

Zoonoses parasitaires et fongiques chez les reptiles de compagnie, une menace pour les propriétaires ?

Auteur : Huon, Camille

Promoteur(s) : Mignon, Bernard

Faculté : Faculté de Médecine Vétérinaire

Diplôme : Master en médecine vétérinaire

Année académique : 2022-2023

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/17937>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.



<https://lib.uliege.be>

matheo.uliege.be

[https://](https://matheo.uliege.be)

Zoonoses mycotiques et parasitaires chez les reptiles de compagnie, une menace pour les propriétaires ?

Auteur : Huon, Camille

Promoteur(s) : Mignon, Bernard

Faculté : Faculté de

Médecine Vétérinaire

Diplôme : Master en
médecine vétérinaire

Année académique :

2022-2023

URI/URL :

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative" (BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité,

l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

ZOONOSES PARASITAIRES ET F CHEZ LES REPTILES DE COMPAGNIE, UNE MENACE POUR LES PROPRIÉTAIRES ?

***PARASITIC AND MYCOTIC
ZOONOSES OF PET REPTILES, A
THREAT FOR OWNERS ?***

Camille HUON

Travail de fin d'études

Présenté en vue de

l'obtention du grade

de Médecin

Vétérinaire

ANNEE ACADÉMIQUE 2022-/2023

ZOONOSES PARASITAIRES ET F CHEZ LES REPTILES DE COMPAGNIE, UNE MENACE POUR LES PROPRIÉTAIRES ?

***PARASITIC AND MYCOTIC
ZOONOSES OF PET REPTILES, A
THREAT FOR OWNERS ?***

Camille HUON

Tuteur : Professeur Bernard MIGNON

Travail de fin d'études

Présenté en vue de

l'obtention du grade

de Médecin

Vétérinaire

ANNEE ACADÉMIQUE 2022-/2023

ZOONOSES MYCOTIQUES ET PARASITAIRES CHEZ LES REPTILES DE COMPAGNIE, UNE MENACE POUR LES PROPRIETAIRES ?

OBJECTIFS DU TRAVAIL :

L'objectif de ce travail est de déterminer si les reptiles de compagnie, sur base de la littérature scientifique, peuvent être une potentielle source d'infestations fongiques et/ou parasitaires chez l'Homme. Si oui, quelle est l'ampleur du risque encouru par les propriétaires de reptiles, et quelles mesures mettre en place ?

RESUME :

Dans ce travail, nous allons discuter des possibles pathogènes pouvant être transmis par les reptiles de compagnie à leurs propriétaires.

Parmi les pathogènes abordés, nous allons tout d'abord parler d'endoparasites, à savoir les pentastomes ainsi que divers protozoaires (*Cryptosporidium spp.*, *Acanthamoeba spp.*, *Giardia spp.* et *Sarcocystis spp.*).

Nous allons également reprendre les différents ectoparasites présents sur les reptiles et aborder d'une part leur potentielle incidence directe sur l'Homme, mais surtout leur rôle en temps que vecteurs pour différents types de pathogènes.

Un point sera également fait sur d'autres parasites portés par les reptiles, et dont les implications zoonotiques restent à élucider.

Concernant les zoonoses fongiques, nous allons évoquer principalement les zygomycètes dont l'incidence sur la santé humaine est relativement bien connue. Les microsporidies seront également brièvement évoquées étant donné leur potentielle implication dans des pathologies zoonotiques, malgré que celle-ci soit encore fort discutée à l'heure actuelle.

Enfin, malgré que de nombreuses études doivent encore être menées, afin de mieux comprendre les implications de certains organismes concernant la santé humaine et animale, nous discuterons des diverses mesures de prévention qui peuvent déjà être mises en place (bonnes pratiques d'hygiène, améliorations des conditions de vie des reptiles de compagnie, ...) pour garantir une protection de la santé aussi bien humaine qu'animale.

***MYCOTIC AND PARASITIC
ZONOSES, A THREAT FOR
OWNERS ?***

PURPOSE OF THE WORK :

SUMMARY :

REMERCIEMENTS

TABLE DES MATIERES

1. Introduction	7
2. Parasites.....	7
2.1. Protozoaires	7
2.1.1. Giardiose	11
2.1.2. Cryptosporidiose.....	11
2.1.3. Sarcocystis.....	11
2.1.4. Leishmaniose	11
2.2. Cestodes.....	11
2.2.1. Sparganose.....	11
2.3. Maxillopodes ?.....	11
2.4. Nematodes	11
2.5. Trématodes	11
2.6. Ixodidae.....	11
2.7. Mesostigmates.....	11
2.8. Prostigmates.....	11
2.9. Ascaridés	11
3. Mycoses	11
3.1. Zygomycoses	11
4. Tableau des risques.....	11
5. Prévention	
6. Discussion et conclusion.....	27
7. Annexes	29
8. Bibliographie.....	3

PLAN:

Introduction

Place des reptiles de compagnie chez nous

Enquête

Principaux parasites et champignons

Parasites

Endoparasites

Pentastomes

Cryptosporidium spp.

Acanthamoeba spp.

Giardia spp.

Sarcocystis spp.

Autres

Ectoparasites

Acariens

Diptères

Champignons

Zygomycètes

Microsporidies

Autres

Prévention générale

Conclusion

Tableau des risques

Annexes

Bibliographie

INTRODUCTION:

Les reptiles font depuis quelques années partie du quotidien de plus en plus de personnes. S'ils sont depuis très longtemps consommés ou utilisés dans diverses préparations médicales/cosmétiques dans différentes parties du monde, les reptiles sont aujourd'hui de plus en plus considérés comme des animaux de compagnie.

Dans des collections ou comme compagnon de famille, les reptiles sont de plus en plus manipulés par la population humaine. Malgré que dans l'inconscient collectif on sait qu'il faut respecter une attention toute particulière en matière d'hygiène lors de la manipulation des

reptiles, on ne sait en général pas réellement les risques encourus en cas de non-respect de ces règles.

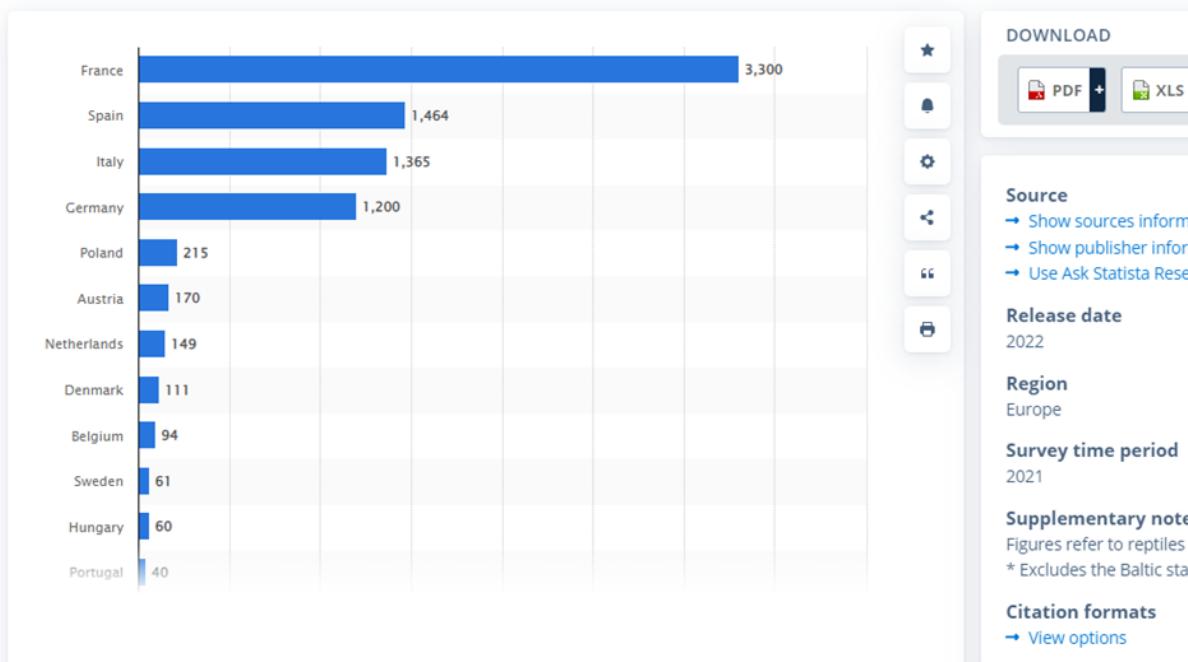
Dans ce travail, nous allons tenter d'évaluer quels sont les risques réellement encourus par les propriétaires de reptiles de compagnie.

Place des reptiles de compagnie chez nous

En 2021, on évalue la population de reptiles en France à environ 3.3 millions d'individus. Il s'agit du pays avec le plus de reptiles de compagnie en Europe.

Number of pet reptiles in the European Union in 2021, by country*

(in 1000s)



En Belgique, selon les dernières estimations, il y aurait environ 95 000 reptiles de compagnie.

Dans la liste des reptiles autorisés sans conditions de détention en Wallonie, on retrouve quasiment 90 espèces de serpents, 130 espèces de lézards et plus de 50 espèces de tortues.

Concernant les espèces de reptiles de compagnie les plus populaires chez nous, on retrouve: le gecko léopard (*Eublepharis macularius*), le pogona (*Pogona vitticeps*), le serpent des blés (*Pantherophis guttatus*), l'iguane vert (*Iguana iguana*), le python royal (*Python regius*), le boa constricteur (*Boa constrictor*), le caméléon casqué (*Chamaeleo calyptratus*), la tortue de floride (*Trachemys scripta elegans*), la tortue Herman (*Testudo hermanni*), la tortue grecque (*Testudo graeca*), etc.

Enquête (mettre l'enquête en annexe ?)

Afin d'avoir une idée des pratiques des gens en matière de manipulations et de bonnes pratiques d'hygiène, j'ai réalisé une courte enquête via un formulaire de 10 questions. Ce formulaire a principalement été posté sur des forums et groupes de réseaux sociaux de passionnés de reptiles. Les réponses données ici comportent donc un biais, étant donné

qu'on peut supposer que les personnes ayant répondu à l'enquête sont plus éclairées quant aux bonnes pratiques d'hygiène et à la santé de leurs animaux de compagnie.

Sur 167 réponses, voici les chiffres récoltés:

43.7% des possesseurs de reptiles déclarent avoir un contact quotidien avec leur reptile, et 26.9% ont un contact avec leur reptile au moins une fois par semaine. Ces chiffres m'ont confortée dans l'idée que les propriétaires de reptiles entretiennent des contacts réguliers avec leurs reptiles, et qu'il ne s'agit pas seulement d'animaux destinés à être exposés dans un terrarium. La question de possibles transmissions de zoonoses peut alors être posée. Concernant l'hygiène des mains, 21.6% des personnes ayant répondu au questionnaire admettent ne pas se laver scrupuleusement les mains (parmi eux, 11.4% affirment ne jamais se laver les mains après contact avec leur reptile).

Parmi les propriétaires de reptiles ayant des enfants, 79% d'entre eux laissent les enfants être en contact avec le ou les reptiles de la maison.

On peut donc constater que même parmi une population que l'on pourrait penser plus éclairée sur les bonnes pratiques d'hygiène à avoir quand on est en possession d'un reptile, celles-ci sont parfois loin d'être toujours respectées.

J'ai également voulu en savoir plus sur l'origine des reptiles détenus étant donné que comme on le verra plus tard dans ce travail, l'origine d'un reptile peut avoir son importance dans le portage parasitaire de celui-ci.

Parmi les personnes ayant répondu au sondage, seules 1.8% affirment que leur reptile a été prélevé dans la nature. 7.8% des personnes interrogées ne connaissent pas l'origine de leur animal. Ces chiffres sont à prendre avec de grandes précautions étant donné que les reptiles font partie des animaux de compagnie subissant le plus de trafics, leurs origines sont donc assez souvent incertaines.

Concernant le suivi vétérinaire, 31.9% des personnes interrogées vont suivre leur animal chez un vétérinaire, et 25.5% ont déjà fait déparasiter leur animal.

Enfin, à la question "Savez-vous que votre reptile peut vous transmettre des maladies?", 8.5% ont répondu non malgré que les principaux interrogés soient sur des sites de passionnés de reptiles, et seraient à priori plus conscients que le reste des propriétaires de reptiles.

Parasites:

Nous allons évoquer deux catégories de parasites que l'on peut retrouver chez nos reptiles de compagnie, les parasites internes, suivis des parasites externes.

Endoparasites

De nombreux endoparasites peuvent infecter tous types de reptiles, et certains peuvent entraîner des zoonoses. Nous allons nous concentrer ici sur la pentastomose ainsi que sur quelques protozooses.

On évoquera également diverses parasitoses qui ne concernent pas vraiment le domaine des reptiles de compagnie, à savoir de possibles zoonoses provoquées par l'ingestion de viande de serpent.

Pentastomes

Les pentastomes sont un groupe de crustacés parasites. Ils sont divisés en deux ordres: Raillietiellida et Porocephalida, où on retrouve différents genres de pentastomes responsables de pentastomose zoonotiques, par exemple: Raillietiella hemidactyli, R. orientalis, Armillifer armillatus, A. agkistrodontis, Porocephalus crotali, ...

Espèces porteuses :

Toutes les espèces de Pentastomides susceptibles d'être portées par des reptiles et d'infecter les humains ne sont pas encore bien connues, mais on peut tout de même faire quelques généralités.

Les Pentastomides du genre Raillietiella sont les plus répandus, on en retrouve sur tous les continents et chez de nombreuses espèces différentes : Gecko Tokay en Slovénie, Agames barbus en Australie, Serpent des Blés en Floride, ... ([voir annexe, surlignée en jaune](#)).

De manière générale, on retrouve plutôt les Pentastomides du genre Armillifer (ex: Armillifer armillatus, A. agkistrodontis, ...) chez les serpents d'Asie et d'Afrique de type pythons et boas.

Les Pentastomides du genre Porocephalus ont jusqu'ici le plus souvent été rapportés chez des ophidiens de type crotales ou vipères sur le continent Américain.

Concernant les tortues : “According to the indirect life-cycle of pentastomids, only carnivorous or piscivorous chelonians should be affected and act as definitive hosts [8]. Our large-scale study (n = 1005) suggests that herbivorous tortoises held in German private homes or zoos are generally not infected with pentastomids. Herbivorous tortoises thus likely play a neglectable role in human pentastomid-derived infections.”

<https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-018-2936-z>

Morphologie:

+

Les pentastomes adultes sont des parasites vermiformes présentant un dimorphisme sexuel important. La femelle présente une tête plus large, et une séparation plus marquée entre la tête et le tronc.

Elle est également plus grande étant donné qu'elle peut mesurer entre 10 et 70 mm de long selon les espèces contre 5 à 20 mm de long pour le mâle.

On distingue les différentes espèces de pentastomes également par le nombre d'anneaux présents sur leur abdomen (20 à 80 anneaux selon les espèces).

Ils présentent un appareil buccal de forme ovale entouré de deux paires de crochets.

Les œufs quant à eux sont de forme ovale, mesurent généralement moins de 100 µm, et sont constitués d'une membrane interne et d'une membrane externe. Quand ils sont éliminés dans les fèces de leur hôte définitif, ils contiennent une larve prête à éclore.

+larve, nymphe ?

+ autres photos ?



Pentastomida (*Porocephalus crotali*) embryonated egg.
 Pentastomida invasion (*Porocephalus crotali*) in *Platyceps karelini*.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3118381/figure/F4/>

Cycles de vie:

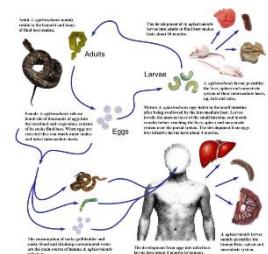
Les pentastomides ont un cycle de vie indirect, c'est-à-dire qu'ils ont à la fois un ou plusieurs hôtes indirects et un hôte définitif : le reptile.

Les reptiles peuvent excréter des œufs de pentastomides car ils sont les principaux hôtes définitifs des pentastomides, cependant : "Pentastomids mature primarily in carnivorous reptiles (90% of pentastomid species mature in snakes, lizards, crocodiles, and turtles), but also infect toads, birds (seabirds and vultures), and mammals (canines, felines, reindeer, sugar gliders, and humans; Paré, 2008)". (International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife Volume 3, Issue 1, April 2014, Pages 20-31), il faut garder à l'esprit qu'ils ne sont pas les seuls excréteurs.

Les œufs des pentastomides excrétés par les hôtes définitifs sont ingérés par divers hôtes intermédiaires (insectes, poissons, amphibiens, reptiles, mammifères, etc) où ils vont pouvoir se développer sous formes de larves dans les différents organes internes de leurs hôtes. Ces larves vont pouvoir pénétrer leurs hôtes définitifs dans le cas où ceux-ci consomment un hôte intermédiaire infecté. Elles vont ensuite creuser des galeries hors du système digestif pour finir par parvenir au niveau du système respiratoire des reptiles, créant ainsi des lésions chez l'hôte définitif lors de leur migration.

En 2010, en Chine, une étude a tenté de mieux comprendre le cycle de vie des pentastomides à travers *Armillifer agkistrodontis* : "An appraisal of *Armillifer agkistrodontis* was performed in terms of morphology and genetic identification after its lifecycle had been established in a multi-host model, i.e., mice and rats as intermediate hosts, and snakes (*Agkistrodon acutus* and *Python molurus*) as definitive hosts. Different stages of the parasite, including eggs, larvae and adults, were isolated and examined morphologically using light and electron microscopes." <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20386597/>

On a pu établir que les œufs mettaient environ 4 mois à devenir des larves infectieuses, et que celles-ci muraient encore environ 10 mois dans l'hôte définitif avant d'excréter des œufs matures dans les systèmes digestif et respiratoire des serpents utilisés pour cette expérience.



<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20386597/>

2010 ! Identification basée sur un modèle multi-hôtes d' *Armillifer agkistrodontis* (Pentastomida), un nouveau parasite zoonotique de Chine

Mode de transmission

"Although the majority of human infections by pentastomids occur through the ingestion of snake meat (which is typical in Asian and African countries), clinicians should be aware that alternative routes of infection exist, for example, through exposure to snake nasal secretions, saliva, and feces [13], suggesting the potential risk for humans."

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1471492220301288?casa_token=SCLd25Ce4IgAAAAA:6BtpKRrZjm34f6oe9a0RnOO4eJg0XhK511C4uUPdWLjAG2sTOiddeQX2NWo4nF9-AcG_yqO5MvjF#bb0295

"Human cases of pentastomiasis are associated with consumption of snake meat, though infection by eggs in the contaminated environment represents a risk in endemic areas [64], as well as from captive reptiles."

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1471492220301288?casa_token=SCLd25Ce4IgAAAAA:6BtpKRrZjm34f6oe9a0RnOO4eJg0XhK511C4uUPdWLjAG2sTOiddeQX2NWo4nF9-AcG_yqO5MvjF#bb0320

Les cas de pentastomoses humaines les plus fréquemment rapportés sont dus à une ingestion de viande de serpent contaminée, ou à une ingestion d'eau contaminée par des œufs. Cependant, on sait que des cas peuvent être dus à une expositions aux sécrétions nasales, salivaires ou aux fèces des serpents infectés.

Les humains peuvent donc devenir des hôtes accidentels des pentastomides qui vont alors se développer dans leurs organes et tissus conjonctifs.

Les Pentastomides des genres *Linguatula* (qu'on ne retrouve pas chez les reptiles) et *Armillifer* seraient responsables de la majorité des infections chez l'Homme, et les serpents seraient la principale source d'infection pour les humains.

Les risques de contamination par un reptile de compagnie varient aussi beaucoup en fonction de celui-ci et de son origine. Un grand serpent carnivore prélevé dans la nature représente un risque significativement plus élevé que par exemple un reptile né en captivité comme le démontre cette étude : " *In this large-scale study (n = 748), however, no agamas kept in Germany were diagnosed to be infected with pentastomids. One reason for this may be efficient captive breeding and the avoidance of wild animal imports. Therefore, at least bred captive agamid lizards should play a marginal role in pentastomid-derived human infections in Germany.*"

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30961821/>

Signes cliniques associés et traitements chez les reptiles

Les pentastomides peuvent avoir des conséquences très variables chez les reptiles. Certains ne présentent aucun signe clinique, tandis que d'autres vont en mourir.

Les principaux dommages pouvant être causés par les pentastomes sont dus à la migration des nymphes vers les tissus pulmonaires, et à l'installation des adultes dans le système respiratoire.

Ces dégâts tissulaires vont généralement passer inaperçus chez des animaux avec un bon système immunitaire. Cependant, chez les reptiles domestiques, de nombreux facteurs peuvent engendrer une baisse de l'immunité : mauvaise alimentation, stress environnemental, manipulations, ... Tout cela peut mener plus facilement à une infection bactérienne secondaire au niveau de ces tissus lésés, pouvant entraîner une septicémie et la mort de l'animal.

Certains pentastomes peuvent parfois se loger ailleurs que dans les voies respiratoires des reptiles, et aller entraîner l'apparition de granulomes ailleurs dans l'organisme, ce qui peut mener à une multitude de symptômes.

La sévérité des signes cliniques associés à une infestation par les pentastomides va être complètement dépendante de la pression d'infection et surtout du statut immunitaire du reptile.

Un traitement à base d'ivermectine à 200 µg/kg per os tous les 7 à 10 jours jusqu'à disparition des œufs dans les matières fécales semble avoir fait ses preuves dans de nombreux cas.

Une surveillance des œufs par technique de flottaison est généralement mise en place pour déterminer l'arrêt du traitement.

On procède parfois à un retrait chirurgical des adultes au niveau des voies respiratoires en cas de grosse infestation afin de limiter le risque de choc anaphylactique.

Signes cliniques associés et traitements chez l'Homme

Pentastomida				
<i>Armillifer armillatus, Armillifer moniliformis, Armillifer grandis, Armillifer agkistrodontis</i> (pentastomiasis)	Asia, Africa	Snakes	HI	Organ damage by larvae
<i>Raillietiella hemidactyla</i> (creeping disease)	SE Asia	Lizards	LI	Subcutaneous pentastomiasis

Les Pentastomides peuvent parfois infecter les humains, qui deviennent alors des hôtes intermédiaires accidentels.

Bien que généralement asymptomatiques, les Pentastomides peuvent engendrer différentes formes de Pentastomose en cas de forte infestation, ou chez des patients âgés, jeunes, diabétiques ou immunodéprimés.

Parmi les différentes formes de pentastomose, on va se concentrer ici sur la Porocéphalose, due aux pentastomes des genres Porocephalus et Armillifer.
(Les signes cliniques engendrés par des infections à Raillietiella chez l'Homme sont encore mal connus. On parle principalement dans ce cas de phénomène de larva migrans cutanée, une dermatite due à la migration sous-cutanée de larves.)

Jusqu'à présent, on rencontre surtout des cas dans les pays d'Afrique et d'Asie, et beaucoup plus rarement en Europe et en Amérique du Nord (**essayer de trouver chiffres**)

Les larves de pentastomides, suite à l'ingestion accidentelle par l'Homme, vont générer une pentastomose viscérale, c'est -à -dire aller coloniser différents organes et finir par y mourir. Les larves s'encapsulent et ces capsules peuvent se calcifier.

Même si elles sont généralement des trouvailles lors d'examens d'imagerie (radiographies, échographies, ...) ou lors de chirurgies, elles peuvent également entraîner différents signes cliniques: toux, douleurs abdominales, symptômes neurologiques, cécité, hépatopathies, fièvre, etc.

(Selon une revue de la littérature reprenant 40 cas humains d'infection par *Armillifer*, 45% des patients diagnostiqués présentaient des symptômes. Symptoms were present in 45% (18 patients), with pain being the commonest, affecting 25% (10 patients).

Importantly, only 45% of the patients were symptomatic, however, this probably is not representative of the true clinical picture of infection by *Armillifer*, since it is reasonable that most cases of asymptomatic infections are undetected and underrepresented in this systematic review.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6631905/>)

Concernant les traitements possibles, on a recours en fonction des cas à des traitements médicaux ou chirurgicaux qui consistent à aller retirer les larves de façon manuelle.

Les traitements médicaux consistent généralement en l'administration de praziquantel, mebendazole, ivermectine, et autres antihelminthiques, mais doivent être administrés avec précautions étant donné le possible risque de choc anaphylactique lors de la mort des larves.

Les traitements proposés actuellement sont peu efficaces, principalement en cas d'infections oculaires qui ont un pronostic sombre : Importantly, ocular infections appeared to be devastating, carrying a very bad prognosis, with about 67% of patients permanently losing their vision. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6631905/>

Prévention et contrôle (ou tout mettre direct dans ccl ?)

Tous les reptiles, et en particulier les reptiles qui ne sont pas nés en captivité, devraient faire l'objet d'un dépistage parasitaire chez un vétérinaire.

Méthode de flottaison sur selles, analyse sur BAL, échantillons de salives ? et sécrétions nasales ?

Analyse moléculaire ?

Cryptosporidium spp.

Cryptosporidium spp. est un protozoaire principalement connu pour entraîner des gastro-entérites chez de nombreux vertébrés dont l'Homme.

Contrairement à ce qu'on a pu penser auparavant, l'agent de zoonose responsable de cryptosporidiose chez l'Homme via le reptile n'est pas un genre de *Cryptosporidium spp.* qui se développe chez le reptile.

Les principaux agents de cryptosporidiose zoonotique sont *Cryptosporidium parvum*, *C. muris* et *C. tyzzeri*. De nombreuses études ont démontré que beaucoup de reptiles excrètent des oocystes de ces espèces de *Cryptosporidium*.

“Il convient également de noter que certaines espèces de *Cryptosporidium* infectant le tractus gastro-intestinal des souris et des petits rongeurs et identifiées dans des échantillons fécaux de reptiles, telles que *C. parvum*, *C. tyzzeri* et *C. muris*, peuvent avoir un potentiel zoonotique ([Gatei et al., 2002](#) , [Palmer et al., 2003](#) , [Muthusamy et al., 2006](#) , [Xiao, 2010](#) , [Rasková et al., 2013](#)). De plus, les sous-types de *C. parvum* identifiés dans la présente étude ont déjà été trouvés chez l'homme ([Xiao, 2010](#) , [Iqbal et al., 2012](#)); l'analyse des séquences IlaA15G2R1 et IlaA14G2R1 a révélé une homologie de 99 % par rapport aux souches humaines de référence [JF727755](#) ([Waldron et al., 2011](#)) et [JF727773](#) ([Waldron et Power, 2011](#)), respectivement. Ainsi, les serpents nourris avec des rongeurs infectés par des espèces zoonotiques du protozoaire ne contracteront pas la cryptosporidiose, mais ils peuvent contaminer le terrarium avec des oocystes infectant l'homme.”

A l'heure actuelle, aucune espèce de *Cryptosporidium* ayant pour hôte un reptile n'a démontré de pouvoir zoonotique. En effet, “ Graczyk et Cranfield [7] ont démontré expérimentalement que les oocystes présentant des caractéristiques biologiques de l'espèce zoonotique ne sont pas infectieux pour les reptiles, en particulier les serpents, et l'existence de tels oocystes dans les fèces est considérée comme de nature pseudoparasite, provenant de souris ingérées. servant de nourriture aux reptiles carnivores [30] , [37]. ”.

Cependant, dans cette même étude réalisée en 2008 on dit que :” Bien qu'il existe des espèces anthropozoonotiques et zoonotiques dominantes affectant les humains, il a été suggéré que tous les génotypes de *Cryptosporidium* peuvent potentiellement être dangereux pour les humains [1] , [3] , [4] . ”, c'est pourquoi ce sujet est encore étudié actuellement.

Espèces porteuses

Comme vu précédemment, *Cryptosporidium* zoonotique viendrait principalement des souris ingérées par les serpents.

Une étude réalisée en 2013 en Italie sur 120 serpents domestiques nourris avec des souris à permis de démontrer via IFAT (indirect fluorescent antibody test) sur matières fécales et prélèvement cloacal que 35% des serpents échantillonnés excrétaient des oocystes de *Cryptosporidium*.

Et parmi ces oocystes de *Cryptosporidium* : “Our results also reveal a wide extent of cryptosporidial infection in snake-food animals, since most of the identified isolates (96%) belonged to rodent-specific *Cryptosporidium* species, resulting from the ingestion of infected preys ([Xiao et al., 2004](#)). ”.

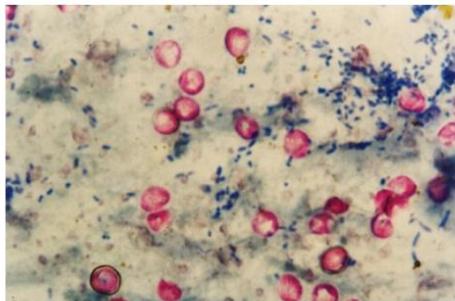
In contrast, absence or sporadic presence of reptile non-specific *Cryptosporidium* species has been reported in most of molecular studies of this protozoan in snakes ([Graczyk and Cranfield, 2000](#), [Pedraza-Díaz et al., 2009](#), [Richter et al., 2011](#)). ?

Les serpents nourris avec des souris ne sont pas les seuls à pouvoir excréter des oocystes de *Cryptosporidium* zoonotiques.

En effet, concernant les tortues, une étude réalisée sur les échantillons fécaux de 21 tortues domestiques en Italie a démontré que: “Six isolates from *T. graeca*, *T. hermanni* and *T. marginata* revealed 100% sequence identity with the zoonotic *Cryptosporidium pestis*

(*Cryptosporidium parvum* ‘bovine genotype’). Étant donné que ces tortues étaient toutes herbivores et n’ont eu aucun contact avec des souris, l’hypothèse retenue est que les tortues ont ingéré des oocystes via leur eau ou leur nourriture (légumes frais).

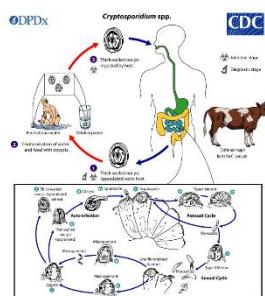
Morphologie



Cryptosporidium. Source : Punlop Anusonpornperm [CC BY 4.0] (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Dans les fèces des reptiles, on retrouve des oocystes de *Cryptosporidium* spp. Ils sont de forme ronde à ovale, et mesurent environ 5 à 8 µm. Ils sont composés d’une membrane épaisse renfermant 4 sporozoïtes.

Cycle de vie



On peut résumer le cycle de vie de *Cryptosporidium* spp. à plusieurs grandes phases : la libération des sporozoïtes de l’oocyste, la reproduction asexuée (mérogonie), la reproduction sexuée (gamétogonie) (formation et union de micro et macrogamètes pour former un zygote), la formation d’un oocyste (formation d’une paroi protectrice autour du zygote), et la formation de sporozoïtes infectieux.

Mode de transmission



L’Homme va s’infecter via l’ingestion d’oocystes infectieux par transmission féco-orale dans le cas de la contamination par un reptile de compagnie.

Signes cliniques associées et traitements chez les reptiles

Les espèces de *Cryptosporidium* responsables de zoonoses chez l'Homme ne font que traverser le système digestif du reptile, mais ne sont pas responsables chez eux de cryptosporidiose, on n'aura donc pas de signes cliniques associés.

+préciser la crypto chez le reptile ?

Signes cliniques associés et traitements chez l'Homme

L'importance des signes cliniques va énormément varier en fonction du statut immunitaire de la personne infectée, ainsi qu'en fonction de la pression d'infection. On peut avoir des personnes chez qui l'infection sera complètement asymptomatique, alors qu'elle peut être mortelle chez d'autres.

Chez les personnes immunocompétentes, on observe généralement de la diarrhée aqueuse sévère et des douleurs abdominales durant 2 à 3 semaines avant d'obtenir une résolution spontanée.

Chez les personnes immunodéprimées, on aura généralement une diarrhée persistante associée à de la déshydratation et une perte de poids, avec parfois une atteinte des voies biliaires ou du pancréas.

En cas de signes cliniques importants, du nitazoxanide, un antiparasitaire est parfois mis en place, ainsi que des traitements symptomatiques. Généralement, chez des personnes immunocompétentes, aucun traitement n'est mis en place.

Prévention et contrôle

Les tests de flottaison habituels suivis d'une coloration Ziehl-Nielsen et d'une observation au microscope optique permettent de détecter la présence de *Cryptosporidium spp.*, mais ne permettent pas d'identifier le genre de *Cryptosporidium*, ce qui est très important ici, à la fois d'un point de vue de la santé humaine mais aussi de la santé animale.

En effet, les Cryptosporidiose des reptiles sont difficiles à traiter, même si des traitements à la paromomycine, un antibiotique aminoside, sont rapportés, les éleveurs et collectionneurs de reptiles recourent parfois à l'euthanasie de l'animal afin de ne pas infecter leurs autres reptiles. Il est donc important d'identifier correctement l'espèce de *Cryptosporidium* détectée au microscope afin d'éviter une mise à mort inutile d'un animal qui n'est pas réellement infecté.

Afin d'identifier l'espèce de *Cryptosporidium* repérée au microscope optique, il convient de réaliser un test IFAT ou une PCR.

Il faut également garder en mémoire que les oocystes de Cryptosporidium sont très résistants dans l'environnement. En cas de détection d'oocystes de Cryptosporidium chez le reptile, il faut désinfecter le terrarium en suivant un protocole précis: “[Les procédures de désinfection recommandées devraient inclure l'application périodique de 4-chlor-M-crésol, d'une solution d'ammonium à 5 % ou de désinfectants à base de peroxyde d'hydrogène \(Cranfield et al., 1999 , Fayer, 2008 , Pasmans et al., 2008 \).](#)”

Dans le cadre de la transmission d'oocystes de Cryptosporidium provenant de l'ingestion de souris infectées, il faudrait se pencher sur les conditions sanitaires dans les élevages de souris destinées à la consommation des reptiles.

Acanthamoeba spp.

Acanthamoeba est un protozoaire appartenant au phylum des Amoebozoa, et à la famille des Acanthamoebae.

Il s'agit d'un protozoaire ubiquiste, très répandu partout dans le monde, et ayant diverses origines : eau, sols, animaux, ...

Jusqu'ici, sa présence chez les reptiles a été peu étudiée, et c'est en 2022 qu'une étude réalisée en Irlande a mis pour la première fois en évidence la présence d'Acanthamoeba de manière moléculaire chez des reptiles de compagnie.

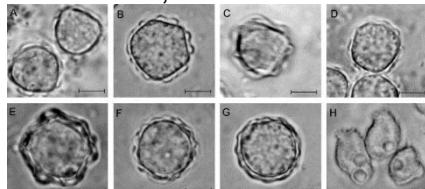
Sur base de séquençage **rADN/ARN ?**, on sait que de nombreuses espèces d'Acanthamoeba retrouvées chez des reptiles mais également chez l'humain appartiennent au groupe génétique T4.

Morphologie



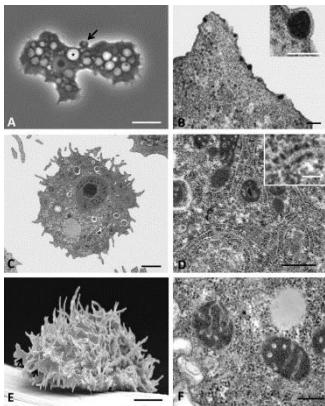
On observe Acanthamoeba spp. sous forme de kyste ou de trophozoïte selon que les conditions leur soient favorables ou non.

Les kystes sont généralement de forme ronde ou polygonale, pourvus d'une double membrane, et mesurent entre 10 et 25 µm.



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014489413001537>

Les trophozoïtes sont des cellules mobiles pléomorphes au contours irréguliers et souvent pourvues de pseudopodes qui mesurent entre 25 et 30 µm.



<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0014489413000210?via%3Dihub>

Espèces porteuses

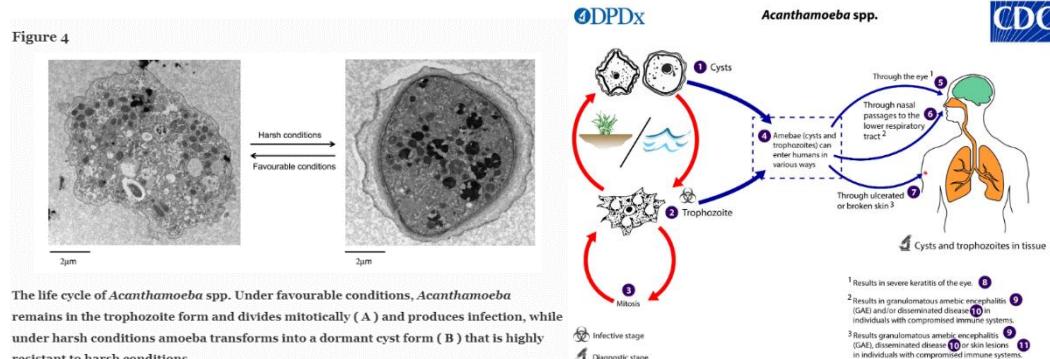
On retrouve Acanthamoeba chez de nombreuses espèces de reptiles, par exemple:
Le lézard crocodile "Les résultats montrent que le taux global d'infection parasitaire chez les lézards crocodiles était de 33,33 % (23/69). Quatre genres de parasites ont été détectés, dont *Eimeria*, *Cryptosporidium*, *Nematopsis* et *Acanthamoeba*, avec des taux d'infection de 15,94 % (11/69), 17,39 % (12/69), 7,25 % (5/69) et 4,35 % (3/69), respectivement."

Autres: " In two samples, one from a **yellow anaconda** (*Eunectes notaeus*) and the other from a **Gila monster** (*Heloderma suspectum*) or a **beaded lizard** (*H. horridum*) kept together, *Acanthamoeba hatchetti* was identified (OM455398 and OM455399, respectively), with 100% (408/408 bp) sequence identity to an isolate from compost in Switzerland (KC164235) (Conza et al. 2013). From a **bosc monitor** (*Varanus exanthematicus*), the amplified sequence (OM455400) had 100% (414/414 bp) identity to strains of *A. castellanii* (accession numbers KX018029, KX018030) detected in conjunctival swabs of dogs reported from Turkey (Karakuş et al. 2016). The sequence from a **frilled dragon** (*Chlamydosaurus kingii*, OM455401) and an **alligator snapping turtle** (*Macrochelys temminckii*, OM455402) showed 99.75% (406/407 bp) identity with *A. lugdunensis* (KY072781) from a human patient with keratitis in Spain (Martín-Pérez et al. 2017). Furthermore, the sample of a **green iguana** (*Iguana iguana*, OM455403) was 100% identical (404/404 bp) to *Acanthamoeba* T13 genotype (KF928948) from grassland soil, Italy (Geisen et al. 2014). In addition, phylogenetically, it grouped together with the strains of T13 genotype (Fig. 2)."

Le cycle de vie d'Acanthamoeba est composé d'un stade trophozoïte et d'un stade kystique, c'est-à-dire une forme active et une forme en dormance.

"During the trophozoite stage (Greek "tropho" means "to nourish"), *Acanthamoeba* feeds on organic particles as well as other microbes and divides mitotically under optimal conditions (food supply, neutral pH, ~30°C) and 50-80mOsmol [27]. Exposure to harsh conditions result in cellular differentiation into a double-walled cyst form [28]."

Les trophozoïtes se répliquent par mitose.



source 1 ?

<https://www.cdc.gov/dpdx/freeLivingAmebic/index.html>

Mode de transmission

La transmission de ce parasite vers l'Homme va se faire via un contact féco-oral étant donné que des trophozoïtes sont excrétés dans les fèces des reptiles.

- ?

Signes cliniques associés et traitements chez les reptiles

+?

Malgré qu'il n'y ait pas de cas d'infection avec signes cliniques rapportés chez les reptiles, on peut affirmer qu'il est possible que des reptiles subissent également les conséquences d'une infection à Acanthamoeba, notamment au niveau du système nerveux central.

Acanthamoeba spp. also cause infections of the CNS of animals, including gorillas, monkeys, dogs, ovines, bovines, horses, and kangaroos as well as birds, reptiles, amphibians, fishes and even invertebrates (Visvesvara & Stehr-Green, 1990; Dyková, 1999; Visvesvara & Maguire, 2006).

Signes cliniques associés et traitements chez l'Homme

Acanthamoeba peut avoir de nombreuses conséquences sur l'Homme, à la fois des effets directs et indirects. En effet, Acanthamoeba peut être porteur de nombreuses bactéries comme Legionella spp, Francisella tularensis, Mycobacterium avium, Listeria monocytogenes, Vibrio cholerae, etc.

Il s'agit d'un pathogène principalement opportuniste (même si des cas ont pu être observés chez des personnes immunocompétentes) qui peut affecter le système nerveux central, les poumons, la peau, ...

“Several species of Acanthamoeba (A. culbertsoni, A. castellanii, A. polyphaga, A. astronyxis, A. healyi and A. divionensis) have been known to cause GAE, primarily in patients with HIV/AIDS or who are chronically ill, diabetic, have undergone organ transplantation or are otherwise debilitated with no recent history of exposure to recreational freshwater. A few cases, however, have been described from individuals with no obvious signs of immunodepression.”

Chez les patients immunodéprimés, il peut être à l'origine d'une encéphalite granulomateuse amibienne, maladie chronique et souvent fatale.

Ce protozoaire peut également générer des kératites à Acanthamoeba chez les porteurs de lentilles de contact.

(The usual features of GAE consist of headache, stiff neck, and mental-state abnormalities, as well as nausea, vomiting, low-grade fever, lethargy, cerebellar ataxia, visual disturbances, hemiparesis, seizures and coma.

Acanthamoeba keratitis (AK) is a painful vision-threatening infection caused by these amoebae. If the infection is not treated promptly, it may lead to ulceration of the cornea, loss of visual acuity, and eventually blindness and enucleation (Jones et al., 1975; Seal, 2003).)

AK is associated with trauma to the cornea or contact-lens wear and the use of amoeba-contaminated saline. Minor erosion of the corneal epithelium may occur while wearing hard or soft contact lenses, and the subsequent use of contaminated saline solution is the major risk factor for Acanthamoeba keratitis.

More than 30 cases of AK were identified recently from the Chicago (Illinois) area alone (Joslin et al., 2006). It is estimated that as of August 2006 more than 5000 cases of AK have occurred in the United States. Because AK is not a reportable disease in the United States, the actual number is not known and may be even higher.

Amoebic trophozoites and cysts are seen infiltrated between the lamellae of the cornea.

Concernant la kératite à Acanthamoeba, un traitement agressif et un diagnostic précoce seraient nécessaires pour espérer une bonne récupération.

(The treatment regimen includes polyhexamethylene biguanide or chlorhexidine digluconate together with propamidine isethionate or hexamidine, is effective. If bacteria are also associated with the infection, addition of antibiotics, i.e., neomycin or chloramphenicol is recommended [54].)

Concernant l'encéphalite granulomateuse amibienne, il existe peu de traitements réellement efficaces étant donné le manque de molécules anti amibiennes et la difficulté pour les molécules à passer la barrière hémato méningée.

(has led to more than **90% mortality rate**. Few successful cases involved the use of ketoconazole, fluconazole, sulfadiazine, pentamidine isethionate, amphotericin B, azithromycin, itraconazole, or rifampicin [1, 58, 59] but overall the prognosis remains poor.)

Prévention et contrôle

Même si le reptile est loin d'être un facteur de risque majeur en ce qui concerne les infections à Acanthamoeba étant donné l'ubiquité de ce parasite, il convient de manière générale de respecter les bonnes pratiques d'hygiènes, d'éviter tout contact avec les yeux après manipulation d'un reptile, encore plus pour les porteurs de lentilles, et d'éviter tout contact avec un reptile pour les personnes présentant une baisse du système immunitaire.

+resistance ++ dans envir

Exposure to harsh conditions result in cellular differentiation into a double-walled cyst form

[28].

Giardia spp.

Giardia duodenalis est un protozoaire zoonotique qui peut infecter le système digestif d'une grande diversité d'hôtes.

(*G. duodenalis* (syn. *Giardia lamblia*, *Giardia intestinalis*) is recognized as a complex of at least eight different assemblages with different host distribution: assemblages A and B are found in a wide range of domestic and wild mammals, including humans; assemblages C and D are specific for dogs and other canids; assemblage E is found in livestock; assemblage F in felids; assemblage G in rats and assemblage H in marine mammals (**CACCIÒ, 2015**).)

Si il est admis dans de nombreux articles que Giardia spp./duodenalis fait partie des nombreux parasites potentiellement zoonotiques des reptiles de compagnie (“Both *Giardia* and *Cryptosporidium* represent some of the many potentially zoonotic parasites that can routinely infect reptiles and amphibians (Mendoza-Roldan et al., 2020).” “*Giardia* and *Cryptosporidium* which are important and common parasites of reptiles and amphibians (Terrell et al., 2003; Girling and Raiti, 2004).”), on a en réalité très peu de recherches qui ont été faites à ce sujet.

La recherche de Giardia spp. nécessite des tests spécifiques (colorations spécifiques, tests d'immunofluorescence spécifique, ...) qui ne sont généralement pas réalisés lors d'études sur le parasitisme général des reptiles.

(One limitation of the present study is that samples were not subjected to specific screening for the protozoans *Giardia* and *Cryptosporidium* which are important and common parasites of reptiles and amphibians (Terrell et al., 2003; Girling and Raiti, 2004). This was not the focus of the described survey because of cost and logistics associated with this additional testing. Previous research that specifically evaluated reptiles and amphibians for *Giardia* and *Cryptosporidium* infections utilized additional diagnostic tests, such as specialty staining or immunofluorescence assays for their detection or only tested animals with previous clinical signs of gastitis.)

Une étude réalisée en 2017 sur 31 lézards sauvages d'Espagne du Nord est l'une des premières à mettre en évidence la présence de Giardia duodenalis chez le reptile: “To the best of our knowledge, this is the first detection of *G. duodenalis* in free-living wild reptiles.” Ou : “In the last years, few studies about the presence of *Giardia* in reptiles, both in wild and in captivity, were carried out, and their results did not show evidence of *Giardia* species in these hosts (LALLO et al., 2009; RINALDI et al., 2012; RAS-NORYNSKA & SOKOL, 2015).”

Résultats: Fecal samples from 31 wild lizards were collected in Galicia (northwest Spain) and screened for the presence of *Giardia* by PCR amplification and sequencing of the ITS1-5.8S-ITS2 region in the ribosomal unit.

This allowed detection of the parasite in 5 samples (16.1%), and enabled identification of *G. duodenalis* assemblage A2 in two samples of Iberian rock lizard (*Iberolacerta monticola*), *G. duodenalis* assemblage B in other two samples of *I. monticola*, and *G. duodenalis* assemblage E in one sample of Bocage's wall lizard (*Podarcis bocagei*). The results obtained after PCR amplification and sequencing of the SSU-rDNA gene confirmed the presence of *G. duodenalis* assemblage A in two samples of *I. monticola*.

+ajouts morpho,, cycle, sympt ?

Sarcocystis spp.

Sarcocystis spp. est un parasite protozoaire responsable de la sarcosporidiose chez l'Homme. Nous allons nous concentrer ici sur Sarcocystis nesbitti, qui a pour hôte définitif des reptiles.

Morphologie

+

Espèces porteuses

+

Une étude menée en 2015 au Japon sur 67 serpents domestiques a mis en évidence la présence de *Sarcocystis* via PCR sur échantillon de selles chez 4 serpents. (verif si bien *S nesbitti*)

"In Japan, snakes are popular exotic pet animals that are imported from overseas, but the degree of *Sarcocystis* infection in them remains unclear. The possibility exists that muscular sarcocystosis by *S. nesbitti* occurs in contact with captive snakes in non-endemic countries."

Cycle :

Le cycle de vie de *Sarcocystis* implique un mode de reproduction sexuée et asexuée. On distingue 3 stades de ce parasite: les oocystes, les sporocystes (que l'on peut tous les deux retrouver dans les fèces des hôtes infectés) et les sarcocystes que l'on retrouve dans les muscles striés de leurs hôtes

La reproduction asexuée se produit lors de l'ingestion par un hôte intermédiaire (**herbivore ?**) d'oocystes ou sporocystes via de l'eau ou de la nourriture contaminée par les matières fécales de l'hôte définitif (primates non humains, carnivores, pythons réticulés) Un sporocyste va alors libérer ses sporozoites (**trouver schéma**) dans le système digestif de l'hôte intermédiaire, ceux-ci vont ensuite migrer dans le système sanguin de son hôte.

C'est là que commence la reproduction asexuée qui va engendrer de nombreux merozoïtes qui vont migrer un peu partout dans le corps via le système sanguin avant d'aller former des sarcocystes dans les muscles striés.

The sarcocysts would remain non-infectious for at least 2 months until the bradyzoites within the sarcocysts have matured and appeared as crescent shaped [1, 3]. ?

Si l'hôte intermédiaire est ingéré par un prédateur, les sarcocystes présents dans ses muscles vont se rupturer, et libérer des bradyzoïtes qui vont effectuer une reproduction sexuée (**a verif**) et générer des oocystes qui pourront être excrétés dans les fèces de l'hôte définitif.

L'Homme peut donc à la fois être un hôte intermédiaire ou définitif. Dans le cadre des zoonoses transmises par les reptiles de compagnie, nous ne prenons en compte que les cas où l'Homme est un hôte intermédiaire (accidentel) et où il s'est donc infecté via les fèces d'un reptile infecté.

Mode de transmission

La sarcosporidiose musculaire peut être due à l'ingestion via contact féco-oral entre un Homme et les fèces contaminées d'un reptile.

“Muscular sarcocystosis can be acquired from ingestion of water or food that has been contaminated with faeces from infected definitive hosts.”

“The possibility exists that muscular sarcocystosis by *S. nesbitti* occurs in contact with captive snakes in non-endemic countries.” ! ???

Signes cliniques associées et traitements chez les reptiles



Signes cliniques associées et traitements chez l'Homme

En cas d'ingestion d'oocystes de ces parasites, l'Homme peut déclencher une sarcocystose musculaire. Bien que généralement asymptomatique, on peut parfois avoir l'apparition de nodules musculaires qui peuvent parfois s'accompagner d'épisodes de fièvre et de myalgies. Ces symptômes peuvent durer quelques mois voire plusieurs années.

“*Sarcocystis nesbitti*, using snakes as the definitive host, is a causative agent of acute human muscular sarcocystosis in Malaysia.”

Les sarcocystoses musculaires chez l'homme sont très rares, et principalement rapportés dans les pays du Sud-Est de l'Asie.

(Subsequently a decade later, another 100 suspected muscular sarcocystosis cases were recognised in travellers returning from vacation in Tioman Island, East Coast of Peninsular Malaysia during the summer months of 2011 and 2012. Thirty-five cases were initially identified in travellers from Europe (i.e. Germany, France, Netherlands, Switzerland, Belgium and Spain) and Asia (i.e. Singapore); all had prolonged fever and muscle pain. Another 65 cases were recognised about 6–8 months later with two being asymptomatic [15, 16].)

Les données concernant ce parasite sont actuellement insuffisantes pour évaluer la menace réelle qu'il représente : “Nevertheless, epizootiological information of *S. nesbitti* in snakes remains insufficient because few surveys have assessed *Sarcocystis* infection in snakes in endemic countries.”

(Recently however, outbreaks of human sarcocystosis have occurred in Malaysia (AbuBaker et al. 2013; Esposito et al. 2015); then, *S. nesbitti* was identified as the causative agent of acute muscular sarcocystosis by 18S ribosomal RNA gene (18S rDNA) sequencing analysis of biopsy samples from patients (AbuBaker et al. 2013; Esposito et al. 2015; Lau et al. 2014). Therefore, elucidation of the distribution and prevalence of *S. nesbitti* in snakes is extremely important.)

(For muscular sarcocystosis, the final diagnosis is usually made by microscopic detection of sarcocysts in muscle biopsies (e.g. tongue, oesophagus, diaphragm, heart and skeletal muscles) [44]. In most of the human cases, *Sarcocystis* was detected as incidental findings at autopsy [6, 9]. Tissue sections are commonly stained to facilitate visualisation and to differentiate *Sarcocystis* from other protozoa which have similar morphological structures [32, 46]. For example, periodic acid Schiff (PAS) can be used to differentiate bradyzoites of *Sarcocystis* (PAS negative) from those of *Toxoplasma gondii* (PAS positive except the nucleus) [32]. For ultrastructural studies of *Sarcocystis* sarcocysts and species identification, transmission electron microscope is regularly used [35].)

+

Autres :

Nous allons à présent évoquer quelques parasites présents chez les serpents qui peuvent entraîner des zoonoses via la consommation de viande de serpents.

Spirometra spp.

Spirometra spp. fait partie des zoonoses causées par les reptiles les plus connues. Les larves des cestodes du genre *Spirometra spp.* peuvent entraîner une sparganose chez les Humains ayant consommé de la viande de reptile mal cuite, ou en cas d'application de cataplasmes de chair de reptile sur une plaie comme celà se fait encore dans certaines cultures, notamment asiatiques.

Les reptiles sont des hôtes intermédiaires de ce parasite, et sont donc porteurs de ces larves, principalement au niveau musculaire, ce qui explique la transmission via l'ingestion de viande de reptile mal cuite.

Cette zoonose peut entraîner de nombreux signes cliniques en fonction de la localisation des larves dans le corps. On parle principalement de la sparganose cérébrale, lorsque des nodules se forment au niveau de l'encéphale, qui peut entraîner des maux de têtes, des crises d'épilepsie, des parésies/paralysies, voire le décès de la personne infectée.

Toxoplasma spp., Trichinella spp., Anisakis spp., Gnathostoma spp., ...

On peut citer de nombreux autres parasites comme *Toxoplasma spp.*, *Trichinella spp.*, *Anisakis spp.*, *Gnathostoma spp.*, etc qui ont tous en commun de pouvoir avoir pour hôte intermédiaire un reptile. Tous ces parasites peuvent passer à l'Humain via ingestion de viande de reptile mal cuite. Une transmission par contact n'a pour le moment été mise en évidence pour aucun de ces parasites étant donné qu'aucun reptile ne semble pouvoir excréter de matériel infectieux dans ses selles.

Ectoparasites

Les reptiles peuvent être porteurs de différents arthropodes, acariens ([tiques \(ixodes, argasidae\), et "mites" \(macronyssidae, thrombiculidae\) \(acariens parasitiformes et acariformes ?\)](#)) et diptères (culicoides, phlébotomes, ...) qui peuvent parfois aller se nourrir sur les humains et faire office de vecteurs pour différents pathogènes (bactéries, protozoaires et virus).

Dans le cadre des maladies transmises par l'intermédiaire des reptiles, les pathogènes d'origine bactérienne sont principalement associés aux acariens, les virus aux diptères, tandis que les protozoaires peuvent être associés à ces deux catégories.

["Those microorganisms that cause RVBDs can be separated accordingly, being bacteria mainly associated to Acarina, viruses to Diptera and protozoa to both groups of vectors \(Mendoza-Roldan et al., 2021a\)."](#)

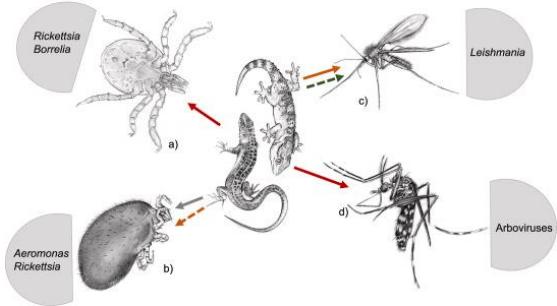


Fig. 1. Arthropod vectors associated to reptiles represented by a *Podarcis siculus* lizard and *Tarentola mauritanica* gecko and zoonotic pathogens they may transmit. a) *Ixodes ricinus* tick larva, b) *Ophionyssus natricis* mite, c) *Sergentomyia minuta* sand fly, d) *Aedes albopictus* mosquito. Red lines represent high importance role of transmission, orange line represents medium importance role of transmission, gray line represents mechanical vector and green line represents transmission of non-pathogenic zoonotic microorganisms. Dashed lines represent neglectable knowledge on actual role of vector.

Acariens

Parmi les arthropodes qui parasitent les reptiles, nous allons distinguer les acariens acariformes des acariens parasitiformes.

(They belong to the orders Trombidiformes (superorder Acariformes), Mesostigmata and Ixodida (superorder Parasitiformes).)

Acariens parasitiformes/Tiques Ordre Ixodidae

Parmi ces acariens acariformes, nous allons évoquer l'ordre des Ixodidae, et plus précisément deux familles de tiques qui parasitent principalement les reptiles de compagnie: Ixodidae et Argasidae.

Un grand nombre de ces tiques peuvent elle-même être porteuses de pathogènes, qui peuvent à la fois affecter le reptile, mais aussi l'Homme.

Parmi les potentielles zoonoses qui peuvent être véhiculées par ces tiques, on retrouve différentes maladies en fonction des régions et des tiques les plus présentes dans celles-ci. Néanmoins, dans le cadre des zoonoses transmises par les reptiles de compagnie, la méfiance est principalement de mise pour les reptiles prélevés dans la nature dans les zones endémiques de certaines tiques.

+

On peut citer diverses maladies RBVD :

La maladie de Lyme: cette maladie est causée par une bactérie : *Borrelia burgdorferi*, souvent portée par des tiques du genre *Ixodes* que l'on retrouve beaucoup en Europe et en Amérique du Nord et sur de nombreuses espèces de reptiles.

La fièvre pourprée des montagnes Rocheuses :

“This is the case of *I. ricinus* ticks feeding on lizards and associated to *Borrelia burgdorferi* sensu lato (Fig. 1a) (Majláthová et al., 2008; Mendoza-Roldan et al., 2019) and spotted fever group *Rickettsia* spp. (Fig. 2a) (Mendoza-Roldan et al., 2021b) (Table 1).”

Différentes formes de fièvres récurrentes chez l'Homme dues à des tiques du genre *Amblyomma*, *Ornithodoros* ou encore *Borrelia*:

Ex: Des cas de fièvre africaine attribués à *Rickettsia africae* et provenant d'*Amblyomma variegatum* détectés dans des reptiles importés d'Afrique ont déjà été rapportés au nord de l'Amérique.

Ex: *Ornithodoros turicata* est un parasite fréquent chez les tortues qui peut être vecteur de *Borrelia turicatae* qui cause des épisodes de fièvre chez l'homme.

Ex: Also, *Rickettsia anan* was detected in ticks from the species *Amblyomma exornatum* in varanid lizards imported into the USA [34].

Ex: In Australia, *Rickettsia honei*, the causative agent of the Flinders Island spotted fever in humans, has been detected in ticks (e.g., *Bothriocroton hydrosauri*) infesting a range of reptile species, which act as the main reservoirs for this pathogen [32,33].

Four species of *Amblyomma* ticks, parasitizing lizards, and tortoises were introduced into Florida and were found to be infected with *Ehrlichia ruminantium*, which causes 'Heartwater' disease, and *C. burnetti*, the agent of Q fever (Mendoza-Roldan et al, 2020).

On peut citer plusieurs bactéries qui peuvent être portées par les tiques de nos reptiles et qui peuvent engendrer des pathologies chez l'Homme:

Les bactéries du genre *Ehrlichia* ont été retrouvées chez de nombreux acariens de différents reptiles un peu partout dans le monde. Par exemple : “*Ehrlichia ruminantium*, the causative agent of heartwater disease, common to ruminants and that can occasionally infect humans, has been reported in *Amblyomma sparsum* from leopard tortoises imported into the United States from Zambia (Peter et al., 2002; Omondi et al., 2017), *Ehrlichia chaffeensis* and *Candidatus Neoehrlichia mikurensis* were detected in *Amblyomma* spp. from reptiles imported to Japan (Andoh et al., 2015). [...] Other ehrlichial agents were detected from *H. aegyptium* ticks from Palearctic tortoises in Romania, *I. ricinus* ticks from lizards of Italy and *Amblyomma* spp. from snakes of Malaysia (Paştiu et al., 2012; Kho et al., 2015; Mendoza-Roldan et al., 2021b), which further indicates that the diversity of ehrlichial microorganisms infecting reptiles is presently underestimated in their pathogenicity, distribution and evolution.”

Les bactéries du genre *Borrelia*, dont certaines sont responsables de la borreliose de Lyme, sont souvent portées par des tiques du genre *Ixodes*.

Coxiella burnetii, la bactérie responsable de la fièvre Q, peut être retrouvée chez différentes espèces de tiques, dont certaines endémiques d'Europe : “Reptiles and their ticks can act as reservoirs, as for example *H. aegyptium* tick which parasitizes Mediterranean chelonians (Široký et al., 2010; Paştiu et al., 2012). Other reptilian ticks have been recorded as vectors of *C. burnetii*, such as *Amblyomma exornatum* from Guinea Bissau (Arthur, 1962) and *Amblyomma variegatum* in Africa (Giroud, 1951).”

Les bactéries du genre Rickettsies : “As mentioned before, reptiles participate directly in the epidemiology of some pathogens of both the Rickettsiales order and the Rickettsiaceae family (Andoh et al., 2015; Novakova et al., 2015).

(...) most of the *Rickettsia* species of zoonotic concern, associated to reptiles, are englobed in the Spotted Fever Group (SFG). For example, *Rickettsia honei*, the causative agent of Flinders Island spotted fever, was first described from *Bothriocroton hydrosauri* from lizards and snakes (Stenos et al., 2003; Whiley et al., 2016). Other eight species of SFG *Rickettsia* have been detected in ectoparasites and in reptiles, such as a rickettsial disease in humans, known as African Fever, caused by *Rickettsia africae* and transmitted by *A. variegatum* (Parola et al., 1999). This rickettsial disease has been detected in ticks infesting reptiles imported into North America (Burridge and Simmons, 2003)."

“ An important role of reptiles in the epidemiology of rickettsial agents is given by the international reptile trade, where reptiles are imported with their ectoparasites harboring *Rickettsia* spp. (Burridge and Simmons, 2003; Pietzsch et al., 2006; Mihalca, 2015; Barradas et al., 2020; Bezerra-Santos et al., 2021a, 2021b). In fact, given that some tick species that usually parasitize reptiles can also infest humans, the risk of emergence of rickettsial agents in non-endemic areas exists (Norval et al., 2020).”

Morphologie

?

Espèces porteuses

Tous les reptiles peuvent être porteurs de tiques.

+tableau

Cycle de vie

+

Very often larval and nymphal stages feed on reptiles but may also infest mammals and birds developing in rare cases exclusively on reptiles as principal hosts (e.g., species of the genus Amblyomma). This is the case of *Amblyomma humerale* whose larvae and nymphs feed on mammals and reptiles, whereas adults preferentially feed on turtles and tortoises (Martins et al., 2020). The high specialization exclusively on one reptile species (monoxenous parasitism) is rare, such as in the case of Argas (Microargas) transversus (Argasidae) from *Chelonoidis nigra* (Hoogstraal and Kohls, 1966).

Mode de transmission

Le plus souvent, on retrouve des tiques chez des reptiles capturés dans la nature ou qui ont été en contact avec des animaux prélevés dans la nature.

Comme expliqué au niveau du cycle de vie, ce sont généralement les nymphes et les larves qui sont présentes sur les reptiles, tandis que les adultes sont beaucoup moins spécifiques, et peuvent donc aller se nourrir chez l'Homme une fois sa maturité atteinte. (a verif)

Signes cliniques associés et traitements chez les reptiles

De manière générale, les tiques sont généralement peu pathogènes pour leurs hôtes reptiles. Elles peuvent parfois générer du prurit aux endroits où elles se nichent le plus souvent : tête, région nasale, articulations, plis de peau, cloaque, ... En cas de fortes infestations, elles peuvent parfois entraîner une perte de poids, de la déshydratation et de l'anémie.

En cas d'observation de tiques sur le reptile, on procède à un retrait manuel. (+?)

Signes cliniques associées et traitements chez l'Homme

Très variable, voir pathogènes transmis...+histoires de dermatites du zoonoses threat ?

Prévention et contrôle

A l'acquisition d'un nouveau reptile, un contrôle par un vétérinaire et un examen minutieux de la peau avec retrait au besoin des tiques observées est généralement suffisant.

Acariens parasitiformes/Tiques Ordre Mésostigmates -> Ophionyssus natricis

On va également parler d'un deuxième ordre chez les acariens parasitiformes : les mésostigmates, et plus précisément, nous allons parler d'*Ophionyssus natricis*, l'ectoparasite le plus répandu chez les reptiles en captivité.

Morphologie

Ces acariens adultes mesurent 0.6 à 1.3 mm de long, ce qui les rend visibles à l'œil nu.

Unfed females are yellow-brown; engorged females are dark red, brown or black.

The cuticle bears only a few short bristle-like hairs (Fig. 1). +

Espèces porteuses

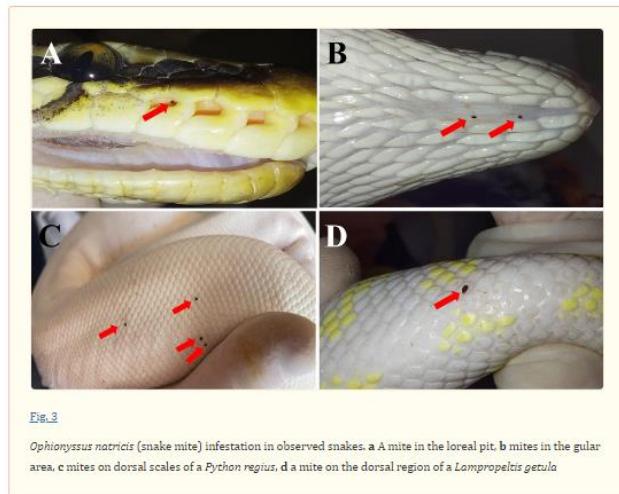
Ophionyssus natricis est une espèce d'acariens répandue sur tous les continents, et sur de nombreux reptiles. Elle semble toutefois être plus présente chez les serpents que chez les autres reptiles.

"The indiscriminate feeding behavior of *O. natricis* on any type of snake was observed in the present study. In other studies, this mite species has often been associated with constrictor families of snakes [5, 6, 46], with only a few case reports of infestation on colubrid snakes [47, 48] and some lizards, such as *Pogona vitticeps* [7]."

Pour information : " A previous survey found the prevalence of this mite to reach as high as 65.8% (i.e. 25/38) in central and northern Italy [44]."

Indeed, the prevalence of these mites as well as the infestation rates vary depending on the size of the breeding facility, taking into account that these mites can infest rapidly and efficiently all terraria. The prevalence has been shown to be lower (i.e. 3.4%; 1/29) in cases of co-infestation with other Mesostigmata mites [13]. The overall

prevalence of the infestation reported in the present study was similar to that recorded in a previous survey in snake collections from Belgium (i.e. 40%) [45], which was classified as a heavy infestation."



Cycle de vie

Le cycle de vie d'Ophionyssus natricis dure entre 13 et 19 jours en fonction des conditions environnementales (terrarium sale, températures entre 20 et 30° et plus de 75% d'humidité).

La femelle pond ses œufs dans l'environnement ([a vérif](#)) qui en 1 à 4 jours deviennent des larves. Les larves ne se nourrissent pas, tandis que les nymphes et les adultes sont hématophages et se nourrissent sur l'hôte.

Dans certaines conditions, ces acariens peuvent très rapidement envahir tout le terrarium.

+

Mode de transmission

La transmission de ce parasite à l'Homme se fait par contact direct avec un reptile.

Signes cliniques associés et traitements chez les reptiles

Les infestations par Ophionyssus natricis chez le reptiles peuvent engendrer différents signes cliniques.

Contrairement à d'autres acariens, Ophionyssus natricis peut engendrer de fortes infestations qui peuvent avoir de graves conséquences sur leurs hôtes.

On pourra généralement observer de la léthargie, des problèmes de mue (**dysecysis**), du prurit, des changements de comportement (nervosité, augmentation des temps de baignade, ...), des dermatites pouvant aller jusqu'à l'abcédation, de l'anémie (**parfois compliquée de septicémie, explication ?**), tout ça pouvant parfois aller jusqu'à la mort de l'animal.

De récentes études ont prouvé l'efficacité des afoxolaner (Nexgard) à un dosage de 2mg/kg en une seule administration contre Ophionyssus natricis.

Contrairement à d'autres antiparasitaires utilisés auparavant (pyréthrines, ...), les afoxolaner n'ont quasiment aucun effets secondaires, sont efficaces en une seule administration et n'ont jusqu'ici démontré de toxicité chez aucun reptile.

Il est également indispensable de traiter l'environnement : “with a 2% trichlorfon hydrochloride solution applied once weekly for three times with no mites reported three months after treatment”

In addition, these control approaches should be continuous, taking into account the 3-month survival time of mites in the environment without blood intake [1, 10].

Non-pharmacological methods include temperature increase ($> 50^{\circ}\text{C}$) as well as a decrease in humidity (< 50%), both factors which will diminish mite survival, disinfection and cleaning of the enclosure, periodic water baths of the infested animal and isolation and quarantine of infested individuals [1, 12].

Signes cliniques associés et traitements chez l'Homme

Comme les autres acariens, *Ophionyssus natricis* est vecteur de différents pathogènes, mais il peut aussi avoir un effet pathogène direct sur l'Homme en causant des dermatites lors de morsures (+ illustration ?). (Un autre auteur a décrit des éruptions papulo-vésiculaires de la peau chez l'homme [19].)

Moreover, *O. natricis* is an important vector of reptile vector-borne diseases and is considered to be the putative vector of the *Reptarenavirus*, the causal agent of the inclusion body disease. ?

However, macronyssid mites *O. natricis* (Fig. 1b) can be mechanical vectors of *Aeromonas hydrophila*, mainly in snakes (Camin, 1984; Jacobson et al., 2007; Lupescu and Baraitareanu, 2015).

Reptiles develop systemic disease due to *Aeromonas* spp., therefore they are not effective reservoirs for these bacteria. Generally, infection occurs after mechanic transmission events such as, trauma, secondary infection of abscesses, mite infestation or stress due to suboptimal environmental conditions (Lupescu and Baraitareanu, 2015; Thomas et al., 2020). Infection in reptiles may induce systemic disease (i.e., stomatitis, sepsis, pneumonia) or be asymptomatic, acting *A. hydrophila* as an opportunistic pathogen (Jacobson et al., 2007). Zoonotic vector-borne risk of infection of *A. hydrophila* from reptiles is given from previous reports of *O. natricis* mites infesting humans (Schultz, 1975; Amanatfard et al., 2014), causing gastrointestinal symptoms, such as diarrhea, emesis and abdominal pain (Lupescu and Baraitareanu, 2015).

In addition, *O. natricis* is an important vector of reptile vector-borne diseases (RVBDs), such as hemogregarines (i.e. *Hepatozoon* spp.), and it is considered to be the putative vector of a *Reptarenavirus* causing the devastating inclusion body disease (IBD) [15–17]. Importantly, *O. natricis* poses a public health concern due to its vector competence of zoonotic pathogens, being a mechanical vector of *Aeromonas hydrophila*, as well as being found by molecular studies to be positive for *Rickettsia* spp. of the spotted fever group [15, 16]. Additionally, *O. natricis* may develop an unspecific feeding behavior on other host species, such as humans, and thereby have a direct deleterious effect on these hosts, causing dermatitis and increasing the risk of zoonotic transmission of the above-mentioned pathogens [10, 18, 19].

?

Prévention et contrôle

Le diagnostic est généralement facile étant donné que cet acarien est visible à l'œil nu.

A diagnosis of *O. natricis* (Figure 2) was made through the collection of mites by direct swabs and acetate tape, visualization under the microscope at magnifications of x10 and x40, and morphometric identification of the specimens. ?

Il est également important de prévenir toute infestation en prenant soin de respecter une quarantaine et de réaliser une recherche minutieuse des parasites avant toute introduction d'un reptile dans un nouvel environnement.

Le substrat utilisé dans les terrariums doit également être choisi avec soin étant donné que ces acariens peuvent survivre à minima 3 mois sans faire de repas sanguin.

Bedding from the environment can also be a source of mites, as mites can survive for long period of time without feeding [1], which makes it important to sanitize or freeze bedding prior to use in order to avoid future infestations.

The results from this study suggest that a monthly administration of afoxolaner given directly or via prey to captive snakes can control future infestations with this zoonotic mite.

Acariens acariformes / Trombidiformes

+?

Leur rôle en tant que vecteurs de parasites a jusqu'ici été peu investigué malgré qu'ils fassent partie des "mites" parasites les plus représentés de l'herpétofaune.

In a comprehensive study of reptiles and amphibians in Brazil ($n = , 4515$ specimens examined) the majority of infested animals ($n = 170$) were lizards ($n = 72; 42.3\%$), infested mainly by Trombidiformes order (Trombiculidae and Pterygosomatidae) (Mendoza-Roldan et al., 2020b). Examples of mite vectors of pathogens are represented in both the Trombidiformes and Mesostigmata orders (Fig. 1b) (Table 1).

- tableaux !

Caractéristiques

Agents de zoonose

Morphologie

Espèces porteuses

Cycle de vie

Mode de transmission

Symptômes chez le reptile

Smaller mites (e.g., Trombiculidae, Pterygosomatidae) attaching evenly on the host body (Bertrand, 2002) or in the respiratory system of their hosts (e.g., Entonyssidae in snakes) (Fain et al., 1983).

Traitements chez le reptile

Symptômes chez l'Homme

Traitements chez l'Homme

Prévention et contrôle

Prévention et contrôle

Diptères

Les reptiles peuvent également servir de réservoirs pour de nombreux pathogènes (principalement protozoaires et virus) transmissibles à l'Homme via des piqûres de diptères.

Phlebotomine sand flies are the single natural vector of *Leishmania* spp. and may also be involved in the transmission of Arboviruses (Phlebovirus) and Bartonella sp. to humans (Ready, 2013).

Concernant les protozoaires, les espèces ayant un pouvoir zoonotique et portées par les reptiles sont principalement des Trypanosomatidae, généralement transmis par des phlébotomes, comme par exemple : “Importantly, *Trypanosoma brucei*, the causative agent of sleeping sickness, was detected in monitor lizards from Kenya (Njagu et al., 1999). (...) Accordingly, experimental evidence suggests that reptiles could be potential reservoirs of this protozoa (Woo et al., 1969).”

Un des plus important protozoaire porté par les reptiles est *Leishmania* spp.

“For example, *Leishmania adleri* from lacertid lizards may produce cutaneous leishmaniasis in mammals (Manson-Bahr and Heisch, 1961; Coughlan et al., 2017).”

“Also, *Leishmania tarentolae* from geckoes has been molecularly detected in human mummies from Brazil (Novo et al., 2015), and human blood from Italy (Pombi et al., 2020). Additionally, *S. minuta* (Fig. 1c), the putative vector of this *Leishmania* sp., has been recently detected feeding from humans, also in Italy (Table 2) (Abbate et al., 2020).

The role of *L. tarentolae* infection in protecting mammals against other pathogenic *Leishmania* spp. needs to be further investigated also considering the promising results of preliminary heterologous vaccination attempts (Klatt et al., 2019).” !!

On the other hand, reptiles could also act as reservoirs of pathogenic *Leishmania* spp. in areas where primary hosts do not occur or where reptiles and typical hosts live in sympatry. Recent studies have detected pathogenic *Leishmania*, such as *L. tropica*, *L. donovani* and *L. turanica* in lizards and snakes in northwestern China (Zhang et al., 2019; Chen et al., 2019). Given all of the above, future studies should focus on the role reptiles could have in the epidemiology of leishmaniasis and trypanosomiasis.

Phlebotomine flies, mainly of the genus *Sergentomyia*, are herpetophilic hematophagous invertebrates that were, until recently, associated with the transmission of the nonpathogenic species *Leishmania tarentolae* [36]. However, recent studies have demonstrated that *Sergentomyia* spp. can also harbor pathogenic *Leishmania*, such as *Leishmania infantum* and *Leishmania major* [37–39]. Moreover, other pathogenic species of *Leishmania* have been detected in lizards (e.g., *Leishmania turanica*, *Leishmania tropica*, and *Leishmania donovani*) [40,41] (Table 1), raising the hypothesis that lizards and associated sand flies could play a role in the epidemiological cycle of leishmaniasis.

Concernant les virus, on parle surtout dans ce cas ci des arbovirus : “In addition, most groups of reptiles (i.e., Testudines, Squamata, Crocodylia) have been found

serologically and molecularly positive for various arboviruses (Steinman et al., 2003). In fact, many reptile species are considered reservoirs for other arboviruses such as western and eastern equine encephalites, Venezuelan equine encephalitis, West Nile Virus, and most recently Chikungunya virus (Burton et al., 1966; Bingham et al., 2012; Bosco-Lauth et al., 2018)."

Many species of mosquitoes may feed on reptiles, including medically important anthropophilic species such as *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Fig. 1d; 2d) (Bosco-Lauth et al., 2018).

- tableaux
- hepatozoon ?

Champignons

Les zoonoses fongiques provenant des reptiles ont pour le moment été peu étudiées mais pourraient avoir leur importance et méritent de plus amples recherches.

Nous allons nous concentrer sur quelques mycoses un peu plus étudiées ici.

Zygomycoses

Parmi les zygomycoses, on distingue les mucormycoses qui entraînent des infections chez des hôtes immunodéprimés partout dans le monde, et les enthomophthoromycoses, dites les zygomycoses tropicales, qui elles peuvent avoir pour origine un reptile.

->*Enthomophthoromycoses (zygomycoses tropicales)*

La zoonose fongique provenant des reptiles la plus connue est la zygomycose, que l'on peut associer à deux espèces de l'ordre des Entomophthorales : Basidiobolus spp. (on parlera ici de Basidiobolus ranarum, qui est l'espèce pathogène) et Conidiobolus spp..

(*Basidiobolus ranarum* est la désignation taxonomique préférée pour les espèces pathogènes, tandis que d'autres espèces telles que *B. haptosporus*, *B. meristosporus* et *B. heterosporus* sont considérées comme des synonymes. 14 , 22)

Cycle de vie

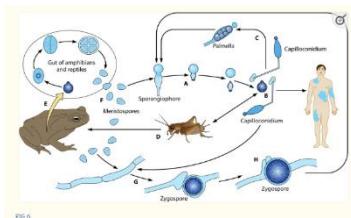


FIG. 2
Le cycle de vie de *Basidiobolus ranarum*. (A) Le cycle de vie commence lorsque les conidies collantes sont éjectées de l'oreille des sporangiosphères. (B) La conidie primaire collante peut se fixer à un hôte de passage (humain ou insecte) et développer une conidie asexuée allogae (coproconidium), qui peut également se fixer aux hôtes de passage et se développer en allogae supplémentaires pour continuer le cycle. (C) Les conidies collantes peuvent également se fixer pour former de nouvelles espèces endoparasitaires. (D) Les conidies sont libérées à l'extérieur du parasite causé par le coproconidium, donnant naissance à de nombreux types et à des sporangiosphères uniques (A). (D et E) Les nouvelles conidies (D) peuvent être ingérées par des reptiles ou des amphibiens (E), initiant un nouveau cycle à l'intérieur du tractus digestif de ces animaux. (F) Dans ce nouveau développement, des conidies collantes sont libérées dans les excréments et peuvent être ingérées par d'autres hôtes intermédiaires commensaux (G). (H) Si deux hyphes de sexe opposé entrent en contact, leur échange de matériel génétique conduit à la formation d'ospores sessiles (mermaziospores). Les ospores peuvent se développer en sporangiosphères (Inset long).

Ici expli pour Basidiobolus, trouver différences avec Conidiobolus:

Ces champignons entomophthorales expulsent des conidies collantes qui peuvent aller se fixer sur un hôte intermédiaire, généralement un insecte, mais parfois aussi un mammifère (dont les humains qui sont des hôtes intermédiaires accidentels), chez qui elles vont provoquer une basidiobolomycose/conidiobolose.

En cas d'ingestion d'un insecte infecté par un reptile, un nouveau cycle va avoir lieu dans le tractus digestif de ce dernier, des spores seront expulsées dans les matières fécales des reptiles, et elles deviendront par la suite les conidies capables de s'accrocher sur de nouveaux hôtes intermédiaires.

(+expli)

+<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6148186/>

Morphologie

+?

Espèces porteuses

On retrouve aussi bien *Basidiobolus ranarum* que *Conidiobolus* spp. dans le tractus digestif de nombreux reptiles de manière commensale.

Une étude réalisée en Afrique du Sud en 2019 sur des agames a montré la présence de 60% de *Basidiobolus* dans leurs fèces.

•

Signes cliniques associés et traitements chez les reptiles

Les basidioboles et les conioboles sont commensaux dans le système digestif des reptiles, et n'entraînent donc pas de signes cliniques chez ceux- ci.

Signes cliniques associés et traitements chez l'Homme

Les zygomycoses peuvent prendre des apparences très variées. Il s'agit d'infections rares, plutôt présentes en zones tropicales (ce qui peut s'expliquer notamment par la présence de reptiles synanthropes dans les habitations) et qui touchent des hôtes immunocompétents.

On estime que l'occurrence de ces infections est largement sous-estimée, en particulier en ce qui concerne la basidiobolomycose gastro-intestinale qui peut s'apparenter à de nombreuses autres maladies.

Basidiobolus ranarum entraîne généralement des lésions au niveau du tissu sous-cutané et/ou du système digestif assez bénignes, mais il existe des cas où ce champignons s'est disséminé partout dans l'organisme et a entraîné la mort de son hôte.

Cette affection concerne le plus souvent des enfants et des jeunes adultes, et se localise surtout au niveau du thorax et des fesses.

Les champignons de l'espèce *Conidiobolus spp.* (surtout *Coniobolus coronatus*) entraînent le plus souvent des lésions au niveau du visage et de l'appareil respiratoire supérieur chez l'adulte. Dans certains cas graves, les mycoses peuvent s'étendre aux sinus, aux orbites, aux méninges, à l'encéphale et entraîner la mort de l'individu.

On observe parfois également des formes pulmonaires ou gastro-intestinales.

La culture sur milieu de Sabouraud, mais sans addition d'antibiotiques ni d'Actidione®, assure l'identification de l'espèce en cause. Le traitement médical fait appel aujourd'hui surtout aux imidazolés (kétoconazole, itraconazole). Il est avantageusement complété par une chirurgie d'exérèse ou réparatrice. Le pronostic de ces affections est en général favorable.

La prise en charge des champignons entomophthoraliens repose sur les thérapies antifongiques traditionnelles, telles que l'iodure de potassium (KI), l'amphotéricine B, l'itraconazole et le kétoconazole, et la chirurgie.

+photos ? <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6148186/>

Mode de transmission

On peut retrouver ces champignons dans les fèces de certains reptiles et une transmission peut se faire chez l'Homme via une plaie cutanée ou par ingestion en ce qui concerne *Basidiobolus*, et via inhalation de spores en ce qui concerne *Conidiobolus*.

(Les conidies collantes se fixent aux tissus blessés et développent un tube germinatif qui finit par pénétrer dans la peau ouverte, provoquant une basidiobolomycose (Figure 5))

Jusqu'à présent, le mode de transmission et d'infection n'est pas encore complètement établi 22 , 25 et une dose infectieuse pour la basidiobolomycose n'a pas encore été signalée.

Prévention et contrôle

-

Microsporidies

Encephalitozoon CHAMPI ??

Microsporidia constitute a phylum of spore-forming unicellular parasites that were originally thought to be protozoal in nature but now are classified as fungi. Microsporidia were considered ancient and basic eukaryotic organisms due to their lack of typical mitochondria, Golgi apparatus, and peroxisomes and because they have structures closer to those found in prokaryotes, such as small ribosomes (Didier and Weiss 2006). In fact, a close phylogenetic relation to fungi has been supported by analyses of multiple gene sequences and due to the presence of fungal components, such as tubulins, chitin, and trehalose (Didier and Weiss 2006; Bohne et al. 2011). A determining feature for their ability to infect is the presence of the polar tube, a coiled filamentous hollow tube composed by proteins that is contained within their spores (Xu and Weiss 2005).

L'encéphalitozoonose est une pathologie qui peut toucher l'Homme et entraîner d'importants signes cliniques tels que des néphrites, kératites, épisodes de fièvres, encéphalites, etc principalement chez les personnes immunodéprimées, les diabétiques, les personnes âgées et les enfants, mais peuvent parfois aussi toucher les personnes immunocompétentes. On sait qu'elle peut être due à différentes espèces du protozoaire (?) Encephalitozoon, dont la plus connue est Encephalitozoon cuniculi, présente de manière fréquente chez le lapin. (À l'aide d'analyses génétiques, le potentiel zoonotique a clairement été documenté pour plusieurs espèces d'*Encephalitozoon*, notamment *E. cuniculi* et *E. intestinalis*, qui infectent les mammifères et les humains, ainsi que *E. hellem*, qui infecte les oiseaux et les humains.)

Quelques Encephalitozoon sont présents chez les reptiles. Dont certains sont supposés avoir un pouvoir zoonotique. Malheureusement, ces cas restent rares, et la présence générale de microsporidies chez les reptiles n'a été que très peu étudiée.

Table 1. Records on microsporidia infections in reptiles

Microsporidia genus and species	Host species (infra-order and family), common name	Spore morphology, tissue tropism, and pathogenesis	References, country
1. <i>E. cuniculi</i>	(Beaver, hamster, rodent, bear, dog, dragon)	12 µm x 9-9.6 µm merozoites genetic information in liver, kidney, heart, bladder, liver, kidney, heart, bladder	Auster et al. Australia
2. <i>E. lacertae</i>	Psammophis mossambicus (Bosc's sand snake, Lycophidion, Common sand snake)	Ellipsoid curved spores 8.5-12 µm x 4.9-7.6 µm necrosis of the gut epithelium	Carrasco 1991, DE
3. <i>E. bearded dragon</i>	Melanophidium bearded dragon (Gerrhonotus p. g., African Spiny)	Ellipsoid curved spores 3.5-11.5 µm x 3.5-5.5 µm necrosis of the gut epithelium	Pechoux et al. 1998; Czech Republic
4. <i>E. pogonae</i>	Agama picta (Agama, Agama)	Oval spores 1.7-2.8 x 0.8-1.7 µm x 4.8-5.5 µm merozoites genetic information in ovaries, kidney, pancreas	Huang et al. Hawaii, USA

Nous allons tout de même parler d'Encephalitozoon pogonae, un protozoaire qu'on retrouve parfois chez les Agames Barbus, étant donné qu'il s'agit de l'une des espèces de reptiles de compagnie les plus populaires au monde.

(Analysis of the literature suggests that microsporidiosis in bearded dragon may be a common disease (Jacobson et al. 1998; Richter et al. 2013; Scheelings et al. 2015; Table 1.).)

Ce parasite a longtemps été confondu avec Encephalitozoon cuniculi du fait de leurs fortes ressemblances d'un point de vue morphologique et moléculaire (?).

"The new species is closely related to *E. lacertae* and *E. cuniculi*. Analysis of the literature suggests that this microsporidium has been reported previously as an unidentified microsporidian species or isolate of *E. cuniculi* and may represent a common infection in bearded dragons."

“The pathogen was initially identified as *Encephalitozoon cuniculi* basing on similarity of morphology, ITS sequence, and disease symptoms to those of the *P. vitticeps* parasite described recently in Europe as a new genotype of *E. cuniculi* (Richter et al. 2013). “

Etude de 2022 (Immunohistochimie et hybridation in-situ chromogénique pour *Encephalitozoon cuniculi* étaient positifs chez les deux animaux. Le séquençage des nucléotides du gène partiel de l'ARN ribosomal de la petite sous-unité et de la région complète de l'espace interne transcrit (ITS) a révélé une grande similitude avec les séquences publiées d'*E. cuniculi* chez les deux animaux. Cependant, la région ITS a montré un modèle de répétition GTTT distinct des souches de mammifères *E. cuniculi*. Il peut s'agir d'une nouvelle souche d'*E. cuniculi* associée à une maladie granulomateuse multisystémique chez les dragons barbus.)

Ce pathogène entraîne des signes cliniques chez le reptile: inflammations granulomateuses notamment au niveau des articulations, du cœur, du foie et des glandes surrénales.

Bien qu'aucune étude n'ait encore pu prouver la transmission d'*Encephalitozoon pogonae* à l'Homme, étant donné son niveau de similitude avec *Encephalitozoon cuniculi*, il est possible qu'une transmission puisse avoir lieu.

+ajout enterocytozoon ???

Il en va de même pour un autre genre de microsporidie : Enterocytozoon bieneusi (+verif ici qu'on parle bien uniquement d'encephalitozoon) (+voir TFE Partie Mycoses)

Autres

Candida spp., *Trichophyton spp.*, *Geotrichum spp.*

Les champignons des genres *Candida*, *Trichophyton*, ou encore *Geotrichum* ont dans plusieurs études été mis en évidence chez divers reptiles.

On a également pu mettre en évidence que dans les zones de collecte des reptiles porteurs de ces champignons, on a observé de nombreux cas d'infections fongiques humaines causées par les mêmes espèces que celles collectées chez les reptiles.

Une potentielle contamination féco-orale des humains via les fèces de reptiles est à envisager.

+csq sur la santé humaine ?

(Même si le séquençage ITS n'est pas utile pour le typage des levures, l'existence de lignées spécifiques d'espèces de levures entre l'homme et l'animal a été vérifiée en utilisant l'empreinte digitale Ca3 et/ou le typage de séquence multi-locus (MLST) (Bougnoux et al., 2004 ; Edelmann et al., 2005 ; Wrobel et al., 2008). De futures études utilisant MLST pour l'évaluation de la parenté génétique intraspécifique entre les lézards, les isolats humains et environnementaux pourraient aider à divulguer la relation phylogénétique. 2022)

A total of 364 isolates belonging to *Candida*, *Trichosporon*, *Saccharomyces* and *Geotrichum* genera were molecularly identified.

In particular, *Candida albicans*

n=160; 44%) followed by *Trichosporon coremiiforme* (n=44; 12.1%), *Pichia kudriavzevii* (n=32; 8.8%) and *Trichosporon asahii* (n=28; 7.7%) were the most frequently isolated species.

This study suggests the role of lizards as reservoirs and spreaders of zoonotic pathogenic yeasts in the environment.

Aspergillose

Peu d'intérêt à en parler, à virer ?

Invasive aspergillosis is a common condition in immunocompromised people; however, aspergillosis is not directly zoonotic.⁵ People contract *Aspergillus* spp. through environmental exposure.^{5,12} Patients undergoing chemotherapy with severe neutropenia, as well as bone marrow or organ transplant recipients are at greatest risk for developing disease.⁵

Aspergillosis is a noncontagious, multisystemic, opportunistic fungal infection that has rarely been reported in reptiles.^{1,2} *Aspergillus* spp. are normal inhabitants of reptile skin, lungs, and gastrointestinal (GI) tract microbiota.¹

Aspergillus spp. are ubiquitous in the environment. They are commonly found in decaying matter, organic substrates, and moldy feed.¹ Aspergillosis is not directly contagious between animals; however, multiple animals within an enclosure may develop disease secondary to poor environmental conditions and improper nutrition.²⁻⁴

Prévention générale

Le tout premier point de prévention passe par le choix de l'animal à adopter afin de se renseigner au mieux sur ses besoins. (peut être préciser les trucs de base: pas de surpopulation, températures adaptées, hygiène du lieu de vie, respect du régime alimentaire, ...)

Malgré que les reptiles de compagnie soient de plus en plus populaires, leurs besoins sont encore trop souvent mal compris. Des conditions de vie inadaptées, une mauvaise alimentation, ou encore des stress subis par l'animal peuvent entraîner des désordres métaboliques entraînant une baisse de l'immunité qui facilite la contamination par des parasites et leur développement.

Un premier point très important serait donc d'avoir une meilleure connaissance de l'espèce détenue afin de répondre au mieux à ses besoins et permettre ainsi d'éviter beaucoup de soucis d'ordre médical.

Concernant l'adoption du reptile, on privilégiera les reptiles provenant d'élevages bien tenus avec des reptiles nés en captivité, plutôt que des reptiles prélevés dans leur milieu naturel afin de limiter le possible portage de parasites.

En cas de détention d'autres reptiles dans le foyer, une quarantaine devra être mise en place afin d'éviter toute contamination des reptiles déjà présents.

Une visite chez le vétérinaire doit également être prévue dès l'obtention du reptile afin de vérifier son état de santé, et d'effectuer un dépistage de potentiels parasites dont le reptile pourrait être porteur même sans montrer de signes cliniques.

A préciser

A propos de l'alimentation, comme vu précédemment notamment pour la Cryptosporidiose ou encore l'enterocytozoon (**à vérifier !!! et préciser si autres**), en cas de détention de reptiles carnivores, il convient de se renseigner afin de trouver les élevages de souris/insectes les mieux tenus possibles.

Afin, comme repris dans de nombreuses publications concernant la santé humaine (**citer un organisme connu ?**), les enfants de moins de 5 ans, les personnes de plus de 65 ans, les femmes enceintes ou encore les personnes souffrant d'immunodépression ne devraient pas être en contact avec des reptiles ou leur lieu de vie.

Et enfin, même pour les personnes immunocompétentes, malgré toutes les mesures mises en place précédemment, une bonne hygiène des mains avant et après contact avec le reptile de compagnie, ainsi qu'un respect des bonnes pratiques d'hygiène de base (**pas de mains à la bouche, pas de serpent dans la cuisine, pas de contact avec la nourriture, ... à préciser**) sont toujours recommandés.

+peut être ajout reptiles aquatiques ?

Conclusion

Les risques de zoonoses fongiques ou parasitaires transmises par les reptiles de compagnie sont faibles mais existent tout de même. Cependant, en respectant les règles de prévention générales exposées précédemment, le risque est considéré comme réellement faible. Toutefois, il ne faut pas oublier que d'autres zoonoses peuvent être véhiculées par les reptiles de compagnie.

En effet, la zoonose principale qui peut être transmise par contact avec les reptiles de compagnie est la salmonellose (**salmonella enterica ou bongori**) qui peut avoir des conséquences graves sur la santé humaine.

Les leptospires peuvent également infecter les propriétaires de reptiles via leurs urines contaminées.

D'autres bactéries et virus dont nous n'avons pas parlé ici peuvent également être transmis à l'Homme via son reptile de compagnie, c'est pourquoi la prudence reste de mise pour les propriétaires de reptiles.

Pour conclure ce travail, on a vu que concernant les zoonoses, surtout fongiques et parasitaires des reptiles de compagnie, beaucoup de recherches doivent encore être effectuées afin de mieux comprendre les enjeux de la détention de reptiles concernant la santé humaine.

Le rôle du praticien vétérinaire dans ce domaine est également fondamental. C'est à lui de s'informer au mieux des avancées de la recherche, d'adapter sa pratique afin de diagnostiquer et traiter au mieux les affections des reptiles, et d'informer les propriétaires de reptiles afin d'arriver à une meilleure protection de leur santé et de celle de leur animal de compagnie.

+

Reptiles are among the most diverse and successful group of vertebrates, including more than 1200 genera and around 11,000 species ([Roll et al., 2017](#)). This class is divided in four orders: Squamata (i.e., 10,417 species of lizards, snakes, and amphisbaenians), Testudines (i.e., 351 species of turtles and tortoises), Crocodylia (i.e., 24 species of crocodiles, alligators, caimans and gavials), and Rhynchocephalia, the latter represented by a single species of living fossils named tuataras ([Pincheira-Donoso et al., 2013](#)).

1. Annexes

- ↳ Embranchement : *Nematodae*
- ↳ Classe : *Secernentea*
- ↳ Ordre : *Strongylida*
- ↳ Super-famille : ***Trichostrongyloidea***
 - ↳ Famille : *Trichostrongylidae*
 - ↳ Genres : *Haemonchus, Trichostrongylus, Teladorsagia, Cooperia, Nematodirus*
 - ↳ Super-famille : ***Strongyoidea***
 - ↳ Famille : *Strongylidae*
 - ↳ Genres : *Oesophagostomum, Chabertia*
 - ↳ Famille : *Ancylostomatidae*
 - ↳ Genre : *Bunostomum*

Annexe 1. : Distribution des genres parasites responsables des strongyloses gastro- intestinales des ovins (Tanguy, 2011)

2. Bibliographie

Abbott, K., Taylor, M., Stubbing, L., 2012. Sustainable Worm Control Strategies for Sheep.

A Tech. Man. 4th Editio, 1–78.

