

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط
UNIVERSITE AMAR TELIDJI LAGHOUAT
كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Option : Parasitologie

THEME

**Etude comparatif de la prévalence de
cryptosporidium spp dans quelques élevages
bovins dans les wilayas de Laghouat et de M'sila.**

Présenté par :

Denidni Fatima Zahra

Soutenu publiquement devant le

jury :

Président(e) : Mme. Soufi Ibtissem

M.A.A à l'université de Laghouat

Rapporteur : Mr. Chaibi Rachid

Professeur à l'université de Laghouat

Examinatrice : Mme. Abdslam Amira

M.A.A à l'université de Laghouat

Soutenu publiquement le : juin 2022

RESUME :

La cryptosporidiose est une maladie parasitaire causée par un protozoaire appartenant au genre *Cryptosporidium* et semble fréquente chez les bovins en Algérie. Notre étude est fondée sur une recherche de la prévalence générale de ce parasite dans deux régions à deux étages bioclimatique différents ; le saharien et le semi-aride (Laghouat et M'sila) durant une période de 3 mois (mars, avril et mai 2022). L'étude de la relation entre la prévalence de ce parasite avec certains facteurs ; qui sont l'âge, le sexe, la race, le type d'élevage, le déparasitage et la présence de diarrhée ont été prise en considération.

Nous avons essayé de contribuer à son étude au niveau de quelques fermes de Laghouat et de Msila, nous avons récolté 500 prélèvements de selles bovines provenant de ces fermes.

A cet effet, nous avons utilisé la technique de coloration de Ziehl–Neelsen modifiée. Cette dernière nous a permis la mise en évidence des cryptosporidies. La prévalence parasitaire a été de 53,4% en général a un taux de 54% dans la région de Laghouat et 52.5% dans la région de M'sila. L'analyse statistique de l'influence de certains facteurs de variation sur la prévalence de *Cryptosporidium spp* n'a révélé aucun effet significatif pour la race, le sexe et le déparasitage. Cependant, l'effet de l'âge et celui de la présence de diarrhée ont été très significatif et celui du mode d'élevage surtout dans la région du Msila a été significatif. Enfin, la prévalence parasitaire enregistrée doit être prise au sérieux pour éviter son effet préjudiciable sur la santé publique (une zoonose), la santé animale et sur les performances zootechniques des cheptels bovins.

Mots clés : Cyptosporidiose, *Cryptosporidium spp*, la prévalence, Algérie, bovins, santé

Dédicace:

Je dédie ce travail à:

*Mes chers parents ainsi que toute ma
famille...*

Tous mes amis...

Remerciements:

En premier lieu, je remercie le bon dieu « Allah » le tout puissant de m'avoir donné le privilège et la chance d'étudier, la volonté et la patience pour faire ce modeste travail.

J'adresse tout d'abord mes sincères remerciements à Mr. Chaïbí.R mon promoteur pour ses orientations, ses conseils, son aide et sa grande patience pour la réalisation de ce travail.

Aux membres de jury qui ont bien accepté de présider et d'examiner ce rapport Mme Soufi Ibtisseem et Mme Abdslam Amira : sincères remerciements.

À Madame la Directrice du laboratoire régional vétérinaire de Laghouat Dr Bencherif Merci de m'avoir accueillie au sein de votre famille professionnelle.

TABLE DES MATIERE

Dédicace:	I
Remerciements:	II
Liste des Abréviations	V
Liste des Figures	Error! Bookmark not defined.
Liste des Tableaux	VI
Introduction	1
I : Généralités sur les bovins	2
1. Le cheptel bovin algérien.....	3
2. Rappel anatomique de l'appareil digestif bovin	4
3. Les diarrhées chez les bovins.....	6
3.1 Définition	6
3.2 Mécanisme de la diarrhée	7
3.2.1. Stimulation de la sécrétion passive	7
3.2.2. Stimulation de la sécrétion active	8
3.2.3. LE SYNDROME MALABSORPTION – MAL DIGESTION	8
3.3 Conséquences de la diarrhée	8
3.3.1. La déshydratation	8
II: La cryptosporidiose bovine	9
I. La cryptosporidiose bovine	10
1. Description	10
2. Espèces de <i>Cryptosporidium</i> spp présentes chez les bovins	10
3. Sources de contamination	12
4. Facteurs favorisant la contamination	14
5. Aspects cliniques	15
6. Diagnostic	16
7. Traitement	17
8. Prophylaxie	18
A. Prophylaxie hygiénique	18
B. Prophylaxie médicale (la vaccination)	19
II. Le parasite cryptosporidium spp	19
1. Taxonomie	19
2. Biologie du parasite.....	21
2.1 Morphologie des différents stades parasitaires	21
2.2 Cycle de développement du parasite	23

2.1	Résistance des oocystes de <i>Cryptosporidium</i> spp	25
III:	Matériels et méthodes	27
1.	Typologie des régions d'études	28
2.	Présentation générale des régions et des sites d'étude	28
3.	Lieu et période d'étude	30
4.	Bovins a examinés	Error! Bookmark not defined.
5.	Matériels de terrain et de laboratoire	32
6.	Méthodologie.....	32
7.	Echantillonnage et prélèvements	33
8.	Analyse des matières fécales	34
9.	Calcul de la prévalence totale	35
I.	Traitement statistique des données	35
IV .	Résultats et Discussion	36
1.	Analyse descriptive.....	37
2.	Résultats du test confirmatif par coloration de Ziehl-Nielsen modifiée	38
3.	Prévalence générale de <i>Cryptosporidium</i> spp	39
4.	Etude de l'influence de certains paramètres sur le taux d'infestation par <i>Cryptosporidium</i> spp	40
1.	Influence de l'âge	40
2.	Influence du sexe	41
3.	Influence de la race	42
4.	Influence du type d'élevage	42
5.	Influence du déparasitage	43
6.	Influence de la diarrhée	44
V.	Conclusion et perspectives	51
	Références bibliographiques	53
	Les annexes	63
	Résumé:	69
	Summary:	70
	ملخص	71

LISTE DES ABREVIATIONS

AMM	Autorisation de mise au marcher
BLA	Bovin laitier Amélioré.
BLL	Bovin laitier local.
BLM	Bovin laitier de races importées.
C °	Degré Celsius
DSA	Direction des Services Agricoles
ELISA	Enzyme linked immuno assay
IF	Immunofluorescence
G	Groupe
g	Gramme
GMQ	Le gain moyen quotidien
He	Hôte examiné
Hp	Hôte parasitaire
j	Jour
km	kilomètre
m	Mètre
M	Mois
MET	Microscope électronique à transmission
Mg	Milligramme
OPG	Œuf par gramme
P (%)	Prévalence exprimée par pourcentage
PCR	Polymerase Chain Reaction
Spp	Species pluralis généralement
µm	Micromètre

LISTE DES FIGURES

Figure	Titre	Page
1	Anatomie du tube digestif de la vache et trajet des aliments lors de la rumination.	5
2	Aspect de l'épithélium des différentes cavités de « l'estomac » de la vache.	6
3	Cycle évolutif de <i>Cryptosporidium spp</i> dans l'intestin grêle, démontrant les étapes intracellulaires et extracellulaires connues.	25
4	Carte de localisation des sites de prélèvement.	29
5	Localisation géographique et limites administratives de la Wilaya de Msila.	29
6	Photo représentative des bovins dans une ferme d'élevage semi intensif à l'Assafia.	30
7	Technique de prélèvement et étiquetage des échantillons.	33
8	Réalisation de la technique de Ziehl-Nielsen modifiée.	35
9	Oocystes de <i>Cryptosporidium spp</i> . Observés sous microscope optique : Gr x 100.	39
10	La prévalence générale de <i>Cryptosporidium spp</i> des 500 prélèvements	39
11	La prévalence générale de <i>Cryptosporidium spp</i> chez les bovins étudiés dans les deux régions.	40
12	Représentation graphique du taux de parasitisme chez les groupes d'âge dans les deux régions.	41
13	Représentation graphique du taux de parasitisme chez les deux sexes dans les deux régions.	41
14	Représentation graphique du taux de parasitisme selon la race dans les deux régions d'étude.	42
15	Représentation graphique du taux de parasitisme selon le type d'élevage dans les deux régions d'étude.	43
16	Représentation graphique du taux de parasitisme selon le déparasitage des animaux dans les deux régions.	43
17	Représentation graphique du taux de parasitisme selon la présence de diarrhée dans les deux régions.	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	Titre	Page
1	Effectifs des différentes catégories de bovin en Algérie.	4
2	Classification taxonomique de <i>Cryptosporidium spp.</i>	20
3	Les différentes formes des stades parasitaires du <i>cryptosporidium spp</i>	21
4	Typologie des régions d'étude.	28
5	Caractéristiques des bovins étudiés au niveau de la wilaya de Laghouat	31
6	Caractéristiques des bovins étudiés au niveau de la wilaya de Msila.	31
7	Fiche de renseignement utilisée durant les prélèvements.	33
8	Résultats récapitulatif des paramètres retenus par rapport à la population bovine étudiée sur les deux Wilaya.	37
9	Comparaison de la prévalence de <i>Cryptosporidium spp</i> chez les bovins dans plusieurs régions du monde.	45

INTRODUCTION

Introduction

En Algérie, comme tous les pays du Maghreb, l'élevage bovin compte parmi les activités les plus anciennes ; il joue un rôle relativement important aussi bien dans l'économie agricole nationale que pour les éleveurs, offrant ainsi une réserve financière considérable.

Toutefois, cet élevage est sujet à des contraintes d'ordre nutritionnel, environnemental ou pathologique. Parmi les pathologies qui peuvent engendrer des mortalités et/ou des contre-performances zootechniques on peut citer les maladies parasitaires, et surtout celles causées par les cryptosporidioses (zoonose). (Villeneuve, 2003).

La cryptosporidiose est une infection de l'intestin causée par un parasite du genre *Cryptosporidium*. Il existe plusieurs espèces de *Cryptosporidium*; les plus fréquents sont le *Cryptosporidium hominis*, qui infecte seulement les humains, et le *Cryptosporidium parvum*, qui infecte les humains et d'autres mammifères, en particulier les bovins. La forme du parasite responsable de sa transmission, l'oocyste, se trouve dans les selles et dans l'environnement. L'oocyste possède une paroi épaisse, qui explique sa survie prolongée dans l'environnement et sa résistance aux produits de désinfection usuels, dont l'eau de Javel. (Beth, 2014).

Cryptosporidium parvum est un parasite pathogène qui représente l'une des causes les plus fréquentes de diarrhée chez les humains et les bovins à travers le monde. Chez les humains, les enfants et les personnes immunodéficientes, dont celles souffrant du Syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA), sont les plus à risque. Chez les bovins, la cryptosporidiose représente un problème sérieux surtout chez les nouveau-nés. Dans les troupeaux laitiers, le complexe de la diarrhée néonatale constitue une cause importante de morbidité et de mortalité. La prévalence moyenne de cette infection varie largement selon les pays et les différentes espèces hôtes de ruminants. (Villeneuve, 2003).

L'aspect économique de la maladie repose sur le fait que le veau est très sensible du jour de sa naissance jusqu'à la 6ème semaine, les mortalités et les morbidités constitueront une perte pour l'éleveur soit par la perte de l'animal, ou par le cout du traitement le plus souvent inefficace, sans omettre les effets d'une telle maladie provoquant un retard de croissance. (De Graaf, 1999).

Du point de vue médical, la diarrhée néonatale représente une menace certaine car la mort conclut souvent l'évolution clinique (Teinturier et Bezille, 1981), aucun traitement curatif n'est totalement efficace certain médicaments ont une activité partielle.

Introduction

Cependant, il est souvent difficile de travailler avec ce type de microorganisme car de nombreux génotypes existent, la culture du parasite est très difficile, les sources de contamination peuvent être nombreuses, la présence du parasite au sein des animaux de la faune est encore mal définie à ce jour et l'évolution du génotype et du phénotype lorsque le parasite passe d'une espèce animale à une autre demeure peu connue. (Villeneuve, 2003).

La bibliographie nationale a été enrichie ces dernières années de quelques travaux de recherche sur la cryptosporidiose bovine, notamment dans quelques régions de l'est et du nord central (Akam et al., 2007 ; Khelef et al., 2007 ; Ouchene et al., 2012).

L'objectif de cette étude est l'évaluation de la prévalence de *Cryptosporidium spp* ainsi que le rôle de certains facteurs liés à l'animal et/ ou à son environnement sur l'infection cryptosporidienne chez les bovins dans la wilaya de Laghouat et la wilaya de Msila.

Ce mémoire se divise en trois parties:

La première partie concerne une recherche bibliographique : généralités sur les bovins et la cryptosporidiose bovine. Puis, dans la deuxième partie, nous présentons le matériel et les méthodes utilisés pour la réalisation de ce travail, ainsi que les résultats, une comparaison entre les résultats de deux régions étudiés et la discussion.

Enfin, nous terminerons par une conclusion générale qui permet de faire une synthèse des différents résultats préalablement décrits et les prescriptives attendues en termes aussi bien de développement que de recherche.

CHAPITRE I :
GENERALITES
SUR LES BOVINS

Chapitre I: Généralités sur les bovins

Les bovins sont une famille de mammifères artiodactyles du sous-ordre des Ruminants utilisés essentiellement pour la production laitière et la production de la viande, les autres productions (travail, cuir, etc.) étant devenues accessoires.

En Algérie, l'élevage bovin est un indicateur assez important dans l'économie, car il constitue une source qui couvre une partie des besoins nationaux en protéines animales et valorise la main-d'œuvre employée en milieu rural, cependant il est influencé par de multiples contraintes qui dépendent principalement de l'environnement, matériel animal et surtout par la politique d'état depuis l'indépendance (Mouffok, 2007).

En effet, l'Algérie produit 1,14 Milliard de litres d'équivalent lait par an, et consomme plus de **3,3** milliards de litres d'équivalents lait par an, soit un taux de couverture par la production locale estimé à **34 %** (Srairi et *al*, 2007). Un accroissement notable de la production a été remarqué ces dernières années, car la production est passée de **1,5** Milliards de litres en **2000** à **2,2** Milliards de litres en **2007**, avec un taux annuel de **(+6%)** par an depuis **2000**, pour atteindre les **3,08** milliards de litres en **2012** (Mansour, 2015).

Le développement de l'élevage bovin, a toujours, constitué une priorité pour répondre aux besoins de la population en protéines animales. Cette situation est la résultante de nombreuses entraves écologiques, techniques et socioéconomiques qui limitent le développement de l'élevage bovin dans notre pays. Ainsi, le développement du secteur exige au préalable de mettre en lumière ces entraves pour pouvoir le relancer (Kebene, 2017).

1. Le cheptel bovin algérien

Le cheptel bovin est constitué de 3 populations de vaches :

- Les races laitières hautement productives dites bovins laitiers modernes (BLM), importées principalement des pays d'Europe : Holstein, Montbéliarde, Normande, Brune des Alpes, Fleckvieh, Tarentaise.
- Une population composée de la race locale (Brune de l'Atlas) peu productive dite bovin laitier local (BLL), disponible surtout dans les régions montagneuses, prisée surtout pour sa rusticité.
- Une population dite bovins laitiers améliorés (BLA) issue de croisements entre la race locale et les races importées.

Le cheptel national de bovins a été estimé pour le 2016 à 2 millions de tête dont 51,25% sont des vaches (tableau 1), ce qui mène à un capital zootechnique d'une seule vache pour 41 habitants. Un ratio très faible comparé aux autres pays. (Kebene, 2017).

Chapitre I: Généralités sur les bovins

Tableau 1 : effectifs des différentes catégories de bovin en Algérie.

(Boukhchem Saïd ; 2021)

Année	Total bovin	Total vaches	BLM (têtes)	BLL+BLA (têtes)	% de vaches
2016	2.081.306	1.066.625	331.061	735.564	51,25%

2. Rappel anatomique de l'appareil digestif bovin :

Les organes du tractus digestif et leurs fonctions : Le tube digestif des ruminants la particularité de posséder trois compartiments appelés « pré-estomacs », placés en avant de la caillette, laquelle est l'équivalent de l'estomac du monogastrique. Leur contenu représente 70 à 75% du contenu total du tube digestif.

Le rumen (ou panse) est de loin le plus volumineux des pré-estomacs (environ 100 litres chez un bovin adulte pesant de 500 à 600 kg) ; il représente plus de 90% de leur volume total. Les autres pré-estomacs sont le réseau (ou bonnet) et le feuillet. L'ensemble rumen et réseau, souvent assimilé au rumen, présente toutes les caractéristiques essentielles d'un « fermenteur ». (Fecteau, 1998).

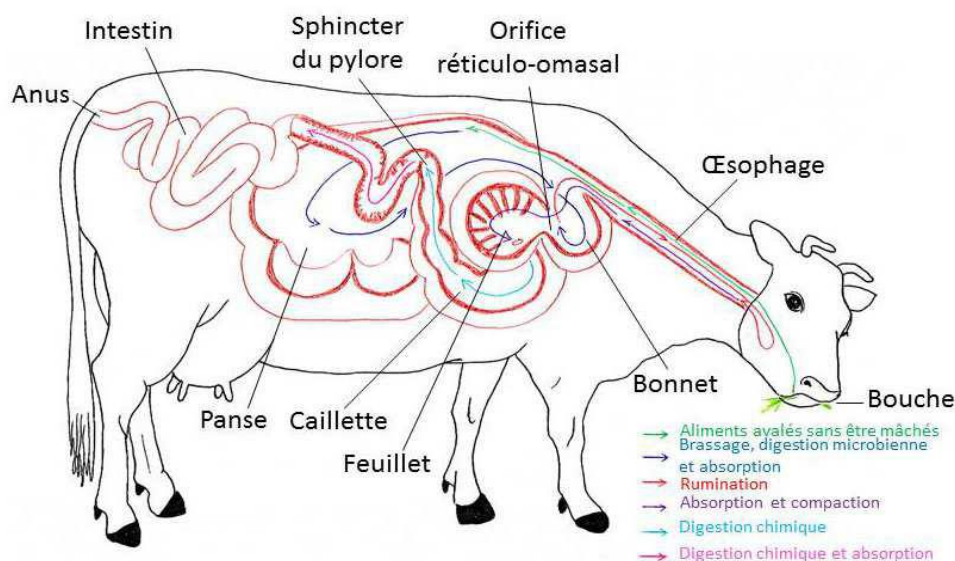


Figure 1 : Anatomie du tube digestif de la vache et trajet des aliments lors de la rumination. (1)

1. La bouche (rumination et production de salive) :

- Réduction de la dimension des particules, ce qui facilite l'attaque de la fibre pendant la fermentation microbienne.

Chapitre I: Généralités sur les bovins

- Production de 160 à 180 litres de salive lorsque la vache mastique entre 6 et 8 heures par jour, mais moins de 30 litres si la rumination n'est pas stimulée (trop de concentré dans la ration ou mouture trop fine du fourrage).

- Production de tampons dans la salive (bicarbonates et phosphates) qui neutralisent les acides produits par la fermentation microbienne et ainsi favorisent la digestion des fibres et la croissance microbienne grâce au maintien d'une acidité neutre dans le rumen. (Fecteau, 1998).

2. Réticulo-rumen (fermentation) :

- Rétention de longues particules fibreuses qui stimulent la rumination et la salivation.

- Activité microbienne intense qui conduit à la production d'acides gras volatils (AGV) qui sont des produits terminaux de la fermentation des sucres et à la production d'une masse microbienne riche en protéine.

- Absorption des AGV à travers la paroi du rumen. Les AGV sont utilisés comme source d'énergie dans les cellules du corps ainsi que pour la synthèse du lactose, des protéines et de la matière grasse trouvés dans le lait.

- Production et expulsion par éructation de plus de 1000 litres de gaz par jour.

3. Le feuillet (recyclage de certains nutriments)

- Absorption de l'eau, du sodium, du phosphore et des AGV.

4. La caillette (digestion acide)

- Sécrétion de l'acide chlorhydrique et de nombreuses enzymes digestives.

- Digestion de protéines qui ont échappés à la fermentation ruminale et de la majorité des lipides.

- Digestion des protéines bactériennes produites dans le rumen (0.5 à 2.5 kg par jour).

5. Petit intestin (digestion et absorption)

- Sécrétion d'enzymes digestives par la paroi de l'intestin, le foie et le pancréas.

- Digestion enzymatique des hydrates de carbone, des protéines et des lipides.

- Absorption de l'eau, de minéraux et des produits de la digestion intestinale (glucose, acides aminés et acides gras).

6. Le Caecum (fermentation) et le gros intestin (formation des fèces)

Chapitre I: Généralités sur les bovins

- Fermentation, par une population bactérienne, des produits de la digestion intestinale non absorbés
- Absorption de l'eau et formation des matières fécales.



Figure 2 : Aspect de l'épithélium des différentes cavités de « l'estomac » de la vache. (2)

3. Les diarrhées chez les bovins :

3.1 Définition :

Selon l'Organisation Mondiale de la santé La diarrhée est l'émission d'au moins trois selles molles ou liquides par jour, ou à une fréquence anormale pour l'individu. Elle est généralement le symptôme d'une infection gastro-intestinale, qui peut être due à divers parasites. Bactéries, ou virus. La diarrhée est définie commettant un syndrome indiquant une sécrétion intestinale d'eau et d'électrolytes trop élevée, ou encore l'évacuation fréquente de matières fécales trop liquides (Rollin, 2002).

A l'état normal les mouvements liquidiens sont très important au niveau de l'intestin, en effet l'intestin du veau est le siège de deux flux opposés de liquides, les mouvements liquidiens y sont très important, chez un veau sain, chaque jour environ 100 litres sont absorbés, une quantité voisine est sécrétée, il en résulte une absorption nette d'environ 3 à 4 litres, (Fecteau, 1998).

Chapitre I: Généralités sur les bovins

Plusieurs agents infectieux sont responsables de diarrhée et peuvent coexister, voire se succéder sur un même veau, ce qui complique leur identification précise.

- Les parasites, comme *Cryptosporidium spp*, *Eimeria sp.*, *Giardia sp.*, *Strongyloides sp.* Les cryptosporidies sont les parasites les plus fréquemment identifiés.
- Les bactéries : il s'agit essentiellement d'*Escherichia coli*, mais on peut retrouver des bactéries du genre *Salmonella*, *Clostridium*, *Yersinia*, ou *Campylobacter*.
- Les virus : il s'agit principalement des *rotavirus*, des coronavirus et du BVD. On isole aussi parfois des *togovirus* et des *calicivirus*.

3.2 Mécanisme de la diarrhée :

Les mécanismes qui conduisent à la diarrhée peuvent être de 3 types :

Stimulation de la sécrétion passive.

Stimulation de la sécrétion active.

Réduction de l'absorption. (Rollin, 2002).

3.2.1. Stimulation de la sécrétion passive

Le passage de l'eau du milieu plasmatique vers la lumière intestinale se fait soit grâce à des facteurs circulatoires, soit à la présence dans l'intestin d'une substance osmotiquement active.

A. Les facteurs circulatoires :

peuvent être dus à des modifications de l'état de la muqueuse lors de processus inflammatoires, c'est le cas par exemple lors d'atteinte par les virus (coronavirus et rotavirus) ou encore par les (cryptosporidies), ce qui permet alors un transit par extravasation d'eau plasmatique et de substances dissoutes. (Rollin, 2002).

B. Effet de la pression osmotique :

Des pressions osmotiques fortes sont relevées lors :

De déficience en lactase, lorsque le lactose du lait n'est pas hydrolysé et donc non absorbé, il peut avoir un effet osmotique par appel d'eau vers la lumière intestinale.

La destruction des villosités intestinales, là encore le rôle des virus et des protozoaires (cryptosporidies) est important car il conduit à une perte en enzymes telles que les dissaccharidases qui sont produites au niveau des cellules apicales des villosités intestinales, (Rollin, 2002).

Chapitre I: Généralités sur les bovins

Les sels biliaries par la suite d'une mauvaise digestion dans l'intestin grêle vont eux aussi dans le gros intestin et provoquent de la diarrhée à la fois par leur pouvoir osmotique et leur effet irritant, (Rollin, 2002).

3.2.2. Stimulation de la sécrétion active :

La stimulation de la sécrétion active est provoquée par plusieurs facteurs. Les toxines bactériennes peuvent soit : Stimuler directement une cyclase membranaire provoquant de la sorte la libération de l'AMP cyclique, c'est le cas des E.coli entérotoxigène ou ETEC, qui en provoquant une inflammation locale et la synthèse des PGE, prostaglandines vont entraîner l'augmentation de la production de l'AMP cyclique.

3.2.3. LE SYNDROME MALABSORPTION – MAL DIGESTION

Est provoqué en général par tous les agents infectieux qui présentent un tropisme intestinal, mais c'est surtout les virus et les cryptosporidies qui en détruisant les entérocytes sont à l'origine de phénomènes de malabsorption des nutriments dans l'intestin grêle, avec augmentation de la pression osmotique et un appel d'eau consécutif qui conduit à la diarrhée, (Rollin, 2002).

Ce processus peut faire suite aussi à l'utilisation de nombreux antibiotiques administrés par la voie orale.

3.3 Conséquences de la diarrhée :

3.3.1. La déshydratation :

Ce qu'il faut savoir c'est que le veau à la naissance par rapport à l'animal adulte a une teneur totale en eau beaucoup plus élevée, de l'ordre de 80% pour seulement 60% chez l'adulte. (Rollin, 2002). Lors de diarrhée les pertes d'eau sont toujours accompagnées de pertes ioniques en sodium (10 à 20 fois plus que la normale), il n'est pas possible de penser à réhydrater un bovin sans tenir compte de cet aspect fondamental. En plus du sodium le veau enregistre également des pertes en chlorures, en potassium, et dans une moindre quantité en magnésium, et en bicarbonate, (Remesy et Demigne, 1982).

Les pertes en potassium proviennent du compartiment extracellulaire, ils perturbent le fonctionnement du muscle cardiaque et squelettique.

*CHAPITRE II: LA
CRYPTOSPORIDIOSE
BOVINE*

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

I. La cryptosporidiose bovine :

La cryptosporidiose bovine est une maladie appartenant au complexe des diarrhées néonatales qui entraîne une diarrhée profuse et liquide chez l'hôte infecté avec anorexie, perte de poids, douleur abdominale et déshydratation.

1. Description :

La cryptosporidiose a été décrite chez de nombreuses espèces animales, aussi bien domestiques que sauvages. Chez les ruminants, ce sont généralement les animaux les plus jeunes qui sont les plus réceptifs et les plus sensibles à l'infection alors que les animaux adultes infectés sont peu nombreux et asymptomatiques (Muñoz et al., 1996 ; Ramirez et al., 2004 ; Castro Hermida et al., 2005 ; Santín et al., 2008 ; Fayer and Santín, 2009; Paraud et al., 2010 ; Silverlås et al., 2010).

A l'heure actuelle, la cryptosporidiose est l'une des premières causes d'entérite diarrhéique des veaux nouveau-nés (Silverlås et al., 2010). Cette parasitose entraîne d'importantes pertes économiques chez les ruminants nouveau-nés par la mortalité et la morbidité qu'elle entraîne (de Graaf et al., 1999). La prévalence moyenne de cette infection varie largement selon les pays et les différentes espèces hôtes de ruminants.

2. Espèces de *Cryptosporidium spp* présentes chez les bovins :

L'utilisation de la biologie moléculaire a permis l'étude plus fine des espèces du genre *Cryptosporidium* retrouvées chez les ruminants.

Il existe de nombreuses études concernant les espèces de *Cryptosporidium* retrouvées chez les bovins. Les espèces *Cryptosporidium (C) parvum*, *C. bovis*, *C. ryanae*, *C. andersoni*, *C. hominis*, *C. felis*, *C. canis*, *C. suis*, *C. scrofarum* (anciennement *C. piggenotype II*) ont été signalées chez cette espèce de ruminant (Bornay-Llinares et al., 1999 ; Fayer et al., 2001 ; Santín et al., 2004 ; Smith et al., 2005 ; Geurden et al., 2006 ; Feng et al., 2007 ; Langkjaer et al., 2007).

Les quatre espèces majoritairement retrouvées chez les bovins sont : *C. parvum*, *C. bovis*, *C. ryanae* et *C. andersoni* (Xiao et al., 2004 ; Santín et al., 2004, 2008 ; Fayer et al., 2006 ; Geurden et al., 2006 ; Santín et Trout, 2007).

Les espèces *C. felis*, *C. hominis*, *C. suis*, *C. suis* like genotype et *C. scrofarum*, *C. ubiquitum* n'ont été que très rarement identifiées. En effet, *C. hominis* n'a été rapporté en Ecosse, Inde et Corée (Smith et al., 2005 ; Park et al., 2006 ; Feng et al., 2007). L'espèce *C. suis*, elle, a été rapportée aux Etats-Unis et en Zambie (Fayeretal., 2006 ; Geurden et al., 2006).

Les espèces et génotypes *C. suis* et *C. scrofarum* ont été retrouvées au Danemark (Langkjaer et al., 2007). L'espèce *C. felis* a été signalée une fois chez une vache en Pologne (Bornay-Llinares et al., 1999). L'espèce *C. ubiquitum* a été identifiée une fois en France (Follet et al., 2011).

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

Chez les bovins laitiers, une succession chronologique d'espèces de la naissance jusqu'à l'âge adulte a été suggérée aux Etats-Unis (Santín et *al.*, 2004, 2008). Cette succession fait intervenir les quatre principales espèces retrouvées chez les bovins : *C. parvum* qui est majoritairement présent chez les jeunes veaux non sevrés, *C. ryanae* et *C. bovis* sont retrouvés chez les jeunes animaux sevrés et *C. andersoni* devient prépondérant chez les vaches adultes (Santín et *al.*, 2004, 2008).

La caractérisation moléculaire des oocystes excrétés par les ruminants permet également de définir le caractère potentiellement zoonotique de certains isolats appartenant aux sous-types IIa et IIc de *C. parvum*. L'identification des différents sous-types se fait par la détermination de la séquence de la glycoprotéine de surface gp60. Il convient donc d'évaluer le potentiel de transmission de *C. parvum* des ruminants vers l'homme.

Chez les bovins, les sous-types appartenant à la famille II a sont les plus rapportés mais les sous-types sont variables d'une région à l'autre (Alves et *al.*, 2003 ; Trotz-Williams et *al.*, 2006 ; Feng et *al.*, 2007 ; Xiao, 2010).

Le sous-type majoritairement décrit dans le monde chez les bovins est le sous-type IIaA15G2R1 (Chalmers et *al.*, 2005 ; Alves et *al.*, 2006 ; Feng et *al.*, 2007 ; Trotz-Williams et *al.*, 2006 ; Xiao et *al.*, 2007). Dans certains pays tel que le Portugal ce sous-type est responsable de plus de 75% des infections chez des jeunes veaux (Alves et *al.*, 2006). Bien que, le sous-type IIaA15G2R1 soit le plus répandu dans le monde d'autres peut être retrouvé. En effet, dans le nord de l'Irlande, le sous-type IIaA18G3R1 est responsable de l'infection de 55,6 % des jeunes veaux (Thompson et *al.*, 2007). Les sous-types IIaA18G2R1 et IIaA19G2R1 sont dominants en Floride alors que dans le sud de l'Ontario on retrouve majoritairement trois autres sous-types : IIaA16G1R1, IIaA16G2R1 et IIaA16G3R1 (Santín et Trout, 2007). Ce dernier, IIaA16G3R1 est plus largement décrit que les autres, il a été trouvé récemment chez des veaux en Angleterre et aux Pays-Bas (Wielinga et *al.*, 2008 ; Xiao et *al.*, 2007 ; Brook et *al.*, 2009).

Il a été décrit, dans les zones où il existe une grande diversité de sous types de *C. parvum*, que plusieurs sous-types peuvent circuler au sein des élevages et même au sein d'un même veau (Peng et *al.*, 2003 ; Trotz-Williams et *al.*, 2006 ; Xiao et *al.*, 2007). Les raisons pour les quelles on observe une différence de sous-types selon les régions ou pays ne sont pas claires. Les pratiques d'élevages telles que les achats d'animaux pourraient être à l'origine de l'augmentation de la diversité des sous-types de *C. parvum* au sein du troupeau (Tanriverdi et *al.*, 2006).

La forte prévalence du sous type IIaA15G2R1 chez les bovins et la détection de ce sous-type chez l'homme dans différents pays tels que l'Australie, le Portugal, la Slovénie et les Pays-Bas suggèrent que celui-ci peut se répandre facilement au sein de la population bovine et peut être à

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

l'origine d'infection chez l'homme (Strong et *al.*, 2000 ; Alves et *al.*, 2003, 2006 ; Peng et *al.*, 2003 ; Chalmers et *al.*, 2005 ; Wielinga et *al.*, 2008 ; Soba et Logar, 2008).

Le rôle potentiel de réservoir des bovins (pour les oocystes de *C. parvum*) est bien établi.

En effet, au vu des différents sous-types de *C. parvum* retrouvés chez les ruminants dans le monde, une transmission du parasite des ruminants à l'homme est donc parfaitement envisageable et a déjà été identifiée par plusieurs auteurs (Smith et *al.*, 2010 ; Ng et *al.*, 2012 ; Cacció et *al.*, 2013).

3. Sources de contamination

La contamination chez les animaux se fait par ingestion d'oocystes infectants présents dans l'environnement.

Chez les ruminants, les oocystes peuvent être ingérés :

- Lors de la consommation d'aliments ou d'eau souillés.
- Par léchage du pelage ou de la litière.
- Lors de contact avec du matériel d'élevage contaminé.

En effet, il a été montré qu'un petit nombre d'oocystes de *C. parvum* (<50) pouvait suffire à infecter un veau (Moore et *al.*, 2003 ; Zambriski et *al.*, 2013).

Les jeunes ruminants sont la principale source d'oocystes dans l'environnement.

Ils excrètent de grandes quantités d'oocystes (100 à 107-108opg) (Fayer et *al.*, 1998 ; Trotz-Williams et *al.*, 2007 ; Geurden et *al.*, 2008 ; Paraud, 2009).

Les jeunes individus, les plus sensibles et les plus excréteurs, contribuent donc à une contamination massive du milieu et à une transmission rapide du parasite au sein de l'élevage.

Les ruminants adultes sont très rarement malades mais jouent cependant un rôle de réservoir du parasite en raison d'une excrétion résiduelle à faible niveau (entre 100 et 1000 opg) (Fayer et *al.*, 2006, 2007; Kváč et *al.*, 2006 ; Castro-Hermida et *al.*, 2007; Santín et *al.*, 2008).

Il a été montré, par certains auteurs, qu'au moment de la mise-bas, les adultes en gestation excrétaient des quantités d'oocystes plus importantes favorisant la contamination du milieu (Ralston et *al.*, 2003 ; Castro-Hermida et *al.* 2005 ; de Waele et *al.*, 2012).

Ce phénomène n'est pas observé dans tous les élevages (caprins, ovins et bovins) et dans la plupart des cas l'augmentation du niveau d'excrétion n'est pas si évidente (Atwill et Pereira, 2003). Les niveaux d'excrétions observés autour de la mise-bas restent cependant nettement inférieurs à ceux observés chez les jeunes ruminants.

Cryptosporidium spp a été isolé chez une grande variété d'animaux sauvages (cervidés, rongeurs, insectivores et lagomorphes), qui partagent leurs habitats avec des animaux de ferme,

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

fournissant alors une source additionnelle d'oocystes pour la contamination de l'environnement et favorisant la contamination du bétail (Ramirez et *al.*, 2004).

Au sein d'un troupeau, la transmission peut être très rapide dès lors qu'un animal est contaminé, car les animaux sont généralement regroupés dans un espace relativement restreint.

Les jeunes ruminants sont les plus sensibles et les plus excréteurs et l'origine de la contamination est souvent difficile à identifier. En effet, la cryptosporidiose clinique peut toucher gravement certains élevages alors que d'autres ne sont pas ou peu touchés (Chartier, 2002 ; Geurden et *al.*, 2008 ; Santín et *al.*, 2004). Les oocystes, très résistants dans le milieu extérieur peuvent survivre jusqu'à 6 mois dans l'eau, les litières ou le fumier dans des conditions de température modérée et ainsi être à l'origine de nouvelles infections.

Moore et *al.*, (2003) ont montré chez le veau que plus la dose infectante était élevée, plus la durée de l'excrétion et le nombre d'oocystes excrétés étaient importants.

Il paraît donc important de minimiser l'infection chez les nouveau-nés pour limiter l'évolution de la contamination de l'environnement et ainsi la transmission du parasite. Il est d'ailleurs fortement conseillé de ne pas laisser les jeunes animaux malades en contact avec les nouveaux animaux naissants ni de laisser des animaux d'âge différents dans un même parc (Delafosse et *al.*, 2006).

Ce genre de pratique permettrait de minimiser l'infection des nouveau-nés. L'apparition de la cryptosporidiose passe en général par une phase « d'amplification du parasite » se produisant chez les jeunes et aboutissant à une contamination massive de l'environnement. Ce phénomène peut expliquer le fait que la cryptosporidiose soit plutôt une maladie de fin de saison de mise-bas (Causapé et *al.*, 2002; Delafosse et *al.*, 2006; Giadinis et *al.*, 2012).

Les adultes ruminants n'excrètent le parasite qu'à faible niveau (Fayer et *al.*, 2006, 2007 ; Castro-Hermida et *al.*, 2007 ; Santín et *al.*, 2008).

Enfin, l'espèce *C. parvum* peut être retrouvée chez les ruminants et chez l'homme. Les animaux peuvent être à l'origine de la contamination des hommes (via l'eau, l'alimentation ou simple contact), mais ceux-ci, peuvent également être contaminés « par l'homme ». En effet, le personnel travaillant sur l'exploitation peut, en contact avec un animal infecté, véhiculer des oocystes dans l'environnement proche ou éloigné en allant par exemple d'un atelier bovin à un atelier caprin ou ovin.

La lutte contre la transmission du parasite est d'autant plus difficile que l'accumulation des oocystes dans l'environnement n'est pas maîtrisée au fil du temps. Il paraît donc important de respecter les règles d'hygiène aussi bien au sein des bâtiments d'élevage que pour le matériel utilisé au sein des différents ateliers.

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

4. Facteurs favorisant la contamination :

La maladie s'observe essentiellement chez les jeunes (< 2 mois) (Causapé et *al.*, 2002 ; Santín et *al.*, 2004 ; Fayer et *al.*, 2006, 2007 ; Castro-Hermida et *al.*, 2007 ; Santín et *al.*, 2007 ; Geurden et *al.*, 2008 ; Paraud et *al.*, 2009). Il a été montré que les animaux s'infectent dès la naissance et que la prévalence d'excrétion est maximale chez les ruminants non sevrés. En effet, l'excrétion débute vers 4-5 jours d'âge, atteint son maximum entre 7 et 10 jours puis diminue à partir de 16-17 jours (Trotz-Williams et *al.*, 2007 ; Paraud et *al.*, 2010).

Chez l'animal, la chute ou le manque de compétences immunitaires est liés à une augmentation de la sensibilité et de la réceptivité aux cryptosporidies. Les jeunes ruminants sont plus fragiles car leur système immunitaire est encore immature. En cas de mauvais transfert d'immunité colostrale, il a été montré que la sensibilité aux pathogènes tels que *E. coli*, Rotavirus, Coronavirus et *Cryptosporidium spp* est augmentée (Radostits et *al.*, 2000 ; Duranti et *al.*, 2009). Des infections mixtes (bactérie/virus et parasite) ont déjà été observées chez les jeunes ruminants, elles seraient plus fréquentes et plus graves que les mono-infections à *C. parvum* (Chartier, 2002, Radostits et *al.*, 2000 ; Gulliksen et *al.*, 2009 ; Silverlås et *al.*, 2010). D'autres associations ont également été observées entre *C. parvum* et des bactéries pathogènes (*Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium*..) mais leurs interactions n'ont pas été démontrées (Radostits et *al.*, 2000 ; Barrington et *al.*, 2002 ; Bartels et *al.*, 2010 ; Sweeny et *al.*, 2011). Il paraît donc probable qu'une primo-infection par un de ces agents pathogènes affaiblit l'animal qui répondrait alors moins efficacement face à une deuxième infection due à *Cryptosporidium spp*.

L'alimentation pourrait également influencer la sensibilité des ruminants à *Cryptosporidium spp*.

En effet, un déficit énergétique (quantitatif ou qualitatif) affaiblissant les animaux et augmenterait la sensibilité des animaux aux infections (Radostits et *al.*, 2000 ; Trotz-Williams et *al.*, 2007 et 2008).

Les facteurs de risques liés à l'apparition de la maladie au sein d'un troupeau dépendent majoritairement des méthodes d'élevage.

Celles-ci diffèrent en fonction du caractère traditionnel ou industriel de l'élevage, du mode d'élevage (box individuel ou non), du type de mise-bas (collective ou non), des facteurs hygiéniques (fréquence du nettoyage des bâtiments, ventilation, paillage), ainsi que de la promiscuité entre élevages bovins, caprins et ovins au sein d'une même exploitation (Sischo et *al.*, 2000 ; Hoar et *al.*, 2001).

Une densité animale trop élevée au sein d'une exploitation, la taille limitée des parcs et box ou un défaut dans la gestion des lots favorisent la contamination massive de l'environnement et ainsi la

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

transmission du parasite (Causapé et *al.*, 2002 ; Delafosse et *al.*, 2006 ; Trotz-Williams et *al.*, 2007, Duranti et *al.*, 2009).

En effet, une mise en lot par classe d'âge permet de limiter les contacts et la circulation du parasite entre les animaux d'âge différents (et donc de niveaux d'excrétion différents). Les nouveau-nés arrivent dans un parc propre et ne se contaminent pas avec les cryptosporidies excrétées par les animaux plus âgés.

Les contacts éventuels des animaux de l'exploitation avec la faune sauvage (ruminants sauvages, carnivores, sangliers excrétant *C. parvum*) ainsi que le devenir des lisiers, fumiers non compostés sont également des facteurs favorisant l'apparition de la maladie au sein de l'élevage (Trotz-Williams et *al.*, 2007 ; Duranti et *al.*, 2009).

Le bâtiment d'élevage joue un rôle essentiel dans la contamination des animaux. Un bâtiment avec une hygiène limitée (curage irrégulier, défaut de paillage, manque de désinfection) multiplier les risques de propagation de la cryptosporidiose du fait de la grande résistance des oocystes dans l'environnement associé aux forts niveaux d'excrétion des jeunes ruminants (Fayer et *al.*, 1998 ; Geurden et *al.*, 2008 ; Duranti et *al.*, 2009 ; Silverlås et *al.*, 2010). Il a été montré que le risque de cryptosporidiose était diminué lorsque les veaux sont élevés sur sol bétonné comparé à de la paille et de la terre battue (Castro-Hermida et *al.*, 2002 ; Trotz-Williams et *al.*, 2008). Cela est probablement à relier au nettoyage puisque le type de sol conditionne la méthode de nettoyage (nettoyage haute pression sur sol bétonné).

Les périodes de vêlage, agnelage et épandage de fumier influencent la distribution saisonnière des oocystes et peuvent faciliter la transmission du pathogène. Ces périodes peuvent donc être considérées comme étant à risque pour l'apparition de la maladie (Hoar et *al.*, 2001 ; Causapé et *al.*, 2002 ; Ramirez et *al.*, 2004 ; Delafosse et *al.*, 2006 ; Keeley et *al.*, 2008 ; Trotz - Williams et *al.*, 2007).

Enfin, le matériel de l'exploitation (ustensiles pour alimentation, la distribution d'eau) peut être une source supplémentaire de propagation de la maladie car il peut véhiculer des oocystes infectieux d'un animal à un autre ou d'un atelier à un autre, tout comme le personnel travaillant dans l'exploitation.

5. Aspects cliniques

Les signes cliniques observés chez les ruminants varient d'une absence de signes cliniques à une diarrhée très sévère.

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

Chez le veau, la période pré-patente de cette espèce varie entre 2 et 7 jours, avec la plupart des infections détectées à partir de 4-5 jours, et la période patente à une durée comprise entre 1 et 12 jours (Fayer, 2007).

Chez les jeunes bovins, *C. parvum* est responsable de diarrhée aigüe aqueuse, blanche à jaunâtre. Celle-ci peut être plus ou moins mucoïde mais est rarement sanglante, elle s'accompagne généralement d'anorexie, fièvre, déshydratation, perte de poids conduisant à des forts retards de croissance (Tziporietal., 1983 ; de Graaf et al., 1999 ; Chartier, 2002 ; Fayer, 2004 ; Santín et Trout, 2007).

Cette diarrhée dure habituellement de quelques jours à deux semaines, parfois plus, en raison des possibles ré-infections. Elle peut également se maintenir sur toute la période de la maladie ou être intermittente. L'évolution de la maladie est variable, allant de la guérison à la mortalité par déshydratation sans passage à la chronicité (De Graf et al., 1999).

La cryptosporidiose entraîne donc d'importantes pertes économiques chez les ruminants nouveau-nés par la mortalité et la morbidité (retard de croissance) qu'elle engendre (de Graaf et al., 1999 a). Certaines espèces retrouvées chez les bovins (*C. ryanae* et *C. andersoni*), n'ont cependant jamais été retrouvées chez des animaux malades.

Ces données présentent ainsi les différences phénotypiques existantes entre les espèces de *Cryptosporidium spp* et réaffirment l'intérêt des outils moléculaires qui permettent l'identification de celles-ci pour approfondir les connaissances sur la cryptosporidiose des ruminants.

6. Diagnostic :

Le diagnostic de la cryptosporidiose repose sur la mise en évidence de la forme de résistance, l'oocyste (Geurden et al., 2006 ; Brook et al., 2007). La mise en évidence des oocystes peut se faire de façon directe, à l'aide de techniques de coloration appliquées à des échantillons coproscopiques (par exemple, coloration de Heine, ou celle de Ziehl-Nielsen modifiée) ou bien par marquage, avec des anticorps monoclonaux fluorescents (immunofluorescence : IF). Des tests ELISA, ciblant les antigènes de *Cryptosporidium spp*, sont également disponibles et peuvent être utilisés lors de la recherche du parasite (Smith, 2007). D'autre part, la mise en évidence du parasite peut se faire de façon directe à l'aide de la biologie moléculaire et notamment par Polymerase Chain Reaction (PCR) ciblant un gène propre au genre *Cryptosporidium*.

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

Les méthodes de coloration, bien que moins coûteuse et plus rapides, sont moins sensibles que certaines autres techniques d'identification du parasite et ne présentent pas une spécificité de 100%. Elles restent tout de même des méthodes de choix lors du diagnostic de cryptosporidiose car l'excrétion est toujours très forte, lors de maladie, et donc largement au dessus du seuil de détection permis par ces méthodes.

Les techniques de biologie moléculaire présentent quant à elle un intérêt supplémentaire : elles permettent d'identifier spécifiquement l'espèce de *Cryptosporidium spp* présente dans un échantillon.

7. Traitement :

L'éradication du parasite dans l'organisme mais également dans l'environnement pose un important problème tant en santé humaine que vétérinaire. En effet, *Cryptosporidium* détient une position unique dans la cellule hôte puisque le parasite est intracellulaire mais extra-cytoplasmique (Manent-Manent, 2014). Cette place le protège de l'action de très nombreuses molécules et explique en partie la résistance de celui-ci aux traitements disponibles sur le marché.

De plus, la maîtrise de la contamination de l'environnement est difficile en raison de la très grande résistance des oocystes en milieu naturel mais également en présence de désinfectants usuels (Manent-Manent, 2014).

Il apparait ainsi que la lutte contre la cryptosporidiose doit se concentrer sur plusieurs fronts (Manent-Manent, 2014) :

- La mise en place d'un traitement symptomatique et adjuvant permettant de limiter les signes cliniques chez les malades.
- Intensifier les recherches pour trouver un traitement étiologique qui permettrait d'éradiquer le parasite de manière efficace.
- Séparer le veau de sa mère.

Des mesures préventives concernant l'hygiène des individus et des locaux que le traitement de l'eau et des aliments (Shahiduzzaman et Dauschies, 2012).

- Deux molécules ont fait l'objet de la majorité des essais chez les ruminants :
 - Le lactate d'halofuginone (quinazolinone)
 - Le sulfate de paromomycine (antibiotique aminoside).

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

Chez les veaux, il a été rapporté que l'administration préventive d'une dose journalière supérieure à 0.06 mg/kg pendant 7 jours (0.1 mg/kg/j étant la dose de l'AMM) permettait une réduction de l'excrétion en oocystes et de la diarrhée, sans effet sur le gain moyen quotidien (GMQ) (Villacorta et *al.*, 1991 ; Lefay et *al.*, 2001). Quand l'administration est curative (animaux en diarrhée), sur 7 jours, une faible réduction du niveau d'excrétion est observée mais l'effet sur la diarrhée est très limité (Naciri et *al.*, 1999). Cette substance s'est avérée partiellement efficace dans la prévention de la cryptosporidiose du veau. Pour être efficace, le traitement doit commencer au cours des 48 premières heures de vie. Il permet alors une réduction significative du nombre d'oocystes excrétés et de la diarrhée.

8. Prophylaxie:

A. Prophylaxie hygiénique :

La prévention médicamenteuse est coûteuse en élevage. Chez les ruminants, le contrôle de la cryptosporidiose est essentiellement prophylactique, avant que les animaux ne soient cliniquement atteints.

Dans le but de lutter contre la cryptosporidiose en élevage et plus précisément contre la transmission du parasite, une prophylaxie hygiénique doit tout d'abord être mise en place. En effet, la transmission se faisant par l'ingestion d'oocystes, il paraît important de réduire l'importance du parasite présent dans l'environnement pour minimiser les possibilités de contact des animaux avec celui-ci.

Les règles d'hygiène au sein des bâtiments d'élevage sont primordiales pour éviter la maladie chez les jeunes animaux.

Le premier point à respecter est le nettoyage des locaux (curage de litières) suivi d'un vide sanitaire entre chaque bande d'animaux (Delafosse et *al.*, 2006). Les désinfectants de choix sont l'ammoniac (entre 5 et 10%) et le formol (10%). Le respect de ces règles peut réduire de façon importante l'incidence d'un épisode de cryptosporidiose (Chartier, 2002).

Le second point important est de retarder le plus possible l'exposition des animaux aux oocystes de *Cryptosporidium spp.* En effet, les trois premières semaines de vie sont celles où les animaux sont les plus sensibles et réceptifs à la maladie (Muñoz et *al.*, 1996 ; Ramirez et *al.*, 2004 ; Paraud et *al.*, 2010 ; Castro Hermida et *al.*, 2007 ; Santín et *al.*, 2008 ; Fayer et Santín, 2009; Silverlås et *al.*, 2010).

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

Les infections sur venant après un mois sont généralement moins graves cliniquement que celles ayant lieu avant (Harp et *al.*, 1990 ; Muñoz et *al.*, 1996 ; Trotz-Williams et *al.*, 2007; Santín et *al.*, 2008 ; Paraud et *al.*, 2009).

Il est donc important d'isoler les jeunes animaux malades du reste des animaux (Causapé et *al.*, 2002 ; Delafosse et *al.*, 2006 ; Trotz-Williams et *al.*, 2007).

Cependant, la maîtrise hygiénique n'étant pas simple à adopter en raison de la grande résistance des oocystes dans l'environnement et des forts niveaux d'excrétion des jeunes, le recours à l'emploi de médicaments coûteux est souvent nécessaire pour limiter les pertes par mortalité ou par retard de croissance.

B. Prophylaxie médicale (la vaccination)

Actuellement, il n'existe aucun vaccin disponible contre la cryptosporidiose clinique mais des études ont montré des résultats encourageants lors de la vaccination des mères et de distribution du colostrum hyper-immun aux nouveau-nés (Fayer et *al.*, 1989 ; Shahiduzzaman et Dauschies, 2012).

II. Le parasite *cryptosporidium spp* :

1. Taxonomie :

Les espèces du genre *Cryptosporidium* font partie du groupe paraphylétique des protozoaires eucaryotes. Cela signifie que la majorité de leur ADN est contenue dans un noyau à double membrane (Fayer, Xiao 2008). Ce sont des organismes unicellulaires, appartenant au phylum des Apicomplexa (sporozoaires), possédant des caractéristiques à la fois des coccidies (Ryan, Xiao 2014). Ce phylum inclue de nombreux parasites responsables de maladies connues, comme le paludisme, la piroplasmose, ou encore la coccidiose à *Eimeria* (Fayer, Xiao 2008).

Les protozoaires en général forment un groupe très diversifié d'organismes unicellulaires eucaryotes souvent capables d'une certaine mobilité. Plusieurs espèces, dont celles appartenant au genre *Cryptosporidium*, sont également d'importants parasites surtout sur le plan économique. (Prescott, Harley, Klein. Microbiologie. De Boeck Université. 1995).

Le genre *Cryptosporidium* forme un groupe d'espèces très apparentées qui infectent le système digestif de nombreuses espèces animales.

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

A ce jour, plus d'une vingtaine d'espèces au sein du genre *Cryptosporidium spp* sont décrites mais la taxonomie des espèces de ce genre est en perpétuel changement et reste sujette à discussion pour de nombreux chercheurs (Fayer, 2007 ; Slapeta, 2011 ; Chalmers et Katzer, 2013).

Parmi celles-ci, certaines, telle que *Cryptosporidium parvum*, peuvent infecter une grande variété d'hôtes, alors que d'autres semblent spécifiques d'un seul hôte (*C. ryanae* retrouvé uniquement chez les bovins).

Aujourd'hui pour valider et nommer une espèce appartenant au genre *Cryptosporidium*, il faut tenir compte de critères morphologiques, biologiques et génétiques (Fayer et Xiao, 2007 ; Fayer, 2010) :

Critère morphologique : (taille, forme et structure des différents stades de développement).

Ce critère est insuffisant pour différencier les espèces du genre *Cryptosporidium*. En effet, les oocystes des différentes espèces peuvent présenter des tailles similaires.

Critère biologique : (site de prédilection de l'infection, durée des périodes pré-patente et patente, hôtes infectés...). Concernant *Cryptosporidium spp*, il est difficile d'utiliser uniquement ce critère car il a été montré que des isolats provenant de différents animaux pouvaient parfois se transmettre d'une espèce hôte à l'autre.

Critère génétique : (différences dans la séquence nucléotidique de gènes bien connus (codant pour l'ARN ribosomal (18S), glycoprotéine de surface des sporozoites gp60, des protéines fonctionnelles..). Les outils de biologie moléculaire permettent d'accéder à des informations supplémentaires sur les différentes espèces de *Cryptosporidium spp*.

Le tableau présente la liste des espèces de *Cryptosporidium spp* considérées comme valides selon les trois critères évoqués ci-dessus (Chalmers et Katzer, 2013).

Pour caractériser les espèces de *Cryptosporidium spp*, en plus des critères morphologiques et/ ou de spécificités d'hôte, il est nécessaire de prendre en considération l'importance des différences au niveau du site d'infection préférentiel, les critères biochimiques, les critères immunologiques et les critères génétiques (Xiao et al., 2004).

Tableau 2 : Classification taxonomique de *Cryptosporidium spp*.

(D'après Current et Garcia, 1991 ; Fayer, 2007)

Classification	Caractéristiques biologiques
Empire : Eukaryota	- Cellules possédant un noyau avec une enveloppe nucléaire.
Règne : Protozoa	- Eucaryote unicellulaire.
Phylum : Apicomplexa	- Présence d'un complexe apical (rôle dans la pénétration du parasite au sein de la cellule hôte) chez les formes invasives.

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

Classe : Coccidea	- Oocystes contenant des sporozoïtes infectieux résultant de la Sporogonie.
Sous- classe : Coccidiasina	- Cycle biologique comprenant des stades de schizogonie, gamétogonie et sporogonie.
Ordre : Eucoccidiorida	Etape de schizogonie, aussi appelée mérogonie , toujours présente.
Sous- ordre : Eimeriorina	- Développement indépendant des micros et macrogamètes.
Famille : Cryptosporidiidae	- Oocystes contenant 4 sporozoïtes nus (pas de sporocystes contrairement aux Eimeriidae); - Cycle biologique monoxène (un seul hôte); - Développement intracellulaire; - Développement sous la bordure en brosse des cellules épithéliales colonisées.

2. Biologie du parasite

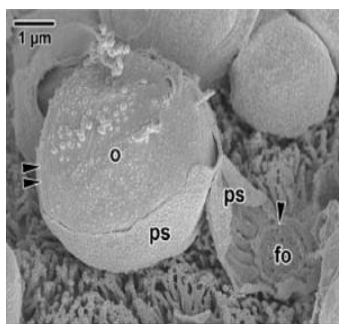
Le cycle de vie est direct (sans hôte intermédiaire) et monoxénique, c'est-à-dire que le développement dépend entièrement de l'hôte parasité.

L'infection se localise en partie distale du petit intestin et cause une atrophie sévère des villosités ainsi qu'une entérite accompagnée de diarrhée par malabsorption.

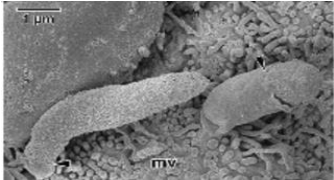
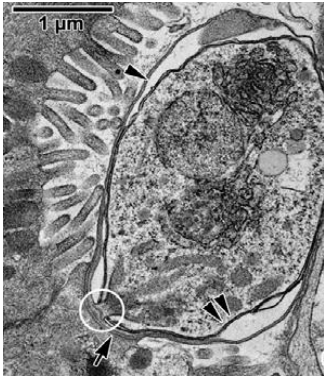
2.1 Morphologie des différents stades parasitaires :

Tableau 3 : les différentes formes des stades parasitaires du *cryptosporidium spp*

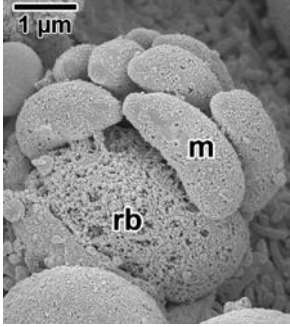
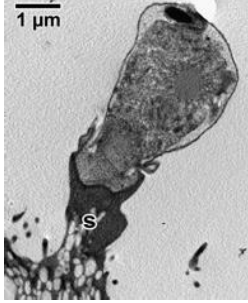
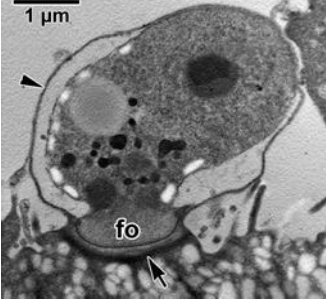
(D'après Certad.G 2008) :

Formes évolutives	Images	Descriptions
Oocyste	 <p>O : oocyste ps : vacuole parasitophore (« parasitophorus sac » fo : organelle nourricière</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Forme sphérique a ovoïde. 2. Leur diamètre varie entre 4 et 8 µm selon les espèces. 3. Chaque oocyste contient quatre sporozoïtes nus sans sporocystes, et présente un corps résiduel granuleux central très réfringent. 4. Leur paroi est composée de deux couches, interne et externe, bien distinctes. La couche externe, de densité électronique variable, est composée d'une matrice polysaccharidique. Cette matrice, où le glucose est le sucre prédominant, est immunogène et hautement résistante aux protéases. La couche interne est peu

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

	(« feeder organelle »)	<p>électrondense. Elle semble composée de glycoprotéines filamenteuses et pourrait contribuer à la robustesse et à l'élasticité de la paroi.</p> <p>5. À l'un de leurs pôles, une structure unique semblable à une fente s'étend sur 1/3 à 1/2 de leur circonférence. Lors de l'excystation, l'ouverture de cette suture permet la libération des sporozoïtes.</p>
Sporozoïtes et merozoïtes	 <p>Mv : micro villosités.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ils sont élancés, virguliformes. 2. Formes libres et mobiles. 3. Présence d'un complexe apical. 4. Les rhoptries, les micronèmes, les granules denses, le noyau, les ribosomes, les microtubules ainsi que les anneaux apicaux sont visibles par microscopie électronique. 5. Il faut toutefois noter l'absence de mitochondrie, de conoïde et de micropores. 6. Lorsqu'ils se fixent à la cellule hôte, les microvillosités l'entourent et forment une vacuole parasitophore. Des changements au niveau de l'apex de la cellule hôte et dans le parasite mènent à la formation d'un organelle dit d'attachement ou nourricier.
Trophozoïtes		<p>Ils possèdent un noyau unique proéminent et un organelle d'attachement/nourricier bien développé montré par la flèche sur l'image.</p>

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

<p>Mérontes</p>	 <p>m : merozoïte. rb : corps résiduel « residual body »</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un cycle de multiplication asexué (merogonie ou schizogonie), mène à la formation de mérontes de type I contenant chacun six à huit merozoïtes. 2. Les merozoïtes restent attachés à un corps résiduel par leur extrémité postérieure. 3. Une fois matures les merozoïtes se séparent du corps résiduel. La membrane cellulaire de l'hôte entourant le méronte se lyse et les merozoïtes deviennent extracellulaires, capables d'infecter d'autres cellules hôtes pour produire de nouveaux mérontes type I ou ils peuvent évoluer vers des mérontes type II à quatre merozoïtes.
<p>Microgamontes</p>	 <p>S : « stem » tige</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ils ressemblent aux mérontes, mais contiennent des noyaux plus petits. 2. Des divisions nucléaires successives dans le microgamonte forment de microgamètes. 3. Chaque microgamète se forme par une protrusion nucléaire à la surface du gamonte. 4. Ils sont une forme en tige avec une extrémité antérieure aplatie.
<p>Macrogamontes</p>	 <p>fo : organelle nourricier (« feeder organelle »)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Forme sphérique à ovoïde. Ils présentent en position centrale un grand noyau à nucléole proéminent. 2. Les microgamètes s'attachent par les bords de leur coiffe apicale à la surface des cellules comportant des macrogamontes, qu'ils fécondent pour produire un zygote, qui se développe ensuite en oocyste. Ils donnent naissance à un seul macrogamète. 3. Les microgamètes fécondent les macrogamètes pour produire un zygote qui évolue en oocyste.

2.2 Cycle de développement du parasite

Les parasites du genre *Cryptosporidium* sont des parasites monoxènes, c'est-à-dire à un seul hôte. L'oocyste est excrété avec les fèces des sujets infectés. Pour que le cycle parasitaire (Fig1) soit initié, l'hôte doit ingérer des oocystes infectants renfermant quatre sporozoïtes.

Le cycle se déroule de la façon suivante :

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

Après l'ingestion, l'oocyste se excyste sous l'action des enzymes digestives qui permettent l'ouverture d'un des côtés de l'enveloppe de l'oocyste ce qui libère quatre sporozoïtes (forme asexuée du parasite), éléments infectants.

Les sporozoïtes sortent de l'oocyste et se déplacent par glissement grâce à leur système microtubulaire pour arriver au niveau de la bordure en brosse des cellules épithéliales de l'intestin.

Les sporozoïtes présentent alors leur complexe apical à la membrane entérocytaire. Ils sont progressivement recouverts par la membrane plasmique des cellules épithéliales. Logés dans la vacuole parasitophore ainsi formée, ils acquièrent une position atypique: intracellulaire et extra-cytoplasmique. (Current et Garcia, 1991 ; Fayer, 1997).

Ce stade parasitaire internalisé est appelé trophozoïte.

Le cycle de développement comporte deux mérogonies ou schizogonies ou multiplications asexuées, suivies de la gamétogonie. Le trophozoïte donne naissance à un méronte de type I contenant huit cellules filles ou mérozoïtes de type I. Ces huit mérozoïtes de 1ère génération vont infecter les cellules voisines et auront alors deux destins possibles:

- soit donner naissance à de nouveaux mérontes de type I (recyclage).
soit initier une mérogonie de 2ème génération ou type II (qui donnera des mérozoïtes de type II). (Current et Garcia, 1991).

Ces derniers, qui sont 4 par méronte II, initient la reproduction sexuée ou gamétogonie.

Pour cela, ils se différencient soit en microgamonte mâle, soit en macrogamonte femelle.

Les microgamontes deviennent multinucléés, chaque noyau étant ensuite incorporé dans un microgamète. Les macrogamontes demeurent uninucléés en devenant de macrogamètes. La fécondation a lieu suite à l'union des macrogamètes et des microgamètes. Celle-ci aboutit à la formation de zygotes qui deviennent des oocystes. Ces derniers sont émis sporulés dans la lumière intestinale, rejetés avec les fèces dans le milieu extérieur et sont directement infectants pour un autre hôte sensible. (Current et Garcia, 1991 ; Fayer, 1997).

Les particularités du cycle de *Cryptosporidium* par rapport à celui des autres coccidies consistent en l'excrétion d'oocystes directement infectants, le recyclage des mérozoïtes de 1ère génération et la formation d'oocystes à paroi fine (20%) qui desenkystent immédiatement (non

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

éliminés avec les selles), entretenant l'infection. Ces particularités expliqueraient le maintien de l'infection chez les sujets immunodéprimés. (Current et Garcia, 1991).

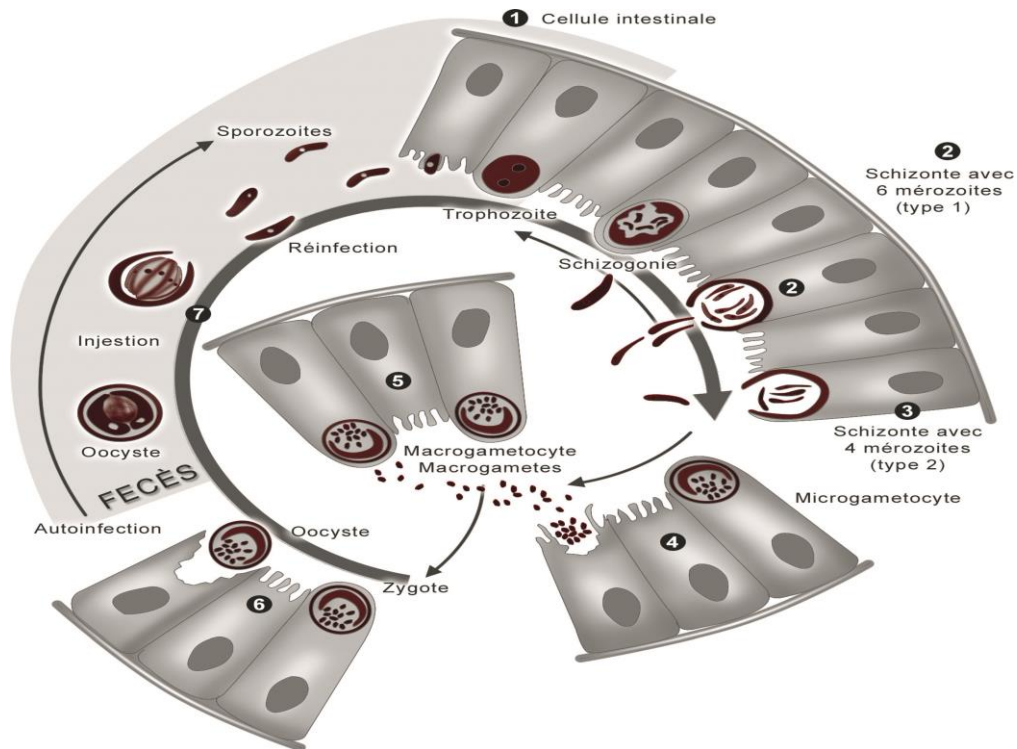


Figure 3 : Cycle évolutif de *Cryptosporidium* spp dans l'intestin grêle, démontrant les étapes intracellulaires et extracellulaires connues (d'après Smith et al 2007).

2.1 Résistance des oocystes de *Cryptosporidium* spp :

Les oocystes de *Cryptosporidium* spp peuvent survivre au traitement chloré de l'eau potable ainsi qu'aux désinfectants utilisés dans les laboratoires, les hôpitaux et les fermes d'élevage.

Le chlore utilisé en routine, pour le traitement des eaux, n'altérant pas (ou très peu) la viabilité des oocystes, le risque de contamination peut donc être présent dans les eaux traitées par chloration (Fayer, 2004).

Des études ont montré que la terre et la végétation avaient un effet protecteur sur la viabilité des oocystes principalement en atténuant l'effet des agents physico-chimiques à travers l'enfouissement des oocystes dans le sol (Atwill et al., 2002 ; Betancourt et Rose, 2005).

Ils pouvaient survivre plus de 6 mois dans des conditions favorables d'humidité et de chaleur (Fayer, 2007 ; Chalmers et Giles, 2010).

Les oocystes peuvent survivre jusqu'à 18 mois dans de l'eau froide à 4°C, et jusqu'à 7 mois dans de l'eau tiède à 15°C (Santé Canada 2019).

Chapitre II : La cryptosporidiose bovine

Ils ne sont inactivés qu'à des températures supérieures à 60°C ou inférieure à -22°C (Innes et *al.* 2020). Sur ce point, les chercheurs ont trouvé une corrélation entre le temps de survie des oocystes et la température de l'eau, en augmentant cette dernière, le temps de survie diminue (King, Monis 2007).

Des variations de température naturelles et de nombreux désinfectants classiques (crésyl, dérivés iodés, hypochlorite, dérivés de benzylkonium...) n'inhibent pas leur pouvoir infectant (Campbell et *al.*, 1982).

Seuls l'ammoniac à 5%, le formaldéhyde à 10% ainsi que les températures < -20°C et > +60°C peuvent les détruire (Chartier, 2002 ; Chalmers et Giles, 2010).

Le sol sur lequel s'accumulent les matières fécales animales contenant des oocystes de *Cryptosporidium spp* constitue donc un réservoir durable d'oocystes infectants. Ces derniers peuvent alors contaminer les eaux de surface à la faveur des pluies. (Robertson et *al.* 1992 ; Chalmers et Giles, 2010)

Enfin, il a été montré que les matières fécales « protégeaient » les oocystes de la dessiccation en augmentant l'imperméabilité de leur paroi, les rendant ainsi moins sensibles aux facteurs létaux de l'environnement (Robertson et *al.* 1992 ; Chalmers et Giles, 2010).

CHAPITRE III:
MATERIELES ET
METHODES

III: Matériels et Méthodes

1. Typologie des régions d'études :

Tableau 4 : typologie des régions d'étude. (D.S.A de Msila, D.S.A de Laghouat).

	M'sila	Laghouat
Climat	Sec, semi aride	Sec, saharien, aride
Altitude	711 mètres	769 mètres
T°C Moy, T°C max ; T°C min	18,5°C	20°C
	25,8°C	29°C
	11,6°C	16°C
Latitude	35316633	338065
Nbre de têtes bovines	32700	20180

La présente étude a été réalisée au niveau de six sites appartenant aux deux régions d'étude M'sila (M'sila, Sidi Aissa, Aine Lahdjal) et Laghouat (Laghouat, Benanaceur Benchohra et el Assafia)

2. Présentation générale des régions et des sites d'étude

2.1 La région de Laghouat

La wilaya de Laghouat regroupe actuellement 10 daïras et 24 communes. Sa superficie est de 27561,6 km².

Elle est limitée au nord par la wilaya de Tiaret, à l'est par la wilaya de Djelfa, au sud par la wilaya de Ghardaïa et à l'ouest par la wilaya d'El Bayadh. Elle est située au centre du pays à 400 km au sud de la capitale Alger. Celle -ci est essentiellement à caractère agro-pastorale. Son climat saharien est aride avec des moyennes de 8°C en hiver et de 27°C en été (kouretal, 2013)

Elle est traversée au sud par la chaîne de l'Atlas Saharien avec des sommets qui dépassent les 1200 m. Située à plus de 750 mètres d'altitude sur les hauts plateaux, entre 33° de latitude Nord et 62° de longitude Est (DSA , 2014).

III: Matériels et Méthodes

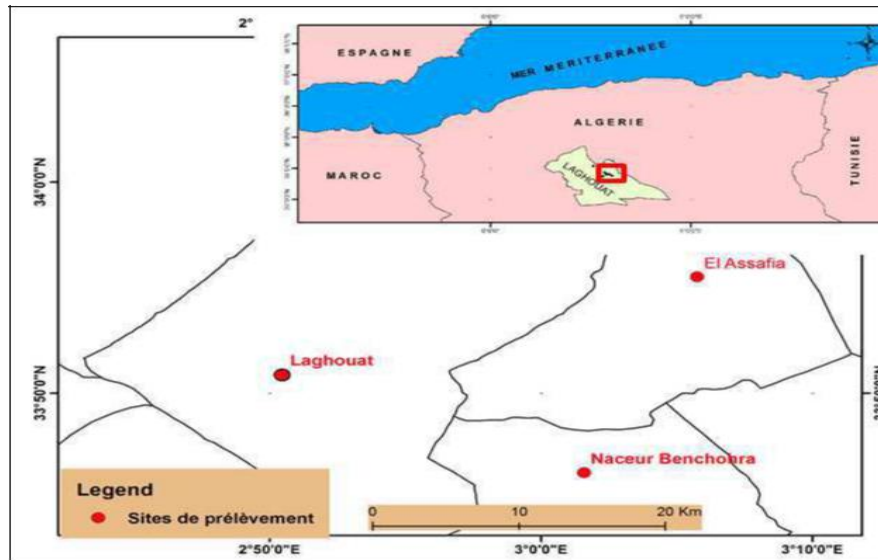


Figure 4 : Carte de localisation des sites de prélèvement (Lameche 2018).

2.2 La région de M'sila

La wilaya de Msila, occupe une position privilégiée dans la partie centrale de l'Algérie du nord. Est une wilaya steppique à vocation agropastorale qui s'étend sur une superficie de

1 817 500 Ha et se situe dans la partie centre est des hauts plateaux de l'Algérie.(D.S.A-M'sila,2019).

La wilaya de Msila est située à 250 Km au Sud-Est d'Alger. Elle est limitée au Nord par les wilayas de Bouira, Bordj-Bou-Argerij et Sétif, à l'Est par les wilayas de Batna et Biskra, au Sud par les wilayas de Biskra et Djelfa, et à l'Ouest par les wilayas de Djelfa et Médéa. (D.S.A M'sila, 2019).



D.S.A de M'sila(2019)

Figure 5: Localisation géographique et limites administratives de la Wilaya de M'sila.

III: Matériels et Méthodes

3. Lieu et période d'étude

L'étude a été conduite sur une période de 3 mois allant de mars jusqu'au mai 2022. L'étude a eu lieu dans 6 communes 3 appartenant administrativement à la wilaya de Laghouat et 3 autres communes appartenant administrativement à la wilaya de Msila.

Ces communes sont les suivantes : La commune de Laghouat, La commune de Bennaceur-benchohra, Commune de El-Assafia, La commune de M'sila, La commune de Sidi Aissa et La commune d'AinLahdjel.

Les analyses coprologiques ont eu lieu dans deux laboratoires à savoir :

- Laboratoire pédagogique du département de Biologie de l'Université Amar Telidji de LAGHOUAT.
- Laboratoire régional vétérinaire de LAGHOUAT.

4. Matériels biologique :



Figure 6 : photo représentative des bovins dans une ferme d'élevage semi intensif a l'Assafia (cliché original, 2022).

L'étude a été réalisée dans 19 fermes dont 5 grands élevages et 14 petites fermes de vaches laitières. Au total, 500 bovins ont été utilisés dans cette étude. Les caractéristiques des animaux étudiés sont présentées dans les tableaux 5 et 6.

III: Matériels et Méthodes

Tableau 5 : Caractéristiques des bovins étudiés au niveau de la wilaya de Laghouat

Caractéristiques		Nombre d'animaux par site d'étude			Totale
		Commune de Laghouat	Commune de Bennaceur Benchouhra	Commune El Assafia	
Sexe	Femelle	115	35	40	190
	Male	68	18	24	110
Race	Prim'Holstein	130	26	27	183
	Montbéliar	53	27	37	117
Age	De 14j à 30j	14	02	8	24
	De 1M à 3M	50	15	10	75
	De 4M à 12 M	33	2	7	112
	De 1 an à 2 ans	32	9	12	53
	Plus de 2 ans	54	25	27	106
Type d'élevage	Intensif	93	34	0	127
	Semi-intensif	90	19	64	173
Déparas-itage	Animaux déparasités	94	33	27	154
	Animaux non déparasités	89	20	37	146

Tableau 6 : Caractéristiques des bovins étudiés au niveau de la wilaya de M'sila.

Caractéristiques		Nombre d'animaux par site d'étude			Totale
		Commune de Msila	Commune de Sidi Aissa	Commune d'Ain Lahdjel	
Sexe	Femelle	90	34	17	141
	Male	30	16	13	59
Race	Prim'Holstein	76	26	16	118
	Montbéliarde	44	24	14	82
Age	De 14j à 30j	7	04	04	15
	De 1M à 3M	29	08	07	44
	De 4M à 12 M	13	04	07	24
	De 1 an à 2 ans	34	07	04	45
	Plus de 2 ans	37	27	08	72
Type d'élevage	Intensif	45	14	04	63
	Semi-intensif	75	36	26	137
Déparas-itage	Animaux déparasités	67	24	17	108
	Animaux non déparasités	53	26	13	92

III: Matériels et Méthodes

5. Matériels de terrain et de laboratoire :

➤ Matériel de terrain

- Tenue spéciale pour le terrain (combinaison).
- Botte.
- Glacière.
- Marqueur indélébile, fiches de renseignements et autres.
- Masques.
- Gants.
- Pots stériles.
- Etiquettes.

➤ Matériel de laboratoire

- Microscope optique.
- Appareil photos numérique.
- Gants et masques.
- Lames.
- Pipettes pasteurs.
- Bec bunsen.
- Bac de lame.
- Boîtes de pétri.

➤ Réactifs et solutions utilisés dans les tests de coprologie :

- Eau de robinet.
- Eau distillé.
- Fuchsine de Ziehl.
- Ethanol à 95%.
- HCL 3%.
- Vert de malachite 5%.

6. Méthodologie

➤ Signalement des animaux

Après contention de l'animal, nous avons effectué un examen général afin de déterminer:

- Le sexe
- L'âge à partir de l'examen de la dentition (annexe).

III: Matériels et Méthodes

- La race.
- Type d'élevage.
- Présence de diarrhée.
- Une fiche de renseignement a été remplie à la visite de chaque ferme contenant quelques informations relatives aux élevages visités et aux animaux prélevés.

Tableau 7 : Fiche de renseignement utilisée durant les prélèvements.

La ferme	Date de prélèvement	N° de l'animal	Sexe	Race	Age	Présence de diarrhée	Déparasitage/ Molécule utilisée
Ferme A La region : Assafia	Le 2 Avril 2022	1	Femelle	Prim'H olstein	3 M	+	Elevage déparasité (Albendazole par voie orale/Ivermectine en SC).
		2	Femelle	Prim'H olstein	2 ans	+	
		3	Femelle	Prim'H olstein	3 ans	-	
		4	Male	Prim'H olstein	1 M	+	
		5	Femelle	Montbé -liarde	2 ans	-	
Type d'élevage : semi- intensif							

7. Echantillonnage et prélèvements :



Figure 7 : Technique de prélèvement et étiquetage des échantillons. (Cliché original 2022)

a : prélèvement des selles **b** : préparation et étiquetage des boîtes

III: Matériels et Méthodes

L'échantillonnage a été effectué de façon aléatoire, selon la disponibilité et la coopération des éleveurs sollicités. Les prélèvements étaient à base de matières fécales animales, prélevées directement à partir du rectum (fig7.a). Après la récupération des fèces, celles-ci ont été placées dans des boîtes de prélèvement stériles (boîtes de pétri), étiquetés (la date du prélèvement, l'âge, le sexe et éventuellement la race de l'animal sont mentionnés) (fig7.b) puis transportés dans une glacière au laboratoire. Les échantillons qui ne sont pas analysés le jour même sont conservés sous froid à 4°C. Au total 500 échantillons de fèces ont été collectés ; 300 échantillons de Laghouat et 200 échantillons de M'sila.

8. Analyse des matières fécales

Au laboratoire, les étapes suivantes ont été réalisées:

A. Examen macroscopique des selles

Une observation à l'œil nu de fèces a été faite en notant notamment :

- La couleur ;
- L'aspect des selles, présence du sang, du pus ou de glaire ;
- L'observation des différentes formes de parasites (œufs, larves, vers...etc.).

B. Examen microscopique des selles (figure)

Pour rechercher les oocystes de *Cryptosporidium spp*, un frottis a été préparé pour chaque prélèvement. Ensuite, le sous échantillon des selles a été isolé puis coloré par la technique de coloration de Ziehl-Neelsen modifiée par Henriksen et Pohlenz(1981), selon les étapes suivantes :

- Etaler le plus finement possible une goutte de fèces sur une lame.
- Fixer à l'éthanol à 95% pendant 5 minutes.
- Flamber la lame au bec bunsen.
- Recouvrir la lame encore chaude à la fuchsine de Ziehl et laisser agir pendant 5 min.
- Rincer à l'eau du robinet jusqu'à élimination de la fuchsine excédentaire.
- Asperger avec une ou deux giclées d'HCL 3% dans de l'éthanol à 95% en rinçant à chaque fois à l'eau.
- Rincer à l'eau.
- Tremper dans du vert de malachite à 0,25% ou de bleu de méthylène pendant 30 secondes.
- Sécher.
- Observer au microscope optique (objectif ×100), sans recouvrir d'une lamelle (en utilisant l'huile à immersion).

III: Matériels et Méthodes

Lorsque c'est positif, les oocystes sont colorés en rouge ou en rose sur un fond vert ou rose.

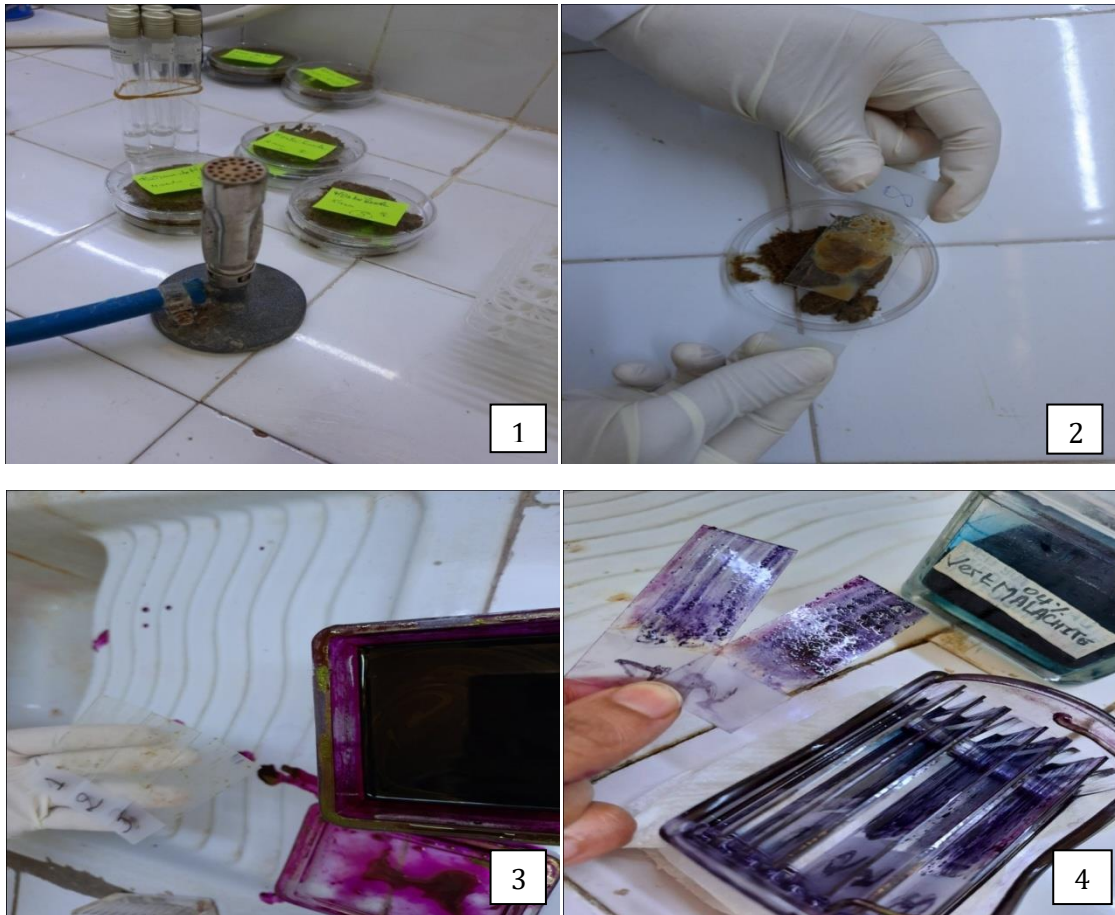


Figure 8 : Réalisation de la technique de Ziehl-Nielsen modifiée (cliché original, 2022).

9. Calcul de la prévalence totale

C'est le rapport en pourcentage **P (%)** du nombre d'hôtes infestés par une espèce donnée de parasite **HP** sur le nombre total d'hôtes examinés **HE** (Margolis *et al.*, 1982).

$$\mathbf{P\ (\%)} = \mathbf{HP/HE \times 100}$$

I. Traitement statistique des données

Les résultats enregistrés ont été regroupés dans un fichier Excel 2007 pour la réalisation des graphes et le calcul des prévalences. Le tableau 7 présente l'état descriptif des principaux paramètres retenus pour les six sites prospectés.

IV. Résultats et Discussion

IV. Résultats et Discussion

✓ Résultats

1. Analyse descriptive :

Tableau 8 : Résultats récapitulatif des paramètres retenus par rapport à la population bovine étudiée sur les deux Wilaya.

	Laghouat	Bennaceur benchohra	Assafia	M'sila	Sidi Aissa	Ain Lahdjel
Animaux déparasités	89	20	37	53	26	13
Animaux déparasités non	94	33	27	67	24	17
Semi-intensif	90	19	64	75	36	26
Intensif	93	34	0	45	14	4
[2 ans + + + [54	25	27	37	27	8
[1 - 2ans]	32	9	12	34	7	4
[4 M - 1 ans]	33	2	7	13	4	7
[1 M - 3M]	50	15	10	29	8	7
[14j - 30j]	14	2	8	7	4	4
Race Montbéliarde	53	27	37	44	24	14
Race Prim'Holstein	130	26	27	76	26	16
Males	68	18	24	30	16	13
Femelles	115	35	40	90	34	17
Crypto ++	106	31	27	67	22	16
Crypto--	77	23	37	53	28	14
saharien	183	54	64	0	0	0
semi aride	0	0	0	120	50	30
T°Cmax	29	29	29	25,8	25,8	25,8
T°Cmin	16	16	16	11,6	11,6	11,6
H°	19	19	19	16	16	16
Altitude	769	769	769	711	711	711
T°Cmoy	20	20	20	18,5	18,5	18,5

IV. Résultats et Discussion

Pas de diarrhée	128	49	55	101	33	17
Présence de diarrhée	55	5	9	19	17	13

Nous avons pu examiner 500 têtes de deux races différentes (Prim'Holstein et Montbéliarde) réparties sur 6 sites dans deux régions (Laghouat et M'sila) qui font partie de deux étages bioclimatiques différents (le saharien et le semi-aride).

Notre population est formée par plusieurs classes d'âge où le sexe ratio femelle est plus important dans les deux régions et pour les deux types d'élevage (intensif et semi intensif).

A propos de notre analyse descriptive nous avons pris en considération quelques paramètres dont :

- les paramètres environnementaux (t° moyenne ; maximal et minimum, l'étage bioclimatique de chaque régions.
- Présence ou non de la diarrhée.
- Déparasitages ou non de la population examinée.

2. Résultats du test confirmatif par coloration de Ziehl-Nielsen modifiée :

***Cryptosporidium spp* observés chez les animaux étudiés**

Les oocystes colorés en rouge vif ou rose sur un fond vert ou rose. Certains peuvent apparaître sous forme de disques vides alors que d'autres peuvent contenir des éléments en croissant qui sont caractéristiques des sporozoïtes (figure 9).

IV. Résultats et Discussion

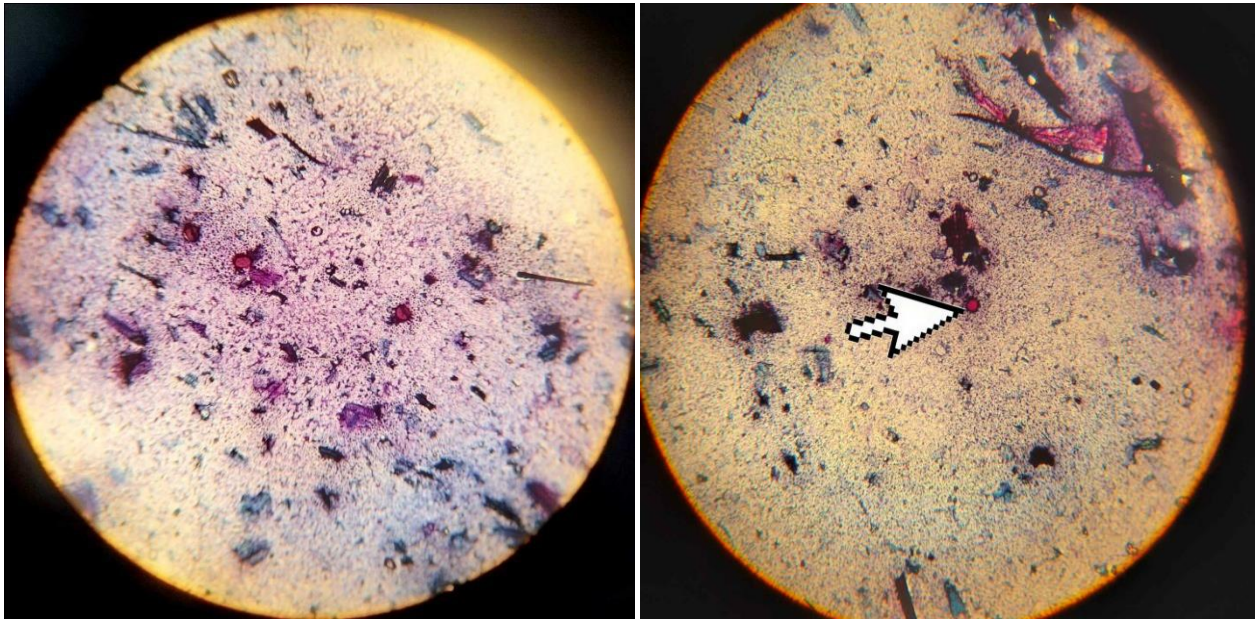


Figure 9: Oocystes de *Cryptosporidium spp.* Observés sous microscope optique : Gr x 100, (cliché original, 2022).

3. Prévalence générale de *Cryptosporidium spp.* :

Sur les 500 bovins prélevés, 267 étaient infestés par le *Cryptosporidium*, soit un taux de prévalence globale de 53,4 % (Figure10). En montrant un taux de 54% dans la wilaya de Laghouat et un taux de 52,5% dans la wilaya de M'sila.

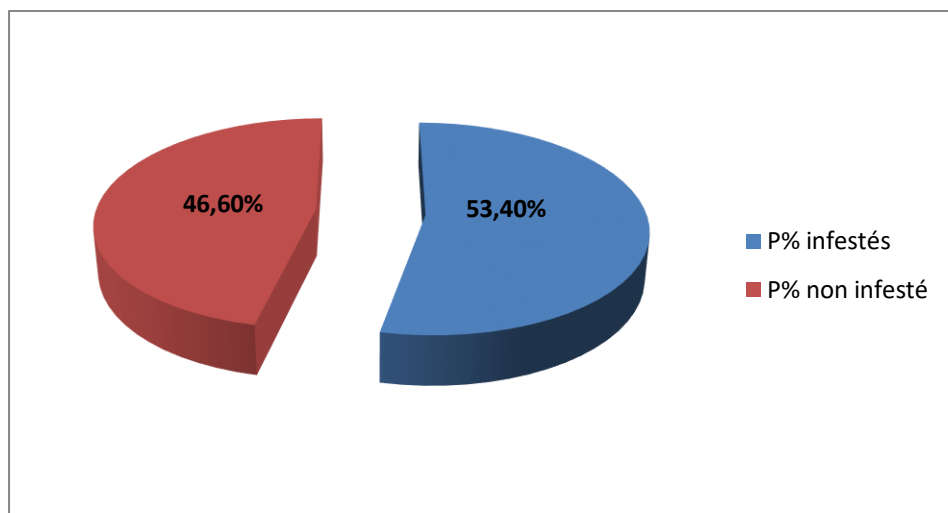


Figure 10:La prévalence générale de *Cryptosporidium spp.* des 500 prélèvements

IV. Résultats et Discussion

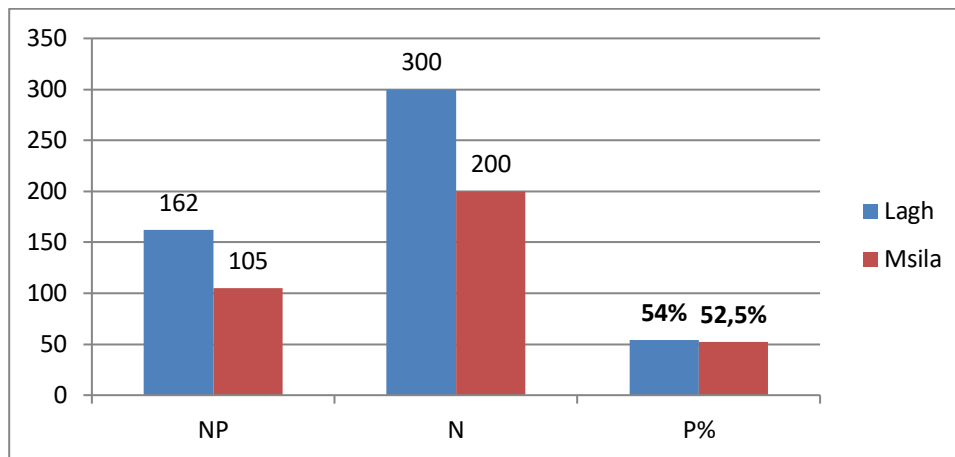


Figure11 : La prévalence générale de *Cryptosporidium spp* chez les bovins étudiés dans les deux régions.

4. Etude de l'influence de certains paramètres sur le taux d'infestation par *Cryptosporidium spp* :

1. Influence de l'âge

Le taux du parasitisme en fonction de l'âge, illustré sur la figure 14, montre que le taux d'infestation des animaux de 14 jours à 30 jours (91,6%) dans la région de Laghouat et (93,3%) dans la région de Msila était supérieur à celui des autres groupes. On a constaté que dès que l'animal avance de son âge il développe de peu en peu une certaine immunité contre la cryptosporidiose jusqu'à l'arrivée de son âge adulte mais il reste toujours un réservoir des cryptosporidies.

L'analyse statistique a révélé que l'écart est très significatif entre les tranches d'âge jeune et les adultes.

IV. Résultats et Discussion

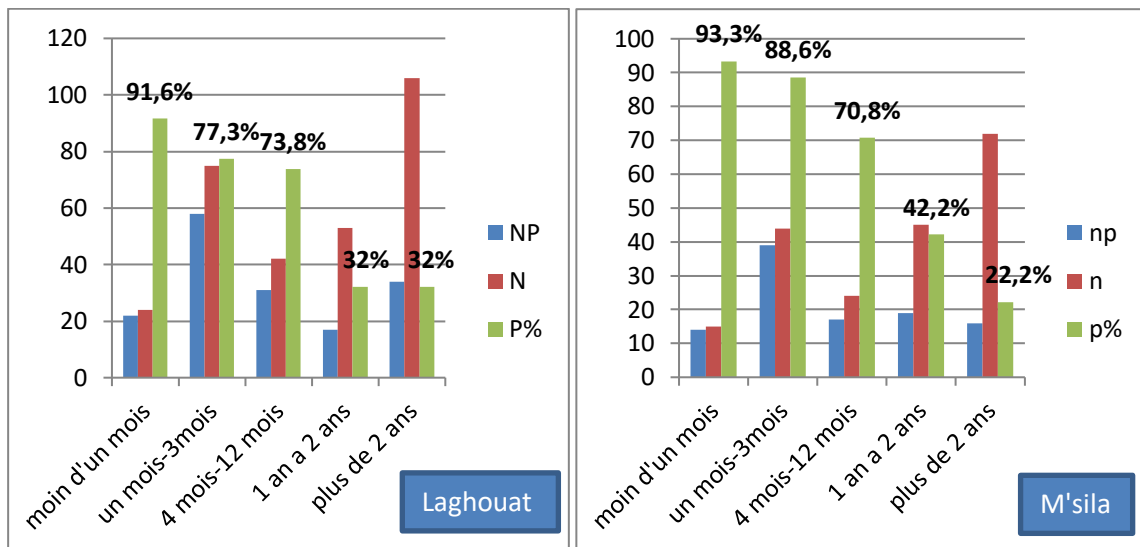


Figure 12 : Représentation graphique du taux de parasitisme chez les groupes d'âge dans les deux régions.

2. Influence du sexe

De façon générale, le taux de parasitisme chez les femelles était supérieur à celui des mâles. L'analyse statistique a révélé que l'écart n'est pas vraiment significatif dans la région de Laghouat au contraire de la région de Msila où on a trouvé une sensibilité chez les femelles plus que les mâles avec un écart de plus de 20% mais il ne révèle pas une influence de sexe il résulte du type d'élevage (intensif) dominant dans la région.

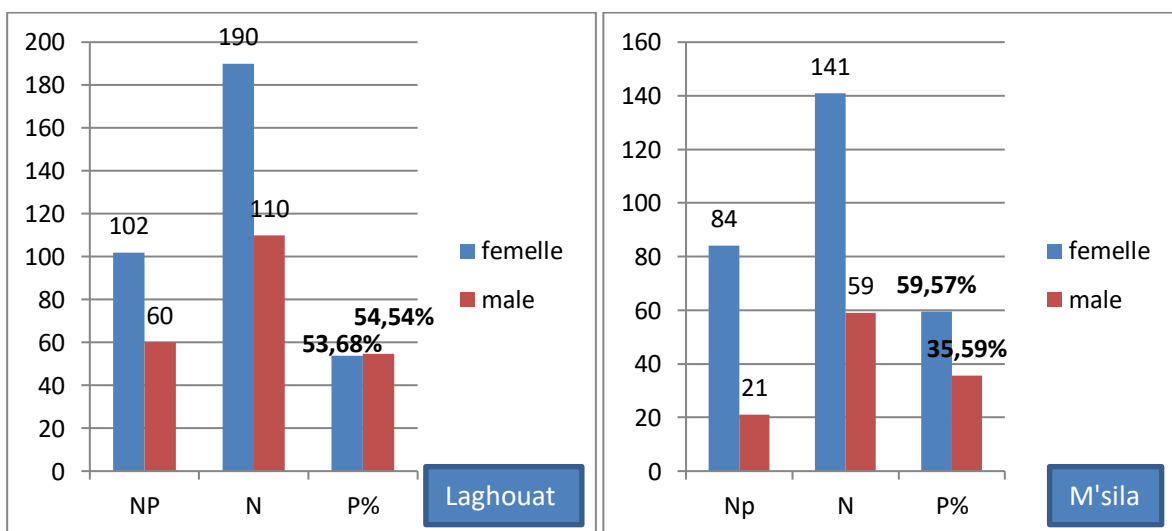


Figure 13 : Représentation graphique du taux de parasitisme chez les deux sexes dans les deux régions.

IV. Résultats et Discussion

3. Influence de la race :

Le taux du parasitisme en fonction de la race, illustrée sur les figures si- dessous, montre que le taux d'infestation chez les bovins de la race montbéliarde était supérieur à celui de la race Prim'Holstein. L'analyse statistique a révélé que l'écart n'est pas vraiment significatif dans les deux régions en prenant en considération que la majorité des veaux âgés de moins de 4 mois sont de la race Montbéliarde.

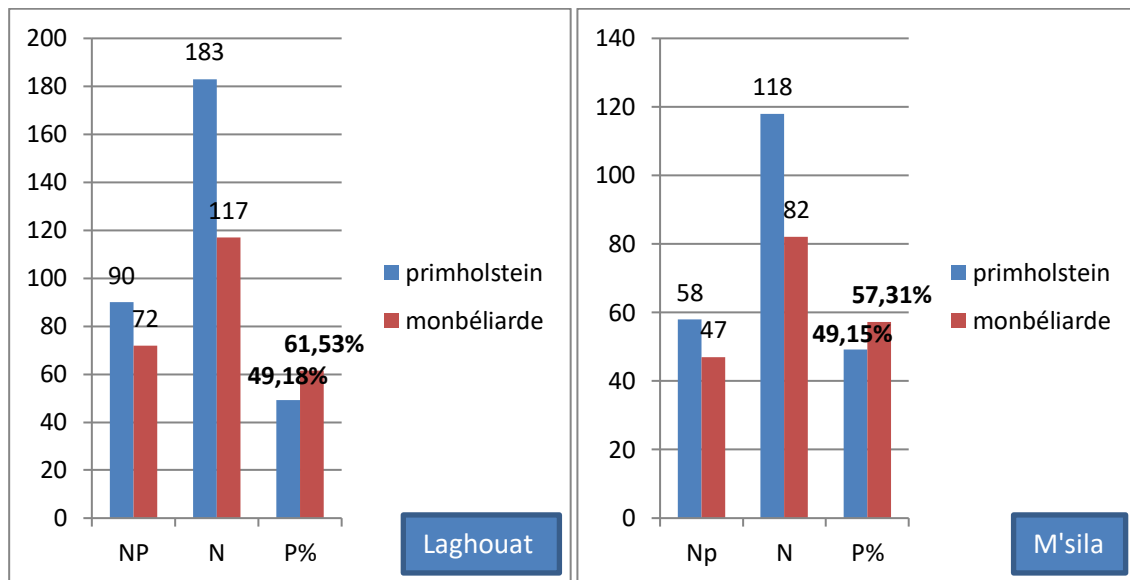


Figure 14 : Représentation graphique du taux de parasitisme selon la race dans les deux régions d'étude.

4. Influence du type d'élevage :

Le taux du parasitisme en fonction de type d'élevage, illustrée sur la figure 13, montre que le taux d'infestation dans les élevages intensifs était supérieur à celui des élevages semi-intensifs. Cependant, l'analyse statistique a révélé que la différence était significative dans les deux régions à cause des maies conditions d'élevage intensif, une propagation interindividuelle de ce parasite est présente (plusieurs classes d'âge dans un même endroit et mauvaise application des conditions d'hygiène).

IV. Résultats et Discussion

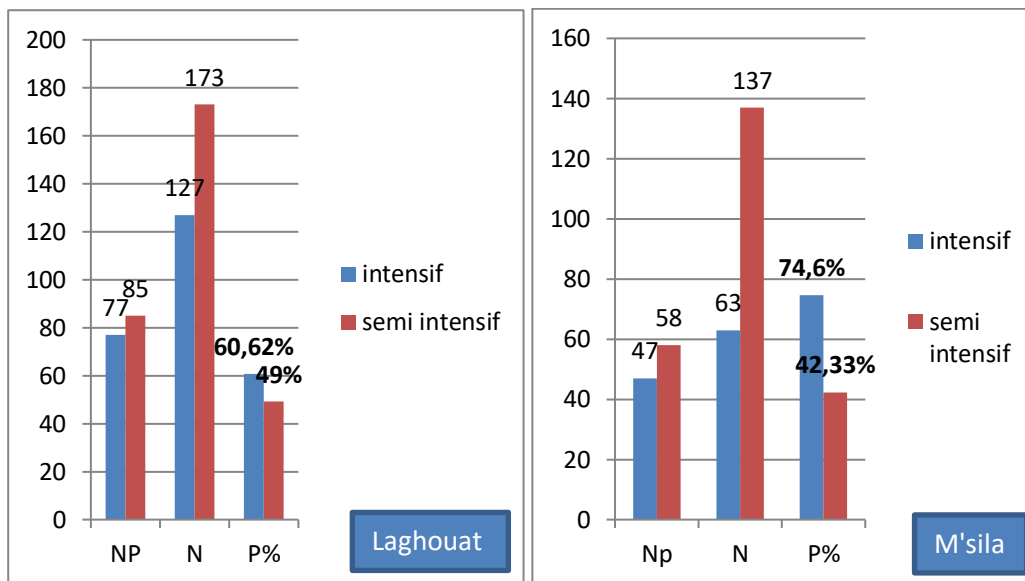


Figure 15 : Représentation graphique du taux de parasitisme selon le type d'élevage dans les deux régions d'étude.

5. Influence du déparasitage :

Le taux du parasitisme en fonction de déparasitage, illustrée sur la figure 18, montre qu'il n'y a pas de grande différence entre le taux d'infestation chez les bovins déparasités (64%) et les bovins non déparasités (42.59%). Une différence de (7%) De plus dans la région de Laghouat, et un écart de plus de 20% dans la région de Msila, l'analyse statistique a révélé que l'écart est significatif.

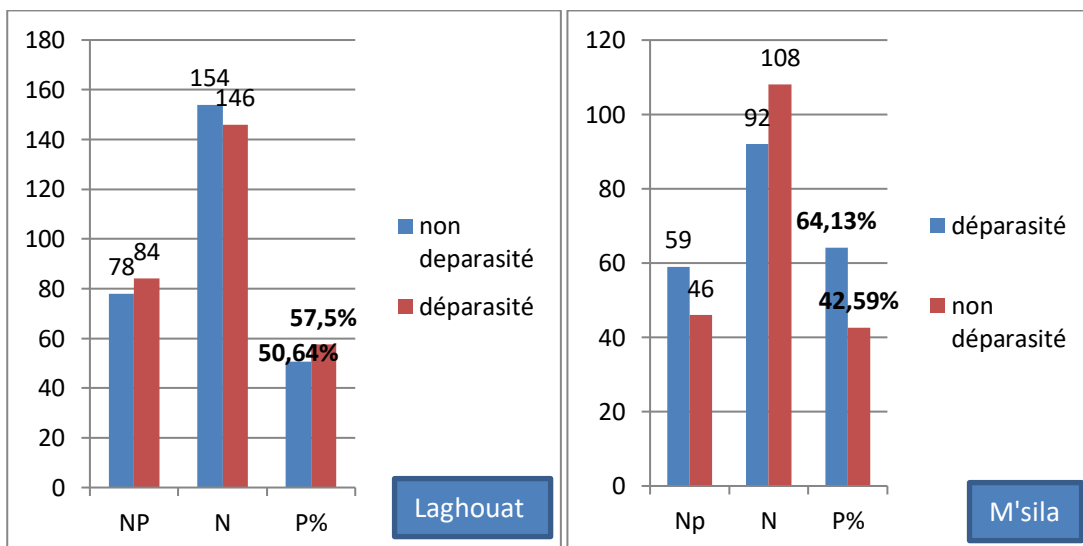


Figure 16 : Représentation graphique du taux de parasitisme selon le déparasitage des animaux dans les deux régions.

IV. Résultats et Discussion

6. Influence de la diarrhée :

Le taux du parasitisme en fonction de la présence de diarrhée ou non, illustrée sur la figure 17, montre que le taux d'infestation des animaux diarrhéiques était supérieur à celui des animaux non diarrhéiques dans les deux régions.

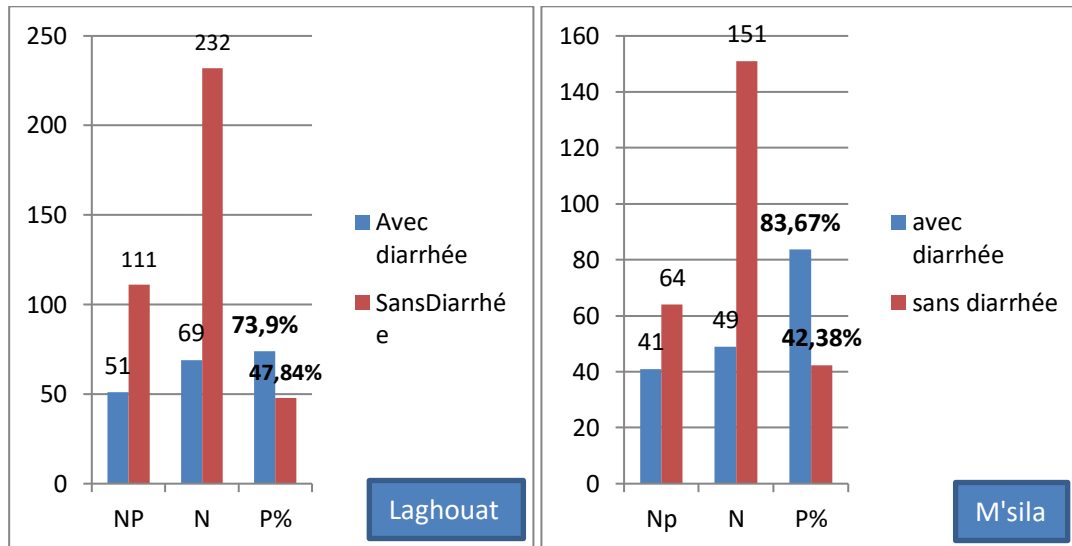


Figure 17: Représentation graphique du taux de parasitisme selon la présence de diarrhée dans les deux régions.

IV. Résultats et Discussion

✓ Discussion

La cryptosporidiose est une maladie majeure en élevage bovin du fait de sa grande fréquence et de la grande sensibilité des nouveau-nés à *Cryptosporidium spp.*

Notre étude a été réalisée pour évaluer la prévalence de *Cryptosporidium spp* sur des élevages bovins dans les régions de Laghouat et de Msila. Les facteurs de risques associés à la présence de ce parasite chez cette espèce animale ont été également étudiés.

Nous avons utilisé la coloration de Ziehl Neelsen pour la recherche de *Cryptosporidium spp.*

Nos résultats ont révélé une présence élevée de *Cryptosporidium spp* chez les bovins des régions d'étude. En effet, la présence du parasite est relevée dans tous les sites étudiés mais à des proportions variables.

Sur les 500 bovins étudiés 300 bovins dans la région de Laghouat et 200 dans la région de Msila, 267 étaient infestés par *Cryptosporidium spp*, soit un taux de prévalence générale de 53,4% entre les deux régions, un taux de 54% dans la région de Laghouat et 52.5% dans la région de Msila. Ce taux relativement élevé serait lié à la forte résistance des oocystes de ce parasite dans le milieu extérieur (résistants à la majorité des désinfectants, aux variations de températures...) (**Fayeret al., 1998; Atwill et al., 2002 ; Betancourt et Rose, 2005 ; Fayer, 2007**). Aussi, ils sont directement infectants (**Philippin, 2010**). Il faut citer également qu'un animal infesté peut excréter jusqu'à 10 oocystes par jour alors que seulement 10 oocystes peuvent contaminer un autre sujet sain (**Beth Wells et al, 2014**).

D'autres recherches sur la prévalence de *Cryptosporidium spp* chez les bovins, ont été effectuées en Algérie et à travers le monde. Les résultats d'une partie de ces études sont résumés dans (le tableau suivant).

Tableau 9: Comparaison de la prévalence de *Cryptosporidium spp* chez les bovins dans plusieurs régions du monde.

IV. Résultats et Discussion

Auteur	Région d'étude	Effectifs (n)	Prévalence générale de cryptosporidium spp %
Présent travail 2022	Laghouat (Mars, Avril, Mai)	300	54%
	Msila (Mars, Avril, Mai)	200	52,5%
(Lameche et Bailich 2018)	Laghouat (Février, Mars et Avril 2018)	300	54,7%
(Sahli et Bellakehal, 2016)	Laghouat (de Juin 2015 à Mai 2016)	102	2,94%
(Chikhaoui et Touhami, 2015)	Laghouat (Février, Mars et Avril 2015)	100	45%
(Akam <i>et al.</i> , 2007)	Mitidja	5619	36,67%
(Ouchane <i>et al.</i> , 2012)	Setif	634	69,2%
(Khelif <i>et al.</i> , 2007)	Est et Centre d'Algérie	3452	17%
(Khelif <i>et al.</i> , 2001)	Mitidja	2613	54%
(Aknikeotu <i>et al.</i> , 2014)	Nigeria	200	37,5%
(Darabus <i>et al.</i> , 2001)	Romanie	2715	45,6%
(Proença, 2012)	Portugal	848	35%
(Kajohn <i>et al.</i> , 2008)	Thaïlande	200	28%
(Ray, 2006)	Inde	940	18%
(Quilez, 1996)	Espagne	554	19%
(Huang <i>et al.</i> , 2014)	Nord -ouest Chine	1366	1,61%

L'examen coprologique a révélé un taux de 53.4% pour *Cryptosporidium spp.* Cette valeur se rapproche de celle enregistrée par **(Lameche et Bailiche 2018)** (54,7%) dans la même région, donc dans les mêmes conditions climatiques par. contre, elle est supérieure à celle trouvée par **(Sahli et bellakehal, 2016)** (2,94%) qui ont aussi travaillé à Laghouat. Ce dernier résultat est expliqué par ses auteurs par le fait que la population animale étudiée était essentiellement composée d'adultes, sachant que l'excrétion chez les jeunes animaux est nettement plus élevée que chez les adultes **(Khelef et al, 2007)**.

IV. Résultats et Discussion

Une prévalence presque similaire (54%) a été obtenue par (**Khelaf et al**) dans une étude menée en 2001 sur une population de 2613 bovins dans la région de Mitidja.

Notre résultat est légèrement supérieur par rapport à celui enregistré ; par (**Darabus, 2001**)(45,6%) en Roumanie dans une étude sur une population de 2715 bovins , par (**Chikhaoui et Touhami**) 2015 a Laghouat (45%) et par **Aknikeotuet al., (2014)** au Nigeria (37,5%) et supérieur à celui trouvé par (**Khelef et al, 2007**) à l'Est et centre d'Algérie (17%).

Il est cependant inférieur à celui enregistré par (**Ouchane et al, 2012**) à Sétif (69,2%).

La différence dans la prévalence de *Cryptosporidium spp* enregistrée durant notre enquête par rapport aux résultats des autres études, doit être mise en relation avec la conduite d'élevage pratiquée, le choix de la population étudiée, les facteurs climatiques qui conditionnent l'épidémiologie du parasite tels que la température, l'humidité et l'oxygénation. L'évolution de l'incidence de la cryptosporidiose dans le temps a montré que les infestations parasitaires étaient plus élevées au printemps et en hiver et ce, durant notre période d'étude (mars-Avril-mai). Ceci pourrait être lié moins au facteur saison, mais à la plus grande concentration des vèlages dans le temps qui serait responsable d'une contamination massive des veaux via les oocystes préexistant dans les boxes (ou les locaux) et ceux nouvellement libérés par les jeunes et/ou les adultes, ceci serait également lié à la grande promiscuité qui en résulte. Des observations similaires sont rapportées par (**Sanford et Josephson, 1982, Henriksen et Krogh, 1985, Ongerth et Stibb, 1989 et Dârâbu ş et al, 2007**).

En effet, selon ces auteurs, la forte incidence enregistrée en hiver est attribuée principalement au mode d'élevage des animaux, période pendant laquelle les animaux sont regroupés dans les étables, ce qui augmente la propagation du parasite entre les congénères.

L'ensemble de nos résultats suggère une présence de réceptivité particulière du veau nouveau-né (de 14 à 30 jours) à *Cryptosporidium spp* les premières semaines d'âge dans les deux régions entre (91% et 93%) , et on note un écart hautement significatif avec les sujets adultes.

Ces résultats sont proches de ceux obtenus par (**Lameche et Bailiche ,2018**) dans Laghouat (100% chez les vaux âgé moins de 30 jours) et en Roumanie par (**Darabus et al., 2001**) (74,5% chez les veaux de 8 à 14 jrs) .Ceci rejoint les observations de nombreux auteurs (**Stein, 1982 ; Sobeih et al., 1987 ; Ongerth, 1989**) qui signalent la grande réceptivité des veaux appartenant à cette tranche d'âge aux cryptosporidies, avec toute fois, une incidence maximale dans le courant de la deuxième semaine après la naissance. Certains auteurs rapportent cette réceptivité des jeunes à

IV. Résultats et Discussion

leur état immunitaire déficient les premiers jours. La prise de colostrum à ce niveau jouant un rôle important (Navin et Juranek ,1984), ne serait ce que dans l'expression clinique de la diarrhée (Tizpori et al., 1980). À l'issue de la première semaine, et tout au long de la deuxième et de la troisième, se situe la période d'excrétion maximale. Ce qui explique la forte positivité à cette période, ceci rejoint plusieurs travaux de la littérature (Anderson, 1982 ; Atwill et al., 1998 et Naciri et al., 2000). Si, au cours de cette même période les animaux paraissent plus réceptifs, il n'en demeure pas moins que c'est à ce moment qu'ils développent leur immunité ce qui explique à la fois leur très forte excrétion pendant cette période et sa diminution à partir d'un mois d'âge, ce qui rejoint les données de la littérature (Cluskey et al., 1995 ; Olson et al., 1997 ; Quilez et al., 1996) .

Cependant, 50/500 cas d'infestation sont relevés chez les adultes. Cette sensibilité des adultes semble être liée, au stress du *peri-partum* (gestation, lactation et tarissement) et du vêlage qui affecte certaines vaches ; des conditions d'hygiène défectueuses en seraient aussi responsables

(Henriksen et al., 1985 ; Villacorta, 1991).

La relation entre le sexe des bovins étudiés avec le taux de parasitisme, montre que l'infestation des femelles en général était non significativement plus élevée (55%) par rapport aux males (52%). L'absence de l'effet sexe dans la présente étude converge avec les résultats de (Lameche et Bailich, 2018), (Darabuset al, 2001), (Akam et al, 2007), (Sylvia et al, 2013), (Chikhaoui et Touhami, 2015), (Sahli et Bellakehal , 2016).

On n'a pas trouvé d'explication à ce constat dans la littérature qui était à notre portée.

La répartition des résultats selon le statut clinique (présence ou pas de diarrhée) des bovins concorde avec ce qui est rapporté par d'autres chercheurs: les cryptosporidies sont plus isolées chez les sujets diarrhéiques par rapport à ceux n'ayant pas développé de diarrhée .En effet, chez les premiers, selon les études, le taux de positivité varie de 10 à 76% (Heine et Boch, 1981 ; Pearson et Logan, 1983 ; Ongerth et Stibbs, 1989) tandis que chez les seconds, la fréquence d'infestation varie de 4% à 37% (Nagy et Lakner, 1980 ; Pivont et al., 1981 ; Heine et Boch, 1981 ; Siebert et Gründer, 1994).

Certains auteurs ont montré une corrélation significative entre la présence de diarrhée et l'excrétion de *Cryptosporidium* (Naciri et al., 1999 ; Wade et al.,2000 ; Castro-Hermida et

al, 2002 ; Castro-Hermida et al, 2002) alors que d'autres n'arrivaient pas aux mêmes conclusions (Ruest et al, 1998 ; Huetink et al, 2001). Selon une étude de Wade,

IV. Résultats et Discussion

Mohammed et Schaaf réalisée en 2000, un animal diarrhéique a 36,5 fois plus de chance d'être excréteur de *C. parvum* qu'un animal en santé (**Wade et al., 2000**).

En revanche, selon l'étude de l'équipe d'Atwill datant de 1999, il y a une faible corrélation entre la présence de fèces liquides et l'excrétion du protozoaire (**Atwill et al, 1999**). En général, la présence de sang et les fèces liquides sont plutôt associées à une coexistence entre *Cryptosporidium parvum* et d'autres agents entéropathogènes (infection mixte avec *rotavirus*, *coronavirus*, *Salmonella*, ou autres) (**Naciri et al, 1999 ; De la Fuente et al, 1998**).

Concernant l'influence de la race sur la prévalence cryptosporidienne, 49% des bovins de race Prim'Holstein (pie noire) étaient infestés par *Cryptosporidium spp* contre 61% chez la race Montbéliarde (pie rouge). Cependant, l'écart n'a pas été trop significatif. En effet, la race pie noire est beaucoup plus laitière que viandeuse ; par contre, la pie rouge est mixte à tendance viandeuse. L'absence de l'effet de ce facteur serait expliquée par le fait que les races étudiées soient toutes les deux améliorées.

D'autres auteurs ont aussi étudié l'effet de race (**Chikhaouiet Touhami, 2015**), en comparant la réceptivité à *Cryptosporidium spp* entre des bovins de race locale avec ceux de race croisée. L'analyse statistique a révélé que l'écart n'était pas significatif ($p > 0,05$).

La présente étude a révélé un effet du mode d'élevage sur le taux d'infestation en *Cryptosporidium spp*. En effet, les bovins élevés en mode intensif étaient infestés de façon plus importante que ceux élevés en mode semi-intensif. Ce résultat converge avec celui enregistré par (**Sahli et Bellakehal, 2016**) qui ont constaté que les bovins élevés en mode intensif étaient très significativement plus infestés que ceux élevés en élevage extensif.

Il rapproche aussi avec les résultats de (**Ghesquier et al, 2003**) et de (**Marechal, 2004**) qui confirment que la forte concentration du bétail dans les locaux d'élevage constitue une cause favorisant la propagation interindividuelle de ce parasite.

L'administration d'un traitement antiparasitaire à titre préventif n'a pas eu d'effet significatif sur la prévalence cryptosporidienne entre les animaux traités et non traités. Ceci confirme les données de la littérature qui relèvent l'inefficacité de diverses molécules testées pour lutter contre ce parasite. En effet, *Cryptosporidium* détient une position unique dans la cellule hôte puisque le parasite est intracellulaire mais extra-cytoplasmique (**Manent-Manent, 2014**). Il échappe ainsi à l'action intracellulaire des antiparasitaires. De plus, la maîtrise de la contamination de

IV. Résultats et Discussion

l'environnement est difficile en raison de la très grande résistance des oocystes en milieu naturel mais également en présence de désinfectants usuels (**Manent-Manent, 2014**).

*V. CONCLUSION
ET
PERSPECTIVES*

V. Conclusion et perspectives

Ce travail avait pour but d'étudier la prévalence de *Cryptosporidium spp* sur des cheptels bovins dans la région de Laghouat et la région de M'sila. A cet effet un total de 500 têtes bovines ont été examinées provenant des deux régions d'étude. Cet échantillonnage a été réalisé durant une période de trois mois allant du mois de mars jusqu'au mois de mai 2022.

Le cheptel étudié est regroupé sur deux régions 300 dans Laghouat et 200 à Msila.

Il ressort de cette investigation les conclusions suivantes :

- Parmi les 500 sujets examinés, répartis sur six sites (Communes entre les deux régions) 267 étaient infestés par *Cryptosporidium spp*, soit une prévalence totale de 54%.
- L'évaluation par région a révélé que le taux d'infestation dans la région de Laghouat est un peu élevé (54%) que ce de Msila (52.5%)
- L'excrétion d'oocystes de *Cryptosporidium spp* a été très significativement associée aux diarrhées, notamment chez les veaux âgés de moins de 30 jours.
- Le sexe, la race et le déparasitage n'avaient aucune influence significative sur les prévalences cryptosporidiennes enregistrées.
- Le mode d'élevage a une influence importante (élevage intensif) sur le taux d'infestation cryptosporidien à cause du nombre du cheptel élevé au niveau des bétails et à cause des conditions de ce type d'élevage.

Cryptosporidium est ainsi fréquemment retrouvé chez les bovins surtout chez les veaux nouveau-nés et plus particulièrement chez ceux atteints de diarrhée.

On recommande aux éleveurs de maintenir une faible densité en bétail dans les étables et de ne pas mélanger les animaux de différentes classes d'âge, et d'éviter aussi les élevages intensifs.

Pour les bâtiments d'élevage, préférer les sols et murs en béton que ceux en terreux en sable pour une meilleure efficacité de la désinfection.

Enfin, nous proposons pour les études à venir d'approfondir les connaissances sur la prévalence de *Cryptosporidium spp* en élargissant l'enquête dans le temps et dans l'espace. Il serait aussi souhaitable d'utiliser des méthodes diagnostiques de la biologie moléculaire pour une caractérisation de l'espèce cryptosporidienne qui circule dans les élevages bovins du pays.

*RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES*

Références bibliographiques

1. **Ainturier D. et Bezille P., 1981**, Etiologie et prophylaxie des entérites du veau nouveau-né, *rev.Méd. Vét.*
2. **Alves, M., Xiao, L., Sulaiman, I., Lal, A.A., Matos, O., Antunes, F., 2003.** Subgenotypeanalysis of *Cryptosporidium* isolates from humans, cattle, and zoo ruminants in Portugal. *J. clin. Microbiol.* 41, 2744-2777.
3. **Atwill, E.R., Hou, L., Karle, B.M., Harter, T., Tate, K.W., Dahlgren, R.A., 2002.** Transport of *Cryptosporidium parvum* oocysts through vegetated buffer strips and estimated filtration efficiency. *Appl. Environ. Microbiol.* 68, 5517-5527.
4. **Barrington, G.M., Gay, J.M., Evermann, J.F., 2002.** Biosecurity for neonatalgastrointestinal diseases. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.* 18, 7-34.
5. **Bartels, C.J., Holzhauser, M., Jorritsma, R., Swart, W.A., Lam, T.J., 2010.**Prevalence, prediction and risk factors of enteropathogens in normal and non-normal faeces of young Dutch dairy calves. *Prev.Vet.Med.* 93, 162-169.
6. **Bencharif S et Djellouli M, 2019**, Comparaison de deux méthodes de diagnostic de la cryptosporidiose chez les veaux des régions méridionales et septentrionales. Mémoire de master en science biologique a l'université d'Amman Thelidji Laghouat.
7. **Betancourt, W.Q., Rose, J.B., 2005.** Microbiological assessment of ambient waters andproposed water sources for restoration of a Florida wetland. *J. Water. Health.* 3, 89-100.
8. **Beth Willis,2014.** **Cryptosporidiosis in Cattle** ,The Moredun Foundation News Sheet Vol6,No.I February 2014.
9. **Bornay-Llinares, F.J., da Silva, A.J., Moura, I.N., Myjak, P., Pietkiewicz, H., Kruminis-Lozowska, W., Graczyk, T.K., Pieniazek, N.J., 1999.** Identification of *Cryptosporidiumfelis* in a cow by morphologic and molecular methods. *Appl. Environ. Microbiol.* 65, 1455-1458.
10. **Boukhchem ,said 2021.** zootechnie générale des animaux p 49.
11. **Campbell, I., Tzipori, S., Hutchinson G., Angus, K.W., 1982.** Effect of disinfectants on survival of *Cryptosporidium* oocysts. *Vet. Rec.* 111, 414-415.
12. **Castro-Hermida JA, Gonzàlez-Losada YA, Ares-Mazàs E .** Prevalence of and risk factors involved in the spread of neonatal bovine cryptosporidiosis in Galicia

Références bibliographiques

- (N.W.spain). *Vet Parasitol.* 2002; 106:1-10.
13. **Castro-Hermida JA, Yolanda A, Gonzàlez-Losada YA, Mercedes M-M, Ares-Mazàs. E.** A study of cryptosporidiosis in a cohort of neonatal calves. *Vet Parasitol.* 2002;106:11-7.
 14. **Causapé, A.C., Quílez, J., Sanchez-Acedo, C., del Cacho, E., Lopez-Bernard, F., 2002.** Prevalence and analysis of potential risk factors for *Cryptosporidium parvum* infection in lambs in Zaragoza (Northeastern Spain). *Vet. Parasitol.* 104, 287-298.
 15. **CERTAD, Gabriela ; 2008.** De la caractérisation génétique et phénotypique de *Cryptosporidium* (Alveolata : Apicomplexa) à la mise en évidence du rôle de *C. parvum* dans l'induction de néoplasie digestive, thèse de doctorat, université de droit et santé de Lille p 33 ,34 .
 16. **Chalmers, R.M., Ferguson, C., Cacciò, S., Gasser, R.B., Abs El-Osta , Y.G., Heijnen, L., xiao, L., Elwin, K., Hadfield, S., Sinclair, M., Stevens, M., 2005.** Direct comparison of selected methods for genetic categorisation of *Cryptosporidium parvum* and *Cryptosporidium hominis* species. *Int. J. Parasitol.* 35, 397-410.
 17. **Chalmers, R.M., Giles, M., 2010.** Zoonotic cryptosporidiosis in the UK-challenge for control. *J. Appl. Microbiol.* 109, 1487-1497.
 18. **Chalmers, R.M., Katzer, F., 2013.** Looking for *Cryptosporidium*: the application of advances in detection and diagnosis. *Trends. Parasitol.* 29, 237-251.
 19. **Chartier, C., 2002.** La cryptosporidiose des petits ruminants. Le point vétérinaire, n° spécial, pathologie ovine et caprine, 118-122.
 20. **Chen XM, LaRusso NF, 2000 .** Mechanisms of attachment and internalization of *Cryptosporidium parvum* to biliary and intestinal epithelial cells.
 21. **Chermette R. et Boufassa-Ouzrout S., 1990.** Cryptosporidiosis -A Cosmopolitan Disease in animals and Man. *Vet. Parasitology*, 35 : 179-182.
 22. **Current, W.L., Garcia, L.S., 1991 b.** Cryptosporidiosis. *Clin. Microbiol. Rev.* 3, 325-358.
 23. **Dărăbu ș Gh., Cosoroaba I., Oprescu I. et Morariu S., 2001.** Epidémiologie de la cryptosporidiose chez les animaux dans l'Ouest de la Roumanie. *Rev. Méd. Vét.* , 152, 5, 399-404.
 24. **de Graaf D.C., Spano, F., Petry, F., Sagodira, S., Bonnin, A., 1999 .** Speculation on whether a vaccine against cryptosporidiosis is a reality or fantasy.

Références bibliographiques

- Int. J. Parasitol. 29, 1289-1306.
25. **De Graaf DC, Vanopdenbosch E, Ortega-Mora LM, Abbassi H, Peeters JE ; 1999.** A review of the importance of cryptosporidiosis in farm animals. Int J Parasitol.; 29(8):1269-87.
26. **De la Fuente R, García A, Ruiz-Santa-Quiteria JA, Luzón M, Cid D, García S, Orden dW, Delmas RE, George HA, Forero LC, Philips RL, Barry SJ, McDougald nK, Gildersleeve RR, Frost WE** Age, geographic and temporal distribution of fecal shedding of *Cryptosporidium parvum* oocysts in cow-calf herds. Am J Vet Res. 1999; 60(4):420-5.
27. **Delafosse, A., Castro-Hermida, J.A., Baudry, C., Ares-Mazás, E., Chartier, C., 2006.** Herd-level risk factors for *Cryptosporidium* infection in dairy-goat kids in western France. Prev. Vet. Med. 77, 109-121
28. **Duranti, A., Cacciò, S.M., Pozio, E., Di Egidio, A. , De Curtis, M., Battisti, A., Scaramozzino, P., 2009.** Risk factors associated with *Cryptosporidium parvum* infection in cattle. Zoonoses. Public. Health. 56, 176- 182.
29. **Fayer, R., 2004.** *Cryptosporidium*, a water-borne zoonotic parasite. Vet. Parasitol. 126, 37-56.
30. **Fayer, R., 2010.** Taxonomy and species delimitation in *Cryptosporidium*. Exp. Parasitol. 124, 90-97.
31. **Fayer, R., Graczyk, T.K., Lewis, E.J., Trout, J.M., Farley, C.A., 1998 a.** Survival of infectious *Cryptosporidium parvum* oocysts in seawater and eastern oysters (*Crassostrea virginica*) in the Chesapeake Bay. Appl. Environ. Microbiol. 64, 1070-1074.
32. **Fayer, R., Santin, M., 2009.** *Cryptosporidium xiaoi* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in sheep (*Ovis aries*) Vet. Parasitol. 164, 192-200.
33. **Fayer, R., Xiao, L., 2007c.** *Cryptosporidium* and cryptosporidiosis. second ed. CRC Press, boca Raton.
34. **Gatei, W., Das, P., Dutta, P., Sen, A., Cama, V., Lal, A.A., Xiao, L., 2007.** Multilocus sequence typing and genetic structure of *Cryptosporidium hominis* from children in Kolkata, india. Infect. Genet. Evol. 7, 197-205.
35. **Geurden, T., Claerebout, E., Vercruyse, J., Berkvens, D., 2008.** A Bayesian evaluation of four immunological assays for the diagnosis of clinical cryptosporidiosis in calves. Vet. J. 176, 400-402.
36. **Ghesquier, C., Serieys M., Wauthier, A., 2003.** Evaluation de risqué parasitaire

Références bibliographiques

- dans l'eau destinée à la consommation-Région Champagne-Ardenne.France :DRASS de Champagne.
37. **Günther H., 1983**, Kryptosporidienbeimkalb Bedeutung, Nachweis, Bekämpfung (cryptosporidia in calf importance, detection, control). *Mh. Vet. Med.*, 28, 653-655.
38. **Heine J., Boch J., 1981**, Kryptosporidien Infektionen beim Kalb, Nachweis, Vorkommen und experimentelle Übertragung. *Berl. Munch. Tierärztl. Wsch.*, 94, 289.
39. **Henriksen S.A. et Krogh H.V., 1985**, Bovine cryptosporidiosis in Denmark: I. Prevalence, age of distribution and seasonal variation. *Nord. Vet. Med.*, 37, 1, 34-41.
40. **Hijawi, N., Ng, J., Yang, R., Atoum, M.F., Ryan, U., 2010**. Identification of rare and novel cryptosporidium GP60 subtypes in human isolates from Jordan. *Exp. Parasitol.* 125, 161-164.
41. **Hoar, B.R., Atwill, E.R., Elmi, C., Farver, T.B., 2001**. An examination of risk factors associated with beef cattle shedding pathogens of potential zoonotic concern. *Epidemiol. Infect.* 127, 147-155.
42. **Huetink REC, van der Giessen JWB, Noordhuizen JPTM, Ploeger HW. Epidemiology JA, Gómez-Bautista M .** Proportional morbidity rates of enteropathogens among diarrheic dairy calves in central Spain. *Prev Vet Med.* 1998; 36(2):145-52.
43. **Isabelle Cauty, Jean Marie Perreau, 2009** la conduite du troupeau bovin laitier p 134,135.
44. **Jenkins MB, Eeglesham BS, Anthony LC, Kachlany SC, Bowman DD, Ghiorse WC (2010)**. Significance of Wall Structure, Macromolecular Composition, and Surface Polymer to the Survival and Transport of *Cryptosporidium parvum* Oocysts. *Appl. Environ. Microbiol.*, 76, 1926-1934.
45. **Lefay, D., Naciri, M., Poirier, P., Chermette, R., 2000**. Prevalence of Cryptosporidium infection in calves in France. *Vet. Parasitol.* 89, 1-9.
46. **Manent-Manent Marion, 2014** .Moyens de lutte thérapeutique contre la cryptosporidiose: Actuel et perspectives. Thèse ENV d'Alfort.
47. **Mansour, L, M ; 2015**. Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité d'un lait: effet de l'alimentation. Thèse. Université Ferhat Abbas

Références bibliographiques

- Sétif, Agronomie, 190P.
48. **Marechal, J.C 2004.** Etude bibliographique du *Cryptosporidium* dans les eaux souterraines et proposition d'une méthodologie d'évacuation du risque, Ministère de la santé.
49. **Margolis I., esch g. W., holmes j.c., kuris a.m., shad g.a. 1982.** The use of ecological terms in parasitology (report of an ad-hoc committee of the american society of parasitologists). *j.parasitol.* 68, 131-133p.
50. **Meisel, J. L., Perera, D.R., Meligro, C., Rubin, C.E., 1976.** Overwhelming watery diarrhea associated with an immunosuppressed *cryptosporidium* patient. *Gastroenterology.* 70, 1156-1160.
51. **Moore, D.A., Atwill, E.R., Kirk, J.H., Brahmabhatt, D., Alonso, L.H., Hou, L., Singer, M.D., Miller, T.D., 2003.** Prophylactic use of decoquinate for infections with *Cryptosporidium parvum* in experimentally challenged neonatal calves. *J of the Am. Vet. Med. Ass.* 223, 839-845.
52. **Mouffok C 2007.** Diversité des systèmes d'élevage bovin laitier et performances animales en région semi-aride de Sétif. Mémoire de Magister en sciences animales Institut national agronomique INA Alger.
53. **Muñoz, M., Álvarez, M., Lanza, I., Cármenes, P., 1996.** Role of enteric pathogens in the aetiology of neonatal diarrhoea in lambs and goat kids in Spain. *Epidemiol. Infect.* 117, 203-211.
54. **N , salemkour., k, benchouk., d, nouasria., s, kherif nacereddine., m, belhamra. (2013).** effets de la mise en repos sur les caractéristiques floristiques et pastorale des parcours steppiques de la région de laghouat (algérie). *Journal algérien des régions arides.* p 1-12.
55. **Naciri M, Lefay M-P, Mancassola R, Poirier P, Chermette R.** Role of *Cryptosporidium parvum* as a pathogen in neonatal diarrhoea complex in suckling and dairy calves in France. *vet Parasitol.* 1999; 85:245-57.
56. **Naciri M, Lefay M-P, Mancassola R, Poirier P, Chermette R.** Role of *Cryptosporidium parvum* as a pathogen in neonatal diarrhoea complex in suckling and dairy calves in France. *vet Parasitol.* 1999; 85:245-57.
57. **Nagy B., Antal A. et Lakner J., 1980,** Significance of intestinal cryptosporidiosis in calf diarrhoea. In Proc. 2nd Inter. Symp. Word Assoc. Vet. Lab. Diagnost. (Lucerne. Switzerland)., 111, 431.
58. **Nichols, R.A., Moore, J.E., Smith, H.V., 2006.** A rapid method for extracting

Références bibliographiques

- oocyst DNA from *Cryptosporidium*-positive human faeces for outbreak investigations. *J. Microbiol.* 65, 512-524.
59. Nime, F.A., Burek, J.D., Page, D.L., Holsher, M.A., Yardley, J.H., 1976. Acute enterocolitis in a human being infected with the protozoan *Cryptosporidium*. *Gastroenterology*. 70, 592-598.
60. Nolan M.J., Jex A.R., Haydon S.R., Stevens M.A., Gasser R.B., 2010. Molecular detection of *Cryptosporidium cuniculus* in rabbits in Australia. *Infect. Genet. Evol.*, 10 : 1179-1187.
61. O'Donoghue PJ (1995). *Cryptosporidium* and Cryptosporidiosis in Man and Animals. *Int. J. Parasitol.*, 25, 139-195. of *Cryptosporidium* spp. and *Giardia duodenalis* on a dairy farm. *Vet Parasitol.* 2001.
62. Ongerth J.E. et Stibbs H.H., 1989, Prevalence of *Cryptosporidium* infection in dairy calves in western Washington. *Am. J. Vet. Res.*, 50, 7, 1069-1070. *parvum* and *Cryptosporidium muris* in 109 dairy herds in five counties of southeastern New York. *Vet Parasitol.* 2000; 93:1-11.
63. Paraud, C., Guyot, K., Chartier, C., 2009. Prevalence and molecular characterization of *Cryptosporidium* sp. infection in calves, lambs and goat kids reared in a same farm in France. International *Giardia* and *Cryptosporidium* Conference, 11-15 October 2009, Orvieto, Italy.
64. Peng, M.M., Wilson, M.L., Holland, R.E., Meshnick, S.R., Lal, A.A., Xiao, L., 2003. Genetic diversity of *Cryptosporidium* spp. in cattle in Michigan: implications for understanding the transmission dynamics. *Parasitol. Res.* 90, 175-180.
65. Pivont P., Antoine H., Gregoire R. et Bughin J., 1981, Cryptosporidies chez un nouveau-né. *Ann. Méd. Vét.*
66. Pozio, E., Morales, M.A., 2005. The impact of HIV-protease inhibitors on opportunistic parasites. *Trends Parasitol.* 21, 58-63.
67. Prescott, Harley, Klein. 1995. *Microbiologie*. De Boeck Université. 1014 pp.
68. Radostis, O., Gay, C., Blood, D., Hinchcliff, K., 2000. *Cryptosporidiosis*, *Veterinary medicine* 9th ed. 1310- 1313.
69. Ramirez, N.E., Ward, L.A., Sreevatsan, S., 2004. A review of the biology and epidemiology of cryptosporidiosis in humans and animals. *Microbes. Infect.* 6, 773-785.
70. Robertson, L.J., Campbell, A.T., Smith, H.V., 1992. Survival of

Références bibliographiques

- Cryptosporidium parvum oocysts under various environmental pressures. Appl. Environ. Microbiol. 58, 3494-3500.
71. **Robinson G., Chalmers R.M., 2009.** The European Rabbit (*Oryctolagus cuniculus*), a source of zoonotic cryptosporidiosis. *Zoonoses Public Health*, 57 : 7-8.
72. **Rollin, F, 2002.** Réhydratation orale raisonnée du veau atteint de gastro-entérite néonatale. Proceedings of veterinary sciences congress; 79-94.
73. **Sischo, W.M., Atwill, E.R., Lanyon, L.E., George, J., 2000.** Cryptosporidia on dairy farms and the role these farms may have in contaminating surface water supplies in the northeastern United States. *Prev. Vet. Med.* 43, 253-267.
74. **Slapeta, J., 2011.** Naming of *Cryptosporidium pestis* is in accordance with the ICZN Code and the name is available for this taxon previously recognized as *C. parvum* 'bovine genotype'. *Vet. Parasitol.* 177, 1-5.
75. **Smith, H.V., Caccio, S.M., Cook, N., Nichols, R.A., Tait, A., 2007.** *Cryptosporidium* and *Giardia* as foodborne zoonoses. *Vet Parasitol* 149, 29-40.
76. **Soba, B., Petrovec, M., Mioc, V., Logar, J., 2006.** Molecular characterisation of *Cryptosporidium* isolates from humans in Slovenia. *Clin. Microbiol. Infect.* 12, 918-921.
77. **Sobeih M., Tacal J.V., Wilcke B.W., Lawrence W. et El-Ahira A., 1987,** Investigation of cryptosporidial infection in calves in San Bernardino county, California. *J. Am. Vet. Med. Assoc.*, 1987, 191, (7), 816-818.
78. **Squire, S. A., J. BEYUO, H. AMAFU-DEY, 2013.** Prevalence of *Cryptosporidium* oocysts in cattle from Southern Ghana. *Vet. arhiv* 83, 497-507.
79. **Srairi Mt., Ben Salem M., Bourbouze A., Elloumi M., Faye B., Srairi Mt., 2007.** Perspectives de durabilité des élevages de bovins laitiers au Maghreb à l'aune des défis futur : libéralisation des marchés, aléas climatiques et sécurisation des approvisionnements. Colloque international « Développement durable des productions : enjeux, évaluation et perspectives », Alger, 20-21 avril 2008
80. **Stein, 1982.** Verlauf der Kryptosporidieninfektion des Kalbes in Inzuchtbetriebs sowie Möglichkeiten der Desinfektion (Course of cryptosporidial infection in calves on cattle breeding farms and possibilities of disinfection). Inaug. Diss. Munch.
81. **Strong, W.B., Gut, J., Nelson, R.G., 2000.** Cloning and sequence analysis of a

Références bibliographiques

- 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.
82. **Trotz-Williams, L.A., Wayne Martin, S., Leslie, K.E., Duffield, T., Nydam, D.V., Peregrine, A.S., 2007.** Calf-level risk factors for neonatal diarrhea and shedding of *Cryptosporidium parvum* in Ontario dairy calves. *Prev. Vet. Med.* 82, 12-28.
83. **Tzipori, S., Widmer, G., 2008.** A hundred-year retrospective on cryptosporidiosis. *Trends. parasitol.* 24, 184-189.
84. **Valigurova, A., Jirku, M., Koudela, B., Gelnar, M., Modry, D., Slapeta, J., 2008.** cryptosporidia: epicellular parasites embraced by the host cell membrane. *Int. J. Parasitol.* 38, 913-922.
85. **Villacorta, I., Peeters, J.E., Vanopdenbosch, E., Ares-Mazas, E., Theys, H., 1991.** Efficacy of halofuginone lactate against *C. parvum* in calves, *Antimicrobs. Agents. Chemother.* 35, 283-287.
86. **Villeneuve A, 2003.** Les zoonoses parasitaires. Les Presses de l'Université de Montréal. 499 pp.
87. **Viu, M., Quílez, J., Sánchez-Acedo, C., del Cacho, E., López-Bernad, F., 2000.** Field trial on the therapeutic efficacy of paromomycin on natural *Cryptosporidium parvum* infections in lambs. *Vet. Parasitol.* 90, 163-170.
88. **Wade SE, Mohammed HO, Schaaf S.** Risk factors associated with *Cryptosporidium parvum* infection in dairy cattle in southeastern New York State. *Vet Parasitol.* 1999;83:1-13.
89. **Wielinga, P.R., de Vries, A., van der Goot, T.H., Mank, T., Mars, M.H., Kortbeek, L.M., van der Giessen, J.W., 2008.** Molecular epidemiology of *Cryptosporidium* in human and cattle in the Netherlands. *Int. J. parasitol.* 38, 809-817.
90. **Xiao, L., 2010.** Molecular epidemiology of cryptosporidiosis: an update. *Exp. Parasitol.* 124, 80-89.
91. **Xiao, L., Fayer, R., Ryan, U., Upton, S J., 2004.** *Cryptosporidium* taxonomy: recent advances and implications for public health. *Clin. Microbiol. Rev.* 17, 72-97.
92. **Xiao, L., Ryan, U. M., 2004.** Cryptosporidiosis: an update in molecular epidemiology. *Curr. Opin. Infect. Dis.* 17, 483-490.

Références bibliographiques

93. **Xiao, L., Zhou, L., Santín, M., Yang, W., and Fayer, R., 2007.** Distribution of *Cryptosporidium parvum* subtypes in calves in eastern United States. *Parasitol. Res.* 100, 701-706.
94. **Zambriski, J.A., Nydam, D.V., Wilcox, Z.J., Bowman, D.D., Mohammed, H.O., Liotta, J.L., 2013.** *Cryptosporidium parvum*: Determination of ID50 and the dose-responder relationship in experimentally challenged dairy calves. *Vet. Parasitol.*

Sites web:

- (1) : <http://dico-du-lait.fr/>
- (2) : <https://www.svt-tanguy-jean.com/>

Les annexes

Les annexes

Annexe N°01

Liste des 26 espèces de *Cryptosporidium spp* considérées comme valides avec leurs critères biologiques (d'après Chalmers et Katzer, 2013).

Espèce	Hôtes principaux	Présence Chez l'homme	Site(s) de prédilection de l'infection	Associé à des signes cliniques chez les hôtes principaux	Taille des oocystes (µm)	Référence
<i>C. muris</i>	Souris	Oui (rarement)	Estomac	oui	8.4x6.2	Tyzzler (1907)
<i>C. parvum</i>	Souris, ruminants, domestiques, homme	Oui	Intestin grêle	oui	4.9x4.4	Tyzzler (1912)
<i>C. meleagridis</i>	Dindon, homme	Oui	Intestin	oui	5.2x4.6	Slavin (1955)
<i>C. wrairi</i>	Cochon d'Inde	Non Rapporté	Intestin grêle	Non rapporté	5.4x4.6	Vetterling et al., (1971)
<i>C. felis</i>	Chat	Oui	Intestin grêle	Oui	4.6x4.0	Iseki (1979)
<i>C. serpentis</i>	Serpent	Non rapporté	Estomac	Oui	6.2x5.3	Levine (1980)
<i>C. baileyi</i>	Poulet	Non rapporté	Trachée, bourse de Fabricius, cloaque	Oui (plutôt respiratoire)	6.2x4.6	Current et al., (1986)

Les annexes

<i>C. varanii</i>	Reptiles	Non rapporté	Estomac	Oui (plutôt perte de poids)	4.8x5.1	Pavlásek et al., (1995)
<i>C. molnari</i>	Poisson	Non rapporté	Estomac	Oui	4.7x4.5	Pelliteroet Bobadilla (2002)
<i>C. galli</i>	Poulet	Non rapporté	Proventricul e	Oui	8.3x6.3	Ryanet al., (2003)

<i>C. canis</i>	Chien	Oui	Intestin grêle	Oui	5.0x4.7	Fayer et al., (2001)
<i>C. hominis</i>	Homme	Oui	Intestin	Oui	4.9x5.2	Ryan et al., (2002)
<i>C. suis</i>	Cochon	Oui(rarement)	Intestin	Non	4.6x4.2	Ryan et al., (2004)
<i>C. scopthalmi</i>	Poisson	Non rapporté	Intestin Estomac	Oui	4.4x3.9	Pellitero et al., (2004)
<i>C. bovis</i>	Bovin	Oui (2 cas)	Intestin	Non	4.9x4.6	Fayer et al., (2005)
<i>C. fayeri</i>	Kangourou	Oui (rarement)	-	Non	4.9x4.3	Ryan et al., (2008)
<i>C. fragile</i>	Crapaud	Non rapporté	Estomac	Non rapporté	6.2x5.5	Jirku et al., (2008)
<i>C. ryanae</i>	Bovin	Non rapporté	Intestin	Non	3.7x3.1	Fayer et al., (2008)

Les annexes






<i>C. macropodum</i>	kangourou	Non rapporté	-	Non rapporté	5.4x4.9	Power et Ryan (2008)
<i>C. xiaoi</i>	Mouton, chèvre	Non rapporté	Intestin	Oui	3.9x3.4	Fayer et Santín(2009)
<i>C. ubiquitum</i>	Mouton, chèvre	Oui	Intestin	Non	5.0x4.6	Fayer <i>et al.</i> , (2010)
<i>C. cuniculus</i>	Lapin, Homme	Oui	Intestin	Non	5.9x5.3	Robinson <i>et al.</i> , (2010)
<i>C. tyzzeri</i>	Souris	Oui (rarement)	Intestin	Non	4.6x4.2	
						Ren <i>et al.</i> , (2012)
<i>C. viatorum</i>	Homme	Oui	Intestin	Oui	5.3x4.7	

Les annexes

Annexe N° 2

Détermination de l'âge des bovins.

Schéma 1 : guide pratique pour déterminer l'âge des bovins par l'examen de la dentition

	<p>De la naissance jusqu'à l'âge d'un mois :</p>	<p>2 incisives temporaires ou plus sont présentes. À l'intérieur du premier mois, la série complète d'incisives temporaires (8 au total) apparaît.</p>
	<p>2 ans :</p>	<p>pour les bovins de plus d'un an, la paire centrale d'incisives temporaires est remplacée par des incisives permanentes. À l'âge de 2 ans, les 2 incisives permanentes centrales sont entièrement développées.</p>
	<p>2 ans ½ :</p>	<p>les premières dents permanentes intermédiaires, une de chaque côté des incisives ont percé la gencive. Normalement, ces dernières sont entièrement développées à l'âge de 3 ans.</p>
	<p>3 ans ½ :</p>	<p>les secondes dents permanentes intermédiaires ont percé la gencive. Entre 3 ans ½ et 4 ans, elles peuvent avoir atteint le même niveau que les premières intermédiaires. Elles commencent à s'user à l'âge de 4 ans.</p>
	<p>4 ans ½ :</p>	<p>les incisives de coin sont remplacées. À l'âge de 5 ans, l'animal a normalement toutes ses incisives permanentes et celles de coin sont entièrement développées.</p>

RESUME

RESUME:

La cryptosporidiose est une maladie parasitaire causée par un protozoaire appartenant au genre *Cryptosporidium* et semble fréquente chez les bovins en Algérie. Notre étude est fondée sur une recherche de la prévalence générale de ce parasite dans deux régions à deux étages bioclimatique différents ; le saharien et le semi-aride (Laghouat et M'sila) durant une période de 3 mois (mars, avril et mai 2022). L'étude de la relation entre la prévalence de ce parasite avec certains facteurs ; qui sont l'âge, le sexe, la race, le type d'élevage, le déparasitage et la présence de diarrhée ont été prise en considération.

Nous avons essayé de contribuer à son étude au niveau de quelques fermes de Laghouat et de Msila, nous avons récolté 500 prélèvements de selles bovines provenant de ces fermes.

A cet effet, nous avons utilisé la technique de coloration de Ziehl–Neelsen modifiée. Cette dernière nous a permis la mise en évidence des cryptosporidies. La prévalence parasitaire a été de 53,4% en général a un taux de 54% dans la région de Laghouat et 52.5% dans la région de M'sila. L'analyse statistique de l'influence de certains facteurs de variation sur la prévalence de *Cryptosporidium spp* n'a révélé aucun effet significatif pour la race, le sexe et le déparasitage. Cependant, l'effet de l'âge et celui de la présence de diarrhée ont été très significatif et celui du mode d'élevage surtout dans la région du Msila a été significatif. Enfin, la prévalence parasitaire enregistrée doit être prise au sérieux pour éviter son effet préjudiciable sur la santé publique (une zoonose), la santé animale et sur les performances zootechniques des cheptels bovins.

Mots clés : Cryptosporidiose, *Cryptosporidium spp*, la prévalence, Algérie, bovins, santé

SUMMARY:

Cryptosporidiosis is a parasitic disease caused by a protozoan belonging to the genus *Cryptosporidium* and seems frequent in cattle in Algeria. Our study is based on a research for the general prevalence of this parasite in two regions with two different bioclimatic stages; the Saharan and the semi-arid (Laghouat and M'sila) for a period of 3 months (March, April and May 2022).

The study of the relationship between the prevalence of this parasite along with certain factors; which are age, sex, breed, type of breeding, deworming and the presence of diarrhea were taken into consideration. We tried to contribute to the study at the level of some farms of Laghouat and M'sila, where we collected 500 samples of bovine stools coming from these farms.

Thereby, we used the modified Ziehl–Neelsen staining technique which allowed us to highlight cryptosporidia. The parasite prevalence was 53.4% in general at a rate of 54% in the Laghouat region and 52.5% in the M'sila region. Statistical analysis of the influence of certain variation factors on the prevalence of *Cryptosporidium* spp revealed no significant effect for race, sex and deworming. However, the effect of age and the presence of diarrhea were very significant and that of the farming method, especially in the M'sila region.

Finally, the recorded parasite prevalence must be taken seriously to avoid its detrimental effect on public health (a zoonosis), animal health and on the zootechnical performance of cattle herds.

Keywords: Cryptosporidiosis, *Cryptosporidium* spp, prevalence, Algeria, cattle, health.

ملخص:

داء الكريبتوسبورديوز هو مرض طفيلي يسببه طفيلي ينتمي إلى جنس خفية الأبواغ وهو شائع في الماشية الجزائرية. تعتمد دراستنا على البحث عن الانتشار العام لهذا الطفيلي في منطقتين ذات مناخين مختلفين هما الصحراوي وشبه الجاف (الأغواط والمسيلة) لمدة 3 أشهر (مارس، أفريل و ماي 2022).

لدراسة العلاقة بين انتشار هذا الطفيلي وبعض العوامل، تم أخذ العمر والجنس والسلالة ونوع تربية المواشي وعلاج الطفيليات بالإضافة إلى وجود الإسهال في عين الاعتبار. حاولنا المساهمة في هذه الدراسة بالاعتماد على بعض مزارع الأغواط والمسيلة حيث جمعنا 500 عينة من براز الأبقار القادمة من هذه المزارع.

لهذا الغرض استخدمنا تقنية تلوّخ Ziehl – Neelsen المعدلة والتي سمحت لنا بتسليط الضوء على الكريبتوسبورديا. وبلغت نسبة انتشار الطفيلي 53.4% بشكل عام وبنسبة 54% في منطقة الأغواط و 52.5% في منطقة المسيلة. أظهر التحليل الإحصائي لتأثير بعض عوامل الاختلاف على انتشار طفيليات الكريبتوسبورديوم عدم وجود تأثير للعرق والجنس وعلاج الطفيليات. إلا أن تأثير العمر ووجود الإسهال كان له تأثير مهم وكذلك تأثير طريقة تربية المواشي، خاصة في منطقة المسيلة.

أخيراً يجب أن يؤخذ انتشار الطفيلي المسجل على محمل الجد لتجنب تأثيره الضار على الصحة العامة (الأمراض الحيوانية المنشأ)، وصحة الحيوان وعلى الأداء التقني في تربية الحيوانات لقطاع الماشية.

الكلمات المفتاحية: داء الكريبتوسبورديوز، انتشار، الجزائر، أبقار، صحة.

