fap

L'i – fap correspond au recensement des animaux de la faune sauvage protégée identifiés. Nous les avons contactés par mail et avons ainsi pu obtenir des données sur les nombres de tortues enregistrées par espèce ; nous nous sommes penchés sur les principales espèces retrouvées (Figure 39).

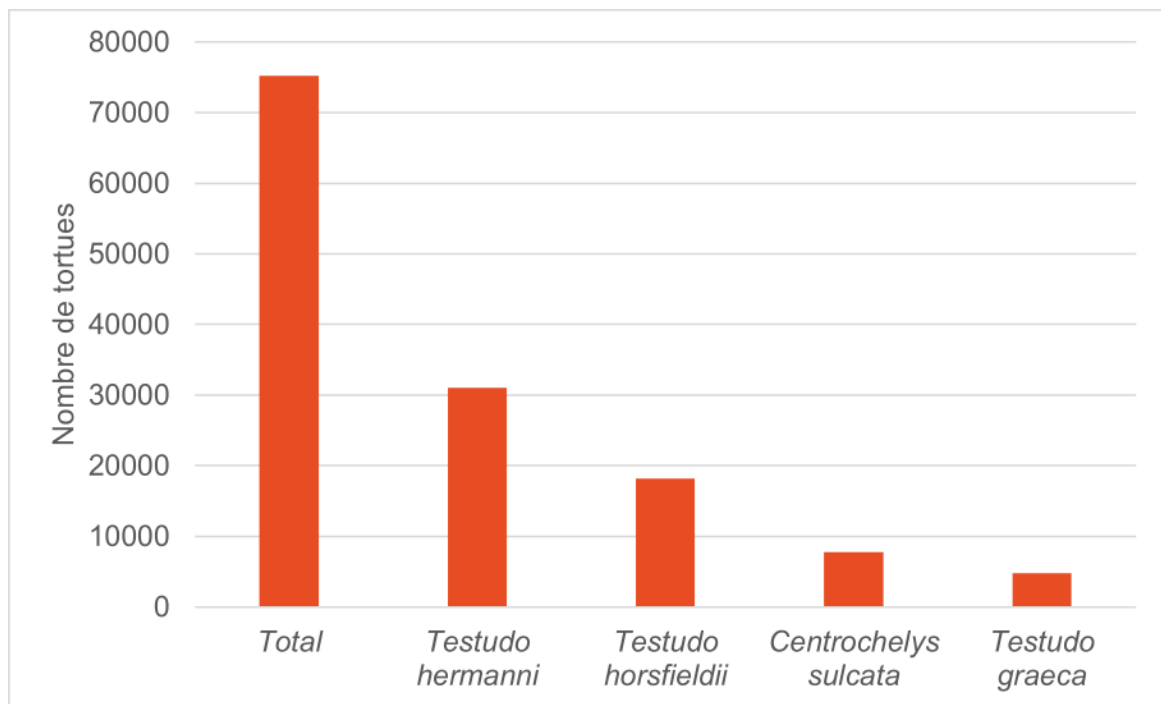


Figure 39 : Principales espèces de tortues terrestres identifiées à l'i – fap en novembre 2023 (d'après des données d'une communication personnelle de l'i – fap).

Ainsi *T. hermanni* est la principale espèce de tortue terrestre identifiée en France en novembre 2023, suivie par *T. horsfieldii*. Néanmoins la troisième espèce retrouvée est *Centrochelys sulcata*, qui représente environ 10% des tortues identifiées (elle représente

moins de 5% de notre échantillon). *T. graeca* est la quatrième espèce retrouvée avec environ 6% des tortues identifiées (contre 30% dans notre échantillon).

Plusieurs explications peuvent être proposées pour expliquer ces différences :

- L'i – fap apporte le nombre de tortues qui ont été enregistrées, donc identifiées ; on peut supposer qu'il existe aussi des tortues qui n'ont pas été identifiées, notamment par méconnaissance de la réglementation par les propriétaires. De plus les tortues identifiées ne concernent pas seulement les tortues « de compagnie », qui est notre population cible.
- Notre enquête s'intéresse à des tortues vues en consultation en France, majoritairement en raison d'un problème de santé repéré par les propriétaires ; on peut supposer que certaines espèces sont plus résistantes que d'autres, notamment selon le climat du milieu de vie naturel de l'espèce (espèce adaptée à un climat chaud par exemple), donc peut – être moins vues en consultation.

2. Comparaison des principales affections retrouvées dans notre échantillon avec les données de la littérature

Un certain nombre de livres consacrés aux tortues, aux reptiles ou aux NAC en général décrivent les principales maladies des tortues, leur étiologie, leur diagnostic... Les affections que nous avons retrouvées ici sont bien décrites dans ces livres (bien que la conjonctivite soit souvent mentionnée comme un symptôme de rhinite plus qu'une affection à part entière) ; les prolapsus péniens semblent néanmoins plus courants d'après la littérature que ce que nous avons trouvé dans notre enquête (un seul cas). Néanmoins peu d'études dans la littérature donnent des valeurs chiffrées des affections rencontrées, avec un classement établi à partir de cas observés, ce qui nous donne peu de points de comparaison. De plus, de nombreuses études ont été faites sur des espèces américaines telles que *Gopherus spp*, peu rencontrée en France et en Europe.

Un article de 1979 (Holt, Cooper, Needham 1979) présente une revue de 70 cas de tortues terrestres vues par l'un des auteurs au Royaume - Uni. Les affections principales décrites dans cette revue sont la parasitose digestive, la stomatite nécrotique (due à une herpesvirose) et l'hypovitaminose (néanmoins la vitamine incriminée n'est pas précisée).

Nous avons nous aussi retrouvé des cas de parasitose digestive ; cependant, le taux élevé de parasitisme de cet article par rapport au nôtre peut être attribué au fait qu'un examen coproscopique a été réalisé sur toutes les tortues présentées et non pas seulement sur celles qui présentaient des signes cliniques (par ailleurs il est mentionné que la majorité des cas de parasitose étaient asymptomatiques). Nous n'avons pas dans notre échantillon de cas d'hypovitaminose avéré ; en revanche il s'agit d'un facteur favorisant de nombreuses autres affections, il n'est donc pas exclu que certaines de nos tortues aient pu présenter une hypovitaminose concomitante.

A l'inverse, les affections respiratoires qui font partie de notre podium sont rarement retrouvées dans l'article (deux cas de rhinopneumonie), tout comme les affections de l'appareil reproducteur (aucun cas, alors que l'échantillon compte 44 femelles) et les traumatismes sont plus rares (environ 5% des cas). Les différences entre cette étude et la nôtre pourraient être expliquées notamment par la différence de date (plus de 40 ans d'écart), qui peut justifier que les affections rencontrées aient évolué. De plus, le mode de vie des tortues de cet article n'est pas mentionné, et la différence par rapport au mode de vie des tortues de notre échantillon (principalement en extérieur) pourrait également expliquer les différences de maladies rencontrées.

3. Comparaison de nos observations avec les données de la littérature

Dans notre enquête nous avons fait plusieurs observations sur le lien entre maladie et espèce, âge ou sexe, que nous avons confrontées avec la littérature :

- Les maladies osseuses métaboliques sont plus fréquentes chez les jeunes de notre échantillon (moins de 10 ans) et constituent une affection fréquente de cette catégorie d'âge dans notre échantillon. En effet nous avons vu dans la bibliographie (Klaphake 2010) que ces maladies (hyperparathyroïdie secondaire d'origine nutritionnelle en particulier) atteignent plus fréquemment des jeunes tortues, en croissance que les autres classes d'âge. De plus, déterminer le sexe d'une jeune tortue (avant sa maturité sexuelle) est difficile (voir la partie « Critères de reconnaissance de sexe »), ce qui explique que les tortues de sexe « indéterminé » constituent la catégorie d'âge majoritaire atteinte par une maladie osseuse métabolique.
- Les affections respiratoires atteignent plus fréquemment des *T. graeca* que des *T. hermanni* dans notre échantillon. Au contraire, dans la littérature les tortues grecques

sont souvent porteuses asymptomatiques alors que les tortues d'Hermann présentent plus souvent les signes cliniques de rhinites (Hunt 2006).

- Les affections respiratoires atteignent plus fréquemment les femelles que les mâles dans notre échantillon. Certains articles se sont penchés sur la détection des agents des maladies respiratoires (notamment les mycoplasmes) dans des populations de tortues Gopher (avec des individus présentant ou non des signes cliniques de maladie respiratoire), mais les résultats ne sont pas unanimes, avec selon l'étude une prévalence supérieure chez les mâles (Wendland et al. 2010) ou les femelles (McGuire et al. 2014). Néanmoins, ces études reposent sur des tests faits sur des populations entières (comprenant donc des animaux asymptomatiques), tandis que nos cas sont des animaux présentant des signes cliniques de maladie respiratoire.
- Les affections reproductrices atteignent plus fréquemment les tortues d'Hermann dans notre échantillon. Nous n'avons pas trouvé d'articles en faveur ou en défaveur de cette observation.
- Les traumatismes atteignent en majorité des tortues vivant en extérieur dans notre échantillon. Cela s'explique par les causes de traumatisme fréquentes : passage de tondeuse, prédateurs... auxquelles la tortue vivant en intérieur n'est pas exposée. Quelques exceptions pourraient être trouvées cependant (chute du terrarium s'il est trop bas, attaque par un autre animal de compagnie...).

Parmi les individus de notre échantillon pour lesquels deux affections ont été diagnostiquées, deux d'entre eux sont atteints simultanément d'insuffisance rénale et d'une rétention d'œuf. Comme nous l'avons vu dans la bibliographie, l'insuffisance rénale peut aboutir à des déséquilibres métaboliques : le rein est moins sensible à l'action de la parathormone, le calcium est donc moins réabsorbé y compris en cas d'hypocalcémie (Figure 10). Ces déséquilibres favorisent la rétention d'œuf. Ces deux cas illustrent les liens possibles entre maladies chez les tortues. Il est à noter que ces deux cas d'insuffisance rénale n'ont pas été incluses dans les maladies osseuses métaboliques, mais cela pourrait être discuté selon les cas puisque comme nous l'avons vu dans la bibliographie, l'insuffisance rénale peut conduire à une hyperparathyroïdie secondaire d'origine rénale, qui est un type de maladie osseuse métabolique (Chitty, Raftery 2013).

C. Bilan sur le lien entre maladies et conditions de maintenance

Les principales maladies que nous avons identifiées dans notre enquête sont toutes causées ou favorisées par des facteurs environnementaux ou alimentaires (Tableau V). Ces facteurs peuvent être à la fois à l'origine des maladies (comme l'alimentation inadaptée et les maladies osseuses métaboliques) et la source de stress (dû aux conditions inadaptées) qui les favorisent, notamment par une baisse d'immunité.

Tableau V : Récapitulatif des éléments de la maintenance (conditions de vie, alimentation) pouvant être mis en cause dans le cas des maladies fréquentes des tortues terrestres retrouvées dans notre enquête.

Maladie	Facteurs environnementaux et alimentaires impliqués
Traumatismes de carapace	Enclos qui ne protège pas assez des prédateurs
Rhinites et pneumonies	Courants d'air Température non adaptée Stress (conflits avec congénères...) Introduction d'un animal porteur sans quarantaine Densité de population trop élevée
Stases folliculaires	Stress (conflits avec congénères...)
Rétentions d'œuf	Sol inadapté à la formation d'un nid (trop dur, rocheux...) Stress (conflits avec congénères...)
Maladies osseuses métaboliques	Alimentation non adaptée (ratio Ca/P trop faible, consommation de beaucoup de végétaux à oxalates de Ca...) Absence d'UV Température trop basse / absence de point chaud
Parasitoses (avec conséquences cliniques)	Stress (conflits avec congénères...)

Cela permet de souligner l'influence de l'environnement sur la santé des tortues terrestres, et de comprendre les points importants de la maintenance sur lesquels agir pour prévenir ces maladies.

CONCLUSION

Les tortues terrestres fascinent et sont des animaux très particuliers notamment en raison de leurs caractéristiques anatomo-physiologiques et de leur mode de vie. Elles sont ainsi de plus en plus populaires dans les foyers français. Néanmoins, comme tous les reptiles, elles dépendent grandement de leur environnement, et en captivité, des conditions de vie inadéquates sont très souvent à l'origine de maladies.

Ce travail s'est concentré d'une part sur la description de l'anatomie, de la physiologie et de l'écologie des tortues terrestres les plus fréquemment rencontrées, avec un bilan des éléments morphologiques de reconnaissance de ces espèces du genre *Testudo* et un récapitulatif de leurs conditions de maintenance sous forme de fiches ; d'autre part sur les affections principales dont elles sont atteintes en captivité, avec une description bibliographique de ces affections et un travail personnel centré sur les cas rencontrés sur le terrain par des vétérinaires. Cette étude a ainsi mis en avant des affections spécifiques des reptiles avec en priorité des atteintes de l'appareil respiratoire (rhinites principalement), de l'appareil reproducteur (rétention d'œuf notamment) et des traumatismes (plaies, fractures de carapace). Les tortues malades vues en consultation étaient en majorité des femelles, des tortues d'Hermann ou grecque et des individus de moins de 20 ans, vivant en extérieur la majeure partie de l'année.

L'étude que nous avons réalisée s'apparente à une revue de 42 cas ; il serait intéressant de poursuivre le travail pour obtenir et analyser plus de cas et ainsi pouvoir voir si les résultats observés ici se confirment à plus grande échelle, et de préciser le mode de vie des tortues (alimentation, présence de congénères...). En effet, le lecteur de ce travail doit garder en tête l'importance de bonnes conditions de maintenance pour prévenir une majorité des affections dont sont affectées les tortues terrestres en captivité.

BIBLIOGRAPHIE

AZEMA DE CASTET-FLAMANT, F., 2002. Flore fongique cutanée et parasitisme digestif des tortues terrestres : étude d'une population composée de *Testudo hermanni*, *T. graeca* et *T. horsfieldii*. Thèse de doctorat vétérinaire. Créteil : Faculté de médecine.

BALLOUARD, J.-M., DELEUZE, S., ANDREO, L., ROZEC, F., THOMAS, N., LAFFARGUE, P., AFERIAT, M., BONNET, X., CATARD, A. et CARON, S., 2020. Quelle est la véritable surface du domaine vital des Tortues d'Hermann (*Testudo hermanni* Gmelin, 1789)? Implications pour la conservation. *Naturae*. 2020. N° 6, pp. 101-111.

BENNETT, T., 2011. The Chelonian Respiratory System. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. 2011. Vol. 14, n° 2, pp. 225-239.

BOUR, R., MARAN, J., SCHILLIGER, L., CADI, A., GUYOT, G., METRAILLER, S., MOSIMANN, D., GARON, R. et MAGNAN, P., 2012. Atlas de la terrariophilie. Volume 2. les tortues terrestres et aquatiques. 2. Langres : Animalia Editions.

BOUSSARIE, D., 2021. L'univers sensoriel des tortues. *Bulletin de l'Académie vétérinaire de France*. 2021. Vol. 174, pp. 205-214.

BOYER, T. H. et INNIS, C. J., 2019. Chelonian Taxonomy, Anatomy, and Physiology. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3. Missouri : Elsevier. pp. 31-49.

BOYER, T. H. et SCOTT, P. W., 2019a. Nutrition. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3. Missouri : Elsevier. pp. 201-223.

BOYER, T. H. et SCOTT, P. W., 2019b. Nutritional Secondary Hyperparathyroidism. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3. Missouri : Elsevier. pp. 1326-1327.

BULLIOT, C., 2006. Les fractures de la carapace. *Chéloniens*. 2006. N° 4, pp. 52-56.

CHITTY, J. et RAFTERY, A., 2013. *Essentials of Tortoise Medicine and Surgery* [en ligne]. 1. Oxford : Wiley. [Consulté le 22 mars 2023]. ISBN 978-1-4051-9544-7. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118656372>

- CUTULI, G., CANNICCI, S., VANNINI, M. et FRATINI, S., 2013. Influence of mating order on courtship displays and stored sperm utilization in Hermann's tortoises (*Testudo hermanni hermanni*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 2013. Vol. 67, n° 2, pp. 273-281.
- DIVERS, S. J., 2019. Pneumonia. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3. Missouri : Elsevier. pp. 1331-1332.
- DONELEY, B., JOHNSON, R., MONKS, D. et CARMEL, B. (éd.), 2018. *Reptile medicine and surgery in clinical practice*. 1. Hoboken, NJ : Wiley Blackwell. ISBN 978-1-118-97768-2. SF997.5.R4
- DONOGHUE, S., 1998. Nutrition of pet amphibians and reptiles. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*. 1998. Vol. 7, n° 3, pp. 148-153.
- EENDEBAK, B., 2001. Incubation period and sex ratio of *Testudo hermanni boettgeri*. *International Congress on Testudo Genus*. Gonfaron. 2001.
- FARKE, C. M., OLEK, K., GERDING, W. M. et DISTLER, C., 2015. Multiple paternity and sperm storage in captive Hermann's tortoises, *Testudo hermanni boettgeri* determined from amniotic fluid adhering to the eggshell. *Molecular and Cellular Probes*. 2015. Vol. 29, n° 4, pp. 254-257.
- GAGNO, S. et ALOTTO, C., 2010. Géophagie chez la Tortue d'Hermann, *Testudo hermanni* Gmelin, 1789 (Chelonii, Testudinidae), dans la région des Maures (Var, France). *Bulletin de la Société Herpétologique de France*. 2010. N° 135-136, pp. 23-32.
- GAGNO, S., CHAPELIN-VISCARDI, J.-D. et PONEL, P., 2012. Mise en évidence de mœurs prédatrices chez la Tortue d'Hermann, *Testudo hermanni* Gmelin, 1789 (Chelonii, Testudinidae), pendant la période estivale dans la région des Maures (Var, France). *Bulletin de la Société Herpétologique de France*. 2012. N° 141, pp. 47-61.
- GALEOTTI, P., SACCHI, R., ROSA, D. P. et FASOLA, M., 2005. Female preference for fast-rate, high-pitched calls in Hermann's tortoises *Testudo hermanni*. *Behavioral Ecology*. 2005. Vol. 16, n° 1, pp. 301-308.
- HALLINGER, M. J., TAUBERT, A., HERMOSILLA, C. et MUTSCHMANN, F., 2018. Occurrence of health-compromising protozoan and helminth infections in tortoises kept as pet animals in Germany. *Parasites & Vectors*. 2018. Vol. 11, n° 1, pp. 352.
- HEDLEY, J. et EATWELL, K., 2014. Cloacal prolapses in reptiles: a retrospective study of 56 cases. *Journal of Small Animal Practice*. mai 2014. Vol. 55, n° 5, pp. 265-268.
- HOLT, P. E., COOPER, J. E. et NEEDHAM, J. R., 1979. Diseases of tortoises : a review of seventy cases. *Journal of Small Animal Practice*. 1979. Vol. 20, n° 5, pp. 269-286.

- HOLZ, P. H., 2020. Anatomy and Physiology of the Reptile Renal System. *Veterinary Clinics of North America : Exotic Animal Practice*. 2020. Vol. 23, n° 1, pp. 103-114.
- HUNT, C. J.-G., 2006. Herpesvirus Outbreak in a Group of Mediterranean Tortoises (*Testudo* spp). *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. septembre 2006. Vol. 9, n° 3, pp. 569-574.
- HUON-DAUBREMONT, C. et GRENOT, C., 1997. Rythme d'activité de la Tortue d'Hermann (*Testudo hermanni hermanni*) en semi-liberté dans le massif des Maures (Var). *Revue d'Écologie (La Terre et La Vie)*. 1997. Vol. 52, n° 4, pp. 331-344.
- INNIS, C., 1994. Considerations in Formulating Captive Tortoise Diets. *Bulletin of the Association of Reptilian and Amphibian Veterinarians*. 1994. Vol. 4, n° 1, pp. 8-12.
- INNIS, C. J. et BOYER, T. H., 2002. Chelonian reproductive disorders. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. 2002. Vol. 5, n° 3, pp. 555-578.
- JACOBSON, E. R., BROWN, M. B., WENDLAND, L. D., BROWN, D. R., KLEIN, P. A., CHRISTOPHER, M. M. et BERRY, K. H., 2014. Mycoplasmosis and upper respiratory tract disease of tortoises: A review and update. *The Veterinary Journal*. 2014. Vol. 201, n° 3, pp. 257-264.
- KISCHINOVSKY, M. et DIVERS, S. J., 2019. Aural / tympanic abscessation. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3. Missouri : Elsevier. pp. 1294.
- KLAPHAKE, E., 2010. A Fresh Look at Metabolic Bone Diseases in Reptiles and Amphibians. *Veterinary Clinics of North America : Exotic Animal Practice*. 2010. Vol. 13, n° 3, pp. 375-392.
- LAGARDE, F., BONNET, X., HENEN, B., LEGRAND, A., CORBIN, J., NAGY, K. et NAULLEAU, G., 2003. Sex divergence in space utilisation in the steppe tortoise (*Testudo horsfieldi*). *Canadian Journal of Zoology*. 2003. Vol. 81, pp. 380-387.
- LAGARDE, F., BONNET, X., NAGY, K., HENEN, B., CORBIN, J. et NAULLEAU, G., 2002. A short spring before a long jump: the ecological challenge to the steppe tortoise (*Testudo horsfieldi*). *Canadian Journal of Zoology*. 2002. Vol. 80, n° 3, pp. 493-502.
- LONGEPIERRE, S., HAILEY, A. et GRENOT, C., 2001. Home range area in the tortoise *Testudo hermanni* in relation to habitat complexity: implications for conservation of biodiversity. *Biodiversity & Conservation*. 2001. N° 10, pp. 1131-1140.

- MANS, Christoph et BRAUN, Jana, 2014. Update on Common Nutritional Disorders of Captive Reptiles. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. septembre 2014. Vol. 17, n° 3, pp. 369-395.
- MARTÍNEZ-SILVESTRE, A., BARGALLÓ, F. et GRÍFOLS, J., 2015. Gender Identification by Cloacoscopy and Cystoscopy in Juvenile Chelonians. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. 2015. Vol. 18, n° 3, pp. 527-539.
- MCARTHUR, S. et MACHIN, R. A., 2019a. Cloacal Prolapse. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3. Missouri : Elsevier. pp. 1297-1298.
- MCARTHUR, S. et MACHIN, R. A., 2019b. Gastroenterology - Cloaca. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3. Missouri : Elsevier. pp. 775-785.
- MCGUIRE, J. L., SMITH, L. L., GUYER, C., LOCKHART, J. M., LEE, G. W. et YABSLEY, M. J., 2014. Surveillance for Upper Respiratory Tract Disease and Mycoplasma in free-ranging Gopher tortoises (*Gopherus polyphemus*) in Georgia, USA. *Journal of Wildlife Diseases*. 2014. Vol. 50, n° 4, pp. 733-744.
- MEYER, J. et SELLERI, P., 2019. Shell Abnormalities. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3. Missouri : Elsevier. pp. 1339-1340.
- MITCHELL, M. A., 2009. Reptile Cardiology. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*. 2009. Vol. 12, n° 1, pp. 65-79.
- MITCHELL, M. A. et KIRCHGESSNER, M., 2009. Chapter 9 - Chelonians. In : MITCHELL, M. A. et TULLY, T. N., *Manual of Exotic Pet Practice*. 1. Saint Louis : Elsevier. pp. 207-249.
- MORIN, N., 2015. Alimentation des tortues terrestres herbivores. Thèse de doctorat vétérinaire. Créteil : Faculté de médecine.
- MOUSTAKAS-VERHO, J. E., CEBRA-THOMAS, J. et GILBERT, S. F., 2017. Patterning of the turtle shell. *Current Opinion in Genetics & Development*. 2017. Vol. 45, pp. 124-131.
- NORRIS, D. O. et LOPEZ, K. H., 2011. Hormones and reproduction of vertebrates. Volume 3. Reptiles. 1. Londres : Elsevier.
- O'MALLEY, B., 2018. Anatomy and Physiology of Reptiles. In : DONELEY, B., JOHNSON, R., MONKS, D. et CARMEL, B., *Reptile medicine and surgery in clinical practice*. 1. Hoboken, NJ : Wiley Blackwell. pp. 15-31. ISBN 978-1-118-97768-2. SF997.5.R4
- ORIGGI, F. C., 2013. Testudinid Herpesviruses: A Review. *Journal of Herpetological Medicine and Surgery*. 2013. Vol. 22, n° 1, pp. 42.

- ORIGGI, F. C., 2019. Testudinid Herpesviruses. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery. 3. Missouri : Elsevier. pp. 1349-1350.
- PARLIN, A. F. et SCHAEFFER, P. J., 2022. Cardiovascular contributions and energetic costs of thermoregulation in ectothermic vertebrates. *Journal of Experimental Biology* [en ligne]. mars 2022. Vol. 225, n° Suppl_1. [Consulté le 12 mai 2023]. Disponible à l'adresse : https://journals.biologists.com/jeb/article/225/Suppl_1/jeb243095/274253/Cardiovascular-contributions-and-energetic-costs
- POLLOCK, C. et KANIS, C., 2015. Fiche d'informations de base: Tortue d'Hermann. *LafeberVet* [en ligne]. 2015. [Consulté le 7 septembre 2023]. Disponible à l'adresse : <https://lafeber.com/vet/fr/fiche-de-donnees-de-base-tortue-dhermann/>
- RIVAL, F., 1999. Conduite à tenir : hibernation des tortues terrestres méditerranéennes. *Point vétérinaire*. 1999. Vol. 30, n° spécial : NAC, pp. 205-206.
- RIVERA, S., 2019. Quarantine. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery. 3. Missouri : Elsevier. pp. 142-144.
- ROSSI, J. V., 2019. General Husbandry and Management. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery. 3. Missouri : Elsevier. pp. 109-130.
- ROUAG, R., ZIANE, N. et BENYACOUB, S., 2017a. Home Range of the Spur-Thighed Tortoise, *Testudo graeca* (Testudines, Testudinidae), in the National Park of El Kala, Algeria. *Vestnik Zoologii*. 2017. Vol. 51, n° 1, pp. 45-52.
- ROUAG, R., ZIANE, N. et BENYACOUB, S., 2017b. Activity patterns of the spur-thighed tortoise, *Testudo graeca* (Reptilia : Testudines : Testudinidae) in northeastern Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies*. 2017. Vol. 5, n° 1, pp. 177-180.
- SACCHI, R., PELLITTERI-ROSA, D., MARCHESI, M., GALEOTTI, P. et FASOLA, M., 2013. A Comparison among Sexual Signals in Courtship of European Tortoises. *Journal of Herpetology*. 2013. Vol. 47, n° 2, pp. 215-221.
- SADEGHI, R. et TORKI, F., 2012. Notes on reproduction and conservation of *Testudo graeca ibera* Pallas 1814 (Reptilia : Testudinidae) in Zagros, western Iran. *Amphibian & Reptile Conservation*. 2012. Vol. 5, n° 1, pp. 98-104.
- SCHILLIGER, L., 2010. La consultation des tortues. Journées de formation Yaboumba. Paris. 2010.
- SCHILLIGER, L., 2012. Prise en charge des traumatismes de la carapace des tortues. *La Semaine Vétérinaire*. 2012. N° 1495, pp. 48-49.

- SCHILLIGER, L., 2017. Les tortues de jardin. Guide des soins & des maladies. 1. Maurens : Animalia Editions.
- SEEBACHER, F. et FRANKLIN, C. E., 2005. Physiological mechanisms of thermoregulation in reptiles : a review. *Journal of Comparative Physiology B*. 2005. Vol. 175, n° 8, pp. 533-541.
- SMITH FLEMING, K. M., 2019. Ocular Surface Disease in Reptiles. *Veterinary Clinics of North America : Exotic Animal Practice*. 2019. Vol. 22, n° 1, pp. 109-121.
- STAHL, S. J., 2019. Dystocia and Follicular Stasis. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3. Missouri : Elsevier. pp. 1306-1307.
- STAHL, S. J. et DENARDO, D. F., 2019. Theriogenology. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3. Missouri : Elsevier. pp. 849-893.
- STUDER, K. et DI GIROLAMO, N., 2021. Respiratory Disorders in Chelonians. *Veterinary Clinics of North America : Exotic Animal Practice*. 2021. Vol. 24, n° 2, pp. 341-367.
- SYKES, J. M., 2010. Updates and Practical Approaches to Reproductive Disorders in Reptiles. *Veterinary Clinics of North America : Exotic Animal Practice*. 2010. Vol. 13, n° 3, pp. 349-373.
- TOMOVIĆ, L., ARSOVSKI, D., GOLUBOVIĆ, A. et BONNET, X., 2020. Inside the shell : body composition of free-ranging tortoises (*Testudo hermanni*). *Zoology*. 2020. Vol. 142, pp. 125821.
- WENDLAND, L. D. et BROWN, M. B., 2019. Tortoise Mycoplasmosis. In : DIVERS, S. J. et STAHL, S. J., *Mader's Reptile and Amphibian Medicine and Surgery*. 3. Missouri : Elsevier. pp. 1353-1354.
- WENDLAND, L. D., WOODING, J., WHITE, C. L., DEMCOVITZ, D., LITTELL, R., BERISH, J. D., OZGUL, A., OLI, M. K., KLEIN, P. A., CHRISTMAN, M. C. et BROWN, M. B., 2010. Social behavior drives the dynamics of respiratory disease in threatened tortoises. *Ecology*. mai 2010. Vol. 91, n° 5, pp. 1257-1262.
- WIESNER, C. S. et IBEN, C., 2003. Influence of environmental humidity and dietary protein on pyramidal growth of carapaces in African spurred tortoises (*Geochelone sulcata*). *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2003. Vol. 87, n° 1-2, pp. 66-74.

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire à destination des vétérinaires

Etude : thèse sur les principales affections des tortues terrestres courantes en captivité en France

Je suis étudiante en dernière année d'école vétérinaire à Lyon, je réalise ma thèse sur les tortues terrestres et souhaite me pencher sur les principales maladies dont elles sont affectées en captivité. Je souhaite rassembler les données de praticiens qui en reçoivent, afin d'en déduire les affections les plus courantes, et voir si celles-ci varient selon différents paramètres (notamment l'espèce, l'âge, le sexe...).

Ce questionnaire est à remplir individuellement pour chaque tortue.
Merci pour votre participation !

Elodie Lorin

elodie.lorin@vetagro-sup.fr

Question 1 : Quelle est l'espèce de la tortue ? (si autre : préciser)

Testudo hermanni (tortue d'Hermann)

Testudo graeca (tortue grecque)

Testudo horsfieldi (tortue des steppes)

Autre :

Question 2 : Quel est son sexe ?

Femelle

Mâle

Indéterminé

Question 3 : Quel est son âge ? (précis ou approximatif)

Question 4 : Dans quel département français vit-elle ?

Question 5 : Quel est son mode de vie ? (si autre : préciser)

Intérieur strict (terrarium dans le domicile ...)

Extérieur strict (enclos dans le jardin ...)

Extérieur sauf hibernation en intérieur

Autre :

Question 6 : Quelle affection a été diagnostiquée ?

Question 7 : Quel était le motif de consultation initial ?

Annexe 2 : Liste non exhaustive de végétaux pouvant être donnés aux tortues terrestres (d'après Schilliger 2017)

	Aliments	Rapport Ca/P
Aliments au rapport Ca/P > 2 et pouvant composer la base de l'alimentation	Betterave (feuille)	2,6
	Blette	3,0
	Brocoli (feuille)	3,9
	Brocoli (tige)	2,6
	Chicorée frisée	2,7
	Chou (feuille verte)	5,9
	Chou frisé	2,9
	Cresson	3,5
	Figue sèche	2,1
	Luzerne	6,1
	Mangue	3,6
	Navet (feuille)	4,8
	Orange (épluchée)	2,4
	Pastèque	3,6
	Persil	3,3
	Pissenlit (feuille)	2,9
Roquette	3,6	
Rutabaga	3,2	
Scarole	2,4	
Aliments au rapport Ca/P < 2 pouvant être donnés occasionnellement (1 à 2 fois par semaine)	Aubergine	0,3
	Banane	0,3
	Brocoli (fleur)	0,6
	Carotte	0,6
	Céleri branche	1,5
	Cerise	0,6
	Chou (feuille blanche)	1,6
	Chou-Fleur	0,6
	Concombre	0,5
	Courgette	0,7
	Endive	1,8
	Fraise	0,7
	Framboise	1,0
	Kiwi	0,6
	Laitue	0,4
	Melon	0,6
	Pêche	0,4
	Poire	0,8
Pomme	0,5	
Raisin	0,6	
Salade romaine	0,8	
Tomate	0,4	

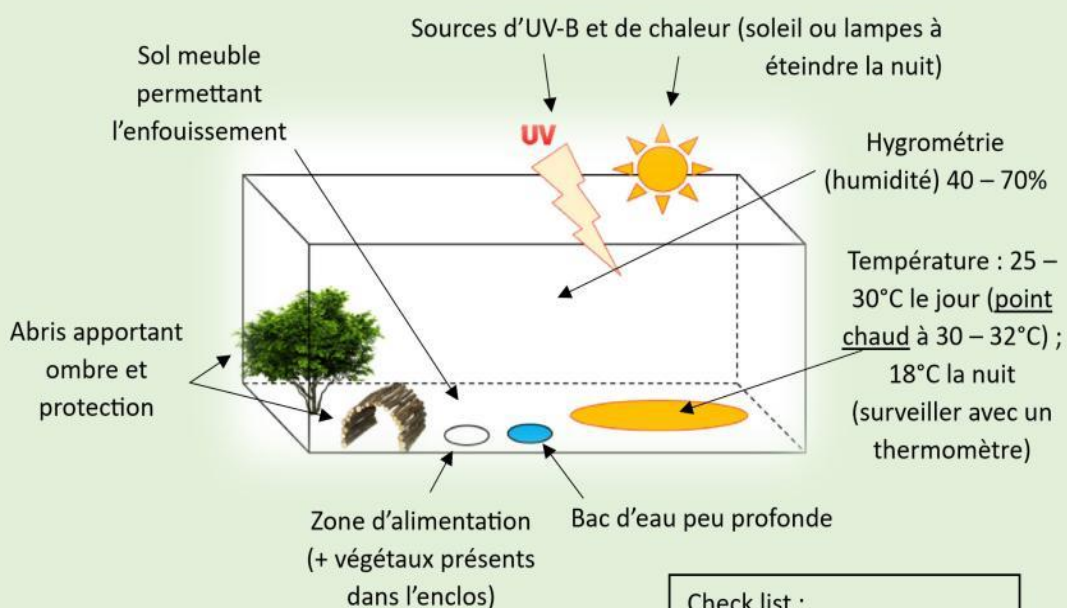
Annexe 3 : Fiche maintenance de *Testudo hermanni*, à destination des propriétaires

TORTUE D'HERMANN

(*Testudo hermanni*)



HABITATION : spacieuse et idéalement en extérieur



Enclos en extérieur (idéal)	Terrarium en intérieur
Grillage / clôture (enfoncé dans le sol et assez haut pour éviter les fuites), +/- grillage sur le haut (→ bloquer les prédateurs)	Hauteur minimum 2 x la longueur de la carapace En verre (pratique mais plus stressant), bois...

Check list :

- Sol meuble
- Source d'UV-B
- Source de chaleur
- Abris
- Bac d'eau (peu profonde !)
- Zone d'alimentation
- Protection contre les prédateurs et la fuite



- Cohabitation entre mâles et entre espèces
- Introduction d'un nouvel animal (quarantaine)

ALIMENTATION : végétale et variée !

- Peuvent être donnés tous les jours (non exhaustif) :

Betterave (feuille)	Cresson	Pastèque
Blette	Figue de Barbarie	Persil
Brocoli (feuille)	Luzerne	Pissenlit
Chicorée frisée	Mangue	Roquette
Chou (feuille verte)	Navet (feuille)	Rutabaga
Chou frisé	Orange épluchée	Scarole



- Occasionnellement (maximum 2 fois par semaine) : fruits, granulés « pour tortue »



A éviter : végétaux riches en oxalates de calcium (rhubarbe, épinards...)

HIBERNATION



- Quand ?

→ Entre octobre et mars



Ne pas faire hiberner sa tortue si elle n'est pas en bonne santé ou que les conditions d'hibernation proposées ne sont pas idéales

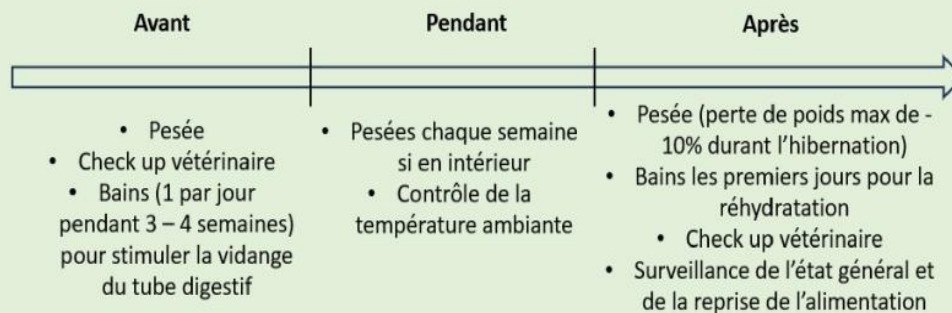
- Où ?

→

Extérieur	Intérieur
Dans un sol meuble à l'abri des prédateurs (rongeurs...) et de l'humidité <i>Par exemple : petit abri avec du terreau et un tapis de feuilles mortes pour l'isolation</i>	Dans une boîte avec substrat permettant de s'enfouir (ex paille), dans une pièce à 5 – 10°C (après baisse progressive de température) sombre et à l'abri des prédateurs

- Comment ?

→



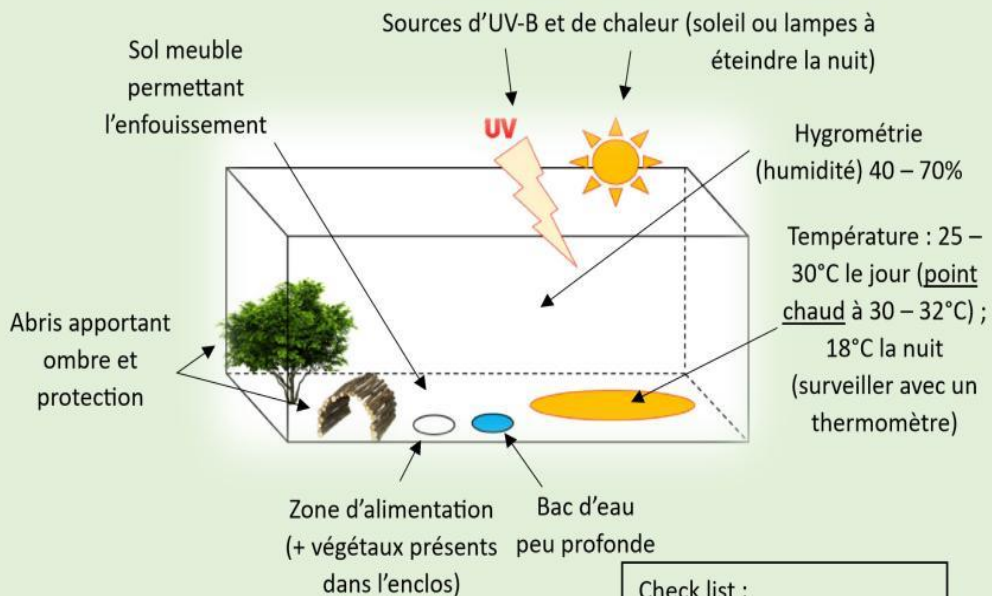
Annexe 4 : Fiche maintenance de *Testudo graeca*, à destination des propriétaires

TORTUE GRECQUE

(*Testudo graeca*)



HABITATION : spacieuse



Enclos en extérieur	Terrarium en intérieur
Grillage / clôture (enfoncé dans le sol et assez haut pour éviter les fuites), +/- grillage sur le haut (→ bloquer les prédateurs)	Hauteur minimum 2 x la longueur de la carapace En verre (pratique mais plus stressant), bois...

Check list :

- Sol meuble
- Source d'UV-B
- Source de chaleur
- Abris
- Bac d'eau (peu profonde !)
- Zone d'alimentation
- Protection contre les prédateurs et la fuite



- Cohabitation entre mâles et entre espèces
- Introduction d'un nouvel animal (quarantaine)

ALIMENTATION : végétale et variée !

- Peuvent être donnés tous les jours (non exhaustif) :

Betterave (feuille)	Cresson	Pastèque
Blette	Figue de Barbarie	Persil
Brocoli (feuille)	Luzerne	Pissenlit
Chicorée frisée	Mangue	Roquette
Chou (feuille verte)	Navet (feuille)	Rutabaga
Chou frisé	Orange épluchée	Scarole



- Occasionnellement (maximum 2 fois par semaine) : fruits, granulés « pour tortue »



A éviter : végétaux riches en oxalates de calcium (rhubarbe, épinards...)

HIBERNATION / HIVERNATION



- Qui ?

→ *Testudo graeca ibera* hiberne ; les autres hibernent (= baisse d'activité en hiver ≠ arrêt d'activité en cas d'hibernation)

- Quand ?

→ Entre octobre et mars

- Où ?

→

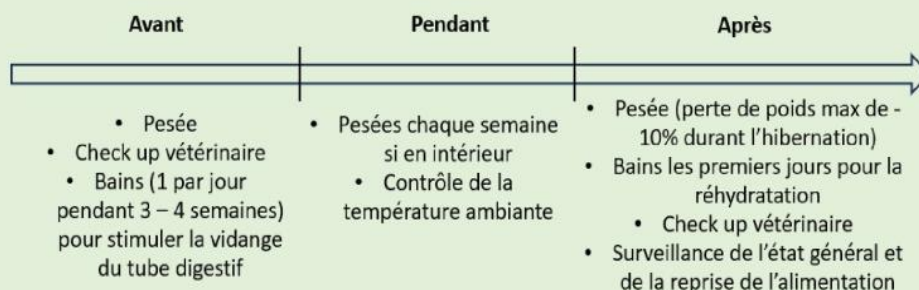
Extérieur	Intérieur
Dans un sol meuble à l'abri des prédateurs (rongeurs...) et de l'humidité <i>Par exemple : petit abri avec du terreau et un tapis de feuilles mortes pour l'isolation</i>	Dans une boîte avec substrat permettant de s'enfouir (ex paille), dans une pièce à 5 - 10°C (hibernation) ou 15°C (hivernation) (après baisse progressive de température) sombre et à l'abri des prédateurs



Ne pas faire hiberner sa tortue si elle n'est pas en bonne santé ou que les conditions d'hibernation proposées ne sont pas idéales

- Comment ?

→



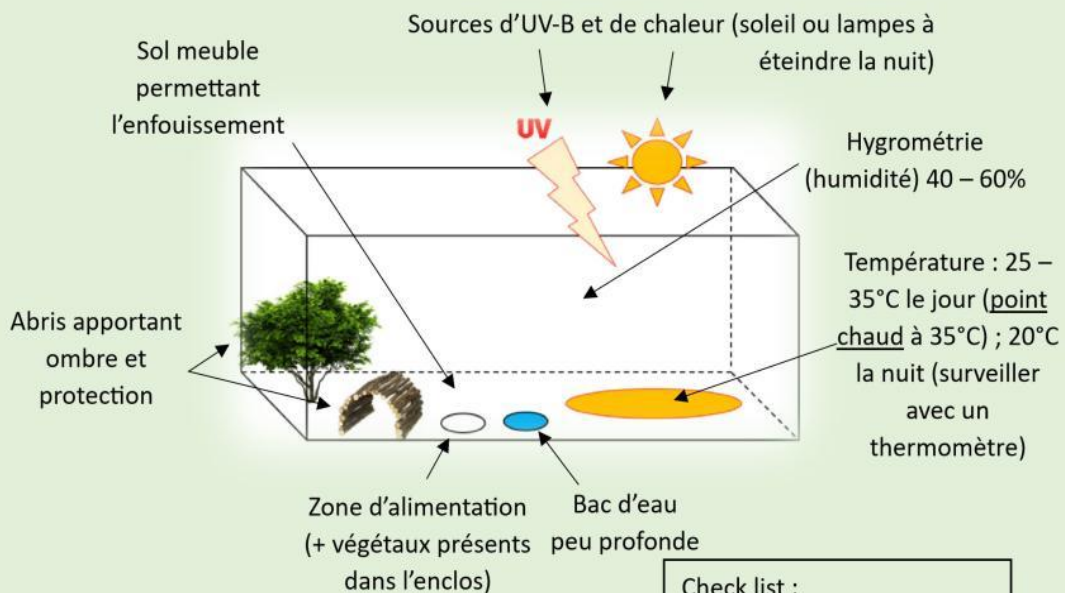
Annexe 5 : Fiche maintenance de *Testudo horsfieldi*, à destination des propriétaires

TORTUE DES STEPPES

(*Testudo horsfieldi*)



HABITATION : spacieuse



Enclos en extérieur	Terrarium en intérieur
Grillage / clôture (enfoncé dans le sol et assez haut pour éviter les fuites), +/- grillage sur le haut (→ bloquer les prédateurs)	Hauteur minimum 2 x la longueur de la carapace En verre (pratique mais plus stressant), bois...

Check list :

- Sol meuble
- Source d'UV-B
- Source de chaleur
- Abris
- Bac d'eau (peu profonde !)
- Zone d'alimentation
- Protection contre les prédateurs et la fuite



- Cohabitation entre mâles et entre espèces
- Introduction d'un nouvel animal (quarantaine)

ALIMENTATION : végétale et variée !

- Peuvent être donnés tous les jours (non exhaustif) :

Betterave (feuille)	Cresson	Pastèque
Blette	Figue de Barbarie	Persil
Brocoli (feuille)	Luzerne	Pissenlit
Chicorée frisée	Mangue	Roquette
Chou (feuille verte)	Navet (feuille)	Rutabaga
Chou frisé	Orange épluchée	Scarole



- Occasionnellement (maximum 2 fois par semaine) : fruits, granulés « pour tortue »



A éviter : végétaux riches en oxalates de calcium (rhubarbe, épinards...)

HIBERNATION



- Quand ?

→ Entre octobre et mars (précédée par l'estivation = baisse d'activité entre juillet et septembre)



Ne pas faire hiberner sa tortue si elle n'est pas en bonne santé ou que les conditions d'hibernation proposées ne sont pas idéales

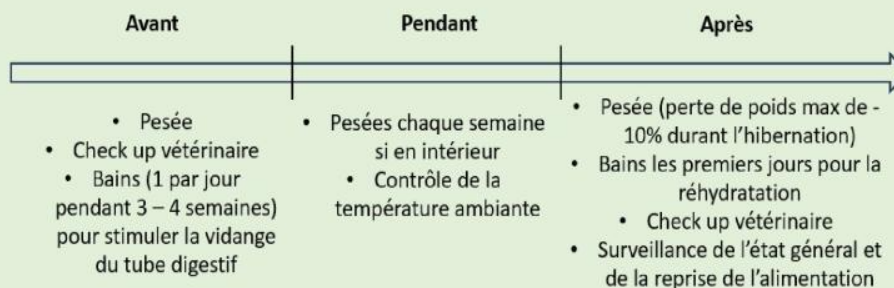
- Où ?

→

Extérieur	Intérieur
<p>Dans un sol meuble à l'abri des prédateurs (rongeurs...) et de l'humidité</p> <p><i>Par exemple : petit abri avec du terreau et un tapis de feuilles mortes pour l'isolation</i></p>	<p>Dans une boîte avec substrat permettant de s'enfouir (ex paille), dans une pièce à 5 – 10°C (après baisse progressive de température) sombre et à l'abri des prédateurs</p>

- Comment ?

→



TORTUES TERRESTRES COURANTES EN FRANCE : CARACTERISTIQUES ET PRINCIPALES AFFECTIONS RENCONTREES EN CAPTIVITE

Auteur

LORIN Elodie

Résumé

Les tortues terrestres, de plus en plus populaires dans les foyers français, dépendent grandement de leur environnement et, en captivité, des conditions de vie inadéquates sont très souvent à l'origine de maladies, ou favorisent celles-ci. Ce travail s'est tout d'abord penché sur les particularités anatomiques, physiologiques et écologique des tortues terrestres les plus fréquemment rencontrées, avec un bilan des éléments morphologiques de reconnaissance de ces espèces appartenant au genre *Testudo* et un récapitulatif de leurs conditions de maintenance en captivité sous forme de fiches. L'étude bibliographique développe également les principales maladies décrites dans la littérature, avec leurs causes, les signes cliniques, le diagnostic et le traitement.

L'enquête réalisée a mis en avant des affections spécifiques des reptiles, avec en priorité des atteintes de l'appareil respiratoire (rhinites principalement), de l'appareil reproducteur (rétention d'œuf notamment) et des traumatismes (plaies, fractures de carapace). Les tortues vues en consultation étaient en majorité des femelles, des espèces *Testudo hermanni* ou *Testudo graeca* et de moins de 20 ans, vivant en extérieur la majeure partie de l'année.

Mots-clés

Tortue terrestre, Captivité, Affections

Jury

Président du jury : Pr RAVEROT Gérald

Directeur de thèse : Pr CALLAIT-CARDINAL Marie-Pierre

2ème assesseur : Dr RENE-MARTELLET Magalie

Membre invité : Dr MARDINI Diana