

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



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

# Mémoire de master

Pour l'obtention du diplôme de master

En

Science vétérinaire

**THEME**

**Contribution à l'identification de  
*cryptosporidium spp* dans les matières  
fécales de bovins et petits ruminants  
abattus dans des abattoirs de la région  
d'Alger**

**Présenté par :**

Melle BENTAFAT Roumaïssa  
Melle BOUGUESSA Marwa  
Melle KASDI Nour Rania

Soutenu publiquement, le 08 juillet 2023 Devant le jury :

Mr KHELEF D	Professeur (ENSV)	Président
Mme MIMOUNE N	MCA (ENSV)	Examinatrice
Mme BAAZIZI R	MCA (ENSV)	Promotrice



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



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

# Mémoire de master

Pour l'obtention du diplôme de master

En

Science vétérinaire

**THEME**

**Contribution à l'identification de  
*cryptosporidium spp* dans les matières  
fécales de bovins et petits ruminants  
abattus dans des abattoirs de la région  
d'Alger**

**Présenté par :**

Melle BENTAFAT Roumaïssa

Melle BOUGUESSA Marwa

Melle KASDI Nour Rania

Soutenu publiquement, le 08 juillet 2023 Devant le jury :

Mr KHELEF D

Professeur (ENSV)

Président

Mme MIMOUNE N

MCA (ENSV)

Examinatrice

Mme BAAZIZI R

MCA (ENSV)

Promotrice

## Résumé

*Cryptosporidium* est un type de parasite qui affecte les humains et les animaux, ce qui en fait une menace pour la santé publique. Cette étude a été réalisée dans le but de déterminer la présence de ce parasite chez les animaux de boucherie dans la capitale, et les résultats étaient négatifs. Cela est dû à l'âge des animaux adultes et à l'utilisation de tests de haute précision. Cependant, cela ne signifie pas qu'il faut négliger les mesures préventives pour réduire l'apparition de la maladie chez les animaux et les humains.

## Abstract

*Cryptosporidium* is a type of parasite that affects humans and animals, making it a public health hazard. This study was conducted to determine the presence of this parasite in slaughterhouse animals in the capital, and the results were negative. This is attributed to the age of the adult animals and the use of high-precision tests. However, this does not mean that preventive measures should be neglected to minimize the occurrence of the disease in animals and humans.

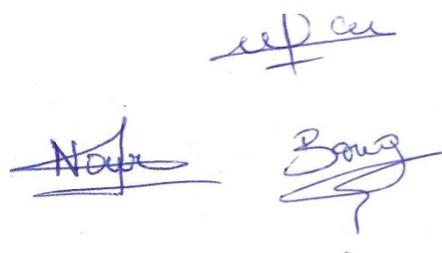
## ملخص

كريبتوسبورديوم نوع من الطفيليات التي تصيب الانسان و الحيوانات و بذلك فهي تشكل خطرا على الصحة العمومية , تمت هذه الدراسة بهدف تحديد وجود هذا الطفيلي عند حيوانات المذابح بالعاصمة و النتائج كانت سلبية . يرجع الامر الى سن الحيوانات البالغ وعدم استعمال تحاليل عالية الدقة . ولكن هذا لا يمنع من عدم اخذ الاجراءات الوقاية للتقليل من ظهور المرض لدى الحيوانات و الانسان

## Déclaration sur l'honneur

Nous soussignées melles **BENTAFAT Roumaissa**, **BOUGUESSA Marwa** et **KASDI Nour Rania**, déclarons d'être pleinement conscientes que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiés sous toute forme de support, y compris l'internet, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que nous avons utilisées pour écrire ce mémoire

**signatures**



The image shows three handwritten signatures in blue ink. The top signature is 'Bentafat Roumaissa', the bottom-left signature is 'Nour Rania', and the bottom-right signature is 'Bouguesa Marwa'.

## **Remerciements**

*Nous remercions le bon dieu d'être arrivé là où nous sommes aujourd'hui*

*Nous tenons à remercier particulièrement :*

**Professeur KHELEF** pour l'honneur qui nous a fait en président le jury, veuillez trouver ici l'expression de notre très haute considération

*Sincères remerciements*

**Dr MIMOUNE** de nous avoir honoré en acceptant d'examiner notre travail, veuillez recevoir l'assurance de notre sincère considération

Notre promotrice **Dr BAAZIZI** pour son aide, ses encouragements, ses précieux conseils, les efforts fournis et son énorme gentillesse tout au long de la réalisation de ce travail, Chaleureux remerciements.

## ***Dédicace Rania***

***A mes chers parents,***

*Vous êtes la lumière qui éclaire mon chemin, la force qui me pousse à aller de l'avant, et les cœurs qui font battre le mien.*

*Maman, Aujourd'hui, je veux te dire combien je t'aime et à quel point je suis fière d'être ta fille. Ta gentillesse et ta bienveillance illuminent ma vie, et je suis bénie de t'avoir comme mère.*

***A mon frère Hamza et ma sœur Marwa,***

*Vous m'avez soutenu, encouragé et aimé sans relâche, je vous aime.*

*Ma famille, vous êtes ma source d'inspiration et ma raison de sourire chaque jour.*

***A mes amies Roumi et Dina,***

*Je vous remercie pour chaque instant passé à mes côtés, les rires partagés et les souvenirs créés ensemble qui sont gravés dans mon cœur pour toujours.*

***A quelqu'un,*** merci de me soutenir de loin et d'apporter de la joie dans ma vie.

***A mes deux binôme Roumi et Marwa,*** vous êtes les meilleurs et je vous souhaite que le bonheur et le meilleur pour vos prochains destins.

*Je vous aime du plus profond de mon cœur et je suis infiniment reconnaissante de vous avoir à mes côtés.*

*Avec tout mon amour,  
Rania.*

## ***Dédicace Marwa***

*Je dédie ce modeste travail :*

*A tous ceux qui témoignent qu'il n'y a de Dieu qu'Allah et que Mohamed est son prophète.*

*A ceux qui m'ont soutenu, m'ont encouragé durant toute ma période d'étude, et pour leurs sacrifices consentis. A ceux qui ont toujours voulu que je sois la meilleure.*

*A mes parents : **Rachid, Benhadjoudja Cherifa.** Pour avoir toujours cru en moi et m'avoir permis d'arriver jusqu'ici j'espère que vous êtes fière de moi.*

*A mes très **chères sœurs** je ne peux exprimer à travers ses lignes tous mes sentiments d'amour et de tendresse envers vous. Puisse l'amour et la fraternité nous unissent à jamais. Je vous souhaite la réussite dans votre vie, avec tout le bonheur qu'il faut pour vous combler. Merci pour votre précieuse aide à la réalisation de ce travail.*

*A **mes amis** pour tout ce que l'on partage. Que dieu vous bénisse et vous donne plein de joie et de santé.*

*Marwa*

## ***Dédicace Roumaïssa***

*A mes chers parents, Dahmane et Djamila les mots de remerciements et de gratitude ne suffisent pas à décrire vos sacrifices et votre amour incommensurable .grâce à vous je suis devenue la personne que je suis aujourd'hui. je prie pour que dieu vous préserve pour moi.*

*A mes chers frères abdellah mouad et mohammed et à ma chère sœur khaoula et son mari Idris, vous êtes mes compagnons et mes amis à chaque étape de ma vie grâce à votre présence je n'ai jamais ressenti la solitude . Voir vos réussites et votre bonheur est l'un des plus grands trésors de ma vie. je vous souhaite le succès et la joie dans tout ce que vous entreprenez.*

*A miko et wiwi , votre innocence et votre joie contagieuse sont un véritable cadeau pour moi. que vos sourires continuent de briller et que vous rires remplissent chaque instant de bonheur.*

*A mon cher oncle hocine tu es une personne inspirante et un exemple d'engagement j'ai beaucoup appris de toi et j'ai compris la valeur de travail acharné et du dévouement. je te souhaite un bonheur continu.*

*A Mes meilleures amies Ghada, Rania et Sarah vous êtes les personnes qui me comprennent sincèrement et qui sont toujours à mes côtés dans toutes les circonstances. Je vous remercie pour les conversations profondes les rires spontanés et les moments précieux que nous avons partagés ensemble. Vous êtes une force et un soutien inestimable et je vous en suis reconnaissante.*

*A Rania et Marwa, merci pour vos efforts et je vous souhaite le meilleur pour vos prochains destins.*

*Et je tiens à remercier sincèrement la personne qui m'a aidé à réaliser mon travail.*

*Roumi*

## Sommaire

Introduction.....	1
Chapitre I Partie bibliographique .....	3
1. Cryptosporidium spp .....	3
a. Chez les bovins.....	3
b. Chez les petits ruminants .....	4
2. Cycle de vie .....	4
3. Signes cliniques .....	6
4. Epidémiologie.....	6
5. Effet sur les performances .....	7
6. Cryptosporidium dans le cadre du concept One Health .....	7
7. Diagnostic .....	9
8. Traitement et prévention.....	9
Chapitre II : Partie expérimentale .....	12
1. L'objectif de l'étude .....	12
2. Zone d'étude .....	12
3. La collecte des échantillons .....	12
4. Population étudiée .....	12
5. Matériels .....	13
6. Méthode de Ritchie modifiée .....	16
a. Le principe .....	16
b. Les étapes .....	16
7. La technique de la coloration de Ziehl-Neelsen modifiée .....	19
a. Description et principe .....	19
b. Mode opératoire : .....	19
c. Technique .....	19
8. Résultats et discussion .....	21
a. Prévalence par rapport à l'âge des animaux.....	21
b. La présence de la diarrhée.....	22
c. La fiabilité des méthodes de diagnostique .....	23
Conclusion.....	26

## Liste des figures

**Figure 1** Représentation schématique du cycle de vie de *Cryptosporidium parvum*.

**Figure 2 :** Interactions et impact de *Cryptosporidium* sur la santé humaine, animale et environnementale dans le cadre du concept One Health.

**Figure 3 :** L'abattoir d'Eucalyptus.

**Figure 4 :** Le matériel utilisé.

**Figure 5 :** les réactifs utilisés

**Figure 6 :** les étapes de la méthode de Ritchie

**Figure 7 :** les étapes de la méthode de Ritchie suite

**Figure 8 :** Coloration et lecture

## Liste des tableaux

**Tableau 1** Population étudiée.

**Tableau 2** La prévalence à l'échelle globale.

**Tableau 3** La prévalence à l'échelle lazaret.

**Tableau 4** Prévalence de l'excrétion de *Cryptosporidium spp.* et de *Giardia spp.* en fonction de l'état des fèces chez les veaux âgés de 1 jour à 12 mois

## Liste des Abréviations

<b>C</b>	cryptosporidium
<b>EIA</b>	dosage immunoenzymatique
<b>ELISA</b>	dosage immuno-enzymatique
<b>Gp60</b>	glycoprotéine de 60 kDa
<b>HL</b>	lactate d'halofuginone
<b>IFA</b>	dosage des anticorps par immunofluorescence
<b>Ig</b>	immunoglobuline
<b>PCM</b>	microscopie à contraste de phase
<b>PCR</b>	réaction en chaîne par polymérase
<b>ARNr</b>	ARN ribosomique
<b>MF</b>	matières fécales

# **INTRODUCTION**

## Introduction

La cryptosporidiose est une maladie parasitaire qui affecte un grand nombre de vertébrés, y compris l'homme, bien que plus rarement les reptiles et les poissons. Elle est causée par le genre *Cryptosporidium*, qui appartient au phylum des Apicomplexa et au groupe des coccidies. Ces parasites se retrouvent sur tous les continents, à l'exception de l'Antarctique. Les oocystes contenant les sporozoïtes infectieux sont éliminés dans les selles des hôtes infectés, ce qui entraîne la contamination de l'environnement. Ils sont fréquemment véhiculés par l'eau, où ils conservent leur pouvoir infectieux pendant une longue période. De plus, ils sont résistants aux désinfectants habituels, ce qui rend la lutte contre la cryptosporidiose plus difficile pour les éleveurs. En outre, étant immédiatement infectieux après leur excrétion, ils peuvent être transmis directement par contact interhumain. *Cryptosporidium* provoque un syndrome gastro-intestinal plus ou moins sévère selon le statut immunitaire de l'hôte, les jeunes et les individus immunodéprimés étant plus sensibles. Les signes cliniques généralement observés comprennent la diarrhée, associée à une déshydratation pouvant aller jusqu'à une altération de l'état général, voire la mort de l'hôte. Depuis sa première découverte, plusieurs espèces de *Cryptosporidium* ont été identifiées. Il existe des sous-génotypes zoonotiques, c'est-à-dire transmissibles à l'homme, ainsi que des sous-génotypes spécifiques aux humains ou aux bovins, au sein de certaines espèces de *Cryptosporidium*. Bien que les adultes puissent excréter ces parasites, ce sont les veaux nouveau-nés (généralement âgés de moins d'un mois) qui présentent les signes cliniques les plus marqués et les taux d'excrétion les plus élevés (Benyahia et al., 2020; Toukmidine, 2021).

La cryptosporidiose est à l'origine de pertes économiques importantes, que ce soit par le biais des traitements mis en place, mais aussi par les taux de morbidité et de mortalité élevés. L'importance de la cryptosporidiose n'est pas moindre en matière de santé publique. Chez l'homme sain, l'infection à *Cryptosporidium parvum* est généralement bénigne, voire inapparente. Elle peut être partiellement prévenue par des mesures d'hygiène très strictes, mais celles-ci ne sont pas infaillibles compte tenu des caractéristiques biologiques du parasite (cycle rapide, forte résistance des oocystes) et des incertitudes qui persistent aujourd'hui sur les mécanismes d'apparition de la maladie. Les possibilités thérapeutiques sont également réduites (Benyahia et al., 2020). Comment pouvons-nous mieux comprendre les mécanismes de transmission de cette maladie, les facteurs de risques et développer des stratégies de prévention et de contrôle efficace pour réduire son impact négatif ?

**CHAPITRE I**  
**PARTIE**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## Chapitre I Partie bibliographique

### 1. *Cryptosporidium spp*

En 1907, Ernest Edward Tyzzer fit la première découverte du parasite protozoaire, ultérieurement connu sous le nom de *Cryptosporidium* (Tyzzer, 1907). Jusqu'à présent, au moins 44 espèces de ce genre ont été identifiées et plus de 120 génotypes ont été répertoriés (Ryan et al., 2021). Toutes ces espèces sont responsables de la cryptosporidiose, une maladie enregistrée chez divers vertébrés, tels que les mammifères, les oiseaux, les reptiles, les amphibiens et les poissons (Spickler, 2018).

#### a. Chez les bovins

*Cryptosporidium spp* a été signalé pour la première fois chez les bovins, plus spécifiquement chez les veaux, en 1971 (Panciera et al., 1971), et il a été mentionné comme agent infectieux unique pour la première fois plus d'une décennie plus tard (Tzipori et al., 1983). Quatre espèces de *Cryptosporidium* sont couramment présentes chez les bovins, à savoir *C. parvum*, *Cryptosporidium bovis*, *C. ryanae* et *Cryptosporidium andersoni* (Thomson et al., 2017).

*C. parvum* a été observé comme l'espèce dominante chez les veaux pré-sevrés dans de nombreux pays (Chako et al., 2010), et il semble être plus répandu chez les bovins laitiers que chez les bovins de boucherie (Abeywardena et al., 2015). *C. parvum* est commun chez les animaux et les humains et est distribué dans le monde entier (Abeywardena et al., 2015).

La cryptosporidiose est l'une des causes mondiales les plus importantes de diarrhée chez les ruminants d'élevage néonataux, y compris les veaux. Les parasites *Cryptosporidium* envahissent les cellules épithéliales intestinales et provoquent une grave érosion des muqueuses entraînant un raccourcissement et une fusion des villosités, ainsi qu'une hypertrophie des cryptes au niveau des petits sites intestinaux, entraînant une digestion altérée et une perméabilité intestinale accrue (Tzipori et al., 1983).

La diarrhée qui en résulte entraîne des pertes de production élevées, notamment la mortalité, une réduction du gain de poids vif, des coûts vétérinaires et des coûts supplémentaires d'alimentation et d'élevage pour les animaux affectés dont les taux de croissance sont ralentis (Innes et al., 2020 ; Santin, 2020 ; Shaw et al., 2020).

La cryptosporidiose est reconnue comme endémique chez les bovins dans le monde entier et sa prévalence varie considérablement entre les pays, les groupes d'âge et les études, allant de 11,7 à 78 %, l'incidence la plus élevée étant signalée chez les veaux pré-sevrés (Santin et al., 2004 ; Watanabe et al., 2005 ; Fayer et al., 2006 ; Maddox Hyttel et al., 2006 ; Trotz-Williams et al., 2007 ; Khan et al., 2010 ; Amer et al., 2013 ; Thomson et al., 2017 ; Hatam-Nahavandi et al., 2019).

## **b. Chez les petits ruminants**

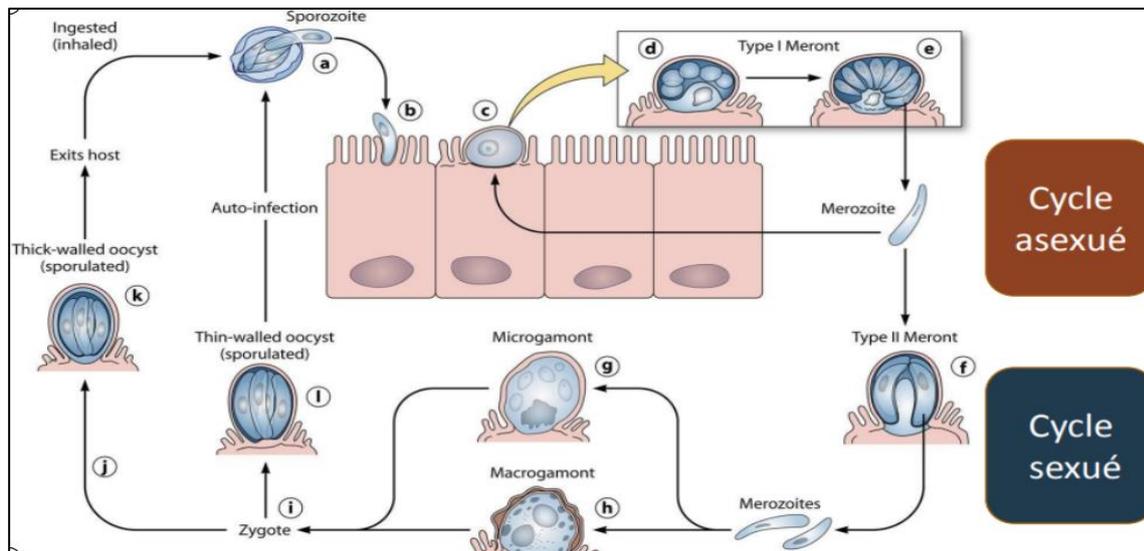
Parmi les espèces infectant les petits ruminants, *C. parvum*, *C. ubiquitum* et *C. xiaoi* sont les espèces les plus fréquemment détectées (Fayer et Santin, 2009 ; Fayer et al, 2010 ; Santin, 2020). De plus, *C. andersoni*, *C. bovis*, *C. ryanae*, *C. hominis*, *C. fayeri*, *C. baileyi* et *C. suis* ont été identifiés sporadiquement chez les ovins et caprins (Hatam Nahavandi et al., 2019 ; Santin, 2020).

*Cryptosporidium* cause une morbidité et une mortalité importantes chez les agneaux et les chevreaux nouveau-nés (de Graaf et al., 1999 ; Wright et Coop, 2007). La diarrhée entraînant une réduction de la productivité et de la croissance a été associée aux infections à *Cryptosporidium* chez les agneaux et les chevreaux (Paraud et Chartier, 2012 ; Jacobson et al., 2016 ; Jacobson et al, 2018). Une large gamme de prévalence de *Cryptosporidium* basée sur la microscopie et les méthodes de détection moléculaire a été rapportée chez les petits ruminants dans le monde entier, allant de 12,5 % à 77,4 % chez les agneaux (Causape et al., 2002 ; Ryan et al., 2005 ; Castro-Hermida et al., 2007 ; Goma et al., 2007 ; Santin et al., 2007 ; Geurden et al., 2008) et de 4,8 % à 70,8 % chez les chevreaux (Noordeen et al., 2001 ; Watanabe et al., 2005 ; Castro -Hermida et al., 2007 ; Goma et al., 2007 ; Geurden et al., 2008).

Comme chez les bovins, les oocystes de *Cryptosporidium* se trouvent principalement dans les fèces de très jeunes animaux (âgés de 1 à 3 semaines), avec une incidence plus faible chez les animaux plus âgés (de Graaf et al., 1999 ; Noordeen et al., 2001 ; Causape et al., 2002 ; Santin et Trout, 2007 ).

## **2. Cycle de vie**

*Cryptosporidium* est considéré comme un parasite intracellulaire peu invasif, mais extracytoplasmique, qui termine son cycle de vie apicalement à l'intérieur des cellules épithéliales de l'intestin grêle (Petry et al., 2010 ; Laurent et Lacroix-Lamandé, 2017 ; Delling et Dauschies, 2022). Ce parasite a deux phases de reproduction, asexuée et sexuée (Fig 1). Premièrement, il passe par deux cycles de mérogonie (phase asexuée), suivis d'un cycle de gamogonie (phase sexuelle) (Delling et Dauschies, 2022). Le protozoaire a un stade infectieux, appelé sporozoïte, qui est présent dans un oocyste (4–6 µm). Il existe deux types d'oocystes : les oocystes à paroi épaisse (80 % des oocystes) qui sont excrétés du corps avec les fèces et les oocystes à paroi mince (20 % des oocystes) qui provoquent une auto-infection dans les intestins (Kosek et al., 2001).



**Figure 1.** Représentation schématique du cycle de vie de *Cryptosporidium parvum* (Bouزيد et al., 2013).

Après avoir exkysté des oocystes dans la lumière de l'intestin (a), les sporozoïtes (b) pénètrent dans les cellules hôtes et se développent en trophozoïtes (c) dans des vacuoles parasitophores confinées à la région microvillositaire de l'épithélium muqueux. Les trophozoïtes subissent une division asexuée (mérogonie) (d et e) pour former des mérozoïtes. Après avoir été libérés des mérontes de type I, les mérozoïtes invasifs pénètrent dans les cellules hôtes adjacentes pour former des mérontes de type I supplémentaires ou pour former des mérontes de type II (f). Les mérontes de type II ne se recyclent pas mais pénètrent dans les cellules hôtes pour former les stades sexués, les microgamonts (g) et les macrogamonts (h). La plupart des zygotes (i) formés après la fécondation du microgamont par les microgamètes (libérés du microgamont) se développent en oocystes à paroi épaisse résistants à l'environnement (j) qui subissent une sporogonie pour former des oocystes sporulés (k) contenant quatre sporozoïtes. Les oocystes sporulés libérés dans les matières fécales sont les formes de cycle de vie résistantes à l'environnement qui transmettent l'infection d'un hôte à un autre. Un plus petit pourcentage de zygotes (environ 20 %) ne forme pas une paroi d'oocyste épaisse à deux couches, ils n'ont qu'une membrane unitaire entourant les quatre sporozoïtes. Ces oocystes à paroi mince (l) représentent des formes de cycle de vie autoinfectantes qui peuvent maintenir le parasite dans l'hôte sans exposition orale répétée aux oocystes à paroi épaisse présents dans l'environnement (fig 1) (Bouزيد et al., 2013).

### 3. Signes cliniques

La sévérité de la cryptosporidiose est fortement liée au statut immunitaire de l'hôte. Les principaux hôtes cibles de ce parasite sont les jeunes individus immunodéprimés (Lantier et al., 2014), en particulier les veaux pré-sevrés (<3 mois) (Santín et al., 2004, 2008).

*Cryptosporidium* est un parasite intracellulaire qui infecte les cellules épithéliales intestinales et provoque une diarrhée débilitante (McDonald et al., 2000).

Les veaux laitiers atteints de cryptosporidiose peuvent éventuellement présenter une atrophie villositaire de la muqueuse de l'intestin grêle et une perméabilité intestinale accrue (Wyatt et al., 2010). Les principaux signes cliniques chez les veaux atteints de cryptosporidiose sont la diarrhée aqueuse (parfois sanglante), la dépression ou la léthargie, l'anorexie, la malabsorption des nutriments et les douleurs abdominales (Naciri et al., 1999 ; Olson et al., 2004). Habituellement, la maladie est spontanément résolutive (Petry et al., 2010), cependant, dans les cas graves, les veaux peuvent mourir de déshydratation et de collapsus cardiovasculaire à cause de la diarrhée (Olson et al., 2004).

### 4. Epidémiologie

La cryptosporidiose présente une période d'incubation moyenne de cinq à sept jours (Abeywardena et al., 2015). La première excrétion d'oocystes est généralement observée quatre jours après l'infection et peut durer jusqu'à deux semaines (Innes et al., 2020). Chez les veaux, il a été signalé que l'excrétion d'oocystes commence dès le deuxième jour suivant la naissance (Olson et al., 2004). Le début de l'excrétion des différentes espèces de *Cryptosporidium* varie de cinq jours (*C. bovis*) à 15 jours (*C. ryanae*) (Åberg et al., 2019), atteignant son pic à 14 jours (Olson et al., 2004). Il est important de noter que l'excrétion d'oocystes n'est pas toujours associée à la diarrhée (Thomson et al., 2017). Au cours de l'infection, un grand nombre d'oocystes peut être excrété dans les fèces des veaux, avec des concentrations allant de 10<sup>6</sup> à 10<sup>10</sup> oocystes par gramme de fèces (Nydham et al., 2001 ; Armon et al., 2016).

Les oocystes sont transmis par voie fécale-orale (Ryan et al., 2016), ce qui englobe plusieurs modes de transmission, tels que la transmission d'une personne à l'autre, d'animal à une personne, d'une personne à un animal, d'animal à un animal, par voie hydrique, alimentaire et aérienne (Cacciò, 2005). L'eau contaminée et le contact avec des individus infectés (animaux ou humains) sont considérés comme des sources majeures d'infection (Laurent et Lacroix-Lamandé, 2017).

Il est important de noter que pas toutes les espèces de *Cryptosporidium* sont zoonotiques ; par exemple, alors que *C. parvum* est zoonotique, *C. hominis* est anthroponotique (Cacciò et Chalmers, 2016).

## 5. Effet sur les performances

Il a été suggéré que la cryptosporidiose a des effets négatifs durables sur les performances des animaux et l'efficacité de la production (Klein et al., 2008 ; Shaw et al., 2020).

Les infections à *Cryptosporidium* spp ont été associées à une prise de poids réduite chez les veaux (da Silva Abreu et al., 2019 ; Shaw et al., 2020 ; Renaud et al., 2021), les agneaux (Jacobson et al., 2016), les chèvres (Jacobson et al., 2018) et les humains (Khalil et al., 2018). Les veaux infectés ont également présenté une perméabilité intestinale élevée, atteignant 100%, ainsi qu'une capacité réduite d'absorption des nutriments intestinaux, ce qui peut entraîner une prise de poids inférieure (Klein et al., 2008). La perte de la fonction barrière intestinale est causée par l'effet synergique du parasite et des monocytes inflammatoires (de Sablet et al., 2016 ; Dorbek-Kolin, 2023).

## 6. *Cryptosporidium* dans le cadre du concept One Health

La cryptosporidiose zoonotique est distribuée dans le monde entier, l'une des principales maladies diarrhéiques chez l'homme et les animaux. Les oocystes de *Cryptosporidium* sont également l'une des préoccupations environnementales majeures, ce qui en fait un agent pathogène qui s'inscrit bien dans le concept One Health (Zhu et al., 2021).

Le principal symptôme de la cryptosporidiose est une diarrhée aqueuse qui peut varier de légère à grave ou mortelle chez les humains et les animaux. Actuellement, il existe environ 120 génotypes de *Cryptosporidium* reconnus (Feng et al., 2018 ; Ryan et al., 2021). Les humains sont principalement infectés par le *C. parvum* zoonotique et le *C. hominis* anthropique. Les patients dont l'immunité est affaiblie ou compromise peuvent être infectés par d'autres espèces (par exemple, *C. canis*, *C. felis*, *C. meleagridis* et *C. xiaoi*) (O'Connor et al., 2011 ; Adamu et al., 2014 ; Ryan et al., 2014 ; Pumipuntu et Piratae, 2018). C'est également l'un des principaux agents pathogènes diarrhéiques affectant les enfants dans les pays en développement, avec un impact négatif significatif sur la mortalité et la croissance (Kotloff et al., 2013), entraînant une perte estimée à 4,2 millions d'années de vie ajustées sur l'incapacité chez les enfants de moins de 5 ans (Khalil et al., 2018).

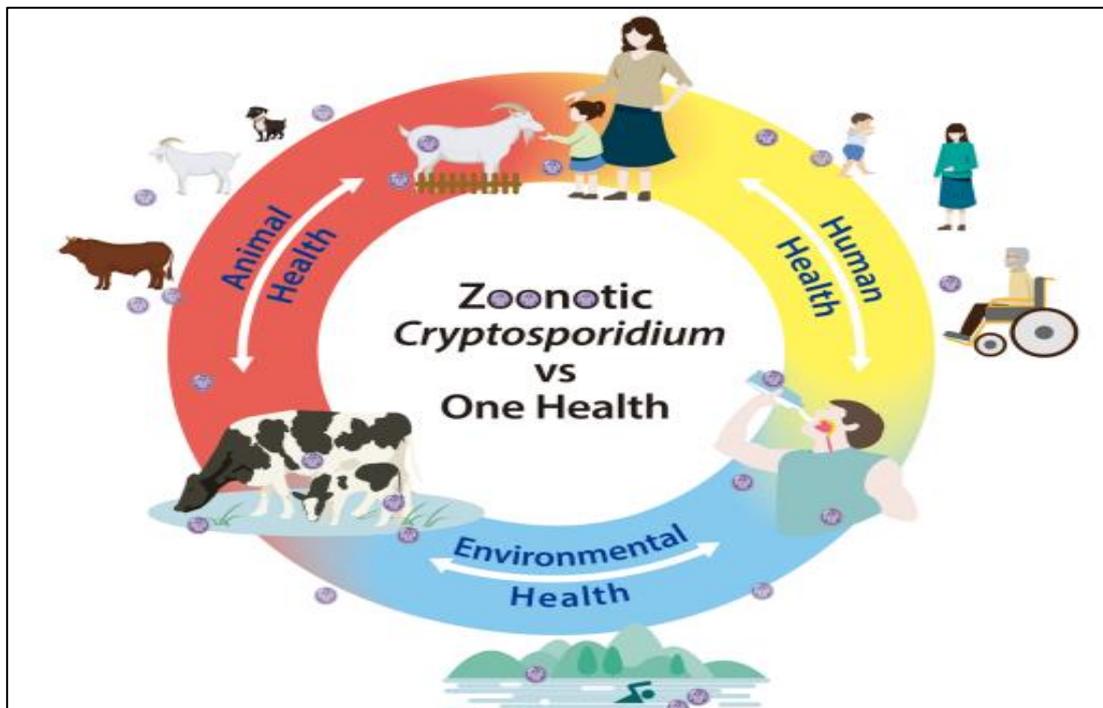
Une préoccupation particulière concerne les effets à long terme chez les enfants, impliquant un retard de croissance et des déficits cognitifs même après la guérison de la cryptosporidiose (Kotloff et al., 2013 ; Khalil et al., 2018).

La cryptosporidiose produit également des effets négatifs à long terme chez les animaux, notamment une diminution des gains de poids et des performances de production chez les bovins et les ovins (Jacobson et al., 2016 ; Innes et al., 2020 ; Shaw et al., 2020). Par exemple, les veaux de boucherie pourraient perdre en moyenne 34 kg à l'âge de 6 mois s'ils avaient

souffert de cryptosporidiose en tant que nouveau-nés par rapport à ceux ne présentant aucun signe clinique d'infection (Shaw et al., 2020).

Les oocystes sont le stade environnemental du parasite responsable de la transmission entre humains et/ou animaux. Les oocystes contiennent une structure de paroi très résistante aux produits chimiques, y compris les désinfectants, tandis que les 4 sporozoïtes dans une paroi d'oocyste sont raisonnablement résistants aux fluctuations de température et à la dessiccation, probablement en raison de la présence de tréhalose protecteur contre le stress (Yu et al., 2010). Pour ces raisons, les oocystes de *cryptosporidium* sont un contaminant environnemental important, responsable de nombreuses épidémies de cryptosporidiose d'origine hydrique dans le monde (Corso et al., 2003 ; Chyzheuskaya et al., 2017 ; Ridderstedt et al., 2018). Les oocystes qui survivent longtemps peuvent être transportés à différents endroits du monde dans l'eau et le sol pour interagir avec les humains et les animaux, et adaptés à de nouveaux environnements et hôtes, ce qui complique l'évolution de l'épidémiologie et des structures de population de la cryptosporidiose (Feng et al., 2018).

Par conséquent, *Cryptosporidium* peut servir de modèle d'agent pathogène One Health qui a un impact sur la santé humaine, animale et environnementale aux niveaux régional et mondial (Fig. 2) (Ryan et al., 2016 ; Innes et al., 2020).



**Figure 2.** Interactions et impact de *Cryptosporidium* sur la santé humaine, animale et environnementale dans le cadre du concept One Health (Zhu et al., 2021).

## 7. Diagnostic

Plusieurs méthodes de laboratoire ont été utilisées pour diagnostiquer la cryptosporidiose. Chacun de ces tests a ses limites, telles que le coût, la performance, la différenciation de la signification clinique et l'évaluation des co-infections avec d'autres agents pathogènes (Checkley et al., 2015). En milieu clinique, la détection de *Cryptosporidium spp* repose encore principalement sur la microscopie utilisant des colorants ou des anticorps d'immunofluorescence, ainsi que sur d'autres méthodes de détection antigénique (Ryan et al., 2016). La microscopie et les tests de détection d'antigènes sont utiles pour les diagnostics cliniques du genre (Checkley et al., 2015), bien qu'il convient de noter que les oocystes de *Cryptosporidium spp* sont si petits que la détection par microscopie n'est pas fiable (Cacciò et Chalmers, 2016) et manque de sensibilité et de spécificité (Chalmers et Katzer, 2013).

D'autres méthodes de laboratoire comprennent la microscopie à fluorescence utilisant l'Auramine O ou la coloration Ziehl-Neelsen modifiée acido-résistante, les dosages immuno-enzymatiques (ELISA), les dosages immuno-enzymatiques (EIA), les dosages immunochromatographiques à flux latéral, la microscopie à contraste de phase (PCM) et des méthodes moléculaires telles que la réaction en chaîne par polymérase multiplex (PCR) (Chalmers et Katzer, 2013 ; Fournet et al., 2013 ; Ryan et al., 2016).

Selon la source d'information, la méthode de diagnostic connue la plus fiable est soit la coloration au vert de malachite (Thompson et al., 2016) soit les dosages d'anticorps par immunofluorescence (IFA), avec une spécificité allant jusqu'à 97% (Ryan et al., 2016).

De nombreuses études ont rapporté la présence d'immunoglobulines sériques spécifiques de *Cryptosporidium* (IgG, IgM et IgA) et d'anticorps IgA fécaux au cours de la cryptosporidiose humaine (Borad et Ward, 2011). Selon Collinet-Adler et Ward (2010), la sérologie ne doit pas être considérée comme un bon outil de diagnostic car elle ne reflète pas toujours une infection active.

L'ARN ribosomique 18S (ARNr) et les gènes gp60 sont les marqueurs moléculaires les plus largement utilisés pour le typage des isolats de *Cryptosporidium* et de leurs sous-types (Strong et al., 2000 ; Xiao, 2010 ; Zahedi et al., 2016).

## 8. Traitement et prévention

Dans l'Union européenne, deux médicaments sont actuellement homologués pour le traitement de la cryptosporidiose chez les veaux. Celui qui est sur le marché depuis plus de deux décennies et peut être utilisé comme prophylaxie. Sa substance active est le lactate d'halofuginone (HL), commercialisé entre autres sous le nom d'Halocur (EMA/V/C/000040). Ce médicament est recommandé pour la prévention des diarrhées causées par une infection à *C. parvum* dans les élevages où des cas antérieurs de cryptosporidiose ont été diagnostiqués,

ainsi que pour réduire l'incidence des diarrhées associées à *C. parvum*. Pour la prévention, il est recommandé de commencer l'administration dans les 24 à 48 heures suivant la naissance, tandis que pour réduire la diarrhée, le traitement devrait débuter dans les 24 heures suivant l'apparition des symptômes. Dans les deux cas, la durée du traitement est de sept jours, avec une administration quotidienne du médicament (Intervet International BV, 2019 ; Dorbek-Kolin, 2023). Récemment, un deuxième médicament est devenu disponible pour les veaux. Il utilise la paromomycine comme substance active, et l'objectif est de réduire les symptômes de diarrhée et l'excrétion d'oocystes (Huvepharma NV, 2022).

Malheureusement, la pharmacodynamique de ces deux substances actives n'est pas tout à fait claire mais elles ont toutes deux des propriétés antiprotozoaires (Intervet International BV, 2019 ; Huvepharma NV, 2022 ; Dorbek-Kolin, 2023). Pour l'halofuginone, on sait que son activité principale se fait vers les stades libres (sporozoïte, mérozoïte) du parasite (Intervet International BV, 2019).

Une bonne gestion de l'exploitation et de bonnes pratiques d'élevage sont essentielles pour prévenir la cryptosporidiose. Les facteurs de risque potentiels de cryptosporidiose des veaux comprennent la grande taille du troupeau, les installations de maternité utilisées pour de nombreuses vaches, la séparation précoce du veau de sa mère, le manque de propreté et de revêtement de sol des enclos à veaux, une densité de stockage élevée des veaux, une alimentation inadéquate, et une consommation sous-optimale de colostrum (Olson et al., 2004 ; Robertson et al., 2014 ; Abeywardena et al., 2015 ; Dorbek-Kolin, 2023).

**CHAPITRE II**

**PARTIE**

**EXPERIMENTALE**

## Chapitre II : Partie expérimentale

### 1. L'objectif de l'étude

Cette étude est proposée pour analyser la prévalence de la cryptosporidiose chez les ruminants abattus dans les abattoirs d'Alger (El-Harrach et Eucalyptus), afin de confirmer ou affirmer leur présence.

Et, dont l'objectif principal est de recueillir des données épidémiologiques sur la cryptosporidiose. Ces informations seront utilisées pour guider la mise en place de mesures de prévention et de contrôle visant à réduire la propagation de cette infection et à garantir la sécurité des produits alimentaires provenant de ces animaux.

### 2. Zone d'étude

Cette étude a été menée entre février et mai 2023 dans les abattoirs d'El-Harrach et d'Eucalyptus.

### 3. La collecte des échantillons

La collecte des échantillons a été effectuée sur les ovins et les bovins.

Au total, 99 échantillons fécaux ont été prélevés directement dans le rectum des ovins et des bovins (mâles et femelles). Les échantillons ont été transportés au laboratoire de parasitologie au niveau de l'école national supérieur vétérinaire dans des glacières, puis stockés à 4°C pour ensuite les analyser et de rechercher les oocystes de *Cryptosporidium*.

### 4. Population étudiée

Sur 99 animaux, 50 ovins prélevés de l'abattoir d'El-Harrach et 49 bovins prélevés de l'abattoir d'Eucalyptus.

**Tableau 1.** Population étudiée.

Espèces	Sexe	Région
50 Ovins	19 femelles	Médéa
	19 femelles	Djelfa
	12 mâles	Msila
49 Bovins	10 mâles	Sétif
	10 mâles	El-bordj
	1 femelle	
	15 femelles	Bouira
	13 femelles	Ain-el-defla



**Figure 3.** L'abattoir d'Eucalyptus (photo personnelle. 2023).

## **5. Matériels**

- Mortier et pilon.
- Passoire.
- Verre à pied conique.
- Bécher.
- Pipette jaugée.
- Lames, Lamelles, Portoirs.
- Tubes coniques (15ml) à centrifuger.
- Balance électrique.
- Centrifugeuse.
- Microscope optique.

## **Réactifs**

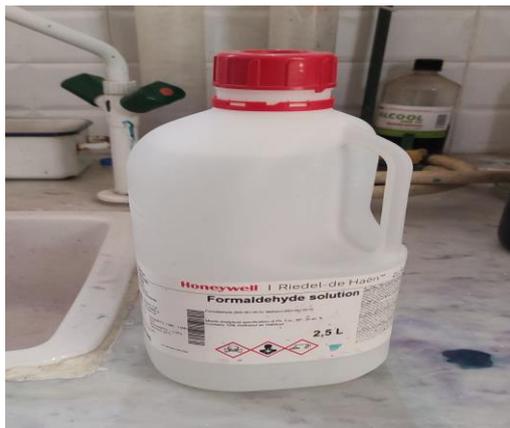
- Eau de formol de 10 % (100 ml de formol pur dans 900 ml d'eau distillée).
- Ether di-éthylique.

## **Prélèvement**

- Prélèvements individuels des matières fécales des animaux (ovins et bovins).



**Figure 4.** Le matériel utilisé (photo personnelle.2023)



**Figure 5.** Les réactifs utilisés (photo personnelle.2023)

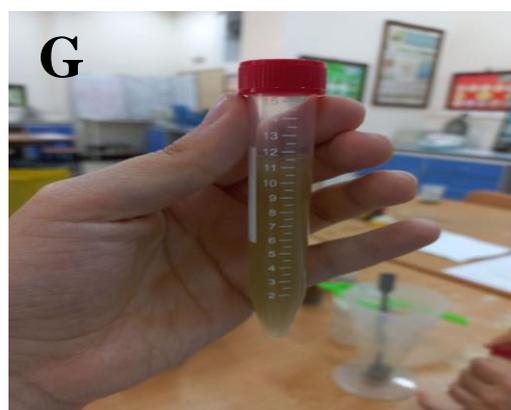
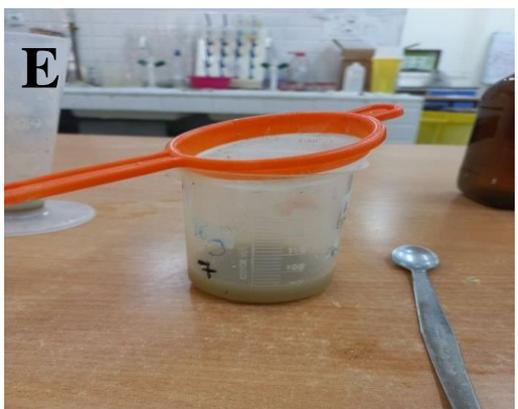
## 6. Méthode de Ritchie modifiée

### a. Le principe

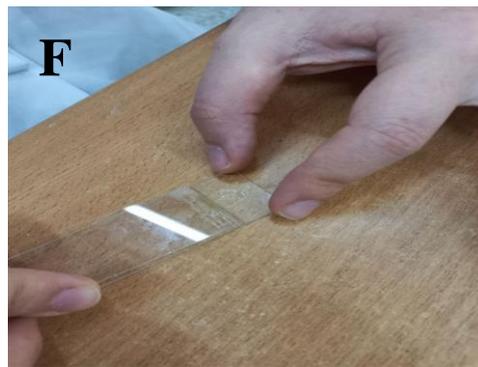
La méthode de Ritchie est une technique utilisée pour la concentration des oocystes de *Cryptosporidium* présents dans les échantillons de matières fécales. Elle permet de détecter la présence de ce parasite spécifique.

### b. Les étapes

- Dans un verre à pied conique, prélever quelque gramme de matière fécale (5g)
- puis ajouter l'eau de formol de 10% (10 fois supérieur à celui des MF) donc environ 50ml.
- Ensuite, mélanger jusqu'à l'obtention d'une dilution homogène.
- A l'aide d'une passoire, filtrer la dilution et laisser sédimenter quelque minute (1 à 2 minutes).
- Puis on les mettre dans des tubes coniques à centrifuger 2/3 du volume total, et compléter par l'éther 1/3 du volume total restant.
- Agiter les tubes pendant une minute.
- Placer les tubes dans une centrifugeuse, puis centrifuger à 2500 tours/minutes pendant 3 minutes.
- Après centrifugation, le contenu du tube se répartit en 4 couches :
  - Une couche étherée chargée en graisse.
  - Une couche épaisse sous forme d'anneau constituée de gros débris.
  - Une couche aqueuse.
  - Un culot dans lequel se sont concentrés les éléments parasitaires.
- Le surnageant a été jeté et le culot est gardé.
- Identifier les lames.
- Avec une pipette jaugée, récupérer tout le culot et préparer un frottis sur la lame.
- Etaler les lames.
- Fixer au méthanol les frottis préparés pendant 5 minutes puis sécher.



**Figure 6.** Les étapes de méthode de Ritchie 1 (A) les prélèvements à analyser (B,C) mesure de mf et l'ajout de formol, (D) solution homogène, (E) solution filtrée,(F) Tube contient la dilution et l'éther , (G) Le contenu d'un tube après l'agitation (Photo personnelle.2023).



**Figure 7.** Les étapes de méthode de Ritchie suite (A) Centrifugation des tubes , (B) Les 4 couches obtenues, (C) Le culot, (D) L'identification des lames (E), Une goutte du culot sur la lame, (F) Fixation des lames, (G) Fixation des lames. (Photo personnelle.2023)

## 7. La technique de la coloration de Ziehl-Neelsen modifiée

### a. Description et principe

Est une méthode utilisée pour identifier les oocystes de *Cryptosporidium*. Les oocystes apparaissent comme des structures roses rondes à ovales d'environ 3 à 6 µm de diamètre, avec des structures internes visibles. Cette méthode est relativement peu coûteuse par rapport à d'autres techniques, mais elle nécessite une formation et une expérience approfondies pour interpréter les résultats. Cependant, il faut être prudent lors de l'interprétation des échantillons colorés avec cette méthode, car différentes structures peuvent être confondues avec des oocystes. Malgré cela, la coloration de Ziehl-Neelsen modifiée est largement utilisée en raison de son faible coût. (Kerie, 2019).

La lecture de la lame effectuée à l'objectif 40, le diagnostic est confirmé à l'objectif 100.

### b. Mode opératoire :

#### Réactifs

1. Fuchsine phénique : 10ml solution A +90ml solution B.

Solution A : Fuchsine de Ziehl.

- Fuchsine basique 15g.
- Ethanol à 95° 100ml.

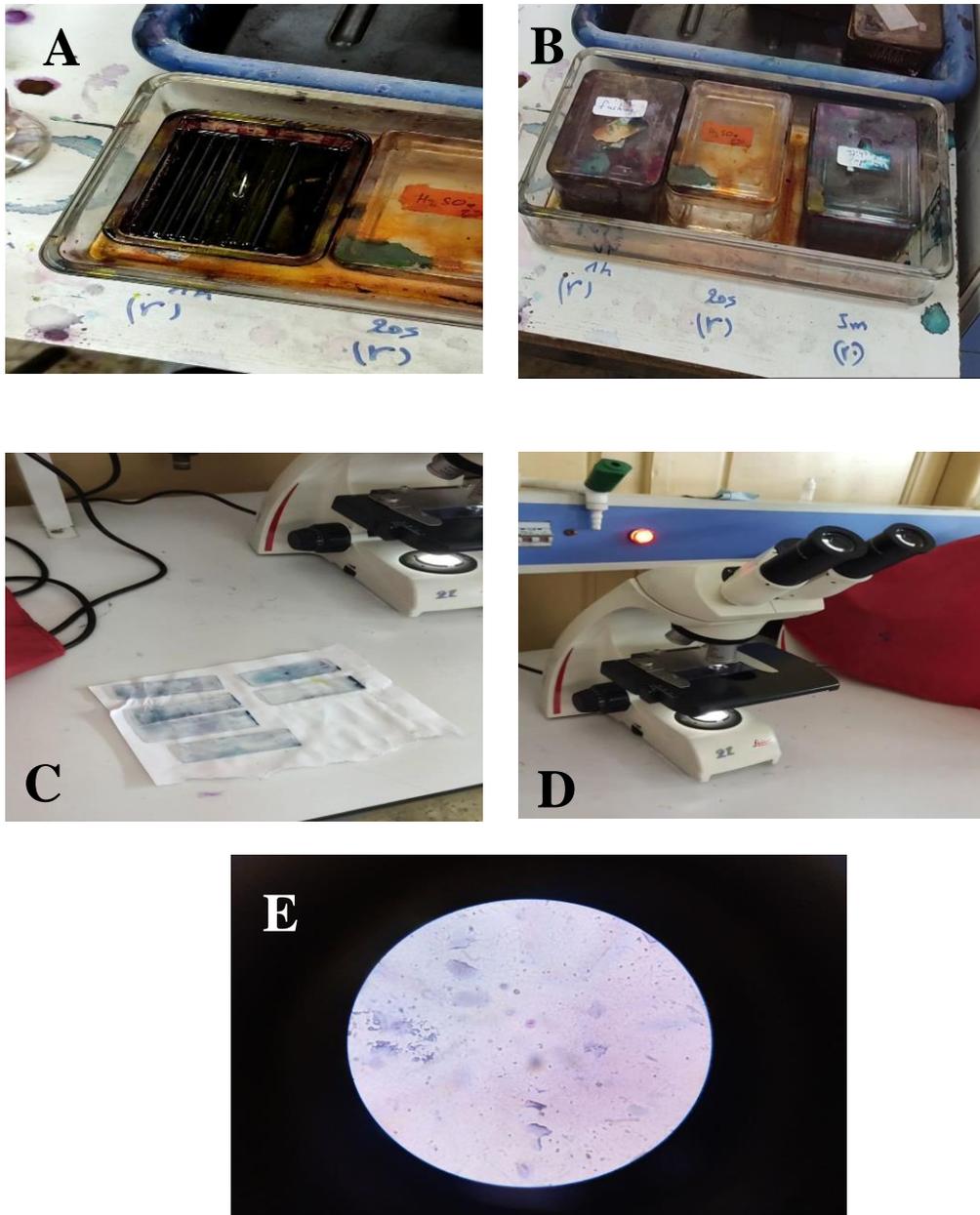
Solution B : Eau phénique.

- Cristaux de phénol 5g.
  - Eau distillée 100 ml.
2. Acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) à 2% :
    - 2 ml d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> absolu.
    - 98 ml Eau distillée.
  3. Vert malachite 5% :
    - 5 g de Vert malachite.
    - 100 ml Eau distillée.

### c. Technique

- Fixer au méthanol les frottis préparés pendant 5 minutes puis sécher.
- Colorer par la Fuchsine phénique pendant 1 heure puis rincer à l'eau du robinet.
- Différencier par H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2% pendant 20 secondes et rincer à l'eau du robinet.
- Contre colorer par une solution de Vert de Malachite pendant 5 minutes, rincer à l'eau du robinet et sécher.
- Lecture par microscope optique à l'objectif ×100 à immersion, la contre coloration permettra de différencier les cryptosporidies qui prennent une teinte qui varie du rose

pâle au rouge vermillon, faisant apparaître quatre sporozoites en forme de croissant autour d'une zone claire plutôt centrale.



**Figure 8.** Coloration et lecture (A,B) coloration,(C)lame séchées,(D,E) lecture sous microscope optique (Photo personnelle.2023)

## 8. Résultats et discussion

Notre étude a été menée sur 99 échantillons de matières fécales issus de 50 ovins et 49 bovins abattus dans les abattoirs d'El-Harrach et d'Eucalyptus. La méthode de Ritchie simplifiée est effectuée sur l'ensemble des échantillons recueillis a décelé les résultats suivants.

**Tableau 2.** La prévalence à l'échelle globale.

Nombre total d'échantillons	Nombres d'échantillons positifs	Nombres d'échantillons négatifs
99	0%	100%

**Tableau 3.** La prévalence au niveau des abattoirs.

Abattoirs	Nombre d'animaux prélevés	Nombre d'échantillons positifs	Nombres d'échantillons négatifs
1	50	0%	100%
2	49	0%	100%

Les résultats de notre étude ont révélé une prévalence de 0% de la cryptosporidiose, indiquant l'absence totale d'excrétion de *Cryptosporidium spp* chez les bovins et les ovins des abattoirs d'Alger (Eucalyptus et Elharrach). Cependant, il est important de noter que cela ne signifie pas nécessairement l'absence de cet agent pathogène, car il est possible que certains individus soient porteurs asymptomatiques et n'excrètent pas les oocystes.

Cependant, il est possible que divers facteurs non pris en considération au cours de notre étude aient contribué à ces résultats, laissant entendre que d'autres éléments non investigués pourraient être à l'origine de cette prévalence de 0%.

### a. Prévalence par rapport à l'âge des animaux

Les bovins destinés à l'abattage sont généralement âgés de 18 à 30 mois pour les mâles, tandis que pour les femelles de race locale, l'âge est supérieur à 5 ans, et pour les races importées, il dépasse 7 ans. En revanche, les ovins peuvent être abattus à un âge plus précoce, souvent entre 6 et 12 mois, à moins qu'il ne s'agisse de cas d'urgence ou de maladies incurables, où l'on peut trouver de jeunes animaux. Par conséquent, tous les animaux inclus dans notre échantillonnage sont des adultes.

La prévalence de la cryptosporidiose chez les ruminants varie en fonction de l'âge des animaux. D'après les résultats des recherches menées par (Brodes et al., 2020) la prévalence

chez les brebis était faible par rapport au celle des agneaux. Ces résultats suggèrent que les agneaux sont plus susceptibles d'être infectés par *Cryptosporidium* que les brebis.

Dans l'étude menée par (Wang et al, 2020) le taux d'infection global de *Cryptosporidium spp* chez les veaux laitiers en Chine est élevé. De plus, selon (Feng et al., 2019) les taux de détection de *Cryptosporidium* variaient de 12,1 % à 35,7 % chez les veaux préservés, en fonction de leur âge en semaines. Cela suggère que les veaux plus jeunes sont plus susceptibles d'être infectés par *Cryptosporidium* que ceux plus âgés.

D'autres études, telles que celle menée par (Baroudi et al., 2018) ont montré que les infections à *Cryptosporidium* sont principalement détectées chez les animaux au cours des deux premières semaines de vie. Cela suggère que les jeunes ruminants sont plus vulnérables à cette maladie pendant cette période critique. Bien que (Herkinson et Krogh, 1985) et (Villacorta, 1991) ont abouti à des cas de positivité chez adultes principalement liés au stress du vêlage, à une mauvaise conduite de tarissement et à de mauvaises conditions d'hygiène.

La fréquence d'apparition du parasite diminue avec l'âge des sujets examinés, particulièrement à partir de l'âge de 3 mois. Cette diminution du taux de parasitisme, est liée, au fait que la résistance des animaux aux cryptosporidies augmente avec l'âge, bien que la maladie reste maintenue (Akam et al., 2007 ; Mezali et al., 2015).

Les résultats d'une étude indiquent qu'à partir de l'âge d'un an, la prévalence de la cryptosporidiose chez les ruminants augmente jusqu'à atteindre 88,89 %. Ce résultat est similaire à celui obtenu dans la région de la Mitidja en Algérie par (Akam et al., 2007) où une prévalence relativement élevée a été observée chez les adultes. Cette sensibilité accrue des adultes peut être attribuée aux mauvaises conditions d'élevages. ceci ne correspond pas à ce qui est rapporté dans les études épidémiologiques de (Ouchene et al., 2014., Khelef et al., 2007) montrant la faible réceptivité des adultes aux cryptosporidies.

Certains auteurs ont suggéré que la réceptivité élevée des jeunes à cette maladie pourrait être attribuée à leur état immunitaire déficient. Les jeunes ruminants peuvent avoir un système immunitaire moins développé, ce qui les rend plus vulnérables à l'infection par *Cryptosporidium* (Navin et Juranek, 1984).

Concernant les brebis, aucun cas clinique de cryptosporidiose n'a été observé lors de cette étude.

## **b. La présence de la diarrhée**

Lors de notre étude portant sur la relation entre la cryptosporidiose et la présence de diarrhée chez les animaux prélevés, nous avons observé qu'il n'y avait pas de diarrhée chez les animaux échantillonnés. Cependant, selon les études menées par (Ouchene et al., 2012), l'excrétion des oocystes de *Cryptosporidium spp* a été significativement associée à la diarrhée.

En effet, les oocystes ont été détectés chez 65,3 % des veaux diarrhéiques et chez 17,8 % des veaux non diarrhéiques, comme indiqué dans le tableau 4.

**Tableau 4.** Prévalence de l'excrétion de *Cryptosporidium spp.* et de *Giardia spp.* en fonction de l'état des fèces chez les veaux âgés de 1 jour à 12 mois.

	Nb. de veaux infestés (%)	
	<i>Cryptosporidium spp.</i>	<i>Giardia spp.</i>
Fèces diarrhéiques (n = 49)	32 (65,3)	17 (34,8)
Fèces non diarrhéiques (n = 253)	45 (17,8)	71 (28)

La répartition des résultats en fonction du statut clinique des bovins indique que les cryptosporidies sont plus fréquemment isolées chez les sujets diarrhéiques (100 %), indépendamment du sexe et de la race, par rapport à ceux n'ayant pas développé de diarrhée (82,11 %). Ces résultats sont cohérents avec d'autres études (Akam et al., 2007 ; Ouchene et al., 2014 ; Naciri et al., 2000) qui ont rapporté des prévalences de 44,43 %, 68,08 % et 80 % chez les sujets diarrhéiques, et de 22,83 %, 19,08 % et 25 % chez les sujets non diarrhéiques, respectivement. Il semble que les sujets présentant un syndrome digestif soient plus susceptibles à l'infection par rapport aux animaux en bonne santé

Cependant, une autre étude réalisée par (Rieux et al., 2014) a rapporté des résultats contradictoires, où les sujets positifs à la cryptosporidiose n'avaient pas présenté de diarrhée, contrairement aux autres études mentionnées précédemment.

### **c. La fiabilité des méthodes de diagnostique**

Dans notre étude, on a utilisé la méthode de Ritchie pour détecter les oocystes de *Cryptosporidium spp.* dans les échantillons de matières fécales. La méthode de Ritchie est couramment employée dans ce contexte, il est recommandé de confirmer les résultats obtenus par cette dernière à l'aide d'autres tests plus spécifiques pour garantir une identification précise des oocystes. Dans l'étude de Rekha (Rekha et al., 2016), différentes techniques de diagnostic ont été utilisées pour détecter et identifier ces oocystes chez les bovins. La technique de coloration au vert de malachite a donné de meilleurs résultats en permettant de différencier les oocystes des levures. Cependant, les techniques moléculaires telles que la PCR sont considérées

comme hautement sensibles et spécifiques pour le diagnostic de la cryptosporidiose. Dans des conditions où les installations pour effectuer la PCR sont limitées, des méthodes de coloration de concentration sont recommandées.

Les résultats de l'étude de Chapuy (Chapuy, 2019) soutiennent l'efficacité supérieure de la PCR comme outil de diagnostic de la cryptosporidiose. Cependant, il peut ne pas être réalisable de réaliser des PCR en routine pour les éleveurs. Pour les vétérinaires, la PCR peut être bénéfique en tant qu'outil de diagnostic, mais il est important de ne pas s'y fier entièrement. Il est toujours recommandé de se rapporter en premier lieu à la clinique vétérinaire pour une évaluation clinique complète.

En ce qui concerne la confirmation des cas de cryptosporidiose, selon certains auteurs (Daignault et al., 2009), l'observation au microscope des oocystes provenant de matières fécales d'animaux atteints a permis de diagnostiquer environ 87 % des cas. Cependant, il peut y avoir des faux négatifs en raison de l'excrétion intermittente des oocystes dans les fèces. Il est donc recommandé de tester plusieurs animaux pour confirmer un diagnostic. Cependant, dans notre étude, étant donné que les animaux provenaient de plusieurs fermes à l'abattoir, il n'a pas été possible de réaliser plusieurs échantillons pour chaque animal.

# CONCLUSION

## Conclusion

La recherche de *Cryptosporidium spp* dans les matières fécales des animaux d'abattoirs d'Alger, a abouti à des résultats négatifs en raison de l'âge adulte des animaux et de la méthode utilisée. Bien que l'objectif initial était de détecter la présence de *Cryptosporidium spp*, il est important de connaître les limites et les facteurs qui ont influencé ces résultats.

L'âge adulte des animaux peut avoir joué un rôle significatif dans les résultats négatifs. Il est bien connu que la prévalence de *Cryptosporidium spp* est généralement plus élevée chez les animaux jeunes, en raison de leur système immunitaire immature et de leur plus grande sensibilité à l'infection. Par conséquent, le choix de spécimens provenant d'animaux adultes peut avoir limité la détection de l'agent pathogène dans notre échantillon.

De plus, la méthode utilisée pour la recherche de *Cryptosporidium spp* peut également avoir contribué aux résultats négatifs. Il existe différentes méthodes de détection de ce parasite, telles que la microscopie, la PCR (réaction de polymérase en chaîne) et les techniques d'immunofluorescence. Chaque méthode présente ses propres avantages et limitations en termes de sensibilité et de spécificité. Il est possible que la méthode choisie pour cette étude n'ait pas été suffisamment sensible pour détecter la présence de *Cryptosporidium spp* dans les échantillons examinés.

Il est important de noter que les résultats négatifs ne signifient pas nécessairement une absence totale de *Cryptosporidium spp* dans la population d'animaux d'abattoirs d'Alger. Des études futures pourraient envisager d'inclure des spécimens provenant d'animaux plus jeunes ou d'utiliser des méthodes de détection plus sensibles pour obtenir des résultats plus représentatifs.

En conclusion, malgré les résultats négatifs obtenus dans cette étude, il est crucial de continuer à explorer la prévalence de *Cryptosporidium spp* chez les animaux d'abattoirs d'Alger. Une meilleure compréhension de la présence de ce parasite pourrait contribuer à la mise en place de mesures de prévention et de contrôle visant à réduire les risques d'infection tant pour les animaux que pour les êtres humains qui consomment leurs produits.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUE**

## Références

- Åberg, M., Emanuelson, U., Troell, K., Björkman, C., 2019. Infection dynamics of *Cryptosporidium bovis* and *Cryptosporidium ryanae* in a Swedish dairy herd. *Vet. Parasitol.* X. 1, 100010.
- Abeywardena, H., Jex, A.R., Gasser, R.B., 2015. A perspective on *Cryptosporidium* and *Giardia*, with an emphasis on bovines and recent epidemiological findings. *Adv. Parasitol.* 88, 243–301.
- Adamu, H., B. Petros, G. Zhang, H. Kassa, S. Amer, J. Ye, Y. Feng, and L. Xiao. 2014. Distribution and clinical manifestations of *Cryptosporidium* species and subtypes in HIV/AIDS patients in Ethiopia. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 8 (4): e2831. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002831>.
- Akam, A., Lafri, M., Khelef, D., Kaidi, R., Bouchène, Z., Cozma, V., & Suteu, E. (2007). Cryptosporidiose bovine dans la région de la Mitidja (Algérie). *Bulletin USAMV-CN*, 64(1-2), 344-350.
- Akam, A., Lafri, M., Khelef, D., Kaidi, R., Bouchène, Z., Cozma, V., & Suteu, E. (2007). Cryptosporidiose bovine dans la région de la Mitidja (Algérie). *Bulletin USAMV-CN*, 64(1-2), 344-350.
- Amer, S., Zidan, S., Adamu, H., Ye, J., Roellig, D., Xiao, L., et al. (2013). Prevalence and characterization of *cryptosporidium* spp. in dairy cattle in Nile river delta provinces, Egypt. *Exp. Parasitol.* 135 (3), 518–523. doi: 10.1016/j.exppara.2013.09.002
- Armon, R., Gold, D., Zuckerman, U., Kurzbaum, E., 2016. Environmental aspects of *Cryptosporidium*. *J. Vet. Med. Res.* 3, 1048.
- Baroudi, D., Hakem, A., Adamu, H. et al. Espèces et sous-types zoonotiques de *Cryptosporidium* chez les agneaux et les chevreaux en Algérie. *Parasites Vectors* 11, 582 (2018). <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3172-2>
- BENYAHIA, Nour El Houda, YAALA, Nadia, MAZOUZI, Lynda, et al. Etude histologique de la cryptosporidiose caprine. 2020. Thèse de master.
- Borad, A., Ward, H., 2011. Human immune responses in cryptosporidiosis. *Future Microbiol.* 5, 507–519.
- Bordes, L., Houert, P., Costa, D., Favennec, L., Vial-Novella, C., Fidelle, F., Grisez, C., Prévot, F., Jacquiet, P., & Razakandrainibe, R. (2020). Les infections asymptomatiques à *Cryptosporidium* chez les brebis et les agneaux sont une source de contamination environnementale par les génotypes zoonotiques de *Cryptosporidium parvum*. Les infections asymptomatiques par *Cryptosporidium* chez les brebis et les agneaux sont une source de contamination environnementale par les génotypes zoonotiques de

*Cryptosporidium parvum*. Parasite (Paris, France), 27, 57.  
<https://doi.org/10.1051/parasite/2020054>

- BOUZID, Maha, HUNTER, Paul R., CHALMERS, Rachel M., et al. *Cryptosporidium* pathogenicity and virulence. *Clinical microbiology reviews*, 2013, vol. 26, no 1, p. 115-134.
- Cacciò, S.M., 2005. Molecular epidemiology of human cryptosporidiosis. *Parassitologia* 47,185–192
- Cacciò, S.M., Chalmers, R.M., 2016. Human cryptosporidiosis in Europe. *Clin. Microbiol. Infec.* 22, 471–480.
- Cacciò, S.M., Chalmers, R.M., 2016. Human cryptosporidiosis in Europe. *Clin. Microbiol. Infec.* 22, 471–480.
- Castro-Hermida, J. A., Gonzalez-Warleta, M., and Mezo, M. (2007). Natural infection by *Cryptosporidium parvum* and *Giardia duodenalis* in sheep and goats in Galicia (NW Spain). *Small Ruminant Res.* 72 (2-3), 96–100. doi: 10.1016/j.smallrumres.2006.08.008
- Causape, A. C., Quilez, J., Sanchez-Acedo, C., del Cacho, E., and Lopez-Bernad, F. (2002). Prevalence and analysis of potential risk factors for *Cryptosporidium parvum* infection in lambs in zaragoza (northeastern Spain). *Vet. Parasitol.* 104 (4), 287–298. doi: 10.1016/s0304-4017(01)00639-2
- Chako, C.Z., Tyler, J.W., Schultz, L.G., Chiguma, L., Beerntsen, B.T., 2010. Cryptosporidiosis in people: It's not just about the cows. *J. Vet. Intern. Med.* 24, 37–43.
- Chalmers, R.M., Katzer, F., 2013. Looking for *Cryptosporidium*: The application of advances in detection and diagnosis. *Trends. Parasitol.* 29, 237–251.
- Chapuy, H. (2019). Génotypage des souches de *Cryptosporidium* identifiées chez les veaux nouveau-nés et leurs mères en Bretagne (Doctoral dissertation).
- Checkley, W., White, A.C., Jaganath, D., Arrowood, M.J., Chalmers, R.M., Chen, X.M., Fayer, R., Griffiths, J.K., Guerrant, R.L., Hedstrom, L., Huston, C.D., Kotloff, K.L., Kang, G., Mead, J.R., Miller, M., Petri, W.A., Priest, J.W., Roos, D.S., Striepen, B., Thompson, R.C.A., Ward, H.D., van Voorhis,
- Chyzheuskaya, A., M. Cormican, R. Srivinas, D. O'donovan, M. Prendergast, C. O'donoghue, and D. Morris. 2017. Economic assessment of waterborne outbreak of cryptosporidiosis. *Emerging Infectious Diseases* 23 (10): 1650–1656. <https://doi.org/10.3201/eid2310.152037>.
- Collinet-Adler, S., Ward, H.D., 2010. Cryptosporidiosis: Environmental, therapeutic, and preventive challenges. *Eur. J. Clin. Microbiol.* 29, 927– 935.

- Corso, P.S., M.H. Kramer, K.A. Blair, D.G. Addiss, J.P. Davis, and A.C. Haddix. 2003. Cost of illness in the 1993 waterborne *Cryptosporidium* outbreak, Milwaukee, Wisconsin. *Emerging Infectious Diseases* 9 (4): 426–431. <https://doi.org/10.3201/eid0904.020417>.
- *Cryptosporidium* infections in the Netherlands, the United Kingdom and Germany in late summer season, 2012. *Euro Surveill.* 18, 20348.
- da Silva Abreu, B., Pires, L.C., dos Santos, K.R., Luz, C.S.M., de Oliveira, M.R.A., de Sousa Júnior, S.C., 2019. Occurrence of *Cryptosporidium* spp. and its association with ponderal development and diarrhea episodes in Nellore mixed breed cattle. *Acta Vet. Bras.* 13, 24–29.
- DAIGNAULT, A., BOURASSA, R., & MOREAU, J. (2009). La diarrhée chez l'agneau: un sujet à «éviter». In *Symposium ovin 2009*.
- de Graaf, D. C., Vanopdenbosch, E., Ortega-Mora, L. M., Abbassi, H., and Peeters, J. E. (1999). A review of the importance of cryptosporidiosis in farm animals. *Int. J. Parasitol.* 29 (8), 1269–1287. doi: 10.1016/s0020-7519(99)00076-4
- de Sablet, T., Potiron, L., Marquis, M., Bussière, F.I., Lacroix-Lamandé, S., Laurent, F., 2016. *Cryptosporidium parvum* increases intestinal permeability through interaction with epithelial cells and IL-1 $\beta$  and TNF $\alpha$  released by inflammatory monocytes. *Cell. Microbiol.* 18, 1871–1880.
- Delling, C., Dauschies, A., 2022. Literature Review: Coinfection in young ruminant livestock - *Cryptosporidium* spp. and its companions. *Pathogens* 11, 103.
- DORBEEK-KOLIN, Elisabeth. *Cryptosporidium* spp. prevalence, relationship with the general inflammatory response, faecal microbiota and halofuginone lactate treatment in calves. 2023.
- Fayer, R., and Santin, M. (2009). *Cryptosporidium xiaoi* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in sheep (*Ovis aries*). *Vet. Parasitol.* 164 (2-4), 192–200. doi: 10.1016/j.vetpar.2009.05.011
- Fayer, R., Santin, M., and Macarasin, D. (2010). *Cryptosporidium ubiquitum* n. sp. in animals and humans. *Vet. Parasitol.* 172 (1-2), 23–32. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.04.028
- Fayer, R., Santin, M., Trout, J. M., and Greiner, E. (2006). Prevalence of species and genotypes of *Cryptosporidium* found in 1-2-year-old dairy cattle in the eastern united states. *Vet. Parasitol.* 135 (2), 105–112. doi: 10.1016/j.vetpar.2005.08.003
- Feng, Y., Gong, X., Zhu, K., Li, N., Yu, Z., Guo, Y., Weng, Y., Kváč, M., Feng, Y., & Xiao, L. (2019). Prévalence et identification génotypique de *Cryptosporidium* spp.,

*Giardia duodenalis* et *Enterocytozoon bienersi* chez des veaux laitiers présevrés dans le Guangdong, en Chine. *Parasites et vecteurs*, 12(1), 41. <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3310-5>

- Feng, Y., U.M. Ryan, and L. Xiao. 2018. Genetic diversity and population structure of *Cryptosporidium*. *Trends in Parasitology* 34 (11): 997–1011. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2018.07.009>.
- Fournet, N., Degee, M.P., Urbanus, A.T., Nichols, G., Rosner, B.M., Chalmers, R.M., Gorton, R., Pollock, K.G., van der Giessen, J.W.B., Wever, P.C., Dorigo-Zetsma, J.W., Mulder, B., Mank, T.G., Overdeest, I., Kusters, J.G., van Pelt, W., Kortbeek, L.M., 2013. Simultaneous increase
- Geurden, T., Thomas, P., Casaert, S., Vercruyse, J., and Claerebout, E. (2008). Prevalence and molecular characterisation of *Cryptosporidium* and *Giardia* in lambs and goat kids in Belgium. *Vet. Parasitol.* 155 (1-2), 142–145. doi: 10.1016/j.vetpar.2008.05.002
- Goma, F. Y., Geurden, T., Siwila, J., Phiri, I. G. K., Gabriel, S., Claerebout, E., et al. (2007). The prevalence and molecular characterisation of *cryptosporidium* spp. in small ruminants in Zambia. *Small Ruminant Res.* 72 (1), 77–80. doi: 10.1016/j.smallrumres.2006.08.010
- Hatam-Nahavandi, K., Ahmadpour, E., Carmena, D., Spotin, A., Bangoura, B., and Xiao, L. (2019). *Cryptosporidium* infections in terrestrial ungulates with focus on livestock: a systematic review and meta-analysis. *Parasit Vectors* 12 (1), 453. doi: 10.1186/s13071-019-3704-4
- Henriksen, S. A. et Krogh, H. V. (1985). *Cryptosporidiose bovine au Danemark. 1. Prévalence, répartition par âge et variation saisonnière.* *Nordisk Veterinaermedicin*, 37(1), 34-41.
- Huvepharma NV, 2022. *Parofor crypto* [product information]. [https://ravimiregister.ee/Data/SPC/SPC\\_1782839.pdf](https://ravimiregister.ee/Data/SPC/SPC_1782839.pdf). The Register of Medicinal Products. Accessed on November 7, 2022.
- Innes, E. A., Chalmers, R. M., Wells, B., and Pawlowic, M. C. (2020). A one health approach to tackle cryptosporidiosis. *Trends Parasitol.* 36 (3), 290–303. doi: 10.1016/j.pt.2019.12.016
- Intervet International BV, 2019. *Halocur* [product information]. [https://www.ema.europa.eu/en/documents/productinformation/halocur-epar-product-information\\_en.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/productinformation/halocur-epar-product-information_en.pdf). European Medicines Agency.

- Jacobson, C., Al-Habsi, K., Ryan, U., Williams, A., Anderson, F., Yang, R., et al. (2018). Cryptosporidium infection is associated with reduced growth and diarrhoea in goats beyond weaning. *Vet. Parasitol.* 260, 30–37. doi: 10.1016/j.vetpar.2018.07.005
- Jacobson, C., Williams, A., Yang, R., Ryan, U., Carmichael, I., Campbell, A. J., et al. (2016). Greater intensity and frequency of Cryptosporidium and Giardia oocyst shedding beyond the neonatal period is associated with reductions in growth, carcass weight and dressing efficiency in sheep. *Vet. Parasitol.* 228, 42–51. doi: 10.1016/j.vetpar.2016.08.003
- Kerie, Y. (2019). Cryptosporidiosis: its importance and diagnostic techniques in farm animals. *Int J Vet Heal Sci Res*, 7(2), 236-41.
- Khalil, I.A., Troeger, C., Rao, P.C., Blacker, B.F., Brown, A., Brewer, T.G., Colombara, D. V., De Hostos, E.L., Engmann, C., Guerrant, R.L., Haque, R., Houpt, E.R., Kang, G., Korpe, P.S., Kotloff, K.L., Lima, A.A.M., Petri, W.A., Platts-Mills, J.A., Shultz, D.A., Forouzanfar, M.H., Hay, S.I., Reiner, R.C., Mokdad, A.H., 2018. Morbidity, mortality, and long-term consequences associated with diarrhoea from Cryptosporidium infection in children younger than 5 years: a meta-analysis study. *Lancet Glob. Health* 6, e758–e768.
- Khan, S. M., Debnath, C., Pramanik, A. K., Xiao, L., Nozaki, T., and Ganguly, S. (2010). Molecular characterization and assessment of zoonotic transmission of Cryptosporidium from dairy cattle in West Bengal, India. *Vet. Parasitol.* 171 (1-2), 41–47. doi: 10.1016/j.vetpar.2010.03.008
- Khelef, D., Saib, M. Z., Akam, A., Kaidi, R., Chirila, V., Cozma, V., & Adjou, K. T. (2007). Epidémiologie de la cryptosporidiose chez les bovins en Algérie. *Revue de médecine vétérinaire*, 158(5), 260-264.
- Klein, P., Kleinová, T., Volek, Z., Šimůnek, J., 2008. Effect of Cryptosporidium parvum infection on the absorptive capacity and paracellular permeability of the small intestine in neonatal calves. *Vet. Parasitol.* 152, 53–59.
- Kosek, M., Alcantara, C., Lima, A.A., Guerrant, R.L., 2001. Cryptosporidiosis: An update. *Lancet Infect. Dis.* 1, 262–269.
- Kotloff, K.L., J.P. Nataro, W.C. Blackwelder, D. Nasrin, T.H. Farag, S. Panchalingam, Y. Wu, S.O. Sow, D. Sur, R.F. Breiman, A.S.G. Faruque, A.K.M. Zaidi, D. Saha, P.L. Alonso, B. Tamboura, D. Sanogo, U. Onwuchekwa, B. Manna, T. Ramamurthy, S. Kanungo, J.B. Ochieng, R. Omere, J.O. Oundo, A. Hossain, S.K. Das, S. Ahmed, S. Qureshi, F. Quadri, R. A. Adegbola, M. Antonio, M.J. Hossain, A. Akinsola, I. Mandomando, T. Nhampossa, S. Acácio, K. Biswas, C.E. O'Reilly, E.D. Mintz, L.Y.

Berkeley, K. Muhsen, H. Sommerfelt, R.M. Robins-Browne, and M.M. Levine. 2013. Burden and aetiology of diarrhoeal disease in infants and young children in developing countries (the Global Enteric Multicenter Study, GEMS): A prospective, case-control study. *Lancet* 382 (9888): 209–222. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60844-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60844-2).

- L'action vétérinaire, 17-23.
- Lantier, L., Drouet, F., Guesdon, W., Mancassola, R., Metton, C., Lo-Man, R., Werts, C., Laurent, F., Lacroix-Lamandé, S., 2014. Poly(I:C)-induced protection of neonatal mice against intestinal *Cryptosporidium parvum* infection requires an additional TLR5 signal provided by the gut flora. *J. Infect. Dis.* 209, 457–467.
- Laurent, F., Lacroix-Lamandé, S., 2017. Innate immune responses play a key role in controlling infection of the intestinal epithelium by *Cryptosporidium*. *Int. J. Parasitol.* 47, 711–721.
- Maddox-Hyttel, C., Langkjaer, R. B., Enemark, H. L., and Vigre, H. (2006). *Cryptosporidium* and *Giardia* in different age groups of Danish cattle and pigs—occurrence and management associated risk factors. *Vet. Parasitol.* 141 (1-2), 48–59. doi: 10.1016/j.vetpar.2006.04.032
- McDonald, V., Smith, R., Robinson, H., Bancroft, G., 2000. Host immune responses against *Cryptosporidium*, in: *Cryptosporidiosis and Microsporidiosis*. Karger, Basel, pp. 75–91.
- MEZALI, L., MEBKHOUT, F., SAIDJ, D., MERAH, S., RAZALI, H., LARBI, B., & ABDESSALEM, L. Premières données sur la cryptosporidiose chez l'espèce *Oryctolagus*
- Naciri, M., Lacroix, S., et Laurent, F. (2000). La cryptosporidiose des ruminants (1ère partie).
- Naciri, M., Paul Lefay, M., Mancassola, R., Poirier, P., Chermette, R., 1999. Role of *Cryptosporidium parvum* as a pathogen in neonatal diarrhoea complex in suckling and dairy calves in France. *Vet. Parasitol.* 85, 245– 257
- Navin, T. R., & Juranek, D. D. (1984). Cryptosporidiosis: clinical, epidemiologic, and parasitologic review. *Reviews of Infectious Diseases*, 6(3), 313-327.
- Noordeen, F., Faizal, A. C., Rajapakse, R. P., Horadagoda, N. U., and Arulkanthan, A. (2001). Excretion of *Cryptosporidium* oocysts by goats in relation to age and season in the dry zone of Sri Lanka. *Vet. Parasitol.* 99 (1), 79–85. doi: 10.1016/s0304-4017(01)00449-6
- Nydam, D. V., Wade, S.E., Schaaf, S.L., Mohammed, H.O., 2001. Number of *Cryptosporidium parvum* oocysts or *Giardia* cysts shed by dairy calves after natural

infection. *Am. J. Vet. Res.* 62, 1612–1615.

- O'Connor, R.M., R. Shaffie, G. Kang, and H.D. Ward. 2011. Cryptosporidiosis in patients with HIV/AIDS. *AIDS* 25 (5): 549–560. <https://doi.org/10.1097/QAD.0b013e3283437e88>.
- Olson, M.E., O'Handley, R.M., Ralston, B.J., McAllister, T.A., Thompson, R.C.A., 2004. Update on Cryptosporidium and Giardia infections in cattle. *Trends Parasitol.* 20, 185–191.
- Ouchene, N., Ouchene-Khelifi, N. A., Aissi, M., & Benakhla, A. (2012). Prévalence de Cryptosporidium spp. et Giardia spp. chez les bovins de la région de Sétif au nord-est de l'Algérie. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 65(3-4), 53-56.
- Ouchene, N., Ouchene-Khelifi, N. A., Zeroual, F., Benakhla, A., & Adjou, K. (2014). Etude des infections à Giardia spp., Cryptosporidium spp. et Eimeria spp. chez les bovins laitiers en Algérie. *microscope*, 400, 800.
- Ouchene, N., Ouchene-Khelifi, N. A., Zeroual, F., Benakhla, A., & Adjou, K. (2014). Etude des infections à Giardia spp., Cryptosporidium spp. et Eimeria spp. chez les bovins laitiers en Algérie. *microscope*, 400, 800.
- Panciera, R.J., Thomassen, R.W., Garner, F.M., 1971. Cryptosporidial infection in a calf. *Vet. Pathol.* 8, 479–484.
- Paraud, C., and Chartier, C. (2012). Cryptosporidiosis in small ruminants. *Small Rumin Res.* 103 (1), 93–97. doi: 10.1016/j.smallrumres.2011.10.023
- Petry, F., Jakobi, V., Tessema, T.S., 2010. Host immune response to Cryptosporidium parvum infection. *Exp. Parasitol.* 126, 304–309.
- Pumipuntu, N., and S. Piratae. 2018. Cryptosporidiosis: A zoonotic disease concern. *Veterinary World* 11 (5): 681–686. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2018.681-686>.
- Rekha, K. M. H., Puttalakshamma, G. C., & D'Souza, P. E. (2016). Comparison of different diagnostic techniques for the detection of cryptosporidiosis in bovines. *Veterinary world*, 9(2), 211
- Renaud, D.L., Rot, C., Marshall, J., Steele, M.A., 2021. The effect of Cryptosporidium parvum, rotavirus, and coronavirus infection on the health and performance of male dairy calves. *J. Dairy Sci.* 104, 2151–2163.
- Ridderstedt, F., M. Widerstrom, J. Lindh, and M. Lilja. 2018. Sick leave due to diarrhea caused by contamination of drinking water supply with Cryptosporidium hominis in

Sweden: a retrospective study. *Journal of Water and Health* 16 (5): 704–710.  
<https://doi.org/10.2166/wh.2017.311>.

- Rieux, A., Paraud, C., Pors, I., & Chartier, C. (2014). Caractérisation moléculaire d'isolats de *Cryptosporidium* provenant de veaux de boucherie âgés de moins d'un mois sur trois années successives dans un troupeau de l'ouest de la France. *Parasitologie vétérinaire*, 202(3-4), 171-179.
- Robertson, L.J., Björkman, C., Axén, C., Fayer, R., 2014. Cryptosporidiosis in farmed animals, in: Cacciò, S.M., Widmer, G. (Eds.), *Cryptosporidium: Parasite and Disease*. Springer-Verlag, Wien, pp. 149–225.
- Ryan, U. M., Bath, C., Robertson, I., Read, C., Elliot, A., McInnes, L., et al. (2005). Sheep may not be an important zoonotic reservoir for *Cryptosporidium* and *Giardia* parasites. *Appl. Environ. Microbiol.* 71 (9), 4992–4997. doi: 10.1128/AEM.71.9.4992-4997.2005
- Ryan, U., Zahedi, A., Feng, Y., Xiao, L., 2021. An update on zoonotic *Cryptosporidium* species and genotypes in humans. *Animals* 11, 3307.
- Ryan, U., Zahedi, A., Paparini, A., 2016. *Cryptosporidium* in humans and animals - a one health approach to prophylaxis. *Parasite Immunol.* 38, 535–547.
- Santin, M. (2020). *Cryptosporidium* and *Giardia* in ruminants. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* 36 (1), 223–238. doi: 10.1016/j.cvfa.2019.11.005
- Santín, M., and Trout, J. M. (2007). “Livestock,” in *Cryptosporidium and cryptosporidiosis*. Eds. R. Fayer and L. Xiao (Boca Raton, FL: CRC Press), 451–484.
- Santin, M., Trout, J. M., and Fayer, R. (2007). Prevalence and molecular characterization of *Cryptosporidium* and *Giardia* species and genotypes in sheep in Maryland. *Vet. Parasitol.* 146 (1-2), 17–24. doi: 10.1016/j.vetpar.2007.01.010
- Santin, M., Trout, J. M., Xiao, L., Zhou, L., Greiner, E., and Fayer, R. (2004). Prevalence and age-related variation of *Cryptosporidium* species and genotypes in dairy calves. *Vet. Parasitol.* 122 (2), 103–117. doi: 10.1016/j.vetpar.2004.03.020
- Santín, M., Trout, J.M., Fayer, R., 2008. A longitudinal study of cryptosporidiosis in dairy cattle from birth to 2 years of age. *Vet. Parasitol.* 155, 15–23.
- Shaw, H. J., Innes, E. A., Morrison, L. J., Katzer, F., and Wells, B. (2020). Long-term production effects of clinical cryptosporidiosis in neonatal calves. *Int. J. Parasitol.* 50 (5), 371–376. doi: 10.1016/j.ijpara.2020.03.002
- Spickler, A.R., 2018. *Cryptosporidiosis*. <https://www.cfsph.iastate.edu/Factsheets/pdfs/cryptosporidiosis.pdf>. Accessed on June 28, 2022.

- Strong, W.B., Gut, J., Nelson, R.G., 2000. Cloning and sequence analysis of a highly polymorphic *Cryptosporidium parvum* gene encoding a 60- kiloDalton glycoprotein and characterization of its 15-and 45-kiloDalton zoite surface antigen products. *Infect. Immun.* 68, 4117–4134.
- Thompson, R.C.A., Koh, W.H., Clode, P.L., 2016. *Cryptosporidium* — What is it? *Food Waterborne Parasitol.* 4, 54–61.
- Thomson, S., Hamilton, C.A., Hope, J.C., Katzer, F., Mabbott, N.A., Morrison, L.J., Innes, E.A., 2017. Bovine cryptosporidiosis: Impact, host-parasite interaction and control strategies. *Vet. Res.* 48, 42.
- TOUKMIDINE, KENZA. Étude des facteurs de risque de la cryptosporidiose chez les jeunes veaux en élevages Bretons. 2021. Thèse de doctorat.
- Trotz-Williams, L. A., Wayne Martin, S., Leslie, K. E., Duffield, T., Nydam, D. V., and Peregrine, A. S. (2007). Calf-level risk factors for neonatal diarrhea and shedding of *Cryptosporidium parvum* in Ontario dairy calves. *Prev. Vet. Med.* 82 (1-2), 12–28. doi: 10.1016/j.prevetmed.2007.05.003
- Tyzzer, E.E., 1907. A sporozoan found in the peptic glands of the common mouse. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 5, 12–13.
- Tzipori, S., Smith, M., Halpin, C., Angus, K.W., Sherwood, D., Campbell, I., 1983. Experimental cryptosporidiosis in calves: Clinical manifestations and pathological findings. *Vet. Rec.* 112, 116–120.
- Villacorta, I., Ares-Mazas, E. et Lorenzo, M. J. (1991). *Cryptosporidium parvum* chez les bovins, les ovins et les porcins en Galice (nord-ouest de l’Espagne). *Veterinary Parasitology*, 38(2-3), 249-252.
- W.A., Xiao, L., Zhu, G., Houpt, E.R., 2015. A review of the global burden, novel diagnostics, therapeutics, and vaccine targets for *Cryptosporidium*. *Lancet Infect. Dis.* 15, 85–94.
- Wang Y, Cao J, Chang Y, Yu F, Zhang S, Wang R & Zhang L. 2020. Prévalence et caractérisation moléculaire de *Cryptosporidium* spp. et *Giardia duodenalis* chez les bovins laitiers du Gansu, dans le nord-ouest de la Chine. *Parasite* 27, 62
- Watanabe, Y., Yang, C. H., and Ooi, H. K. (2005). *Cryptosporidium* infection in livestock and first identification of *Cryptosporidium parvum* genotype in cattle feces in Taiwan. *Parasitol. Res.* 97 (3), 238–241. doi: 10.1007/s00436-005-1428-1
- Wright, S. E., and Coop, R. L. (2007). “Cryptosporidiosis and coccidiosis,” in *Diseases of sheep* (Ames, IA, USA: Blackwell Publishing), 179–185.

- Wyatt, C.R., Riggs, M.W., Fayer, R., 2010. Cryptosporidiosis in neonatal calves. *Vet. Clin. North Am. Food Anim.* 26, 89–103.
- Xiao, L., 2010. Molecular epidemiology of cryptosporidiosis: An update. *Exp. Parasitol.* 124, 80–89.
- Yu, Y., H. Zhang, and G. Zhu. 2010. Plant-type trehalose synthetic pathway in *Cryptosporidium* and some other apicomplexans. *PLoS One* 5 (9): e12593. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012593>.
- Zahedi, A., Papparini, A., Jian, F., Robertson, I., Ryan, U., 2016. Public health significance of zoonotic *Cryptosporidium* species in wildlife: Critical insights into better drinking water management. *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* 5, 88–109.
- Zhu, Guan, YIN, Jigang, et CUNY, Gregory D. Current status and challenges in drug discovery against the globally important zoonotic cryptosporidiosis. *Animal Diseases*, 2021, vol. 1, no 1, p. 1-10