

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
École Nationale Supérieure Vétérinaire



Domaine : Sciences de la nature et de la vie
Filière : Sciences vétérinaires

Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention du diplôme de Master

En

Médecine vétérinaire

Étude comparative de détection de *Giardia lamblia* chez le chat par la microscopie et par un test rapide immunochromatographique

Présenté par :

Ait Kaci Mohand Ameziane

Soutenu publiquement, le 12 juillet 2023 devant le jury :

Mr KHELEF D.

Professeur (ENSV)

Président

Mr GOUCEM R.

MAA (ENSV)

Examineur

Mr BAROUDI D.

MCA (ENSV)

Promoteur

Dédicace

Je tiens à dédier ce travail à mes parents pour leur soutien constant et indéfectible, leur amour et leurs encouragements, qu'Allah vous préserve.

Remerciements

Grace à Allah, tout puissant et miséricordieux nous avons pu mener ce modeste travail à terme.

Nous tenons à remercier plus particulièrement :

Docteur BAROUDI Djamel, Maître de conférences à l'ENSV module parasitologie et pathologies des ruminants qui accepté de nous encadrer et nous a fourni les tests.

Docteur CHABA Abderrahmane qui nous a fourni les échantillons.

Je tiens à remercier l'ensemble des membres du jury pour avoir accepté d'examiner ce modeste travail et de nous honorer de leur présence :

Professeur KHELEF et docteur GOUCEM.

Je remercie également tous ceux de près ou de loin qui m'ont aidé durant mes études d'une quelconque manière qu'ils soient amis ou membres de ma famille.

Table des matières

Introduction	1
1 Morphologie de <i>Giardia lamblia</i> :	2
2 Prévalence de <i>Giardia lamblia</i> :	2
2.1 Chats des refuges :	2
2.2 Chats errants ou sauvages :	3
2.3 Chats domestiques :	3
2.4 Foyers avec plusieurs chats :	3
2.5 Chats d'extérieur :	3
3 Cycle de vie de <i>Giardia lamblia</i> :	4
3.1 Kystes infectieux :	4
3.2 Ingestion des kystes :	4
3.3 Excystation dans l'intestin grêle :	4
3.4 Stade trophozoïte :	4
3.5 Formation de kystes :	5
3.6 Élimination des kystes :	5
3.7 Transmission à d'autres animaux :	5
4 Modes de transmission :	6
4.1 Fécale-orale :	7
4.2 Contact avec des animaux infectés :	7
4.3 Environnement contaminé :	7
4.4 Transmission verticale :	7
5 Facteurs favorisant la transmission de <i>Giardia</i> :	7
5.1 Contact avec des animaux infectés :	7
5.2 Conditions de vie surpeuplées :	8
5.3 Manque d'hygiène :	8
5.4 Voyage et contact avec des zones à risque :	8
6 Manifestations clinique et complications de la giardiase chez le chat :	8
6.1 Troubles gastro-intestinaux :	8
6.2 Malabsorption :	8
6.3 Déshydratation et déséquilibre électrolytique :	9
6.4 Affaiblissement du système immunitaire :	9
6.5 Risque zoonotique :	9
7 Gravité selon l'âge.....	9
7.1 Chez les chatons :	9
7.2 Chez les chats adultes :	9
7.3 Chez les chats âgés ou seniors :	10
8 Pathogénie :	10
8.1 Altération de la barrière intestinale :	10
8.2 Réponses immunologiques :	10
8.3 Production de toxines :	10
8.4 Compétition nutritionnelle :	11
8.5 Susceptibilité génétique de l'hôte :	11
9 Méthodes de diagnostic de la <i>Giardia lamblia</i> chez le chat :	11
9.1 Examen microscopique des selles :	11
9.2 Test d'ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) :	11
9.3 PCR (réaction en chaîne par polymérase) :	11
9.4 Immunochromatographie :	12
9.5 Test d'immunofluorescence indirecte (IFI) :	12
9.6 Test de Western blot :	12
10 Difficultés dans le diagnostic de la giardiase chez le chat :	12
10.1 Excrétion intermittente des kystes :	12

10.2	Sensibilité des tests :	13
10.3	Multiples sources d'infection :	13
10.4	Similitude des symptômes :	13
10.5	Besoin de multiples échantillons :	13
11	Matériel et méthodes	14
11.1	Test Speed <i>Giardia</i> Virbac :	14
11.2	Protocole opératoire :	14
11.2.1	Dépôt de l'échantillon :	14
11.2.2	Dépôt du réactif :	14
11.2.3	Lecture et interprétation des résultats :	15
12	Méthodologie :	16
12.1	Méthode de Ritchie :	17
12.1.1	Matériel et réactifs :	17
12.1.2	Mode opératoire :	17
12.1.3	Avantages :	18
12.1.4	Inconvénients :	18
12.2	Observation directe :	18
13	Résultats :	19
14	Discussion des résultats :	28
15	Conclusion :	30
16	Bibliographie :	31

Table des figures :

Figure 1 Cycle de vie du parasite <i>Giardia lamblia</i> chez l'homme.....	6
Figure 2 Kit du test Speed <i>Giardia</i> de Virbac.....	16
Figure 3 Boite contenant 5 Kits de test Speed <i>Giardia</i>	16
Figure 4 Kyste de <i>Giardia lamblia</i> , grossissement x400.....	21
Figure 5 Kyste de <i>Giardia lamblia</i> , grossissement x400.....	22
Figure 6 Isospora spp au microscope en grossissement x400.....	23
Figure 7 Kyste de <i>Giardia lamblia</i> , grossissement x400.....	24
Figure 8 Kyste de <i>Giardia lamblia</i> , grossissement x400.....	25
Figure 9 Nematodirus spp, grossissement x40.....	26
Figure 10 Amas d'œufs de <i>D. caninum</i> , grossissement x40.....	27

Résumé

Dans le but de déterminer l'efficacité du test Speed *Giardia* de Virbac, qui vise à détecter la présence du parasite protozoaire *Giardia lamblia* chez les carnivores domestiques, une étude comparative est effectuée sur 19 échantillons de matières fécales issues de chats présentant des diarrhées, testés par ce kit, dans la région de Rouiba. Par la suite, ces échantillons sont analysés par microscopie, en utilisant la méthode physico-chimique de Ritchie, ainsi qu'une observation directe lorsque les échantillons sont trop dilués.

Les résultats sont peu concluants. Vu le manque de données concernant ce test, il serait intéressant d'étudier un plus grand nombre de cas sur une durée plus longue pour déterminer son efficacité et sa précision. Il faut également noter la présence d'autres parasites que *Giardia lamblia* dans les échantillons collectés.

Mots-clés : *Giardia*, giardiase, prévalence, Speed *Giardia*, immuno-chromatographie.

Summary

In order to determine the effectiveness of Virbac's Speed *Giardia* test, which aims to detect the presence of the protozoan parasite *Giardia lamblia* in domestic carnivores, a comparative study was carried out on 19 fecal samples from cats presenting with diarrhea, tested by this kit, in the Rouiba region. These samples were then analyzed by microscopy, using Ritchie's physico-chemical method, as well as direct observation when samples were too diluted.

The results were inconclusive. Given the lack of data concerning this test, it would be interesting to study a larger number of cases over a longer period to determine its efficacy and accuracy. It is also worth noting the presence of parasites other than *Giardia lamblia* in the samples collected.

Keywords: *Giardia*, giardiasis, prevalence, Speed *Giardia*, immuno-chromatography.

خلاصة :

من أجل تحديد فعالية اختبار سبيد جيارديا من فيرباك في كشف وجود الطفيلي جيارديا لامبليا في الحيوانات الأكلة للحوم المنزلية ، أجرينا دراسة مقارنة على 19 عينة من البراز المستمدة من القطط التي تم اختبارها باستخدام هذه الطقم في منطقة وأيضاً الملاحظة المباشرة. رويية. بعد ذلك قمنا بمراقبة هذه العينات تحت المجهر باستخدام طريقة ريتشبالفيزيكو-كيميائية عندما كانت العينات مخففة جداً.

كانت نتائجنا غير قاطعة إلى حد ما ولوحظ عدم وجود بيانات كافية حول هذا الاختبار ، لذلك سيكون من المثير للاهتمام دراسة طفيليات أخرى بجانب . عدد أكبر من الحالات على مدى فترة أطول لتحديد فعالية هذا الاختبار ودقته. لاحظنا أيضاً وجود جيارديا لامبليا في العينات التي تم جمعها

الكلمات الرئيسية : جيارديا، جيارديازيس، انتشار جيارديا في الحيوانات اللحمية المحلية، سبيد جيارديا فيرباك، تقنية الاستقطاب المناعي لجيارديا

Introduction

Giardia lamblia, également connu sous le nom de *Giardia intestinalis*, est un parasite protozoaire flagellé responsable de la giardiase, qui cause une infection intestinale courante chez les humains et de nombreuses espèces animales, y compris les chiens et les chats (Thompson *et al.*, 1993)

Chez le chat, la maladie est contagieuse, elle est surtout rencontrée chez les chatons, essentiellement pendant la période allant du sevrage à l'âge de 2 ans. Les chatons sont contaminés avant l'âge de 6 mois (Cardenas, Contreras, and Núñez, 2021 ; López-Arias *et al.* 2019). La maladie est donc fréquente en collectivité : dans les élevages, en refuge ou en chenil. Le risque est augmenté en cas de mauvaise hygiène ou de surpopulation. Cependant, très peu d'études ont été réalisées chez cet animal domestique.

Le diagnostic de la giardiose repose essentiellement sur l'utilisation de méthodes classiques au laboratoire. Par ailleurs, en pratique, il existe de nombreux tests rapides commercialisés pour détecter la présence de ce parasite dans les échantillons de matières fécales. Notre objectif dans cette étude est d'évaluer la sensibilité d'un kit commercialisé par le laboratoire Virbac sous le nom de Speed *Giardia* et déterminer sa précision et le comparer avec la microscopie.

1 Morphologie de *Giardia lamblia* :

Il se présente sous la forme de deux stades :

Le stade trophozoïte est la forme active de *Giardia*. Il a une forme en forme de poire ou en larme et mesure généralement entre 10 et 20 micromètres de long. Le trophozoïte possède (Midlejš and Benchimol 2009) :

- Deux noyaux : Chaque noyau contient un nucléole et des structures génétiques essentielles.
- Quatre paires de flagelles : Les flagelles sont des structures en forme de fouet qui permettent au parasite de se déplacer et de se fixer à la paroi intestinale.
- Un disque adhésif ventral : Le disque adhésif est une structure en forme de disque située à l'avant du parasite. Il aide *Giardia* à s'attacher à la muqueuse intestinale de l'hôte.

Le stade de kyste est la forme de résistance de *Giardia*. Les kystes sont plus résistants aux conditions environnementales et peuvent survivre dans l'eau, le sol et d'autres surfaces pendant une période prolongée. Les kystes mesurent généralement entre 8 et 12 micromètres de long. Ils sont caractérisés par (Midlejš and Benchimol 2009) :

- Une paroi épaisse : La paroi du kyste protège le parasite des conditions extérieures défavorables.
- Quatre noyaux : Chaque noyau contient un nucléole et des structures génétiques nécessaires à la survie et à la reproduction ultérieure de *Giardia*.

La morphologie de *Giardia* peut varier légèrement en fonction des souches et des conditions environnementales. Cependant, les caractéristiques générales telles que la forme en poire, les flagelles et le disque adhésif ventral sont observées chez la plupart des souches de *Giardia* (Adams *et al.* 2004 ; Thompson, Reynoldson, and Mendis 1993 ; Hammerbauerová 2021 ; Monis, Caccio, and Thompson 2009).

2 Prévalence de *Giardia lamblia* :

La prévalence de *Giardia lamblia* chez les chats peut varier en fonction de différents facteurs, notamment la localisation géographique et les sources d'infection. Voici un aperçu de la prévalence de *Giardia* chez les chats en fonction de différentes sources :

2.1 Chats des refuges :

Les chats dans les refuges ou les organisations de sauvetage peuvent présenter une prévalence plus élevée de giardiase en raison de conditions de surpopulation et de ressources limitées pour une hygiène et un assainissement adéquat. Les taux de prévalence chez les chats des refuges

peuvent varier énormément en fonction du refuge spécifique et de ses pratiques de gestion (Mekaru *et al.* 2007).

2.2 Chats errants ou sauvages :

Les chats errants ou sauvages qui ont un accès limité à de l'eau propre et qui sont exposés à des environnements contaminés peuvent présenter un risque plus élevé d'infection par *Giardia*. Les taux de prévalence dans les populations de chats errants ou sauvages peuvent varier considérablement, allant de 5 % à 50 %, voire plus selon les régions (Cardenas *et al.*, 2021 ; de Waal *et al.* 2022).

2.3 Chats domestiques :

Même chez les chats domestiques bien soignés vivant dans des foyers, une infection par *Giardia* peut survenir. Les taux de prévalence chez les chats domestiques peuvent varier considérablement voire plus, en fonction de facteurs tels que l'exposition aux environnements extérieurs, les contacts avec d'autres animaux infectés et les pratiques d'hygiène globales au sein du foyer (Ballweber *et al.* 2010 ; Bouzid *et al.* 2015).

2.4 Foyers avec plusieurs chats :

Dans les foyers avec plusieurs chats, la prévalence de *Giardia* peut être plus élevée en raison du potentiel de transmission intrafamiliale. Le contact étroit entre les chats et le partage de litières, de bols de nourriture et d'eau peuvent faciliter la propagation de *Giardia*. Les taux de prévalence dans les foyers avec plusieurs chats peuvent varier mais peuvent atteindre jusqu'à 20 %, voire plus.

2.5 Chats d'extérieur :

Les chats qui passent beaucoup de temps à l'extérieur, en particulier ceux qui ont accès à des sources d'eau contaminées telles que les étangs, les ruisseaux ou les flaques, présentent un risque accru d'infection par *Giardia*. Les taux de prévalence chez les chats d'extérieur peuvent varier de 5 % à 30 %, voire plus, en fonction des conditions environnementales spécifiques et des facteurs d'exposition.

Il est important de noter que les taux de prévalence mentionnés ci-dessus sont approximatifs et peuvent varier considérablement en fonction de l'étude spécifique, de la population et des méthodes de diagnostic utilisées (Tangtrongsup *et al.* 2020 ; Cardenas *et al.*, 2021 ; Hammerbauerová 2021 ; Sursal, Simsek, and Yildiz 2020). Des consultations vétérinaires

régulières, des examens fécaux de routine et de bonnes pratiques d'hygiène peuvent aider à réduire le risque d'infection par *Giardia* chez les chats et à minimiser sa propagation.

D'une manière générale, la giardiase est assez fréquente parmi les populations félines (López-Arias *et al.* 2019) et varie de 4 à 14% en moyenne et représente également un problème de santé publique car c'est une zoonose bien qu'elle ne soit pas dangereuse en général pour un individu sain.

3 Cycle de vie de *Giardia lamblia* :

Le cycle de vie de *Giardia lamblia* chez le chat est caractérisé par une alternance entre deux stades, à savoir le stade trophozoïte et le stade kyste. Voici une description plus détaillée du cycle de vie de *Giardia lamblia* chez le chat :

3.1 Kystes infectieux :

Les kystes sont la forme infectieuse de *Giardia lamblia*. Ils sont libérés dans l'environnement par les chats infectés par le biais des selles. Les kystes sont protégés par une paroi résistante qui leur permet de survivre dans des conditions environnementales défavorables. Ils peuvent persister dans l'environnement, notamment dans l'eau, le sol, les surfaces et les aliments, pendant une période prolongée, généralement plusieurs semaines à plusieurs mois (Midlej and Benchimol 2009).

3.2 Ingestion des kystes :

Les chats ingèrent les kystes de *Giardia lamblia* lorsqu'ils consomment de l'eau ou des aliments contaminés par les excréments d'un animal infecté. Les kystes peuvent également être ingérés par le biais de la contamination fécale-orale, où les chats entrent en contact direct avec les selles contaminées.

3.3 Excystation dans l'intestin grêle :

Une fois les kystes ingérés, ils atteignent l'intestin grêle du chat. Sous l'influence des sucs gastriques et des enzymes intestinales, les kystes se rompent, libérant les trophozoïtes.

3.4 Stade trophozoïte :

Les trophozoïtes sont la forme active de *Giardia lamblia*. Ils se fixent à la muqueuse de l'intestin grêle, généralement dans la partie supérieure de l'intestin, à l'aide de leurs ventouses et de leurs flagelles. Les trophozoïtes se reproduisent par division binaire, où une cellule mère se divise en

deux cellules filles identiques. Cette reproduction rapide conduit à la formation de colonies de trophozoïtes dans l'intestin grêle.

3.5 Formation de kystes :

Les trophozoïtes qui résident dans l'intestin grêle se transforment en kystes. Ce processus de formation de kystes se produit en aval de l'intestin grêle. Les kystes sont entourés d'une paroi résistante qui les protège dans l'environnement extérieur.

3.6 Élimination des kystes :

Les kystes de *Giardia lamblia* sont excrétés dans les selles du chat infecté. Les kystes contaminent l'environnement et peuvent être dispersés par les selles dans l'eau, les sols et les surfaces.

3.7 Transmission à d'autres animaux :

Les kystes excrétés peuvent être ingérés par d'autres animaux, soit directement par contact avec les selles contaminées, soit par la consommation d'eau ou d'aliments contaminés. Cela permet à *Giardia lamblia* de se propager et d'infecter de nouveaux hôtes.

Il est important de noter que le cycle de vie de *Giardia lamblia* peut varier en fonction des conditions environnementales et des interactions avec d'autres espèces. La présence de kystes infectieux dans l'environnement et la possibilité d'ingestion par des hôtes sensibles sont des facteurs clés dans la transmission de l'infection.

La compréhension du cycle de vie de *Giardia lamblia* chez le chat est essentielle pour la prévention et le contrôle de l'infection surtout car le cycle peut présenter des périodes de latence assez prolongées et se répéter sur une période indéterminée. Des mesures d'hygiène rigoureuses, telles que le nettoyage approprié des litières, la désinfection des surfaces contaminées et l'utilisation d'eau potable de qualité, sont importantes pour réduire le risque de transmission de *Giardia lamblia*.

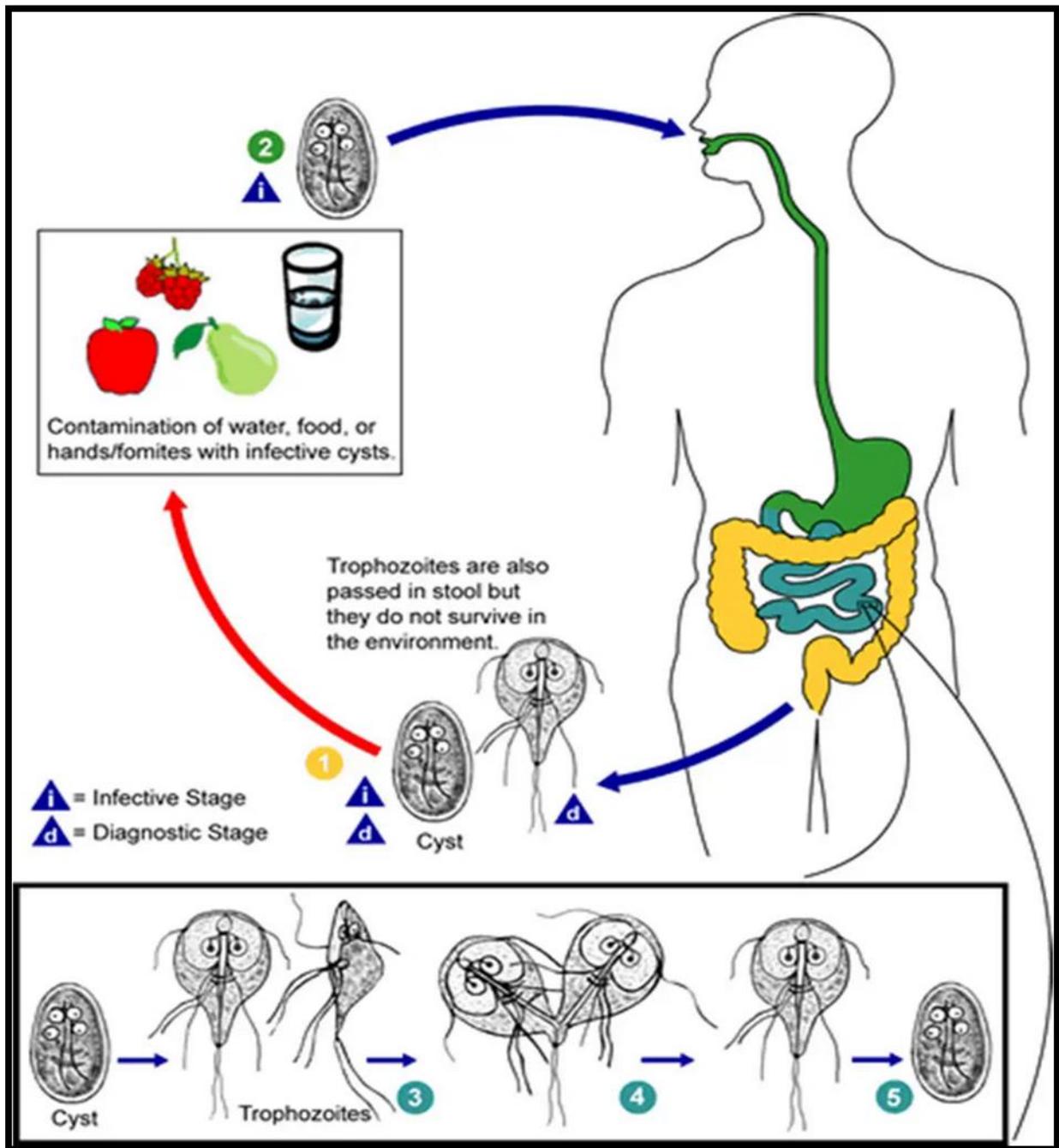


Figure 1 Cycle de vie du parasite *Giardia lamblia* chez l'homme ("Pathogen and Environment / *Giardia* | Parasites | CDC" 2021)

4 Modes de transmission :

La Giardiase chez les chats peut être transmise de différentes manières. Voici les modes de transmission les plus courants de *Giardia* chez les chats :

4.1 Fécale-orale :

C'est la voie principale de transmission de *Giardia* chez les chats. Les chats infectés excrètent les kystes (formes de résistance du parasite) dans leurs selles. Les kystes peuvent contaminer l'environnement, y compris le sol, les surfaces, l'eau et la litière. Les chats non infectés peuvent contracter la maladie en ingérant ces kystes lorsqu'ils se lèchent, se toilettent mutuellement, consomment de l'eau ou de la nourriture contaminée, ou marchent sur des surfaces contaminées.

4.2 Contact avec des animaux infectés :

Les chats peuvent contracter *Giardia* en ayant des contacts étroits avec d'autres animaux infectés, tels que des chats ou des chiens porteurs du parasite. Cela peut se produire lors de jeux, de bagarres ou de partage d'objets tels que des bols de nourriture ou des litières.

4.3 Environnement contaminé :

Les chats peuvent être exposés à *Giardia* en fréquentant des environnements contaminés où les kystes sont présents. Cela peut inclure des espaces extérieurs tels que jardins, parcs, terrains de jeu, ainsi que des endroits surpeuplés tels que des refuges pour animaux ou des pensions.

4.4 Transmission verticale :

Dans de rares cas, les chats peuvent être infectés par *Giardia* par transmission de la mère au chaton pendant la gestation ou l'allaitement. Les chatons peuvent être infectés par le parasite s'ils ingèrent des kystes présents sur le pelage de la mère ou dans son lait.

De nombreux chats peuvent être porteurs asymptomatiques de *Giardia*, ce qui signifie qu'ils peuvent être infectés sans présenter de signes cliniques de la maladie. Cela rend la détection et la prévention de la transmission de *Giardia* chez les chats encore plus cruciales (Cardenas et al., 2021).

5 Facteurs favorisant la transmission de *Giardia* :

Plusieurs facteurs peuvent favoriser la transmission de *Giardia* chez les chats (Tangtrongsup et al. 2020) :

5.1 Contact avec des animaux infectés :

Les chats peuvent contracter *Giardia* en entrant en contact avec d'autres animaux infectés, tels que des chats ou des chiens porteurs du parasite. Cela peut se produire lors de jeux, de bagarres ou de partage d'objets tels que des bols de nourriture ou des litières (Mekaru et al. 2007).

5.2 Conditions de vie surpeuplées :

Les chats vivant dans des environnements surpeuplés, tels que des refuges pour animaux ou des foyers avec de nombreux chats, sont plus susceptibles d'être exposés à *Giardia*. La proximité étroite entre les animaux facilite la transmission du parasite (Cardenas et al., 2021).

5.3 Manque d'hygiène :

Un manque de bonnes pratiques d'hygiène peut contribuer à la propagation de *Giardia*. Si la litière n'est pas nettoyée régulièrement, si les bols de nourriture et d'eau ne sont pas correctement lavés, ou si les surfaces ne sont pas désinfectées, les chats peuvent être exposés à des kystes de *Giardia* et devenir infectés (Cardenas et al., 2021).

5.4 Voyage et contact avec des zones à risque :

Les chats qui voyagent ou qui entrent en contact avec des zones à risque élevé d'infection à *Giardia*, comme les zones rurales, les zones avec une mauvaise qualité de l'eau ou les endroits fréquentés par d'autres animaux infectés, sont plus susceptibles d'être exposés au parasite (Cardenas et al., 2021 ; De Santis-Kerr *et al.* 2006 ; Tangtrongsup *et al.* 2020).

6 Manifestations clinique et complications de la giardiase chez le chat :

Les symptômes de la giardiase chez le chat peuvent varier en fonction de la gravité de l'infection. Certains chats peuvent être asymptomatiques, c'est-à-dire qu'ils ne présentent aucun signe visible de la maladie. Cependant, dans les cas symptomatiques, voici quelques manifestations cliniques courantes de la giardiase chez les chats (Tzannes *et al.* 2008) :

6.1 Troubles gastro-intestinaux :

Giardia peut causer des symptômes gastro-intestinaux tels que la diarrhée, très rarement des vomissements et plus fréquemment du sang en nature associé aux selles chez les chats. Ces symptômes peuvent aller de légers à sévères et peuvent devenir chroniques si l'infection persiste ce qui est souvent le cas (Adam 2021).

6.2 Malabsorption :

Tout comme chez les humains, l'infection par *Giardia* chez les chats peut endommager la muqueuse de l'intestin grêle, entraînant une malabsorption des nutriments. Cela peut entraîner

une malnutrition, une perte de poids progressive et des carences en vitamines, minéraux et oligoéléments essentiels (Buret *et al.* 2015).

6.3 Déshydratation et déséquilibre électrolytique :

La diarrhée prolongée causée par l'infection à *Giardia* peut entraîner une déshydratation et des déséquilibres électrolytiques chez les chats. Cela peut être particulièrement problématique, notamment chez les jeunes chatons et les chats plus âgés.

6.4 Affaiblissement du système immunitaire :

L'infection à *Giardia* peut affaiblir le système immunitaire chez les chats, les rendant plus susceptibles à d'autres infections et maladies. Cela peut compromettre la santé générale du chat et rendre plus difficile la lutte contre d'autres agents pathogènes (De Santis-Kerr *et al.* 2006).

6.5 Risque zoonotique :

Bien que rare, l'infection à *Giardia* chez les chats peut présenter un risque potentiel pour les humains, en particulier ceux ayant un système immunitaire affaibli comme les enfants et les personnes âgées. Il est important de pratiquer une bonne hygiène et de prendre les mesures appropriées pour prévenir la transmission aux humains (Cai *et al.* 2021).

7 Gravité selon l'âge

La giardiase chez les chats peut présenter des symptômes cliniques variés selon les différents groupes d'âge. Aperçu des présentations cliniques courantes de la giardiase chez les chats :

7.1 Chez les chatons :

Les chatons infectés par *Giardia* peuvent présenter une diarrhée sévère, des selles molles et fréquentes, une perte d'appétit, une croissance ralentie et un aspect émacié. Chez les chatons, l'infection par *Giardia* peut être particulièrement préoccupante car elle peut entraîner une déshydratation rapide et une détérioration de l'état général.

7.2 Chez les chats adultes :

Les chats adultes infectés par *Giardia* peuvent présenter des symptômes similaires à ceux des chatons, mais généralement de manière moins prononcée et souvent subclinique. Ils peuvent présenter une diarrhée intermittente, des selles molles, une perte d'appétit, une perte de poids et une léthargie.

7.3 Chez les chats âgés ou seniors :

Chez les chats plus âgés, les symptômes de la giardiase peuvent être moins prononcés que chez les chatons mais généralement plus que chez les jeunes chats adultes. Ils peuvent présenter une diarrhée légère ou intermittente, une perte d'appétit, une perte de poids et une diminution de l'énergie. La giardiase chez les chats âgés peut être plus difficile à diagnostiquer en raison de la similarité des symptômes avec d'autres problèmes de santé liés à l'âge. Les symptômes de la giardiase chez le chat peuvent également être similaires à ceux d'autres affections gastro-intestinales (Tzannes *et al.* 2008). Un diagnostic précis ne peut être établi que par des tests de dépistage spécifiques de *Giardia* et une évaluation vétérinaire approfondie.

8 Pathogénie :

Il existe de nombreuses hypothèses concernant la pathogénie de *Giardia lamblia* (Farthing 1997 ; Buret *et al.* 2015 ; Adam 2021 ; Erlandsen and Meyer 2013) :

8.1 Altération de la barrière intestinale :

On pense que *Giardia* perturbe l'intégrité de la barrière intestinale, provoquant une augmentation de la perméabilité et modifiant l'absorption et la sécrétion des nutriments et de l'eau. Cette perturbation peut contribuer à la malabsorption et à la diarrhée observée dans la giardiase.

8.2 Réponses immunologiques :

La réponse immunitaire de l'hôte à l'infection par *Giardia* est considérée comme un facteur important dans la pathogenèse de la maladie. On suppose que le parasite déclenche une réponse immunitaire, entraînant une inflammation et des lésions tissulaires de la muqueuse intestinale. Cette réponse immunitaire peut impliquer à la fois des mécanismes immunitaires innés et adaptatifs.

8.3 Production de toxines :

Certaines études ont suggéré que *Giardia* produit des toxines qui contribuent à la pathogenèse de la giardiase. Ces toxines peuvent endommager directement l'épithélium intestinal ou moduler la réponse immunitaire de l'hôte, entraînant une inflammation et une diarrhée.

8.4 Compétition nutritionnelle :

Giardia entre en compétition avec l'hôte pour les nutriments, en particulier dans l'intestin grêle où il se développe. Cette compétition peut entraîner des carences nutritionnelles et une malabsorption, entraînant une perte de poids et d'autres symptômes associés à la giardiase.

8.5 Susceptibilité génétique de l'hôte :

On pense que des facteurs génétiques de l'hôte peuvent influencer la susceptibilité à l'infection par *Giardia* et le développement de la maladie symptomatique. Certaines variations génétiques de l'hôte peuvent affecter la réponse immunitaire ou l'interaction entre *Giardia* et l'épithélium intestinal, influençant ainsi la gravité de l'infection.

9 Méthodes de diagnostic de la giardiase chez le chat :

Plusieurs tests de diagnostic peuvent être utilisés pour détecter la giardiase chez les chats. Les tests de diagnostic les plus couramment utilisés comprennent :

9.1 Examen microscopique des selles :

C'est l'un des tests de diagnostic les plus simples et les plus couramment utilisés. Il consiste à examiner les selles du chat au microscope pour détecter la présence de kystes de *Giardia*. Cependant, ce test peut présenter des limites en termes de sensibilité, car les kystes peuvent être présents de manière intermittente et peuvent être difficiles à détecter.

9.2 Test d'ELISA (enzyme-linked immunosorbent assay) :

Ce test recherche les antigènes spécifiques de *Giardia* dans les selles du chat. Il peut fournir des résultats plus sensibles et spécifiques que l'examen microscopique des selles. Le test ELISA peut être effectué en utilisant des kits commerciaux disponibles chez des laboratoires vétérinaires.

9.3 PCR (réaction en chaîne par polymérase) :

La PCR est une technique de diagnostic moléculaire qui permet de détecter l'ADN de *Giardia* dans les selles du chat. Cette méthode est très sensible et spécifique, et peut être utilisée pour confirmer la présence de l'infection, même en cas de faible charge parasitaire, elle est considérée comme étant un gold standard.

9.4 Immunochromatographie :

Le principe de l'immuno-chromatographie en test rapide à bandelette repose sur l'utilisation d'anticorps spécifiques pour détecter la présence d'un antigène cible dans un échantillon biologique. Ce type de test est largement utilisé pour le diagnostic rapide de diverses maladies et infections. C'est cette méthode que nous allons analyser plus bas en comparant nos résultats au microscope. On peut citer quelques tests pour *Giardia lamblia* disponibles sur le marché :

- Anigen Rapid *Giardia*.
- Rida Quick *Cryptosporidium/Giardia*.
- Test-it *Giardia* Cat+Dog.
- Speed *Giardia* Virbac utilisée dans cette étude.

En plus des tests mentionnés précédemment, il existe d'autres tests moins couramment utilisés pour le diagnostic de la giardiase chez les chats. Ceux-ci incluent :

9.5 Test d'immunofluorescence indirecte (IFI) :

Ce test détecte les anticorps spécifiques dirigés contre *Giardia* dans le sérum sanguin du chat. Il peut être utilisé pour évaluer l'exposition passée à *Giardia*, mais n'est pas aussi fiable pour le diagnostic actif de l'infection.

9.6 Test de Western blot :

Le Western blot est une technique d'immunodétection plus avancée qui peut être utilisée pour détecter spécifiquement les antigènes de *Giardia* dans les échantillons de selles ou de sérum. Cependant, ce test est généralement réservé aux cas complexes ou lorsque d'autres tests n'ont pas fourni de résultats concluants.

Chaque test de diagnostic a ses avantages et ses limites, et le choix du test approprié dépendra de plusieurs facteurs, tels que les symptômes du chat, l'historique de l'exposition à *Giardia*, les ressources disponibles et la recommandation du vétérinaire.

10 Difficultés dans le diagnostic de la giardiase chez le chat :

Le diagnostic de la giardiase chez le chat peut présenter certaines difficultés en raison de divers facteurs, notamment :

10.1 Excrétion intermittente des kystes :

Les chats infectés par *Giardia* peuvent excréter des kystes de manière intermittente, ce qui signifie que la présence de *Giardia* dans les selles peut varier au fil du temps. Cela peut rendre le diagnostic difficile, car un test unique peut donner un résultat négatif même si le chat est infecté.

10.2 Sensibilité des tests :

Certains tests de dépistage de la giardiase peuvent présenter des limites en termes de sensibilité, ce qui signifie qu'ils peuvent ne pas détecter les infections à faible charge parasitaire. L'examen microscopique des selles, par exemple, peut avoir une sensibilité variable en fonction des compétences de l'opérateur et de la qualité de l'échantillon, d'autant plus que *Giardia* émet des kystes de manière intermittente parfois en faible quantité.

10.3 Multiples sources d'infection :

Les chats peuvent être exposés à *Giardia* à partir de différentes sources, telles que l'eau contaminée, les excréments d'autres animaux infectés ou les surfaces contaminées. Il peut être difficile de déterminer la source exacte d'infection, ce qui rend complexe l'établissement de mesures de prévention et de contrôle efficaces.

10.4 Similitude des symptômes :

Les symptômes de la giardiase chez le chat peuvent être similaires à ceux d'autres affections gastro-intestinales comme les coccidioses félines et les gastro-entérites virales ou alimentaires. Il peut donc être difficile de différencier la giardiase des autres causes de diarrhée ou de problèmes digestifs chez le chat sans des tests de diagnostic spécifiques.

10.5 Besoin de multiples échantillons :

Étant donné l'excrétion intermittente des kystes, il peut être nécessaire de prélever plusieurs échantillons de selles à différents moments pour augmenter les chances de détection de *Giardia*. Cela peut rendre le processus de diagnostic plus long et plus complexe.

11 Matériel et méthodes

11.1 Test Speed *Giardia* Virbac :

Le test Speed *Giardia* de Virbac est un test d'immuno-chromatographie utilisé pour la détection rapide de l'antigène de *Giardia lamblia* dans les selles des animaux, tels que les chiens et les chats. Ce test permet d'établir un diagnostic préliminaire de la giardiase chez l'animal de compagnie ("Virbac England - Speed *Giardia*" n.d.).

Chez le jeune chien et le jeune chat, Speed *Giardia* est recommandé entre 6 semaines et 5 mois d'âge, surtout lors de diarrhées chroniques et intermittentes rebelles aux antiparasitaires classiques. Speed *Giardia* est indiqué chez le vieux chat en cas de diarrhées chroniques.

Le fonctionnement du test Speed *Giardia* est basé sur le principe de la réaction antigène-anticorps. Le kit est fourni sous la forme d'une cassette contenant des lignes de réactifs spécifiques avec un flacon muni d'un portoir. Voici comment le test doit se dérouler selon le laboratoire Virbac.

11.2 Protocole opératoire :

Pour chaque test prévoir : 1 étui contenant 1 bandelette test, 1 flacon contenant le réactif avec outil de prélèvement et un portoir. Utiliser les réactifs à température ambiante. Ne jamais mélanger des réactifs de lots différents.

11.2.1 Dépôt de l'échantillon :

- Identifier le flacon contenant le réactif. Prélever une cuillère rase de matières fécales à l'aide de la «cuillère de prélèvement» et déposer son contenu dans le flacon. Fermer le flacon et homogénéiser son contenu.
- Laisser sédimenter le contenu du flacon pendant 3 minutes.

11.2.2 Dépôt du réactif :

- Prendre une bandelette test, la plonger délicatement dans le flacon dans le sens de la flèche sans toucher la partie centrale réactive de la bandelette.
- Laisser la bandelette 1 minute dans la solution.- Retirer la bandelette et la placer sur une surface horizontale propre.
- Laisser migrer.

11.2.3 Lecture et interprétation des résultats :

11.2.3.1 Lecture :

- Un test négatif fait apparaître une bande bleue seule (bande contrôle).
- Un test positif fait apparaître une bande rouge et une bande bleue (bande test + bande contrôle). Une légère coloration rouge-rose de la bande test est considérée comme un résultat positif.
- L'absence de bande de contrôle bleue rend le test invalide.

11.2.3.2 Interprétation :

Speed *Giardia* est un test qualitatif qui permet de détecter la présence d'antigènes de *Giardia* dans les selles. En l'absence de symptômes lors du prélèvement, l'animal positif sera considéré comme porteur sain, source de maintien de la pression parasitaire en collectivité. Au vu de l'intermittence de l'excrétion, il est conseillé, en cas de résultat négatif malgré une symptomatologie suspecte, de répéter le test 3 fois à 48 heures d'intervalle ou de réaliser cette analyse sur plusieurs animaux du même élevage.

Le test aurait une sensibilité de 95,6% et une spécificité de 100% selon une étude interne du laboratoire Virbac sur 121 animaux ("Virbac England - Speed Giardia" n.d.).

Le test Speed *Giardia* de Virbac offrirait plusieurs avantages, tels que sa rapidité, sa simplicité d'utilisation et sa fiabilité. Cependant, il est important de noter que ce test est un outil de dépistage préliminaire et que les résultats doivent être confirmés par d'autres méthodes de diagnostic plus sensibles, telles que la microscopie des selles ou les tests moléculaires, en cas de doute ou de résultats discordants.

Le test Speed *Giardia* de Virbac utilise donc le principe de l'immuno-chromatographie pour la détection rapide de l'antigène de *Giardia lamblia* dans les selles des animaux de compagnie. Il permet d'obtenir un diagnostic préliminaire de la giardiase, ce qui peut contribuer à une prise en charge rapide et appropriée des animaux, c'est ce test que nous allons évaluer plus bas.



Figure 2 Kit du test Speed *Giardia* de Virbac



Figure 3 Boite contenant 5 Kits de test Speed *Giardia*.

12 Méthodologie :

Une étude comparative est effectuée sur 19 échantillons de matières fécales issues de chats à profils différents présentant un tableau clinique similaire à celui de la giardase, tous ont été testés grâce au test Speed *Giardia* du laboratoire Virbac. La présence d'au moins un kyste de *Giardia* indique un résultat positif et l'absence un résultat négatif au microscope. Pour cela nous allons

observer les échantillons testés au microscope et les comparer à leurs résultats positifs ou négatifs selon le test en utilisant deux méthodes.

12.1 Méthode de Ritchie :

Aussi appelée méthode au formol-éther, c'est une méthode d'enrichissement physico chimique diphasique par sédimentation à la centrifugeuse et l'élimination des résidus de la digestion par l'action dissolvante de l'éther di-éthylique, elle concentre bien les kystes de *Giardia lamblia*.

12.1.1 Matériel et réactifs :

Verre à pied conique, agitateur en acier, passe thé, lames, lamelles, portoirs, pipette pasteur, tubes conique 15ml avec bouchons, centrifugeuse, microscope optique, eau formolée à 10%, éther di-éthylique, sérum physiologique, écouvillons en coton ou compresses avec pince.

12.1.2 Mode opératoire :

- Mélanger dans un verre à pied conique quelques grammes de selles avec l'eau formolée à 10%
- Agiter avec un agitateur jusqu'à l'obtention d'une dilution homogène, laisser reposer 30 secondes.
- Filtrer le surnageant à l'aide d'un passe thé.
- Laisser sédimenter 1 à 2 minutes.
- Aspirer une partie du surnageant et verser dans un tube conique en verre équivalent à 2/3 du volume total à émulsionner.
- Ajouter un volume d'éther correspondant à 1/3 du volume total qui sera émulsionné.
- Boucher le tube avec son bouchon en laissant un espace vide d'environ 1 cm pour permettre l'émulsion.
- Agiter le tube vigoureusement pendant 1 minute.
- Centrifuger à 2500 tours/minute pendant 3 minutes.
- Après centrifugation le contenu se répartit en 4 couches : une couche étherée chargée en graisses, une couche épaisse en forme d'anneaux composée de gros débris, une couche aqueuse et un culot où les éléments parasitaires sont concentrés.
- Jeter énergétiquement le surnageant en gardant le culot.
- Essuyer les parois du tube avec un écouvillon en coton.
- Récupérer le culot à l'aide d'une pipette pasteur.
- Observer au microscope avec une lame et une lamelle après coloration au lugol.

12.1.3 Avantages :

Technique simple, rapide et sensible.

12.1.4 Inconvénients :

Nécessite une certaine expérience pour reconnaître les kystes de *Giardia* et certains produits présentent une certaine toxicité.

12.2 Observation directe :

Cette méthode est utilisée principalement pour les échantillons dont la quantité ne permet pas l'utilisation de la méthode de Ritchie (moins de 3 grammes ou matières fécales trop liquides et diluées)

- Mélanger les matières fécales pour les homogénéiser grâce à un remuement des échantillons.
- Aspirer une goutte de matières fécales grâce à une pipette pasteur.
- Déposer la goutte sur une lame de microscope puis la diluer grâce à une ou deux gouttes de NaCl selon l'état de dilution des matières fécales puis faire un frottis.
- Ajouter 2 à 3 gouttes d'une solution de lugol iodée pour faciliter l'observation des kystes de *Giardia* au microscope après frottis.
- Placer une lamelle sur la lame après quelques minutes.
- Observer la lame au microscope avec un grossissement x40 puis x400 pour détecter la présence ou non de *Giardia*.
- La présence d'au moins un kyste de *Giardia* indique un résultat positif et l'absence un résultat négatif au microscope.

Nos 19 échantillons ont été récoltés au niveau d'un cabinet vétérinaire de la région de Rouïba et issus de chats a profils différents, tous ont été testés grâce au kit speed giardia.

13 Résultats :

Voici la liste des résultats selon les échantillons :

- Échantillon 1 : chaton de 2 mois présentant des vomissements, résultat négatif au test et également négatif en microscopie.
- Échantillon 2 : chaton male de 3 mois présentant une diarrhée aigüe, résultat positif au test et également positif en microscopie.
- Échantillon 3 : chat mâle de 7 mois présentant une anorexie, diarrhée et une température de 38,3 qui est descendue brusquement a 37 puis 36, résultats négatif au test ainsi qu'en microscopie.
- Échantillon 4 : chaton male de 2 mois présentant une diarrhée hémorragique, résultat positif au test et au microscope, nous avons également observé la présence d'Isospora au microscope.
- Échantillon 5 : chaton de 5 mois présentant une diarrhée, testé positif mais négatif au microscope.
- Échantillon 6 : chaton âgé de 2 mois présentant une diarrhée ainsi qu'un amaigrissement associé à une température de 38 degrés Celsius, résultat positif au test et négatif au microscope.
- Échantillon 7 : chaton male de 4 mois présentant des fèces molles tachetées de sang, anorexie et amaigrissement, résultat négatif au test et au microscope.
- Échantillon 8 : chaton de 3 mois présentant une diarrhée et testé positif mais négatif au microscope, on a noté la présence d'œufs de *Dipylidium caninum* a l'observation microscopique.
- Échantillon 9 : chat adulte male de 2 ans présentant une diarrhée hémorragique ainsi qu'une température de 40 degrés Celsius, résultat du test positif mais négatif au microscope.
- Échantillon 10 : chaton de 2 mois présentant une diarrhée chronique intermittente ainsi qu'une anorexie, résultat positif au test ainsi qu'au microscope.
- Échantillon 11 : chat adulte de 8 mois présentant une diarrhée, résultat positif au test et négatif au microscope, on a noté la présence de nématodes au microscope.
- Échantillon 12 : chaton male de 2 mois présentant les symptômes d'une gastro-entérite avec une température de 38 degrés Celsius. Résultat positif au test et négatif au microscope.
- Échantillon 13 : Jeune chatte de 6 mois présentant une anorexie ainsi qu'une gastro-entérite, résultat négatif au test et négatif au microscope.
- Échantillon 14 : jeune chat de 5 mois présentant une diarrhée avec résultat positif au test ainsi qu'au microscope.

- Échantillon 15 : chaton male de 3 mois présentant une diarrhée aigüe, résultat du test positif mais négatif au microscope.
- Échantillon 16 : chatte d'un an et 8 mois testée présentant des épisodes de vomissements, résultat du test positif mais négatif au microscope.
- Échantillon 17 : chaton femelle de 2 mois présentant une gastro-entérite, résultat du test positif mais négatif au microscope.
- Échantillon 18 : chaton de 2 mois présentant un amaigrissement, résultat du test positif mais négatif au microscope.
- Échantillon 19 : chaton de 2 mois male présentant une faiblesse, diarrhée ainsi qu'une température de 38 degrés Celsius, résultat au test positif mais négatif en microscopie.

Dans les prochaines pages se trouvent quelques images d'éléments parasitaires que nous avons personnellement observés au microscope sur les échantillons que nous avons récolté.

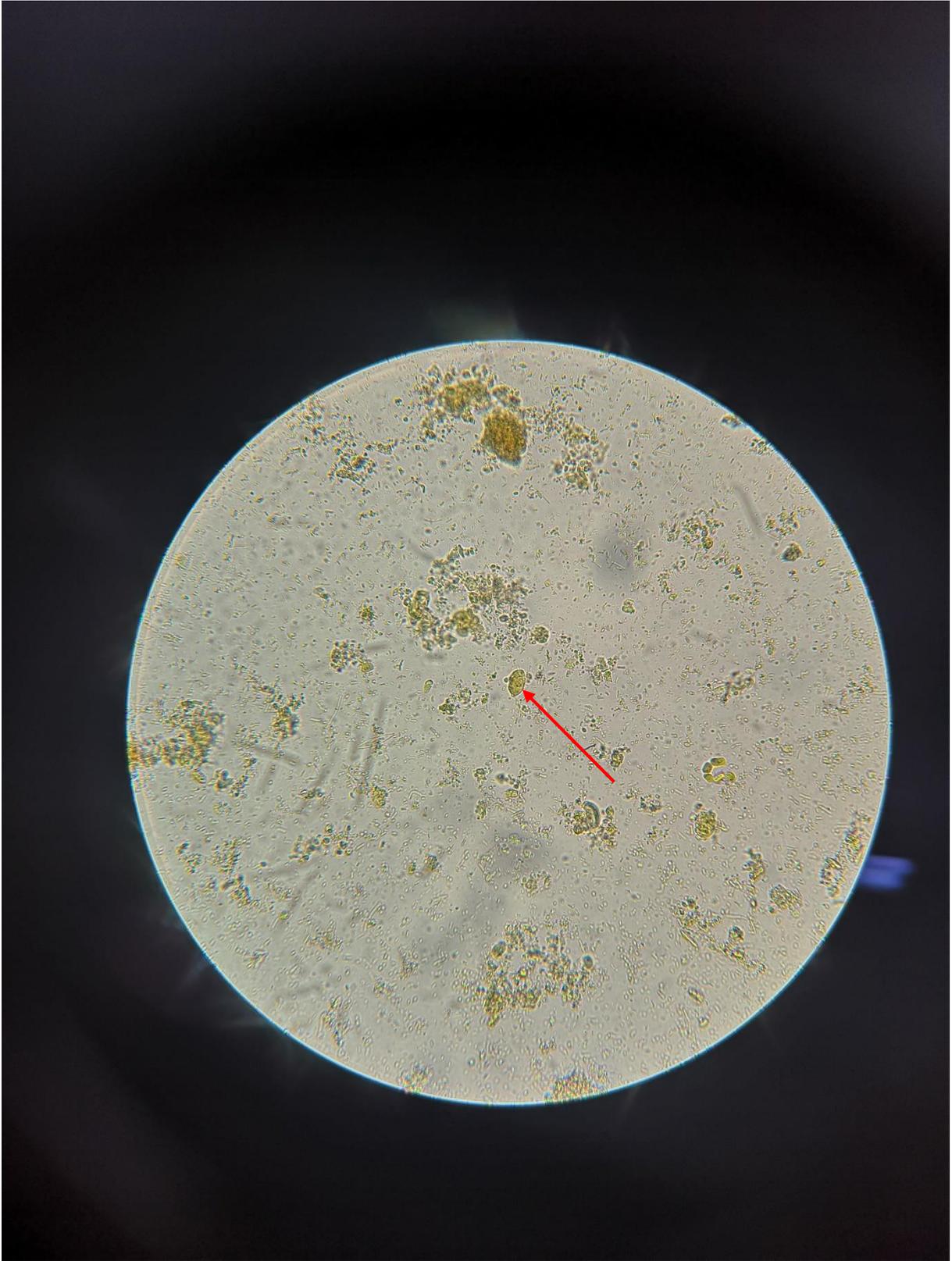


Figure 4 Kyste de *Giardia lamblia*, grossissement x400



Figure 5 Kyste de *Giardia lamblia*, grossissement x400



Figure 6 *Isospora spp* au microscope en grossissement x400

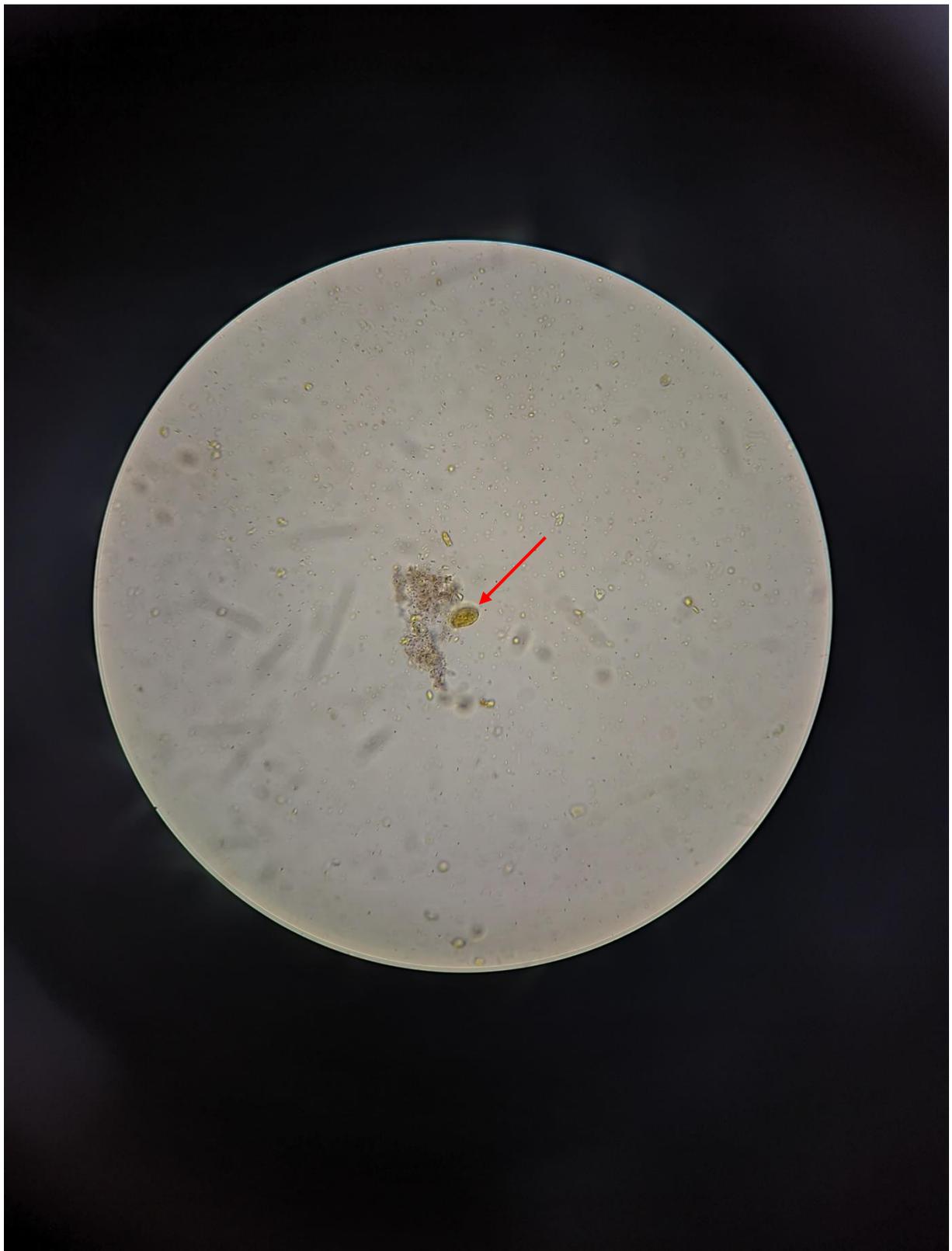


Figure 7 Kyste de *Giardia lamblia*, grossissement x400



Figure 8 Kyste de *Giardia lamblia*, grossissement x400

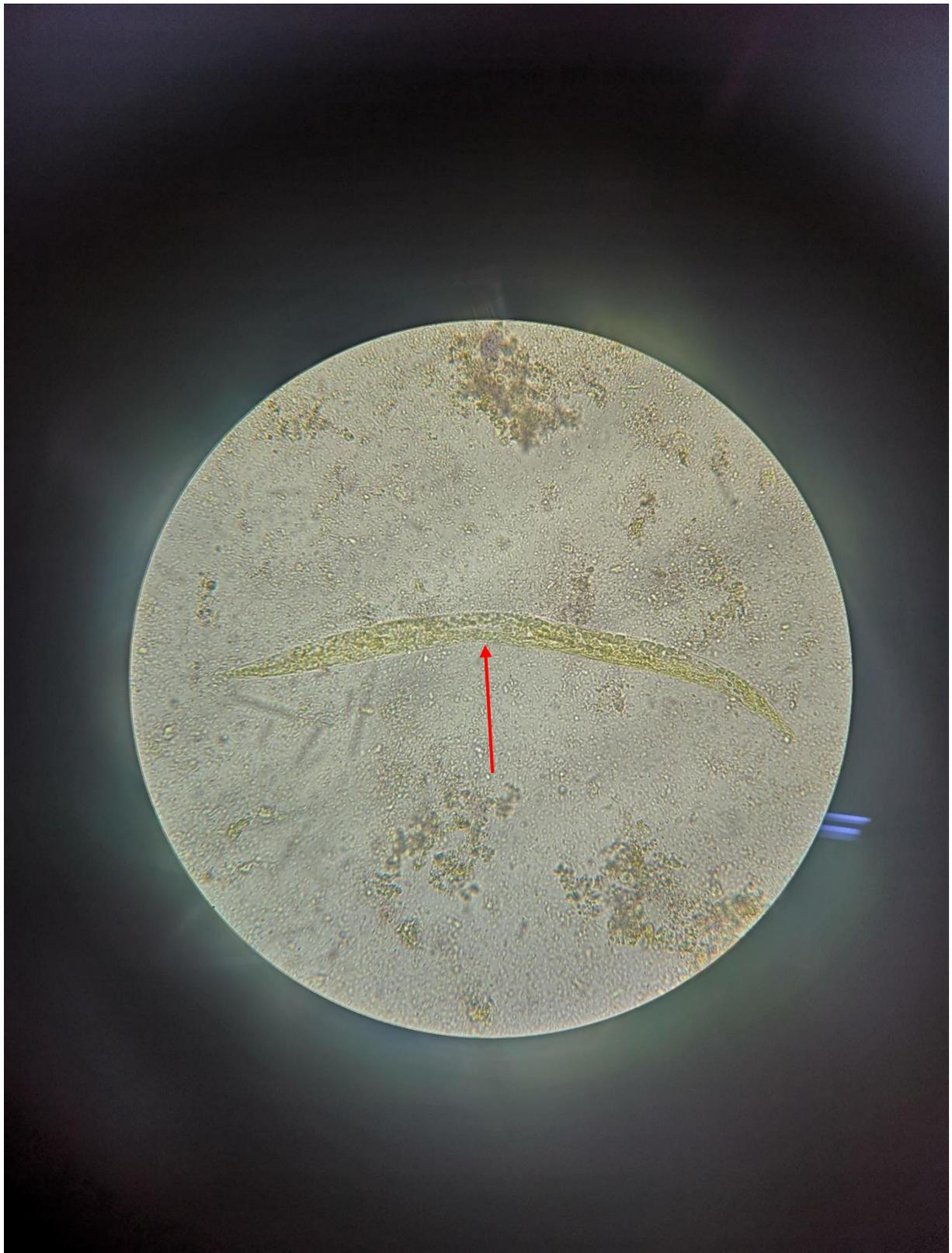


Figure 9 *Larve d'un strongle (Ankylostoma), grossissement x40*

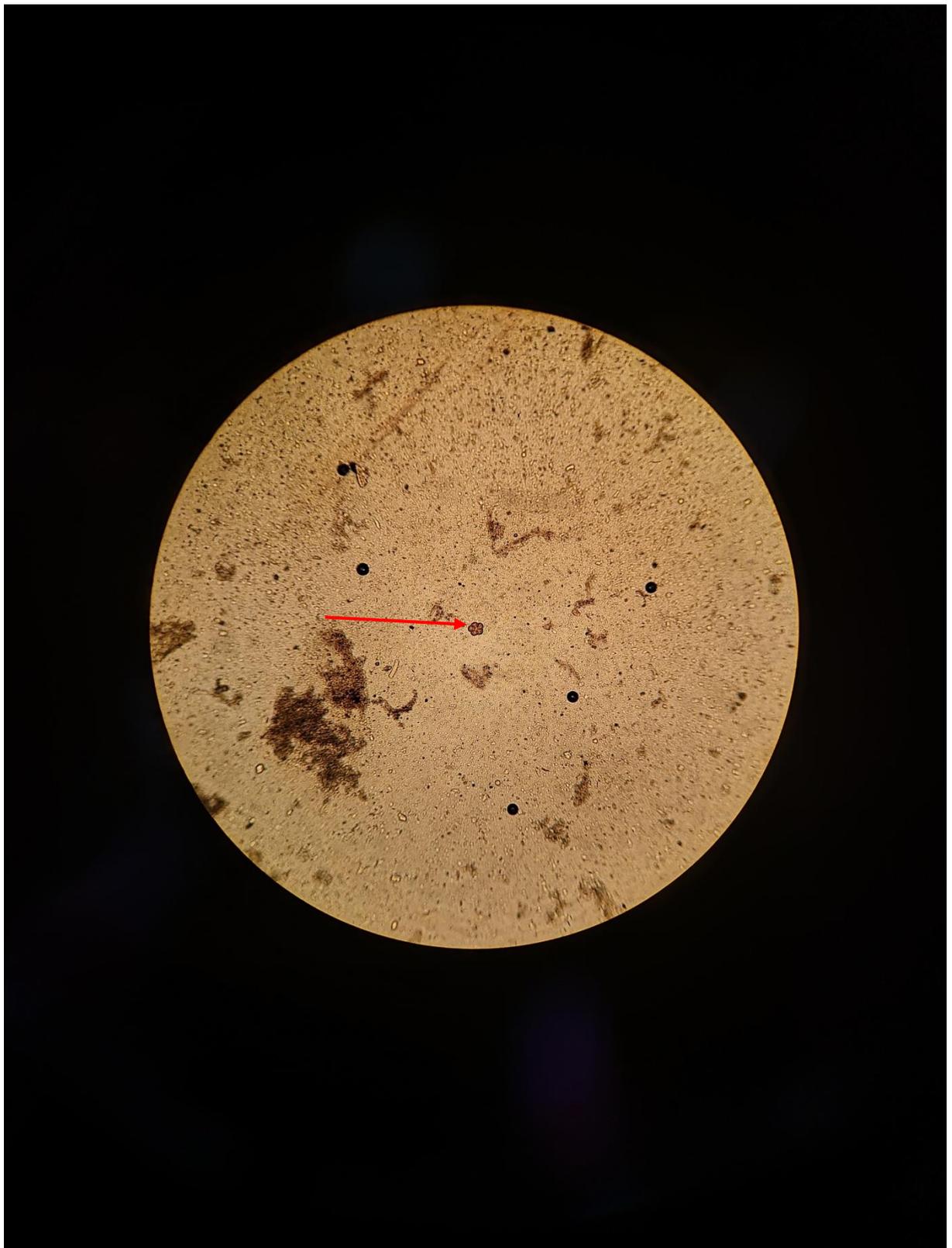


Figure 10 Amas d'œufs de *D. caninum*, grossissement x40

14 Discussion

Sur 19 échantillons testés, 15 ont été positifs autrement dit 79% de tests positifs mais la bande de test était majoritairement de coloration claire (12 des 15 donc 80% de bandelettes claires et seulement 20% de foncées) ce qui indiquerait des infections subcliniques en phase de latence et a faible excrétion de kystes.

Sur les 19 échantillons testés obtenus 4 présentaient des résultats positifs, ce qui indique la présence de *Giardia* dans 21% des cas après observation au microscope.

Il y aurait donc 57.9% d'échantillons avec des résultats faux-positifs et aucun faux négatif, nous avons également noté la présence d'autres parasites dans 2 de ces échantillons, à savoir *D. caninum* et *nematodirus spp* après observation au microscope.

Il y a également présence d'*Isospora* sur un échantillon issu d'un chaton de 2 mois présentant une diarrhée hémorragique ou le test et la microscopie ont tous deux donné des résultats positifs.

7 des 19 échantillons testés ont eu des résultats similaires qu'ils soient positifs ou négatifs, à savoir 36.84% de résultats corrélés, tous ces échantillons étaient issus de chats ne dépassant pas 5 mois d'âge (3 chatons de 2mois, 1 de 3mois et 1 de 5 mois), sachant que la giardiase présente une charge parasitaire plus élevée chez les jeunes individus que chez les plus vieux ce qui nous a aidé à observer les kystes au microscope malgré le fait que les échantillons étaient extrêmement dilués.

Selon l'étude interne de Virbac sur 121 le test aurait 95,6% de sensibilité et 100% de spécificité ("Virbac England - Speed Giardia" n.d.) et un bon taux de détection selon d'autres études (Symeonidou *et al.* 2020) par exemple a donné une spécificité de 86.2% ce qui n'est pas le cas d'après notre étude.

Après calcul il a été déterminé que la sensibilité est de 100% et la spécificité de 26.6%.

Ces résultats discordants pourraient être expliqués comme il a été cité plus haut par le fait que les échantillons étaient très dilués mais également par le fait que la giardase présente des périodes de latence ou l'excrétion des kystes est très minime et ce même si l'animal est jeune, dans ce cas le test pourrait les repérer mais il est plus difficile de le faire au microscope surtout que la méthode d'observation directe a été utilisée sur 15 des 19 échantillons car il n'étaient pas assez consistants pour appliquer la méthode de Ritchie, il est également possible que des kystes de *Giardia* n'ont pas été observés par manque d'expérience en microscopie et en parasitologie.

Il faut également noter que la microscopie n'est pas toujours fiable et sa précision dépend souvent des moyens et de la qualité des microscopes, ce qui en fait rarement un gold standard, dans cette étude (Symeonidou *et al.* 2020) elle aurait une sensibilité de seulement 58.6% là où le

gold standard était la technique utilisant la PCR qui présente une sensibilité et spécificité excellentes.

Il serait donc possible que le test ne soit pas erroné dans les cas faux positifs et soit en réalité très sensible et capable de détecter des concentrations de kystes infimes et difficilement observables en microscopie mais il est également possible que quelques tests soient effectivement faux-positifs.

Conclusion

Les résultats obtenus lors de la présente étude ne sont pas concluants quant à la précision du test Speed *Giardia* de Virbac à cause de la discordance de nos observations ainsi que de la qualité de nos échantillons qui étaient dilués , notre manque d'expérience et également le fait que la microscopie ne soit pas aussi efficace que d'autres méthodes comme la PCR pour détecter les kystes de *Giardia lamblia*.

Il existe également un manque d'études analysant la précision du test Speed *Giardia* dans la communauté scientifique, il est nécessaire d'obtenir plus de données sur un plus grand nombre d'individus avec des récoltes d'échantillons répétées sur ces derniers afin d'obtenir des résultats plus concluants de manière cinétique car là l'excrétion des kystes de *Giardia* est souvent intermittente et difficile à observer au microscope.

Présence d'autres parasites à savoir *D. caninum*, *nematodirus spp* ainsi qu'*Isospora* principalement chez de jeunes chatons, il serait donc intéressant d'obtenir des données sur leurs prévalences et coïnfections avec *Giardia*.

Références bibliographiques

- Adam, Rodney D. 2021. “*Giardia Duodenalis* : Biology and Pathogenesis.” *Clinical Microbiology Reviews* 34 (4) : e00024-19.
- Adams, Peter J., Paul T. Monis, Aileen D. Elliot, and RC Andrew Thompson. 2004. “Cyst Morphology and Sequence Analysis of the Small Subunit rDNA and *Ef1 α* Identifies a Novel *Giardia* Genotype in a Quenda (*Isodon obesulus*) from Western Australia.” *Infection, Genetics and Evolution* 4 (4) : 365–70.
- Ballweber, Lora R., Lihua Xiao, Dwight D. Bowman, Geoffrey Kahn, and Vitaliano A. Cama. 2010. “Giardiasis in Dogs and Cats : Update on Epidemiology and Public Health Significance.” *Trends in Parasitology* 26 (4) : 180–89.
- Bouزيد, Maha, Kapil Halai, Danielle Jeffreys, and Paul R. Hunter. 2015. “The Prevalence of *Giardia* Infection in Dogs and Cats, a Systematic Review and Meta-Analysis of Prevalence Studies from Stool Samples.” *Veterinary Parasitology* 207 (3–4) : 181–202.
- Buret, Andre G., Christina B. Amat, Anna Manko, Jennifer K. Beatty, Marie CM Halliez, Amol Bhargava, Jean-Paul Motta, and James A. Cotton. 2015. “*Giardia Duodenalis* : New Research Developments in Pathophysiology, Pathogenesis, and Virulence Factors.” *Current Tropical Medicine Reports* 2 : 110–18.
- Cai, Weilong, Una Ryan, Lihua Xiao, and Yaoyu Feng. 2021. “Zoonotic Giardiasis : An Update.” *Parasitology Research*, 1–20.
- Cardenas, Rafael Heredia, Laura Miranda Contreras, and Camilo Romero Núñez. 2021. “The Prevalence and Risk Factors of *Giardia Duodenalis* Infection in Cats in Mexico.” *Journal of Advances in Medicine and Medical Research* 33 (23) : 168–76.
- De Santis-Kerr, Andrea C., Malathi Raghavan, Nita W. Glickman, Richard J. Caldanaro, George E. Moore, Hugh B. Lewis, Peter M. Schantz, and Lawrence T. Glickman. 2006. “Prevalence and Risk Factors for *Giardia* and *Coccidia* Species of Pet Cats in 2003–2004.” *Journal of Feline Medicine and Surgery* 8 (5) : 292–301.
- Erlandsen, Stanley L., and Ernest A. Meyer. 2013. *Giardia and Giardiasis : Biology, Pathogenesis, and Epidemiology*. Springer Science & Business Media.
- Farthing, Michael JG. 1997. “The Molecular Pathogenesis of Giardiasis.” *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition* 24 (1) : 79–88.
- Hammerbauerová, Iva. 2021. “Molecular Characterization and Zoonotic Potential of *Giardia Intestinalis* Populations from Pets.”
- López-Arias, Anderson, David Villar, Sara López-Osorio, Daniela Calle-Vélez, and Jenny Jovana Chaparro-Gutiérrez. 2019. “*Giardia* Is the Most Prevalent Parasitic Infection in Dogs and Cats with Diarrhea in the City of Medellín, Colombia.” *Veterinary Parasitology : Regional Studies and Reports* 18 : 100335.
- Mekaru, Sumiko R., Stanley L. Marks, Allison J. Felley, Nadira Chouicha, and Philip H. Kass. 2007. “Comparison of Direct Immunofluorescence, Immunoassays, and Fecal Flotation for Detection of *Cryptosporidium* Spp. and *Giardia* Spp. in Naturally Exposed Cats in 4 Northern California Animal Shelters.” *Journal of Veterinary Internal Medicine* 21 (5) : 959–65.
- Midlej, Victor, and Marlene Benchimol. 2009. “*Giardia lamblia* Behavior during Encystment : How Morphological Changes in Shape Occur.” *Parasitology International* 58 (1) : 72–80.
- Monis, Paul T., Simone M. Caccio, and RC Andrew Thompson. 2009. “Variation in *Giardia* : Towards a Taxonomic Revision of the Genus.” *Trends in Parasitology* 25 (2) : 93–100.
- “Pathogen and Environment | *Giardia* | Parasites | CDC.” 2021. March 2, 2021. [https : //www.cdc.gov/parasites/giardia/pathogen.html](https://www.cdc.gov/parasites/giardia/pathogen.html).

Sursal, Neslihan, Emrah Simsek, and Kader Yildiz. 2020. "Feline Giardiasis in Turkey : Prevalence and Genetic and Haplotype Diversity of *Giardia* Duodenalis Based on the β -Giardin Gene Sequence in Symptomatic Cats." *The Journal of Parasitology* 106 (5) : 699–706.

Symeonidou, Isaia, Athanasios I. Gelasakis, Androulla N. Miliotou, Athanasios Angelou, Konstantinos V. Arsenopoulos, Sofia Loukeri, and Elias Papadopoulos. 2020. "Rapid On-Site Diagnosis of Canine Giardiasis : Time versus Performance." *Parasites & Vectors* 13 (1) : 1–10.

Tangtrongsup, Sahatchai, A. Valeria Scorza, John S. Reif, Lora R. Ballweber, Michael R. Lappin, and Mo D. Salman. 2020. "Seasonal Distributions and Other Risk Factors for *Giardia* Duodenalis and *Cryptosporidium* Spp. Infections in Dogs and Cats in Chiang Mai, Thailand." *Preventive Veterinary Medicine* 174 : 104820.

Thompson, R. C. A., J. A. Reynoldson, and A. H. W. Mendis. 1993. "*Giardia* and Giardiasis." *Advances in Parasitology* 32 : 71–160.

Tzannes, Sophia, Daniel J. Batchelor, Peter A. Graham, Gina L. Pinchbeck, Jonathan Wastling, and Alexander J. German. 2008. "Prevalence of *Cryptosporidium*, *Giardia* and *Isospora* Species Infections in Pet Cats with Clinical Signs of Gastrointestinal Disease." *Journal of Feline Medicine and Surgery* 10 (1) : 1–8.

"Virbac England - Speed Giardia." n.d. Accessed July 5, 2023. [https : //bvt.virbac.com/home/diagnostic-solutions/pour-le-veterinaire-praticien/vector-borne-and-parasitic-disea/main/produits/speed-giardia.html?preventiframercaching=1](https://bvt.virbac.com/home/diagnostic-solutions/pour-le-veterinaire-praticien/vector-borne-and-parasitic-disea/main/produits/speed-giardia.html?preventiframercaching=1).

Waal, Theo de, Sandra Aungier, Amanda Lawlor, Troy Goddu, Matthew Jones, and Donald Szlosek. 2022. "Retrospective Survey of Dog and Cat Endoparasites in Ireland : Antigen Detection." *Animals* 13 (1) : 137.