



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2022

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Science biologique

Spécialité : Microbiologie appliquée

Présenté par :

TOUMI HANANE & CHELLAL ASSIA

Thème

**Prévalence de Cryptosporidiose chez les bovins dans la
wilaya de Bouira**

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>Arab. Amar</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>Ben fodil Karima</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promotrice</i>
<i>Boutheldja Razika</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examinatrice</i>

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciement

*On remercie dieu le tout puissant
de nous avoir donné la santé et la
volonté d'entamer et de terminer
ce mémoire.*

*Tout d'abord, ce travail ne serait
pas aussi riche et n'aurait pas pu
avoir le jour sans l'aide de
madame «BEN FODIL KARIMA »
pour la qualité de son
encadrement, sa patience et sa
disponibilité durant notre
préparation de mémoire.*

Dédicace

A celle qui a attendu avec patience les fruits de sa bonne éducation , ma très chère mère .Ton affection me couvre et ta présence à mes côtés a toujours été ma source de force pour affronter les différents obstacles .

A l'homme de ma vie , celui qui s'est toujours sacrifié et changer la nuit en jour pour m'assurer les bonnes conditions , mon cher père « SALEH » .

A La lumière de mes jours ,ma sœur « MANEL » et mes chers frères « MOHAMED » , »ADEM » , » HAROUNE » ,je leurs souhaite une vie pleine du bonheur et de succès .

A mes meilleures amies « ASSIA » , « NISSA » « NAZIHA » et « MANEL » qui m'avez toujours soutenu et encouragé durant ces années d'étude .

A mon soutien moral et source de joie et de bonheur, mon fiancé « HAMZA » pour l'encouragement et l'aide qu'il m'a toujours accordé

Hanine

À mes très chers parents , source d'amour et de
vie

À mes chers frères « IBRAHIM » , « TOUTA
« , » ABDERRAHMANE « .

À tous mes amies «HANINE », « SARAH »
« SALMA » .

Assia

Liste des abréviations

C	<i>cryptosporidium</i>
rb	residual body
fo	feeder organelle
SIDA	le syndrome d'immunodéficience acquise .
PCR	Polymérase Chain Réaction.
EIA	Enzyme Immuno Assay
ELIS	Enzyme-LinkedImmunoSorbentAssay
FDA	Food and Drug Administration
NT	Nitazoxanide
VIH	Virus de l'Immunodéficience humaine
SAU	Surface agricole utile

Liste des tableaux

Tableau 1: taxonomie de cryptosporidium spp (CHERMETTE 1997).	6
Tableau 2: La nouvelle classification basée sur les données ribosomiques 18 s selon Cavalier-Smith ..	6
Tableau 3: Espèces reconnues de Cryptosporidium, leur hôte spécifique prédominant et le site primaire d'infection (Smith HV.2005,XIAO .L 2008).	8
Tableau 4: Liste des espèces des cryptosporidium sp les plus connus en 2021.	9
<i>Tableau 5: sensibilité et spécificité des méthodes de diagnostic de cryptosporidium .</i>	33
<i>Tableau 6: Répartition des échantillons.</i>	41
<i>Tableau 7 : Prévalence de Cryptosporidium spp chez les veaux dans la wilaya de Bouira.....</i>	45
<i>Tableau 8: Prévalence de Cryptosporidiuim spp chez les veaux dans les deux régions d'étude.</i>	45
<i>Tableau 9: Prévalence de l'infection à Cryptosporidium spp chez les bovins par rapport aux variables épidémiologiques.....</i>	48

Liste des figures

Figure 1: arabe phylogénétique de cryptosporidium spp.	7
Figure 2: Oocyste de cryptosporidium parvum et cryptosporidium hominis(Fall et al 2003).	10
Figure 3: Schéma du cycle de C. parvum (Borowski et al., 2008).	12
Figure 4: Oocystes de Cryptosporidium dans les selles colorées par la technique de Ziehl-Neelsen modifiée (Gargala., 2013)	13
Figure 5: Oocystes de Cryptosporidium colorés par la technique de Heine, observés sous microscope à contraste de phase (objectif 40) (Gargala, 2013).	14
Figure 6: Image d'un sporozoïte de C. parvum en microscopie électronique à balayage (Borowski et al., 2010).	14
Figure 7: Image d'un trophozoïte(Borowski et al., 2010).	15
Figure 8: Méronte au microscope électronique par transmission m : mérozoïtesrb : corps résiduel (« residual body ») (Valigurova et al., 2008).....	16
Figure 9: microgamont sous microscope électronique à transmission. S stem (Borowski et al., 2010)	16
Figure 10: Macrogamont sous microscope électronique à transmission fo : organelle nourricier « feeder organelle » (Valigurova et al., 2008).....	17
Figure 11: Prévalence de Cryptosporidium dans le monde chez les animaux de rente (bovins, caprins, ovins, équins et buffles) (Hatam N, 2019).	23
Figure 12: mécanisme de contamination chez les veau.....	24
Figure 13: Transmission horizontale et verticale chez les bovins.	25
Figure 14: Les symptômes de la cryptosporidiose chez les bovins (diarrhée jaunâtre et Enfoncement des globes oculaires)	28
Figure 15: Méthode de flottation et de sédimentation.	29
Figure 16: Identification microscopique des oocyste de Cryptosporidium par la coloration de ziehl_ neelsen modifiée	30
Figure 17: Test ELIZA pour la détection de l'antigène de Cryptosporidium dans les matières fécales	31
Figure 18: Kits immunologique pour détection des oocystes de Cryptospridium dans les matières fécales.	31
Figure 19: Détection par PCR de Cryptosporidium	32
Figure 20: Photographies d'oocystes de Cryptosporidium observés par microscope optique après différentes colorations (A, B et C) et par microscopie à fluorescence (D).	34
Figure 21 : A ,B : Carte géographique de la wilaya de Bouira (google 2022)	39
Figure 22: a- Situation géographique de la commune El-Esnam (Google earth).	40
Figure 23: Race Montbéliarde (photo personnelle 2022)	40
Figure 24: Race Prim Holstein	40
Figure 25: répartition des échantillons diarrhéiques et non diarrhéiques dans les deux régions.	41
. Figure 26: Répartition des échantillons selon le sexe dans les deux régions	42
Figure 27: Technique de lecture des lames.....	43
Figure 28: Oocyste de crytosporidium sp (photo personnelle).	44
Figure 29: Représentation des échantillons positifs et négatifs chez les mâles et les femelles.	46
Figure 30: La répartition des échantillons selon la race.	46
Figure 31: La représentation des échantillons selon l'âge.....	47
Figure 32: Distribution des échantillons selon la consistance.	47

Sommaire	
Remerciements	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Sommaire	
Introduction	01
Partie bibliographiques	
Chapitre I : Étude de parasite	
1. Historique.....	05
2. Taxonomie du parasite.....	05
3. Caractéristiques biologique du <i>cryptosporidium</i> spp	10
4. Cycle biologique du Parasite	11
5. Morphologie et stades parasitaires.....	13
6. Pouvoir pathogène du <i>cryptospridium</i>	17
Chapitre II cryptosporidiose	
1. Définition de la maladie.....	19
2. Chez l'homme.....	19
2.1Épidémiologie	19
2.2Mode de transmission.....	20
2.3 Facteurs de risque	21
3. Chez les bovins.....	22
3.1 Répartition géographique et prévalence de maladie.....	22
3.2 Les espèces présentes	23
3.3. Source potentielle de contamination.....	23
3.4. Mode de transmission.....	25
3.5.Les Facteurs de risque.....	25
Chapitre III	
1. Clinique de la cryptosporidiose	28
2. Le diagnostic.....	29
3. Le traitement.....	34
4. Prévention.....	35

Partie pratique	
I. Objectif d'étude	38
II. Matériels et méthodes	38
• II.1. Région et durée d'étude.....	38
II.1.1.Climat.....	39
II.1.2. Zones agricoles dans la wilaya.....	39
II.1.3. L'élevage bovin dans la wilaya de Bouira.....	39
II.3.1. Protocole de prélèvement	41
II.3.2. La technique de coloration.....	42
II.3.2.1. Mode opératoire	42
II.3.2.1 Préparation des frottis	43
II.3.2.4.La technique de coloration ziehl-neelsen modifiée	43
II.3.2.5. Observation microscopique.....	43
III Résultats et discussion	45
• III.1Résultats.....	45
III.1.1. Prévalence globale.....	45
III.1.2.Prévalence globale en fonction des zones géographiques.....	45
III.1.3. Prévalence globale en fonction du sexe des animaux.....	45
III.1.4.Prévalence globale en fonction de la race des animaux.....	46
III.1.5.Prévalence globale en fonction de l'âge des animaux.....	46
III.1.6. Prévalence globale en fonction de la consistance des matières fécales	47
• III.2Discussion	49
IV. Conclusion	51
V. Recommandation.....	52
Références bibliographiques	
Les annexes	

Introduction

Générale

La cryptosporidiose est une maladie parasitaire causée par un protozoaire ubiquiste du genre *Cryptosporidium*. Il affecte le tube digestif de nombreux vertébrés y compris l'homme et le bovin (**Paciera R.J. et al .,1971**). Il a été isolé pour la première fois par Ernest Edward Tyzzer, chez la souris en 1907(**Dubey et al., 1990**).

Depuis longtemps, il a été considéré comme un organisme commensal (**Rieux, A., 2013**). Leur implication en pathologie bovine ne fut mise en évidence qu'en 1971 par PANCIERA et collaborateurs (**Navin T.R., 1984**).

En santé publique l'importance de cette infection n'en est pas moindre, notamment avec l'apparition du syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) dans les années 80 accompagnée d'une augmentation de la prévalence d'infections opportunistes telles que la cryptosporidiose. Elle est à l'origine de diarrhée sévère chez les immunodéprimés. Les sujets immunocompétents peuvent également être infectés et déclarer des diarrhées de courte durée évoluant spontanément vers la guérison (**Rieux, A., 2013**).

La cryptosporidiose se caractérise, le plus souvent, par des diarrhées néonatales parfois mortelles chez les jeunes ruminants. Les bovins infectés sevrés et les adultes n'expriment pas des signes cliniques de la maladie, mais sont une source de contamination pour l'environnement et les autres animaux (**Oie., 2005**).

Depuis sa première découverte plusieurs espèces de *Cryptosporidium* ont été identifiées. Au sein de certaines espèces, il existe des sous-génotypes zoonotiques et des

sous-génotypes spécifiques aux humains ou aux bovins (**Toukmidine, K., 2021**).

Dans le monde, l'infection par ce parasite représente jusqu'à 6% des maladies diarrhéiques chez les personnes immunocompétentes, et 24% chez les immunodéprimés.

Chez les bovins La prévalence d'infection varie selon les pays.

Le potentiel zoonotique de la cryptosporidiose varie selon les espèces ou les génotypes de *Cryptosporidium* impliqués de manière plus générale. La transmission des agents causaux par l'eau et les denrées alimentaires, constituent également une préoccupation majeure de santé publique.

Deux cents molécules ont déjà été testées mais aucune ne permet un contrôle total de la maladie aussi bien chez l'homme que chez l'animal. En raison de la grande résistance des oocystes dans le milieu extérieur le contrôle de la maladie (**Rieux, A., 2013**).

De nombreux cas de mortalité ont été signalés en Algérie suite à des problèmes gastroentérites causés par des parasites ou avec l'association des virus et bactéries (**khelef D., 2007**).

Le but de notre travail est de rechercher des oocystes de *Cryptosporidium* spp dans 60 échantillons de matières fécales de bovins dans la wilaya de Bouira.

Notre étude se divise en deux parties :

- Une synthèse bibliographique portant sur une mise au point succincte l'étude du parasite, ensuite la cryptosporidiose et enfin le diagnostic de la maladie ainsi que la prophylaxie médicale et sanitaire.
- La partie expérimentale qui comporte le matériel utilisé, les méthodes pour identifier les oocystes. Ensuite les résultats de cette étude et leur interprétation nous ont permis d'enrichir une discussion afin d'élaborer une conclusion et des des recommandations importantes pour minimiser la contamination dans les élevages bovins.

Synthèse
Bibliographique

Chapitre I
Etude du Parasite

1. Historique

En 1907, Ernest Edward Tyzzer a clairement décrit un parasite protozoaire qu'il a trouvé dans les glandes gastriques de souris de laboratoire, Tyzzer proposa néanmoins le nom *Cryptosporidium muris* (Dubey et al., 1990). Et en 1910, Tyzzer a décrit le même organisme avec plus de détail, proposant *Cryptosporidium* comme nouveau genre et *C. muris* comme nouvelle espèce (Dubey et al., 1990).

Après é ans en 1912, Tyzzer a identifié et nommé une nouvelle espèce – *Cryptosporidium parvum*, encore une fois fournissant de grands détails morphologiques (Cacciò, 2014).

Il a été reconnu pour la première fois comme une cause potentielle de diarrhée chez les dindes en 1955, *Cryptosporidium* a ensuite été identifié chez d'autres espèces d'animaux chez lesquels l'infection était considérée comme opportuniste et inoffensif, ou il s'est avéré associé à des cas individuels peu fréquents de maladie entérique du veau (Tzipori, S, et al 1998).

En 1974 ils ont trouvé deux cas de cryptosporidiose bovine l'un est un veau de 2 semaines (Khelef et al., 2007a). Les premiers cas de cryptosporidiose humaine ont été signalés en 1976 chez des patients souffrant de diarrhée aqueuse sévère (Bouزيد et al., 2013).

2. Taxonomie du parasite

Cryptosporidium spp est un protozoaire qui appartient au phylum des Apicomplexa et à la classe des coccidies (Fayer, 2010).

Le genre *Cryptosporidium* est l'un des plus de 300 genres de ce phylum qui contient plus de 6000 espèces (Rueckert et al., 2019). Pendant une grande partie de son histoire, *Cryptosporidium* a été classé comme parasite coccidien dans l'ordre des Eucoccidiidae, sur la base des similitudes du cycle de vie avec d'autres parasites coccidiens entériques (Levine, 1980).

Cependant, en se basant sur des études moléculaires et biologiques, dont la présence d'un organite « nourricier » dans les stades de développement, l'absence de sporocystes, et la localisation épi-cellulaire dans les cellules hôtes, ils ont supposé que *Cryptosporidium* sp était plus étroitement lié aux parasites grégariens (un groupe diversifié et primitif, qui parasite principalement les animaux) (Ryan et al., 2021).

Sur la base des données ribosomiques 18S, Cavalier-Smith a révisé la taxonomie et a transféré *Cryptosporidium* des coccidies aux grégariens et a créé une nouvelle classe et une nouvelle sous-classe, Gregarinomorpha dont Cryptogregaria un nouveau sous ordre (Cavalier-Smith, 2014).

L'analyse transcriptomique des parasites apicomplexes montre que *Cryptospridium* représente une lignée distincte des grégarines (Ryan et al., 2021).

Tableau 1: taxonomie de cryptospridium spp (CHERMETTE 1997).

Classification	Nom	Caractéristiques
Règne	Protiste.	Eucaryote unicellulaire
Phylum	Apicomlexa	_présence d'un complexe apical (intervenant dans la pénétration du parasite) _Parasite obligatoire, intra cellulaire.
Classe	Sporozoasida	-multiplication asexuée et reproduction Sexuée -formation d'oocystes.
Sous classe	Coccidiasina	-cycle de développement comprenant des stades de schizogonie, gamétogonie et Sporogonie. -Gamontes de petite taille
Sous ordre	Eimeriorina	-développent indépendants des micros et macro gamètes. -zygote nom mobile.
Famille	Cryptosporidiidae	Quatre sporozoïtes nus (pas des sporocystes, ContrairementauxEimeridae)

Tableau 2: La nouvelle classification basée sur les données ribosomiques 18 s selon Cavalier-Smith .

Règne	Protiste
Phylum	Apixomplexa
Classe	Grégarines
Sous classe	Gregarinomorpha
Sous Ordre	Cryptogregaria
Famille	Cryptosporididae (Cavalier-Smith, 2014).

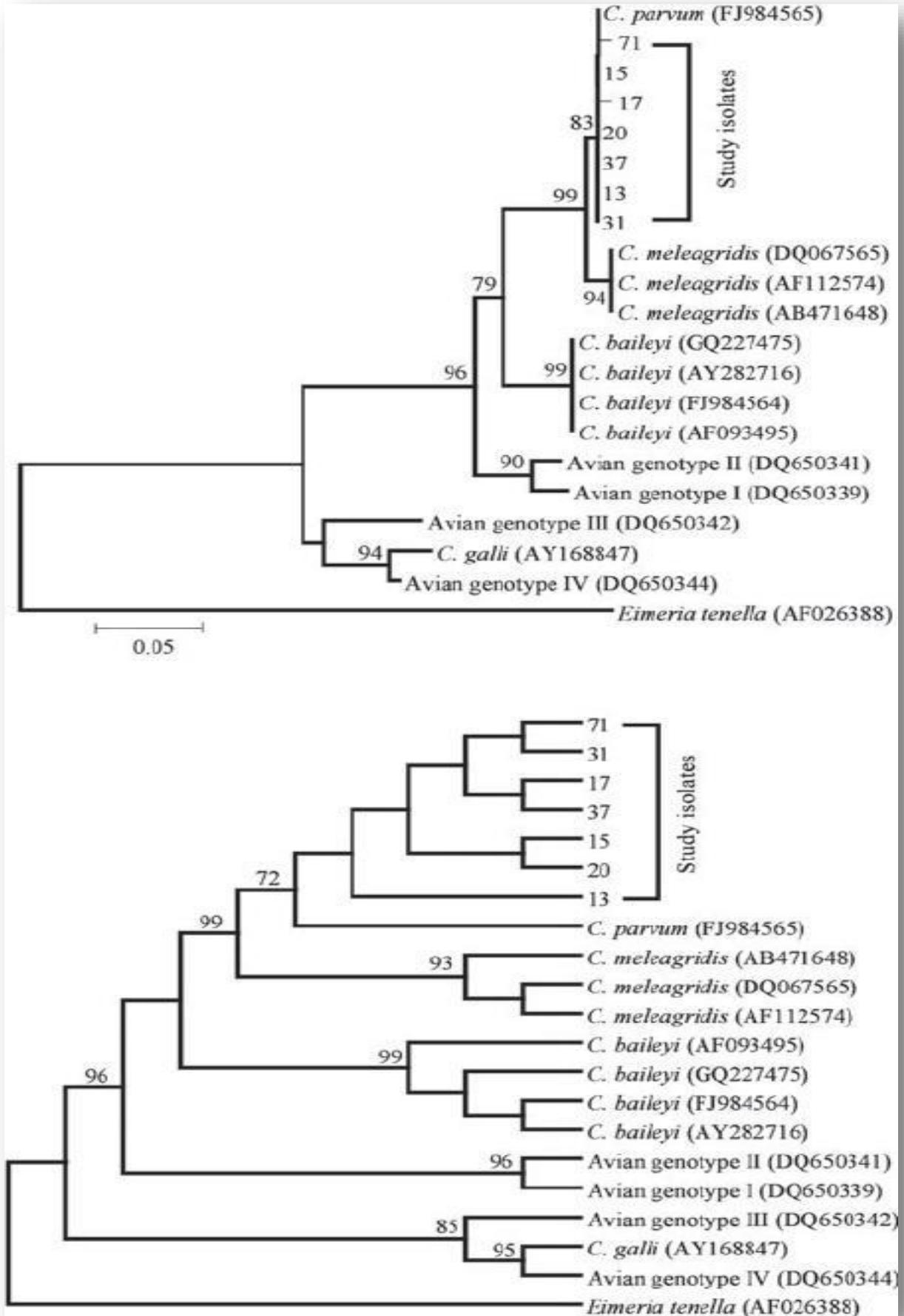


Figure 1: arabe phylogénétique de cryptosporidium spp.

Cryptosporidium a été classé selon les caractéristiques morphologiques des oocystes et leur capacité à infecter un seul hôte spécifique. A ce jour, le genre comprend dix-huit espèces valides et plus de quarante génotypes qui n'ont toujours pas de dénomination (Smith HV,2005)

Tableau 3: Espèces reconnues de *Cryptosporidium*, leur hôte spécifique prédominant et le site primaire d'infection (Smith HV.2005,XIAO .L 2008).

Espèces <i>Cryptosporidium</i>	de Taille de l'oocyste (mm)	Lieu d'infection	Héberger
<i>C. Anderson</i>	5,0-6,5 X 6,0-8,1	Estomac	bovins, chameaux
<i>C. baileyi</i>	4,6 X 6,2	Trachée, bourse de Fabricius, cloaque	poulets, dindes
<i>C.bovis</i>	4,76-5,35 X 4,17- 4,76	Intestin grêle	Bovins
<i>C. canis</i>	4,95 X 4,71	Intestin grêle	canin, humain
<i>C. fayeri</i>	4,5-5,1 X 3,8-5,0 4,5 X 5,0	épithélium intestinal	Kangourou rouge
<i>C. felis</i>	8,5-8,8 X 6,2-6,4	Intestin grêle Pro ventricules	chats
<i>C.galli</i>	4,5 X 5,5	intestin grêle intestin	Des oiseaux
<i>C. hominis</i>	4,0-4,5 X 4,6-5,2	Intestin grêle	Humains, singes
<i>C. macropode</i>	4,72 X 4,47	Estomac	kangourou gris
<i>C. meleagridis</i>	5,6 X 7,4	Estomac	dindes
<i>C. molnari</i>	4,5 X 5,5	Intestin grêle	Poisson
<i>C. muris</i>	3,7-5,03 X 3,03-4,69	Épithélium et lumière intestinale	rongeurs, mammifères
<i>C.parvum</i>	4,8-5,6 X 5,6-6,6 5,05 X 4,41	Estomac	Bovins, ovins, caprins, humains
<i>C. scophthalmi</i>	4,2-5,2 X 4,4-5,6	Intestin grêle	Poisson
<i>C. serpentis</i>	4,0-5,0 X 4,8-5,6	Intestin et muqueuse cloacale	serpents, lézards
<i>C. suis</i>	5,0-6,5 X 6,0-8,1	Intestin grêle	les cochons
<i>C. varanii</i>	4,6 X 6,2	Estomac	Lézards

Tableau 4: Liste des espèces des cryptospridium sp les plus connus en 2021.

Nom de l'espèce	Hôte major	Référence
<i>C. myocastoris</i>	Rongeurs	(Jezřková et al., 2021a)
<i>C. abrahamseni</i>	Poisson	(Zahedi et al., 2021)
<i>C. rattii</i>	Rat brun (<i>Rattus norvegicus</i>)	Jezřková et al., 2021b
<i>C. bollandi</i>	Poisson-ange (<i>Pterophyllum scalare</i>) et poisson Oscar (<i>Astronotus ocellatus</i>)	Bolland et al., 2020
<i>C. ornithophilus</i>	Les oiseaux	(Holubová et al., 2020)
<i>C. proventriculi</i>	Les oiseaux	(Holubová et al., 2019)
<i>C. ubiquitum</i>	Cattle (<i>Bos taurus</i>) Ruminants	(Fayer et al., 2010)
<i>C. xiaoi</i>	Mouton (<i>Ovis aries</i>) Mouton et Chèvres	(Adamu et al., 2014)
<i>C. fayeri</i>	Kangaroo (<i>Macropus rufus</i>)	(Waldron et al., 2010 ; Braima et al., 2021)

3. Caractéristiques biologique de *cryptosporidium* spp

Les espèces les plus connus sont :

- *Cryptosporidium parvum*

Cryptosporidium parvum est l'espèce la plus importante, et la plus impliquée en pathologie humaines, et bovine (FAYER et al., 2009). Leurs oocystes ont une prédilection pour les environnements avec un excès d'humidité, grâce auquel il peut survivre sans problème pendant un certain temps, c'est pourquoi on les trouve normalement dans l'eau (Hernández, N.2018).

Ce parasite a une localisation principalement intestinale dans la portion distale du jéjunum et dans l'iléon, dont il parasite les microvillosités et il prend une position extra cytoplasmique et intracellulaire pour survivre et développer les différentes phases de leur cycle de vie (Khelef et al., 2007b). Ce pathogène cause ainsi des dommages aux tissus auxquels il s'attache (Curtis, H.2008).

- *Cryptosporidium hominis*

C'est la deuxième espèce la plus commune du genre *Cryptosporidium*. Ensemble avec *Cryptosporidium parvum* c'est l'un des protistes les plus largement utilisés comme agents responsables des infections du système digestif humain (Luján N, 2008) .

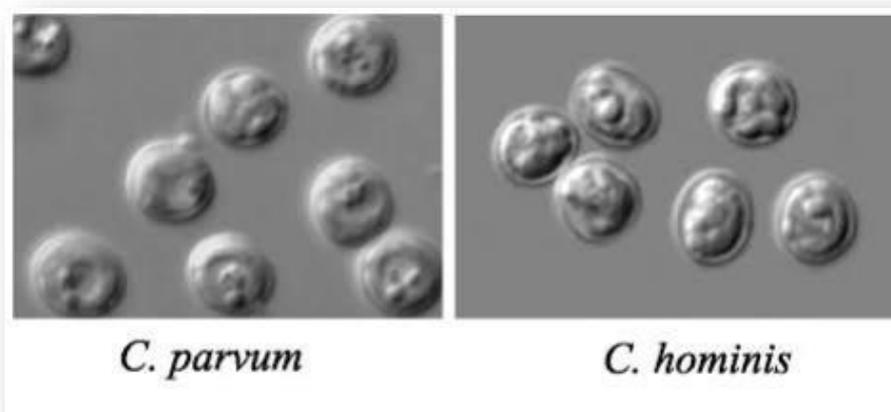


Figure 2: Oocyste de *cryptosporidium parvum* et *cryptosporidium hominis*(Fall et al 2003).

- *Cryptosporidium bovis*

Cryptosporidium bovis a été considéré comme un génotype du genre *Cryptosporidium* (génotype bovin B) (FAYER, 2010).

La différence entre les deux espèces de *Cryptosporidium* n'a été possible que grâce à l'utilisation de techniques de biologie moléculaire (utilisant les gènes SSUrRNA, HSP70 et le gène codant pour l'actine) où il a été observé que l'espèce *C. bovis* était incapable d'infecter des souris BALB/C nouveau-nées, ce qui n'a pas été le cas. Ils ne se produisent pas avec *C. parvum* (FAYER et al., 2005 ; FAYER, 2010).

Aussi les oocystes de *C. bovis* mesurent environ 4,89 µm de diamètre majeur et 4,63 µm de diamètre mineur (FAYER et al., 2005).

Les bovins infectés par *C. bovis* ne présentent pas de diarrhée, symptômes cliniques caractéristiques de la cryptosporidiose, comme dans les infections par *C. parvum* (FAYER et al., 2005).

4. Cycle biologique

Cryptosporidium est un parasite à multiplication intracellulaire obligatoire, et son cycle de vie s'achève en un seule hôte (c'est-à-dire un cycle monoxène). Cependant le parasite peut subir une série de transformations qui impliquent même les deux types de reproduction qui existent : asexuée et sexuée (Sponseller et al., 2014).

- ✓ Le cycle commence lorsque des oocystes sont ingérés ou inhalés par un hôte approprié (Dubey et al., 1990).

- ✓ Une fois les oocystes sont à l'intérieur du tube digestive de l'hôte, une phase d'excitation va prendre lieu (Rieux, 2013.), la paroi de l'oocyste s'ouvre le long d'une suture pour permettre la libération de quatre sporozoïtes infectieux (Widmer et al. 2007).

- ✓ Les quatre sporozoïtes vont atteindre la bordure en brosse des cellules épithéliales de l'intestin (Rieux, 2013). Ensuite ils vont s'attacher et envahir ces cellules grâce à un complexe apical (l'anneau apical, le conoïde et les organites sécrétoires) (Borowski et al. 2008).

- ✓ La formation de la vacuole parasitophore dans laquelle le parasite se réplique, en utilisant les nutriments et l'énergie de la cellule hôte à l'aide d'un organe nourricier (Umehiya et al. 2005)

✓ A l'intérieur du parasitophore, le sporozoïte se différencie en un trophozoïte sphérique (**Rieux. 2013**), qui va subir une phase de reproduction asexuée (schizogonie). Pour générer des mérontes.

✓ Chez *C. parvum*, il y a deux types de mérontes, type I et type II.

Les mérontes de type I ont six ou huit noyaux, chacun donne naissance à un mérozoïte, qui est structurellement similaire au sporozoïte mature.

✓ Les mérontes de type II ont quatre noyaux et génèrent quatre mérozoïtes. Lors de l'infection de nouvelles cellules hôtes, les mérozoïtes de type II, les mérontes peuvent initier la phase sexuée en se différenciant en un microgamont ou un macrogamont. Chaque macrogamont (équivalent à un ovule) peut être fécondé par un microgamète. Le produit de la fécondation, le zygote, se développe dans un oocyste.

✓ La dernière phase est la sporogonie. Dans cette phase le zygote se différencie en quatre sporozoïtes dans l'oocyste. Les oocystes entièrement sporulés sont libérés (**Cacciò et Widmer, 2014**).

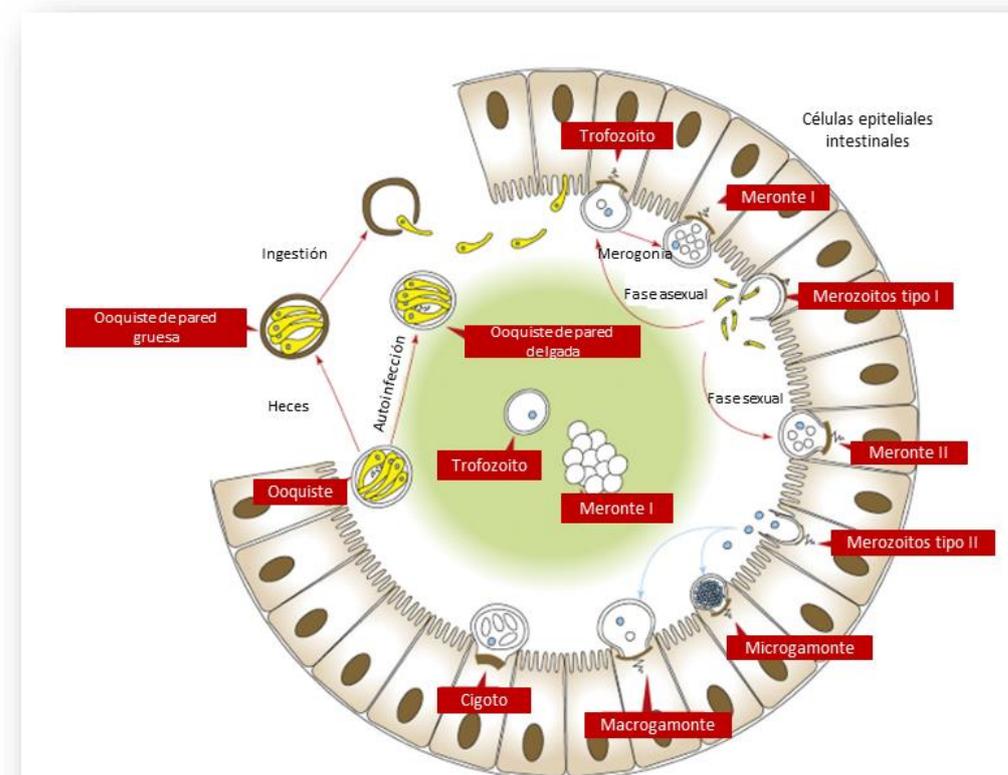


Figure 3: Schéma du cycle de *C. parvum* (Borowski et al., 2008).

5. Morphologie et stades parasitaires

La morphologie de *Cryptosporidium* est assez simple, comparée à d'autres parasites, il présente six formes morphologiques distinctes au cours de son cycle de vie.

- **Oocyste**

Les oocystes sont incolores, sphérique à ovale, et mesurent environ 3 à 6 µm de diamètre selon les espèces (**Pumipuntu et Piratae, 2018**). Les oocystes de *C. parvum* ont un diamètre de 4 à 6 µm. Lorsqu'ils sont excrétés, ils sont sporulés avec 4 sporozoïtes infectieux à l'intérieur, dont la forme est effilée et la taille de 2 µm x 0,8 µm.

Chaque oocyste est délimité par une double membrane, cette structure leur confère une grande résistance pour survivre face aux conditions défavorables de température et de sécheresse de l'environnement. Ils sont également résistants aux méthodes habituelles de traitement de l'eau potable (filtration, floculation, sédimentation et désinfection) qui sont inefficaces pour éliminer et inactiver les oocystes (**SCHWAB.,2021**).

À leur tour, ils ont la capacité de survivre à des températures comprises entre - 4°C et 4°C dans le sol, l'eau et les matières fécales pendant 12 mois. Cependant, ils peuvent être inactivés à -70°C pendant 1 heure et à -20°C pendant 24 heures, mais restent viables pendant plus de 8 semaines lorsqu'ils sont stockés à -5°C (**Olson et al., 2004**).

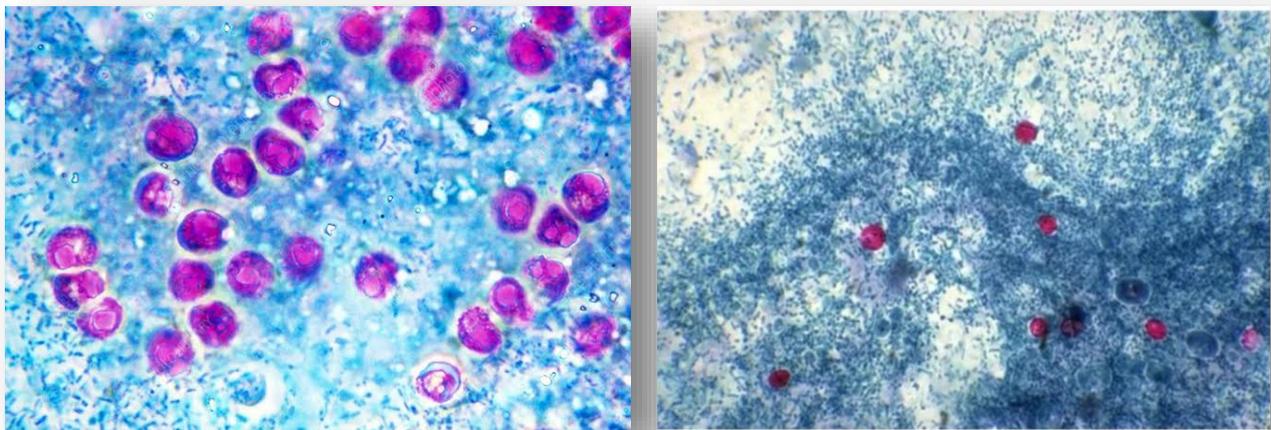


Figure 4: Oocystes de *Cryptosporidium* dans les selles colorées par la technique de Ziehl-Neelsen modifiée (Gargala., 2013)

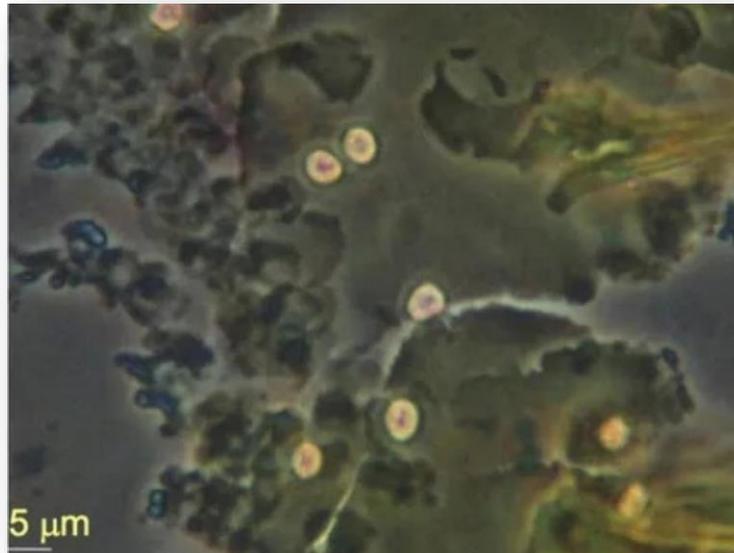


Figure 5: Oocystes de Cryptosporidium colorés par la technique de Heine, observés sous microscope à contraste de phase (objectif 40) (Gargala, 2013).

- **Les sporozoïtes**

Les sporozoïtes ont une forme libre et mobile, ils sont minces avec une forme d'arc et mesurent entre 1,5 μm à 1,75 μm de diamètre. L'extrémité antérieure contenant un noyau proéminent est arrondie. Ces sporozoïtes ne contiennent pas des mitochondries, des conoïdes et des micropores (Chapuy H.,2019).

Chaque oocyste contient jusqu'à quatre sporozoïtes, ces quatre sporozoïtes restent toujours parallèles les uns aux autres dans un oocyste et ne sont libérés qu'après une digestion partielle de l'oocyste. Les rhoptries, les micronèmes, les granules denses, Le noyau, les ribosomes, les microtubules ainsi que Les anneaux apicaux sont visibles par microscopie électronique (Borowski H.,2010).

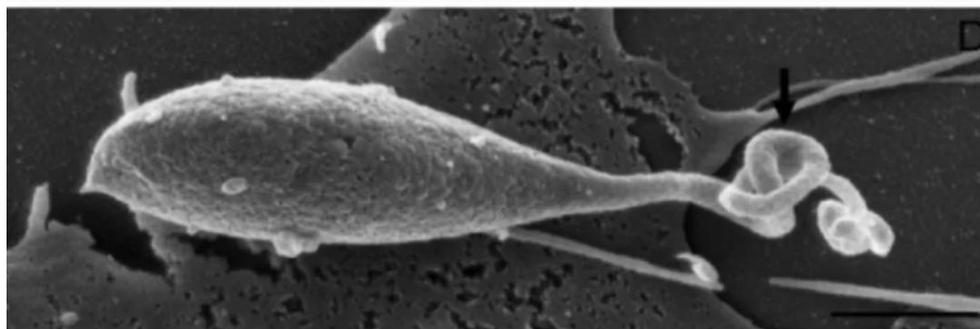


Figure 6: Image d'un sporozoïte de C. parvum en microscopie électronique à balayage (Borowski et al., 2010).

- **Trophozoïte**

Dans les entérocytes, les sporozoïtes se différencient ensuite en trophozoïtes intracellulaires. Les trophozoïtes sont la forme transitoire intracellulaire du parasite. Ils sont ronds ou ovales et mesurent 2 μm à 2,5 μm de diamètre. Chaque trophozoïte possède un noyau unique proéminent et un organelle d'attachement/nourricier bien développé montré par la flèche sur l'image.

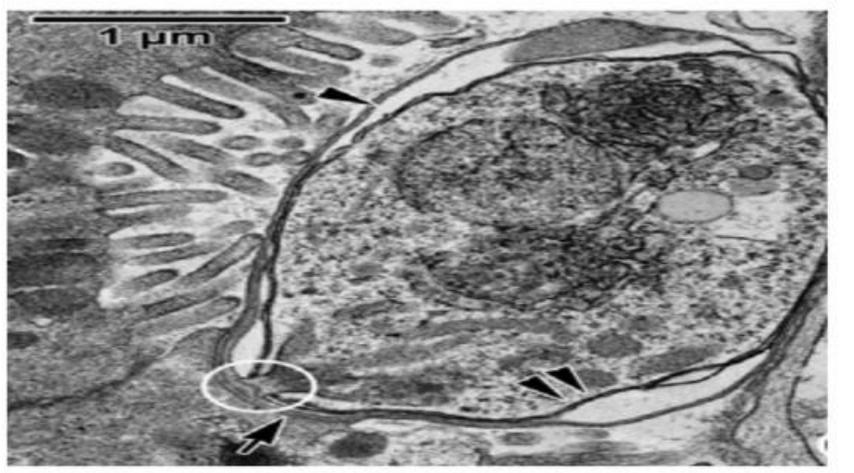


Figure 7: Image d'un trophozoïte (Borowski et al., 2010).

- **Mérontes**

Ces trophozoïtes se multiplient de façon asexuée par division nucléaire (mitotique) pour mener à la formation de mérontes de Type I contenant chacun six à huit merozoïtes .

Les merozoïtes restent attachés à un corps résiduel par leur extrémité postérieure. Puis une fois matures, les merozoïtes se séparent du corps résiduel, la membrane cellulaire de l'hôte entourant le méron 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 qui ressemblent à des sporozoïtes et amplifient les cycles infectieux asexués (Fayer et al., 2010).

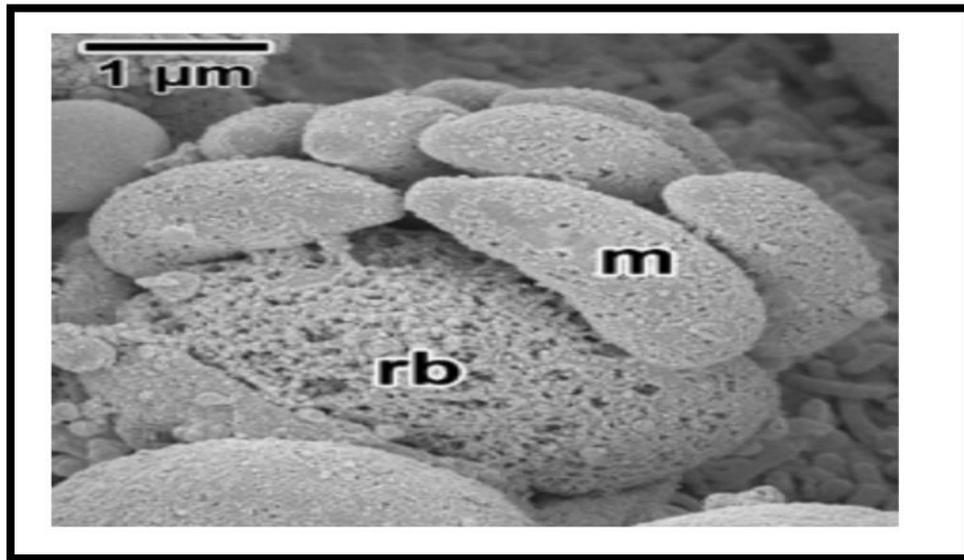


Figure 8: Méronte au microscope électronique par transmission *m* : mérozoïtes *rb* : corps résiduel (« residual body ») (Valigurova et al., 2008).

- **Microgamonte**

Certains mérozoïtes de type II envahissent de nouvelles cellules hôtes et amorcent une réplication sexuelle. A l'intérieur des cellules hôtes, certaines d'entre elles se différencient en formes mâles (microgamont) qui ressemblent aux mérontes, mais contiennent des noyaux plus petits. Un microgamont produit 16 microgamètes non panachés séparés de type tige qui ont une taille de 1,4 0,5 μm et une forme en tige avec une extrémité antérieure aplatie (Fayer et al., 2010).

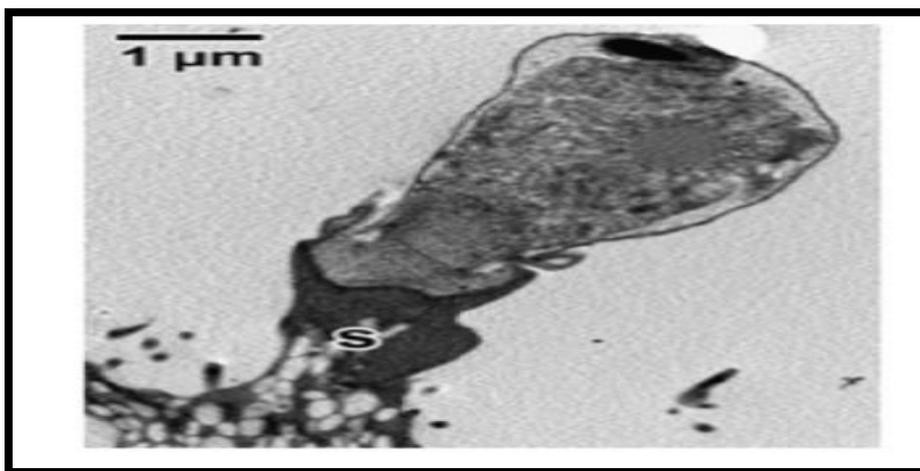


Figure 9: microgamont sous microscope électronique à transmission. *S* stem (Borowski et al., 2010).

- **Macrogamont**

Certains mérozoïtes de type II se différencient en une structure sphérique à ovoïde de 4 à 6 μm de diamètre ayant une position centrale un grand noyau à nucléole proéminent appelé macrogamont. Les microgamonts sont fertilisés par des microgamètes pour former des oocystes (zygotes).

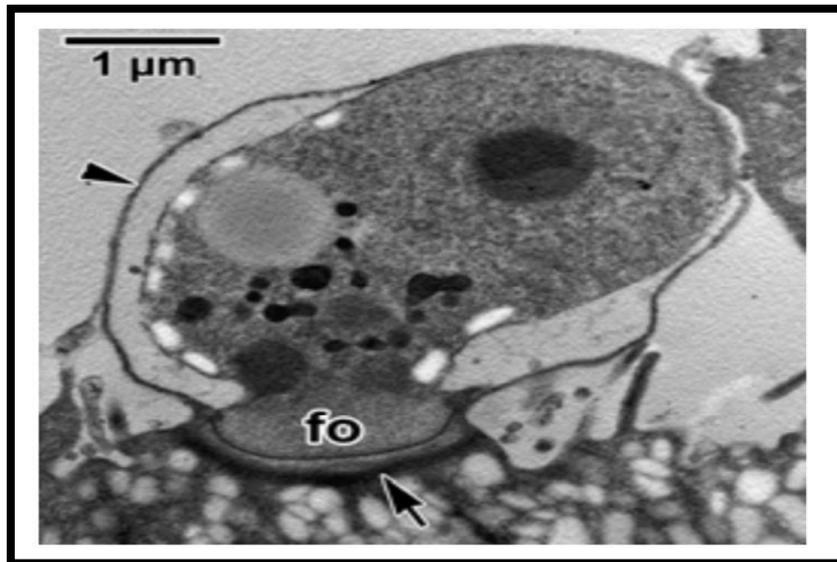


Figure 10: Macrogamont sous microscope électronique à transmission fo : organelle nourricier « feeder organelle » (Valigurova et al., 2008).

6. Pouvoir pathogène de *cryptosporidium*

Le parasite *Cryptosporidium* représente un problème majeur de santé publique, chez les humains et les animaux (Certad and Viscogliosi, 2021). Une fois des oocystes de *cryptosporidium* sont ingérées, les conséquences peuvent aller d'une diarrhée spontanément résolutive chez les individus immunocompétents ou provoquant des maladies potentiellement mortelle chez les hôtes immunodéprimés.

La gravité de cette parasitose dépend à la fois des facteurs tels que l'âge, l'environnement, les maladies coexistantes, le statut immunitaire de l'hôte, la pathogénicité et les facteurs de virulences du parasite (Dubey et al., 1990).

Les altérations spécifiques du micro biome de l'hôte étaient associées à croissance favorable des parasites cryptosporidien (Certad and Viscogliosi, 2021).

Cryptosporidium infecte principalement l'épithélium cryptosporidie où il envahit les entérocytes et se réplique intra cellulièrement pour donner lieu à plusieurs stades du cycle de vie asexué et sexué (Guérin and Striepen, 2020).

Des études ont montré que le *cryptosporidium* a tropisme digestive induit des lésions histologiques de l'épithélium intestinale telle que la diminution de volume des villosités et leur fusion ce qui provoque une diarrhée. D'autres études ont démontré une association entre *cryptosporidium* et le développement de néoplasies digestives (**Rieux, 2013**).

La première étape critique dans l'établissement d'une infection à *Cryptosporidium* est l'attachement du parasite aux cellules intestinales de l'hôte grâce aux organites apicaux sécrétoires (**Sunnotel et al., 2006**).

Une fois attaché plusieurs molécules vont être secrétées telle que les protéases (leur rôle est la dégradation des protéines, l'invasion des tissus et l'évasion de l'immunité de l'hôte) (**Bouزيد et al., 2013**), puis le parasite se niche dans une vacuole parasitophore qui est reliée à la cellule hôte par une membrane dont se protège de l'environnement intestinal hostile et s'alimente par la cellule hôte en énergie et en nutriments via un organite nourricier (**Sunnotel et al., 2006**) ce qui va mener à une mal absorption et peut aussi provoquer une inflammation, maladie de l'arbre biliaire entraînant une obstruction des voies biliaires, cholangite sclérosante, sténose papillaire et pancréatite.

Des études récentes ont montré que le parasite est capable de détourner le phénomène de l'apoptose à son profit et ça par inhibition de processus au stade trophozoïte et le déclencher au niveau de stade sporozoïte et mérozoïte (**Certad et al., 2017**).

Chapitre II

La cryptosporidiose

1. Définition de la maladie

La cryptosporidiose est une anthroponose cosmopolite dont l'agent infectieux est un protozoaire de genre *cryptosporidium*, les organismes infectés sont essentiellement les vertébrés et le site de développement est en générale l'épithélium gastro-intestinal(**Rieux., 2013.**).

Chez les êtres humains il provoque une diarrhée autolimitée chez les personnes immunocompétentes, mais potentiellement mortelle chez les immunodéprimés notamment ceux qui ont le syndrome d'immunodéficience acquise (SIDA) (**Bonnin et al., 2012.**).

Chez les animaux l'importance vétérinaire des *Cryptosporidium* spp a été soulignée par les associations de *C.meleagridis* avec la morbidité et la mortalité chez les dindes dans les années 1950 (**Slavin D. 1955.**).

C. parvum est maintenant considéré comme une cause économiquement importante de diarrhée néonatale chez les veaux et les agneaux (**Current W.,1991.**).

2. Chez l'homme

2.1 Épidémiologie

- Répartition géographique et prévalence de maladie

Cryptosporidium spp font partie des agents pathogènes diarrhéiques les plus répandus dans le monde (**Xiao and Griffiths, 2013.**). Plus de 70 pays sont touchés par cette maladie et leur prévalence mondiale était de 7,6 %, la fréquence de l'infection est probablement être 100 fois plus élevée que le nombre de cas rapportés (**Gerace et al. 2019.**).

Plusieurs paramètres influencent l'émergence de cette maladie telle que l'âge, le statut immunitaire et La malnutrition. La prévalence de cette maladie est plus importante chez les enfants moins de 5 ans, les personnes âgées et les individus immunodéprimés (**Korpe, 2021.**).

Dans les pays en développement, environ 20 % des enfants diarrhéiques sont atteints de cryptosporidiose plus de 200 000 décès d'enfants de moins de deux ans en Asie du Sud et en Afrique subsaharienne (**Korpe, 2021.**), contre 1 à 5 % en Amérique du Nord et en Europe.

Plus de 905 épidémies à *cryptosporidium* dans le monde d'origine hydrique et plus de 25 épidémies d'origine alimentaire responsable de plus de 8 millions de cas/an (**Ahmed and Karanis, 2020.**).

2.2 Les modes de transmission

La transmission de l'infection à *cryptosporidium* se fait par ingestion des oocystes pour *cryptosporidium* à tropisme digestive ou par inhalation pour ceux qui affecte le système respiratoire (Spickler, 2018), il y a quatre modes de transmission :

2.2.1 Transmission directe

- Le contact direct avec un hôte infecté est probablement la voie d'infection la plus importante dans la population humaine et aussi chez les animaux.

- Transmission zoonotique

La transmission zoonotique directe peut se produire après contact avec le bétail, en particulier les jeunes veaux, les chevreaux et les agneaux (Geurden and O'Handley, 2011), Le bétail est considéré comme une importante source de cryptosporidiose zoonotique depuis les années 1980.

Les contacts avec les veaux infectés ont été impliqués comme étant la cause de nombreuses petites épidémies de cryptosporidiose chez les étudiants vétérinaires, techniciens de recherche et les enfants fréquentant l'agriculture (Xiao and Feng, 2008), mais aussi les animaux sauvages sont une source potentielle de transmission zoonotique (Geurden and O'Handley, 2011).

Le contact direct avec ces animaux sauvages peut être considéré comme une source d'infection dans des circonstances particulières, comme un zoo ou un safari parcs (Geurden and O'Handley, 2011).

- Transmission anthroponotique (inter-humaine) .

Chez l'homme, la transmission par contact direct est fréquemment signalée, en particulier dans les milieux à forte concentration des hôtes sensibles tels que les garderies et les hôpitaux où la propagation de l'infection parmi les enfants, les patients et le personnel infectés a été bien documenté (Tzipori et Ward, 2002).

2.2.2. Transmission indirect

La transmission indirecte se fait généralement via l'eau contaminée ou bien avec des aliments lavés ou irrigués avec de l'eau contaminée par des matières fécales.

De nombreux aspects de la biologie de *Cryptosporidium* rendent le parasite particulièrement adapté à ce type de transmission. Ceux-ci comprennent les oocystes excrétés contenant des sporozoïtes entièrement infectieux qui peuvent rester viables pendant plusieurs mois dans un environnement frais et humide.

La résistance du parasite à la désinfection y compris le chlore (**Painter et al., 2015**), la basse température n'affecte pas les oocystes sur les fruits ils restent, viables pendant plusieurs semaines dans un réfrigérateur domestique (**Ryan et al., 2018**).

2.3 Facteurs de risque

- Le contact avec les animaux d'élevage infectés, en particulier les jeunes animaux (**Cacciò and Chalmers, 2016**).
- Le contact avec des personnes souffrant de diarrhée, en particulier les jeunes enfants (**Cacciò and Widmer, 2014**).
- Boire de l'eau contaminée.
- Voyager dans des pays moins industrialisés constitue un risque important de contracter la cryptosporidiose.
- Utilisation des piscines et loisirs aquatiques à la suite d'accidents fécaux dans ces derniers (**Davies and Chalmers, 2009**).
- Les facteurs de risque liés à l'alimentation comme la consommation de la viande mal cuite et des fruits, légumes mal lavés augmentent le risque d'infection (**Kooh et al., 2021**).
- Les facteurs liés à l'hôte peuvent influencer sur l'infection comme l'âge et l'immunodépression, donc les enfants de moins de 5 ans, les personnes âgées et les personnes atteintes de maladies de système immunitaire sont plus susceptibles d'attraper cette maladie (**Rieux, 2013**).

3. Chez les bovins

3.1 Epidémiologie

- Répartition géographique et prévalence de maladie

Les bovins sont parmi les principaux animaux d'élevages hôtes de *cryptosporidium* d'ailleurs ils sont les plus souvent infectés (**Hatam-Nahavandi et al., 2019**).

La prévalence varie de 6,25 à 39,65 %. Cette variation dépend à la fois de la zone géographique, type d'élevage et l'âge de l'animale (**Tarekegn, Tigabu, Dejene 2021**).

Selon la zone géographique, des études ont montré que le pourcentage de la maladie varie d'un pays à l'autre par exemple 82,7 % en Espagne et 39 % en Hollande.

En France il ont trouvé que le parasite est présent dans tous les élevages (**Fayer, 1998**), une étude réalisée sur un groupe de veaux (n = 30) depuis la naissance à 24 mois dans une seule ferme aux USA a montré que 96,6 % (29/30) des veaux étaient positifs pour *Cryptosporidium* à l'âge de 2 semaines(**Thomson et al., 2017a**).

Au royaume unie la prévalence de *cryptosporidium* est de 50 % des diarrhée diagnostiquée dans la période 2007- 2011 (**Deksne et al., 2022a**).

Selon le type d'élevage dans plusieurs études la prévalence de l'infection chez les veaux des troupeaux laitiers dépasse 60 % semble plus importantes que les élevages allaitant.

Selon l'âge, elle touche le plus souvent les veaux âgés de moins de 6 semaines (**Thomson et al., 2017b**).

Des études récentes en Lettonie ont montré que *C. parvum* plus fréquent chez les veaux (5–12 jours) et *C. bovis* (10–12 jours) (**Deksne et al., 2022b**).D'autres études suggèrent que l'infection par *Cryptosporidium* spp se produit dans les premières heures après la naissance (**Björkman et al., 2015; Garro et al., 2016**).

Généralement les mères durant la période de parturition excrètent un niveau élevé d'oocystes et ça pour des raisons immunologique, donc elles constituent une source de contamination au jeunes bovin(Deksne et al., 2022b).

✓ Les bovins âgés :

Les bovins âgés excrètent un nombre plus faible d'oocystes que les jeunes bovins, agissent comme une source d'infection pour les animaux plus jeunes(Deksne et al., 2022b).

➤ Rongeurs et insectes :

La vermine et les insectes pourraient être impliqués dans la dissémination de maladie tant que vecteurs mécaniques ou en tant qu'hôtes excréteurs du parasite (Deksne et al., 2022b).

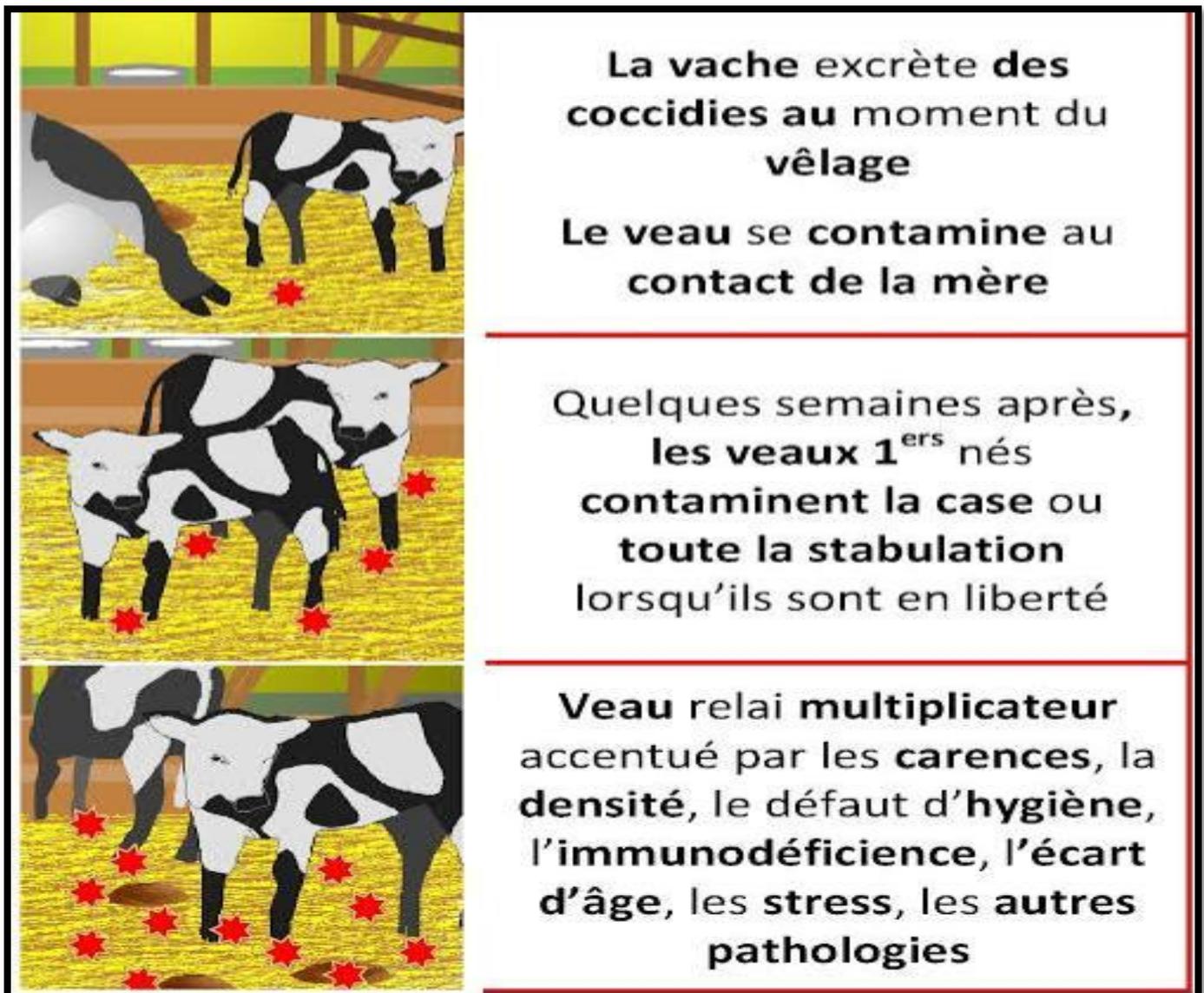


Figure 12: mécanisme de contamination chez les veau

3.4 Mode de transmission

La transmission entre animaux peut se faire directement, c'est-à-dire d'animal à animal ou indirectement via l'eau utilisée pour la désinfection, le personnel qui s'occupe des animaux, des locaux ou le matériel utilisé (Deksne et al., 2022b).

La voie d'infection la plus commune est un contact étroit avec les fèces diarrhéiques des animaux malades.

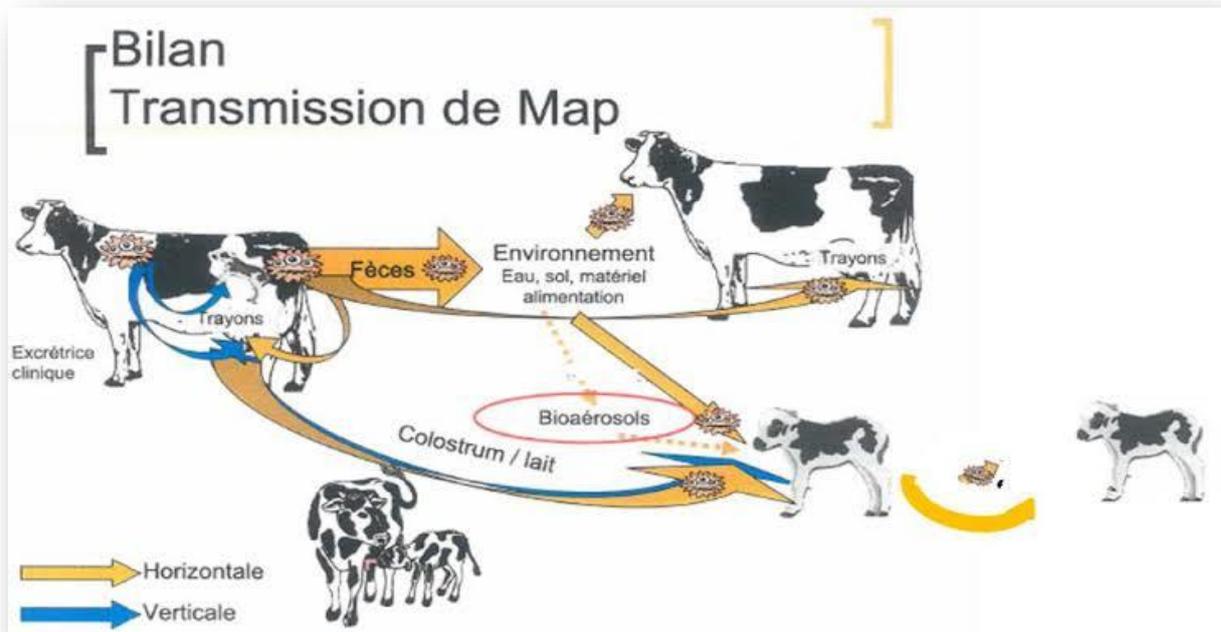


Figure 13: Transmission horizontale et verticale chez les bovins.

3.5 Les Facteurs de risque

➤ **Âge :**

La cryptosporidiose est essentiellement une maladie du nouveau-né, la plupart des cas cliniques se produisent entre l'âge de 5 et 15 jours chez les veaux. Chez les adultes, la maladie est généralement asymptomatique. (Castro H, 2002).

➤ **Race:**

Certaines études montrent que les bovins de race pure sont plus sensibles à l'infection que les races croisées (Deksne et al., 2022b).

➤ Densité animale :

La forte densité, la promiscuité des animaux est responsable d'une augmentation du risque de contamination, notamment dans les zones communes comme les abreuvoirs même si les animaux ne sont pas infestés mais peuvent transférer les oocystes entre eux (**Hannes et al., 2006**).

➤ Conduite d'élevage :

Chez les veaux, les maternités collectives, la surpopulation, le stress d'un sevrage trop précoce, les transports vers des marchés contribuent à une augmentation du risque de cryptosporidiose clinique surtout lorsque les animaux sont maintenus dans des mauvaises conditions d'hygiène.

➤ Saison :

La période à risque pour la contamination des veaux est l'hiver car c'est à cette période qu'il y a le plus grand nombre d'animaux dans la classe d'âge la plus à risque (**MOHAMMED W, 1999**).

✓ La vermifugation régulière

Des études réalisées en Estonie ont montré que les veaux avaient plus de chances d'excréter des oocystes de *cryptosporidium* lorsque ils reçoivent un traitement vétérinaire (**Deksne et al., 2022a**).

✓ La désinfection des boxes à veaux

Est un facteur de risque, car le plus souvent les désinfectants utilisés sont incapables d'éliminer les oocystes donc elle permet juste l'humidification de milieu ce qui donne un milieu favorable pour les oocystes (**Bogan, 2018**).

✓ Les étables à stabulation libres

Dans ce type d'étable les bovins infectés se déplacent librement ce qui permet la propagation des oocystes dans le troupeau (**Deksne et al., 2022**).

Chapitre III

Diagnostic de

cryptosporidiose

1. Clinique de la cryptosporidiose

- Les symptômes chez l'homme

Les symptômes de cette maladie ainsi que leur gravité varient en fonction de l'état immunitaire de la personne infestée (Certad G et al ., 2017). Généralement le symptôme principale est une diarrhée, ainsi que d'autres manifestations cliniques telle que les nausées, les vomissements, crampe abdominale, la fièvre et le perte de poids (GRIFFITHS, J.K ., 1998).

Chez les immunocompétents, l'infection est dite aigue dont l'hôte immunocompétent présente une diarrhée auto résolutive qui dure jusqu'aux 12 jours et peuvent être accompagnée d'autre signes cliniques mentionné ci-dessus (GRIFFITHS, J.K .,1998).

Chez les immunodéprimés on trouve trois formes d'infection la forme asymptomatique, la forme chronique et forme fulminante cette dernier elle arrive juste en cas d'une immunodépression sévère elle est caractérisé par une diarrhée très abondante 1L par heure. Dans ce cas la mortalité est très élevée (GRIFFITHS, J.K .,1998).

- Les symptômes chez le bovin

La maladie est souvent asymptomatique chez les bovins adultes. Chez les jeunes bovins, elle se manifeste par une diarrhée sévère, fréquente, jaunâtre a odeur désagréable (O'DONOGHUE, P., 1995) parfois accompagnée du mucus au de sang.

Ces signes provoquent une déshydratation, si la diarrhée persiste et le veau a généralement une baisse d'appétit puis un amaigrissement et des retards de croissance (DE GRAAF et al. 1999).

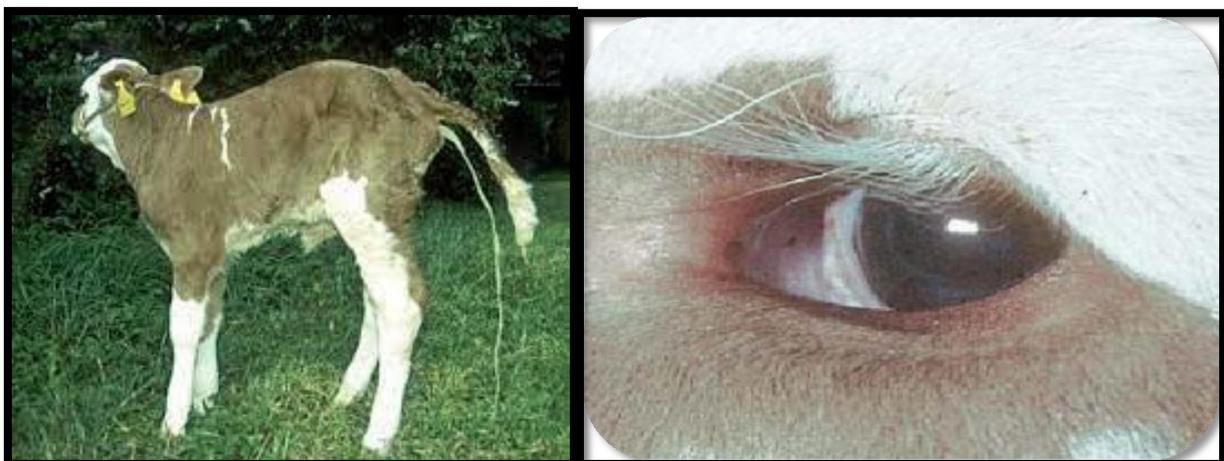


Figure 14: Les symptômes de la cryptosporidiose chez les bovins (diarrhée jaunâtre et Enfoncement des globes oculaires).

2 Le diagnostic coprologique

Les symptômes de la cryptosporidiose ne sont pas pathognomoniques, pour permettre de poser un diagnostic direct, donc il nécessite un diagnostic de laboratoire avec les différentes techniques microscopiques, immunologiques et moléculaires.

• Les méthodes microscopiques

Le diagnostic de routine de la cryptosporidiose repose généralement sur la détection microscopique des oocystes dans les frottis fécaux, après avoir réalisé 3 échantillons, prélevés à des jours différents (Gerace et al., 2019).

Une technique préalable à l'observation microscopique est la concentration pour une meilleure observation.

Deux méthodes sont les plus souvent utilisées, la première est la flottation au saccharose de Sheather flottation au sel saturé et formol-éther et une deuxième méthode qui est la sédimentation.

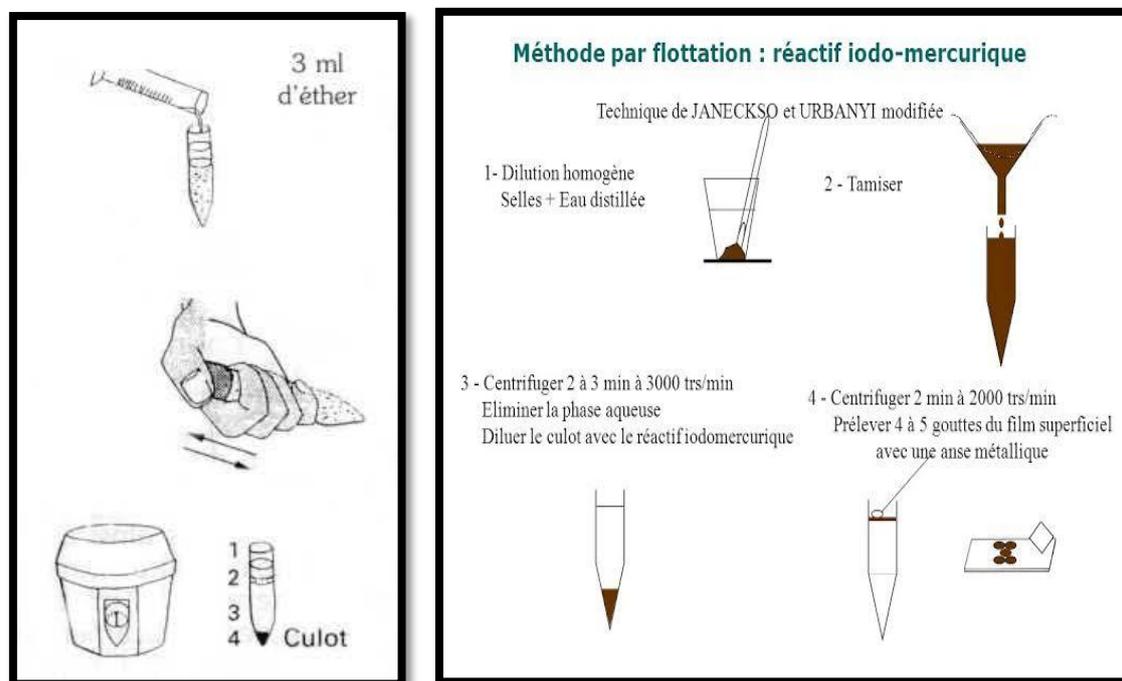


Figure 15: Méthode de flottation et de sédimentation.

A cause de leur très petite taille ($5 \times 4,5 \mu\text{m}$) l'observation des cryptosporidies ne sera possible généralement qu'après une coloration ou immuno-marquage. Plusieurs techniques de coloration et leurs modifications ont été décrites dans la littérature, tels que la coloration de Giemsa et Jenner.

L'oocyste apparaît semi-translucide avec un halo clair et étroit avec quatre à six rouges ou violets granules éosinophiles apparaissant sous forme de points (Khurana et Chaudhar, 2018).

En 1981, les propriétés acido-résistantes de *Cryptosporidium* ont été démontrées avec la Coloration Ziehl-Neelson pour une coloration différentielle. Après elle a été modifiée par Casemore et al pour des meilleurs résultats.

Une troisième coloration plus rapide que Ziehl-Neelson a été développée c'est la Coloration de Heine qui nécessite l'utilisation d'un microscope à contraste de phase (Rieux, 2013).

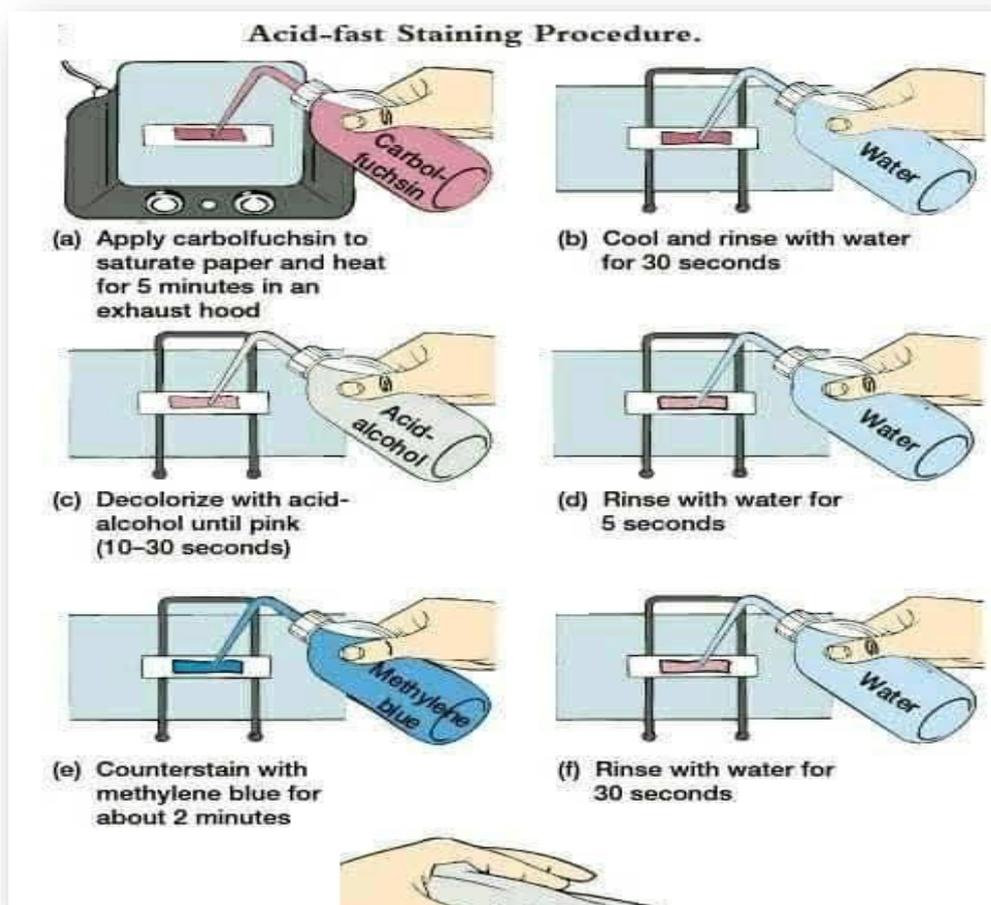


Figure 16: Identification microscopique des oocyste de *Cryptosporidium* par la coloration de ziehl_neelsen modifiée .

- Les techniques immunologiques

Afin d'éviter le recours à des microscopistes qualifiés et à des équipements spécialisés tels que des microscopes à fluorescence ,des techniques de diagnostic des antigènes fécaux

ont été développées telle que les dosages immunologiques (EIA) et les dosages immuno-enzymatiques (ELISA) (O'Leary et al., 2021a).

➤ Dosage immuno-enzymatique (ELISA)

On utilisant des kits qui ont des anticorps monoclonaux et polyclonaux dirigés contre l'antigène de surface du parasite (Ribeiro et al., 2022).



Figure 17: Test ELISA pour la détection de l'antigène de *Cryptosporidium* dans les matières fécales .

➤ Immunochromatographie

Elle est sous forme de bandelette qui se base sur la migration des antigènes par capillarité et permet la détection des antigènes de *Cryptosporidium* par un anticorps discret marqué par un colorant colloïdal (O'Leary et al., 2021). La présence de ce parasite se traduit par l'apparition d'un précipité sous forme de ligne sur la bandelette (Chartier et al., 2013).



Figure 18: Kits immunologique pour détection des oocystes de *Cryptosporidium* dans les matières fécales.

➤ Immunofluorescence directe

Il existe nombreux kits sur le marché utilisant des anticorps monoclonaux couplés à un fluorophore. Ces anticorps sont spécifiques aux antigènes de *cryptosporidium* .(Rieux.,2013).

• Les méthodes moléculaires

Les méthodes moléculaires se basent sur la détection de l'ADN. Ces derniers sont les plus sensibles et les plus rapides par rapport aux deux autres techniques décrites dessus. Elles permet une identification pas seulement de *cryptosporidium* mais aussi de l'espèce et de la souche (Bonnin et al., 2012), il existe divers méthodes de détection d'acide nucléique en utilisant le polymorphisme de longueur des fragments de restriction PCR (PCR-RFLP), multiplex allele-specific-PCR (MAS-PCR), et PCR quantitative en temps réel (Khurana and Chaudhary., 2018).

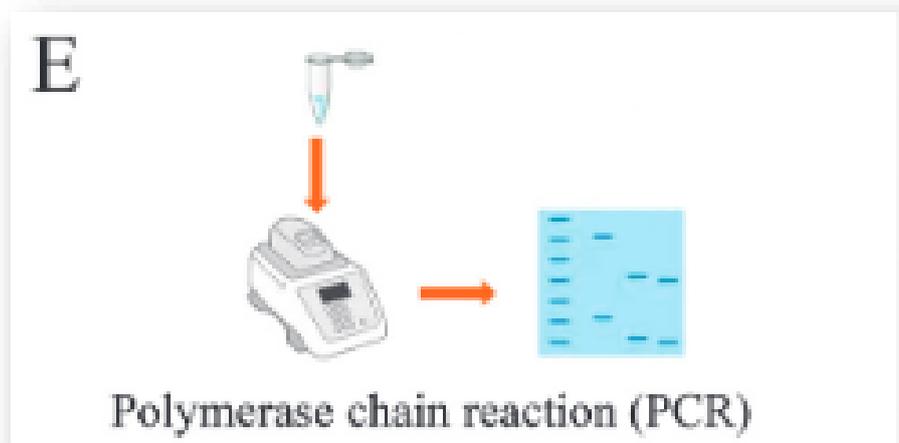


Figure 19: Détection par PCR de Cryptosporidium .

Tableau 5: sensibilité et spécificité des méthodes de diagnostic de cryptosporidium .

Méthode	Sensibilité %	Spécificité %	Remarque
Coloration Ziehl-Neelson modifié / coloration de Heine ¹	84	99	+ Peu cher, réactifs largement disponibles - Mauvaise sensibilité, chronophage
Auramine-phénol²	92	100	+ Bonne sensibilité - Microscopie à fluorescence
Immuno-fluorescence (utilisation d'anticorps)²	97	100	+ Meilleure sensibilité que l'auramine-phénol - Microscope à fluorescence que l'auramine-phénol
Immuno-enzymatique ELISA³	99	94	+ Facile d'utilisation, pas besoin d'opérateur qualifié - Besoin d'être confirmé
Immuno-chromatographie⁴	98	100	+ Facile d'utilisation, peu chronophage - Moins sensible que l'ELISA
PCR^{1,5,6}	100	100	+ Meilleures performances, spéciation et génotypage - Plus coûteuse que les autres techniques et chronophage

¹Morgan et al., 1998 ; ²Chalmers et al., 2011b ; ³Razakandrainibe et al., 2021 ; ⁴Llorente et al., 2002 ; ⁵Calderaro et al., 2011 ; ⁶Kaushik et al., 2008.

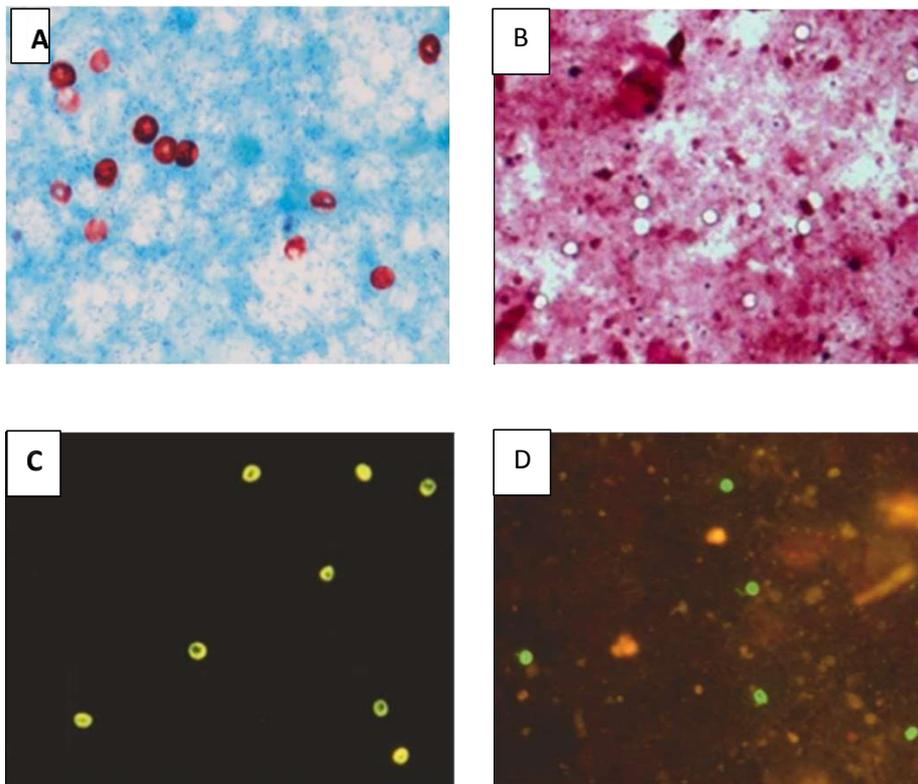


Figure 20: Photographies d’oocystes de *Cryptosporidium* observés par microscope optique après différentes colorations (A, B et C) et par microscopie à fluorescence (D).

(A) Coloration de Ziehl-Neelsen modifiée (**Robinson &Chalmers, 2020**). (B) Coloration négative de Heine (**Kar et al., 2011**). (C) Coloration à l’auramine-phénol (**Robinson &Chalmers, 2020**). (D) Immuno-marquage (**Robinson &Chalmers, 2020**). Les oocystes ont un diamètre d’environ 5µm.

3. Le traitement

- Chez l’homme

Chez les patients immunocompétents le traitement du cryptosporidiose est souvent symptomatique par Réhydratation orale ou intraveineuse (**Xiao et Griffiths ., 2013a**). Pour le traitement antiparasitaire plusieurs médicaments et combinaisons de médicaments tels que la rifaximine, l’azithromycine et la paromomycine ont été essayés, mais ne sont pas efficaces contre le parasite (**Bamaiyi et Redhuan ., 2017**).

A cause de sa position intracellulaire. Le nitazoxanide est le seul médicament antiparasitaire à large spectre approuvé par FDA (**O’Leary et al., 2021b**) mais n’est pas encore largement disponible dans le commerce (**Bamaiyi and Redhuan, 2017**). µ

Malheureusement la NTZ n'est pas systématiquement efficace pour les personnes immunodéprimés, le traitement de ces derniers à l'heure actuelle, consiste à corriger le déficit immunitaire, par exemple en traitant les patients infectés par le VIH avec des médicaments antirétroviraux (**Checkley et al., 2015**).

- Chez les bovins

Plus de 140 molécules ont été testées pour leur activité contre l'infection à *Cryptosporidium* et aucune n'a donné des résultats entièrement satisfaisants (**Paraud and Chartier, 2012**).

Auparavant, le seul traitement autorisé pour la cryptosporidiose chez les veaux est le lactate d'halofuginone (**Thomson et al., 2017c**).

Des études récentes ont montré que l'association des deux antibiotiques l'azithromycine et le toltrazuril est un traitement efficace pour la cryptosporidiose chez les veaux car elle arrête l'excrétion d'oocystes. Des traitement symptomatique pour prévenir une déshydratation ainsi que des électrolytes pour remplacer ceux perdus à cause de la diarrhée ont été recommandé (**Yagci et al., 2017**)

4. Prévention

- Chez l'homme

Des bonnes pratiques d'hygiène sont recommandées pour prévenir la transmission féco-orale de *cryptosporidium*, en particulier le lavage des mains, l'utilisation d'équipements de protection individuelle dans les fermes ou lorsque vous travaillez avec des animaux qui souffrent d'une diarrhée (**Spickler., 2018.**) .

Pour prévenir la transmission par les aliments il faut bien les cuire. Les oocystes sont tués par pasteurisation (72°C pendant 5 secondes) chauffage à 60°C pendant 30 minutes ou congélation à -7°C pendant 1 heure (**Xiao and Griffiths, 2013b**).

D'autres mesures préventives comprennent le traitement de l'eau par ébullition ou la filtration, les autres agents désinfectants tel que le chlore et l'eau de javel ne sont pas efficaces (**Spickler .,2018.**).

- Chez les bovins

- Hygiène des locaux

Les enclos doivent être propres, secs et chauds avec des mangeoires et des abreuvoirs surélevés pour minimiser l'exposition aux oocystes (**Robertson, L.J. et al. 1992**).

Un nettoyage et une désinfection à la vapeur, ou un nettoyage approfondi à l'eau chaude, suivi d'un séchage pour maintenir ces conditions (**Spickler ., 2018**).

- Gestion du troupeau

Les veaux doivent être élevés dans des conditions similaires et par groupes d'âge. Les veaux plus jeunes sont plus sensibles aux maladies et peuvent être vulnérables aux infections, s'ils sont déplacés dans un environnement contaminé par des veaux plus âgés (**Trotz-Williams, I.A. et al.,2011**).

- Alimentation

S'assurer qu'ils reçoivent des quantités adéquates de colostrum de bonne qualité au cours des premières heures de leur vie (**Meganck, V. et al., 2014**).

- Traitement préventif.

L'halofuginone peut être utilisée comme médicament préventif chez les veaux. Il peut être administré dans les 48 heures suivant la naissance (**Spickler., 2018**).

- Il existe des Procédures d'inactivation physique actives sur les oocystes de *Cryptosporidium*

- Température > 72,4 °C pendant 1 minute.
- Température > 64,2 °C pendant 5 minutes.
- Pasteurisation.
- Congélation à – 70 °C pendant 1 heure.

Partie Pratique

I. L'objectif d'étude

Notre étude a pour objectif, l'évaluation de la prévalence de *cryptosporidium* chez les bovins et l'étude des facteurs de risques associés à l'infection dans deux régions de la wilaya de Bouira : El Esmam et Sour El Ghozlane.

II. Matériels et méthodes

II.1. Région et durée d'étude

La wilaya de Bouira est située dans la partie Nord du pays, au Sud-Est de la capitale. Elle est limitée au nord par les wilayas Boumerdes et Tizi Ouzou ,au Sud par M'Sila et Médéa, à l'Ouest Blida et Médéa et à l'Est Bejaia et BBA.

Notre wilaya s'étend sur une superficie de 4 454 Km². La population totale de la wilaya est estimée à 820 050 habitants au 31/12/2017. Elle comporte 45 communes réparties sur 12 daïras .

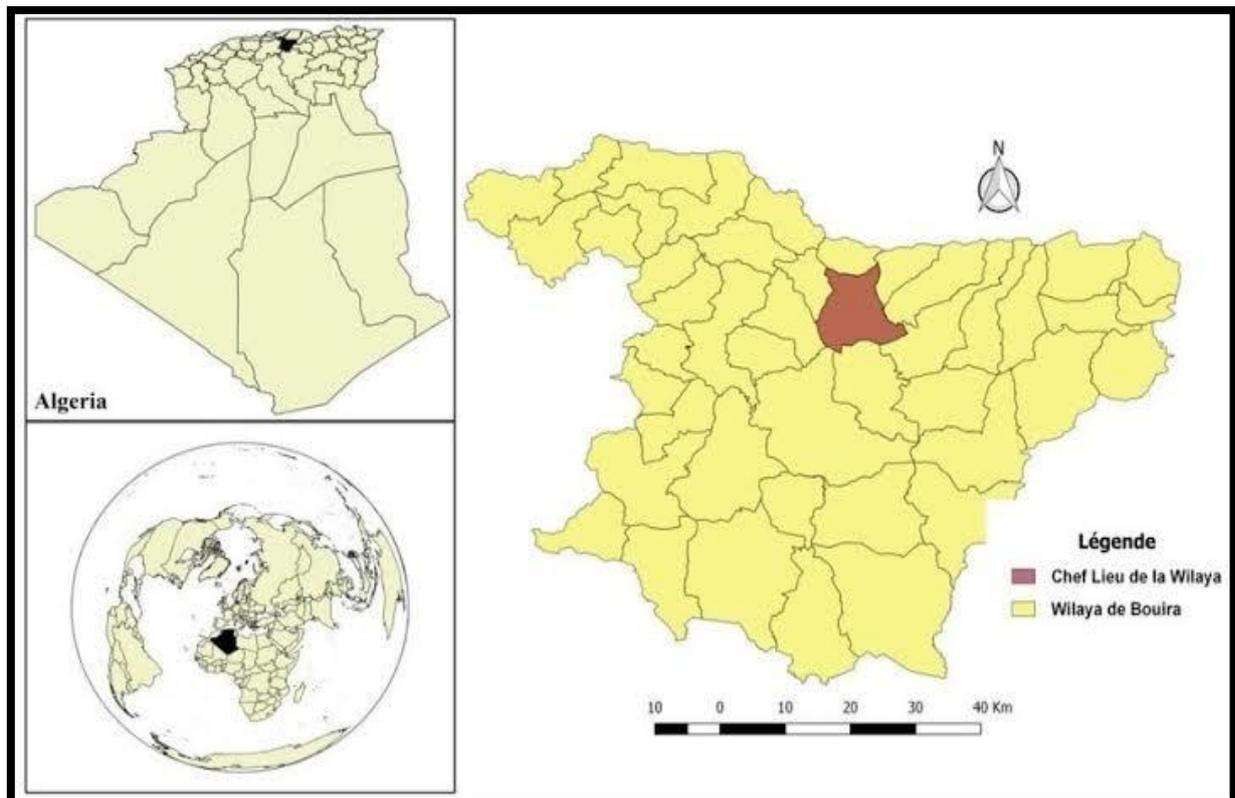




Figure 21 : A ,B : Carte géographique de la wilaya de Bouira (google 2022)

II.1.1. Climat

En été Le climat de la wilaya de Bouira est sec et chaud , en hiver froid et pluvieux. La pluviométrie peut se varier de 200 mm/an à 700 mm/an selon la zone, au nord elle a une moyenne de 660 mm/an et plaines du centre de 500 mm/an au niveau des et de dans la partie sud 400 mm/an.

II.1.2. Zones agricoles dans la wilaya

- Zone de montagne : 91.030 ha soit 31 % de la SAU
- Zone de plaine & piémont : 117.458 ha soit 40 % de la SAU
- Zone agro-pastorale : 85.157 ha soit 29 % de la SAU

II.1.3. L'élevage bovin dans la wilaya de Bouira

L'effectif bovin Dans la wilaya Bouira occupe la 2ème place avec 11 ,31% de l'effectif global (dont 5,61% de vaches laitières,).

La répartition de l'élevage bovin est fonction de l'altitude. il prédomine jusqu'à 1500m dans les plaines et les vallées.il représente 31% dans l'Ouest 26,43% dans le sud par alieur il ne représente que 13,5% et 14,93 et 13,49 dans les régions Centre et Nord et Est (DSA Bouira 2018).

Les différents échantillons prélevés sont issus de deux régions : El-Esnam située à 15km de la willaya de Bouira et Sour EL-Ghozlane située à 40 km de la willaya de Bouira durant les trois mois Mars , Avril , Mai 2022 .

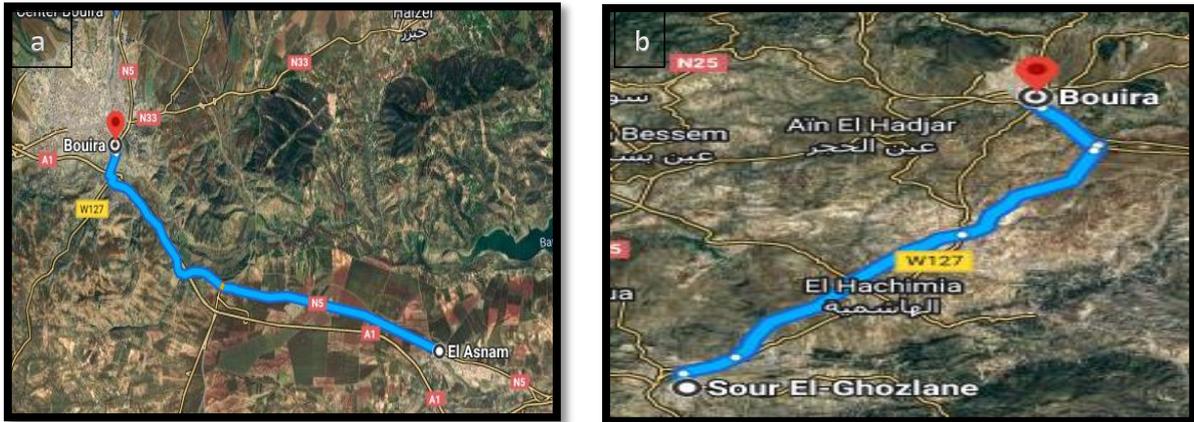


Figure 22: a- Situation géographique de la commune El-Esnam (Google earth).
II.2. Identification de la population ciblée

La population ciblée est constituée de 60 veaux appartenant aux races Montbéliard (figure 23), Prim Holshtein (figure 24), âgés de 7 jours à 1an.



Figure 23: Race Montbéliarde (photo personnelle 2022)



Figure 24: Race Prim Holstein .

II.3. Méthodes

II.3.1. Protocole de prélèvement

Deux techniques de récolte des échantillons ont été réalisées :

- Directement du rectum de bovin après nettoyage de la région anale et stimulation de l'anus avec l'index de la main gantée, puis récupérés dans des boites à copro numérotées.
- Des échantillons de diarrhées sont recueillies à partir du sol, dès leur émission à l'intérieure des boites à copro.

Le nombre des prélèvements est de 60 et l'âge des veaux étudiés est de 7 jours à 1 an.

Les prélèvements sont ensuite acheminés au laboratoire de la faculté SNV de l'université de Bouira.

Le tableau(06) ci-dessous représente la répartition des échantillons selon les régions .

Tableau 6: Répartition des échantillons.

Région	Effectif	Nombre de male	Nombre de femelle	Nombre des échantillons diarrhéiques	Nombre des échantillons non diarrhéiques
El -Esnam	29	18	11	19	10
Sour El-Ghozlen	31	19	12	16	15

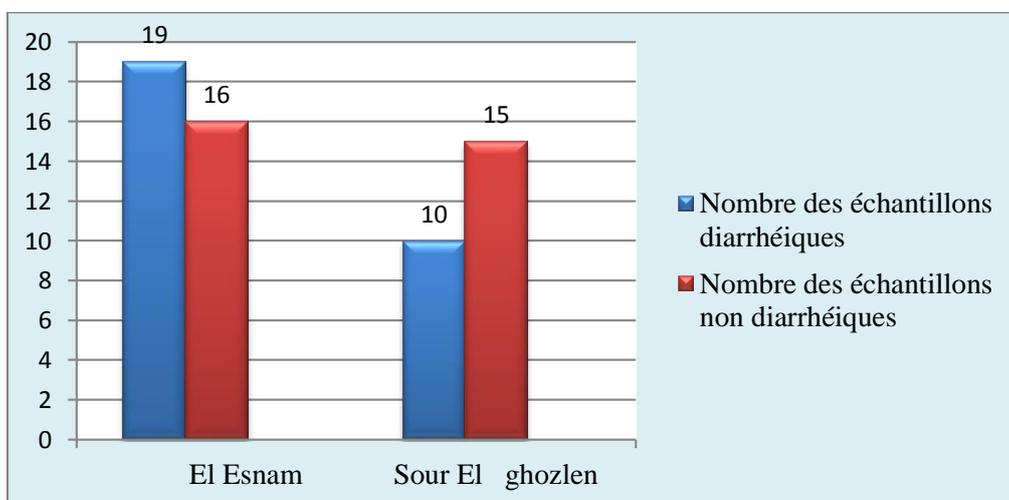


Figure 25: répartition des échantillons diarrhéiques et non diarrhéiques dans les deux régions.

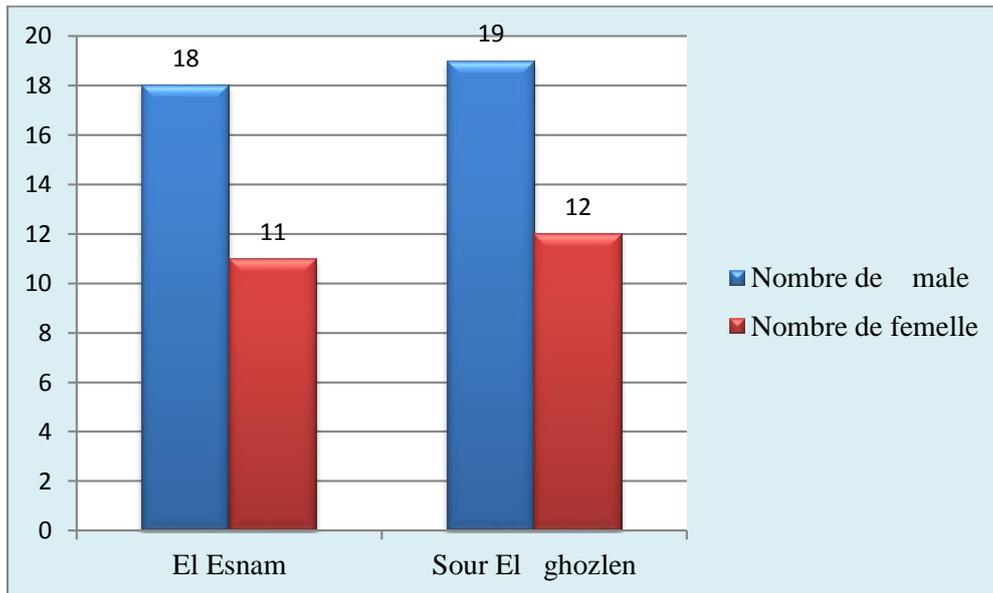


Figure 26: Répartition des échantillons selon le sexe dans les deux régions

II.3.2. La technique de coloration

Pour la mise en évidence des oocystes de *cryptosporidium* on a utilisé la technique de coloration zhihl-nelseen modifiée.

Les échantillons fécaux ont été testés par la technique de concentration de Ritchie simplifiée par Allen et Ridley (1970).Le but de cette technique est de réunir dans un faible volume, des parasites dispersés dans une masse de selle (**Achir&Hamrioui, 2010**).

Puis suivie de la coloration zhihl nelseen pour la mise en évidence des oocystes de *cryptosporidium*.

II.3.2.1 Mode opératoire

6 g de la matière fécale a été peser et mélanger avec le formol, le mélange est agité et tamisé avec une passoire pour éliminer les gros débris puis il décanté pour quelque seconde.

Le mélange a été versé dans des tubes coniques jusqu'à 2/3 de volume de tube et le reste est remplir avec l'éther .Les tubes sont centrifuger pendant 4 minutes (2500 tours / mn.

Après la centrifugation, on obtient dans chaque tube, 04 couches qui sont du haut vers le bas :

- Une couche d'éther de couleur jaune constituée de graisse.
- Un anneau composé de gros débris.
- Une couche aqueuse.

II.3.2.2 Préparation des frottis

Une goutte de culot a été déposée à l'aide d'une pipette pasteur, la goutte est étalée par une autre lame et fixée par le méthanol pur pendant 5 mn.

II.3.2.3 La technique de coloration ziehl- neelsen modifiée

Avec de la fuscine on colore les frottis préparés pendant une heure, après le rinçage des frottis, la décoloration est faite avec l'acide sulfurique à 2 % pendant 20 secondes.

La dernière coloration est faite avec le bleu de méthylène pendant 5 mn.

II.3.2.4 Observation microscopique

La lecture se fait au microscope optique à l'objectif G x 40 puis G x 100, avec l'huile à immersion à l'objectif 100 en mettant au point sur le coin supérieur gauche, puis en déplaçant la lame régulièrement d'avant en arrière ou de haut de bas à fin d'observer la lame dans son entier façon systématique .

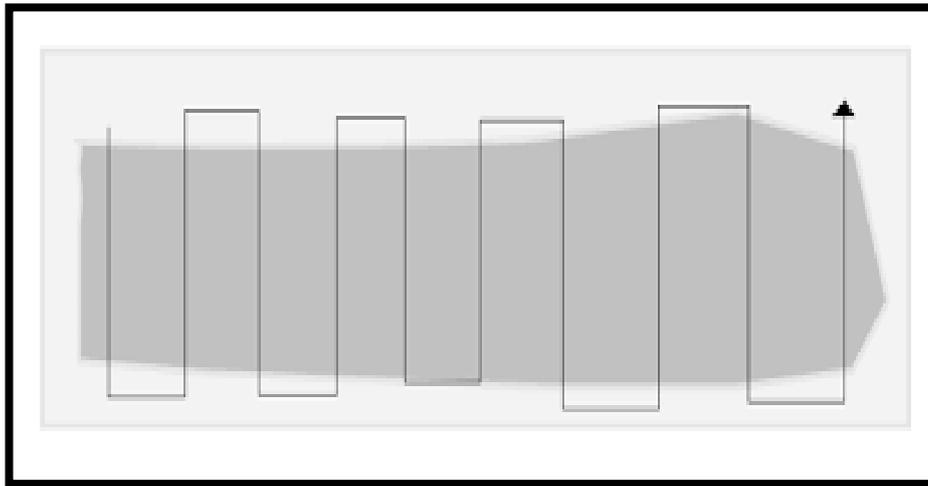


Figure 27: Technique de lecture des lames.

Les oocystes de *Cryptosporidium* sp apparaissent en rouge ou rose sur un fond bleu, les sporozoïtes colorés en rouge, les corps résiduels apparaissent plus clairs (figure 28).

Tous les autres éléments sont colorés en bleu de méthylène.

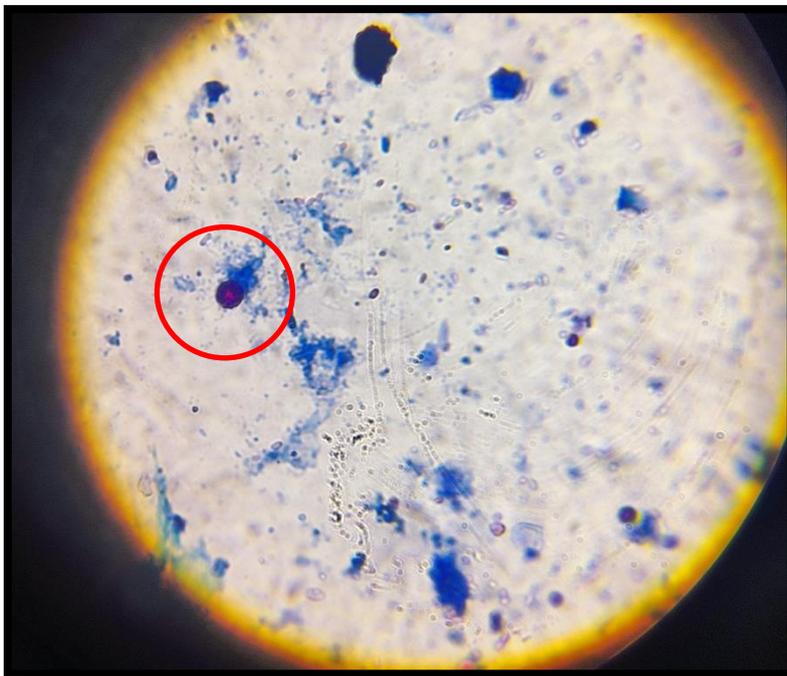


Figure 28: Oocyste de cryptosporidium sp (photo personnelle).

II.3.3 Analyse des données

Statistiques élémentaires : les données sont synthétisées à l'aide d'un ensemble de paramètres et de graphiques simples.

Statistiques inférentielles : La comparaison des résultats avec les différents facteurs de risque a nécessité l'utilisation d'un logiciel statistique (IBM SPSS 26). Les tests statistiques utilisés sont le khi2 et le test de Fisher exact à un risque d'erreur =5%.

Une différence est dite significative quand la valeur de p est inférieure à 0,05.

III.1 Résultats

III.1.1. Prévalence globale.

Le tableau 07 montre que sur 60 échantillons fécaux analysés, *Cryptosporidium sp* a été présenté dans 40 % des cas.

Tableau 7 : Prévalence de *Cryptosporidium spp* chez les veaux dans la wilaya de Bouira

Nombre de prélèvement	Echantillon positif	Echantillon négatif
60	24	36
Fréquence (%)	40	60

III.1.2. Prévalence globale en fonction des zones géographiques.

Le tableau 08 résume la répartition des échantillons positifs avec un taux de 15 % observé dans la région El-Esnam, alors que le taux dans la région Sour El-Ghozlane est de 25%.

Tableau 8: Prévalence de *Cryptosporidium spp* chez les veaux dans les deux régions d'étude.

Région	El- Esnam	Sour El -Ghozlane
Echantillons positifs	15 %	25%

III.1.3. Prévalence globale en fonction du sexe des animaux.

D'après la figure 29 et les 60 échantillons fécaux analysés, le *cryptosporidium* a été trouvé dans les deux sexes, mais avec un taux élevé chez les femelles qui est de 47.8%.

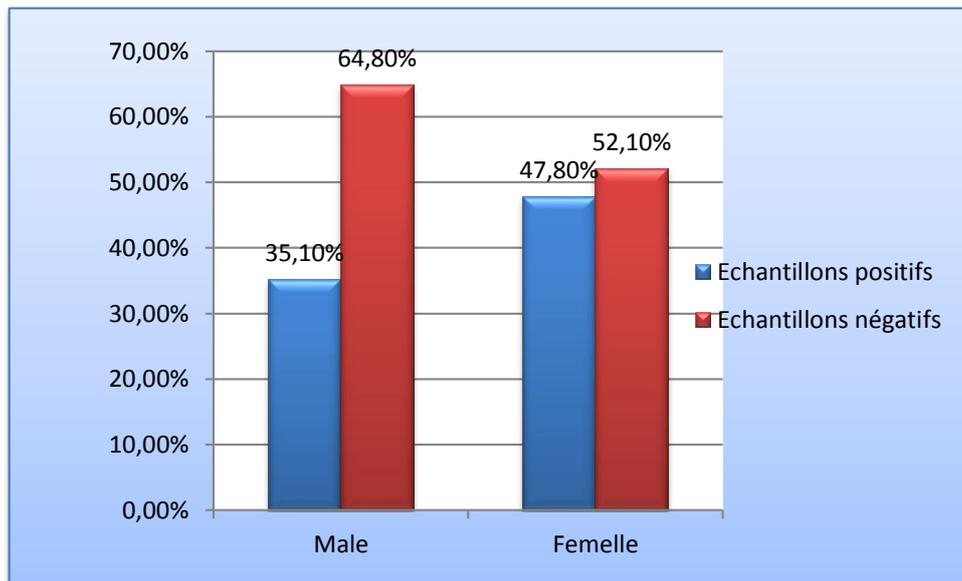


Figure 29: Représentation des échantillons positifs et négatifs chez les mâles et les femelles.

III.1.4. Prévalence globale en fonction de la race des animaux.

A partir de ces résultats, la race la plus touchée est montbéliarde avec un taux 42,8%.

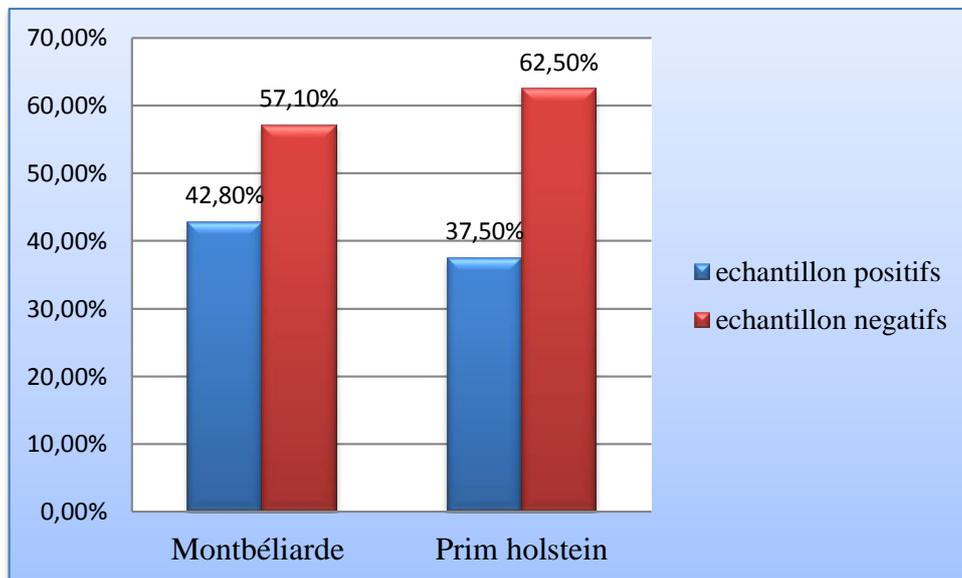


Figure 30: La répartition des échantillons selon la race.

III.1.5. Prévalence globale en fonction de l'âge des animaux.

L'oocyste de *cryptosporidium* a été présente presque dans tous les échantillons des bovins de tout âge mais on a constaté une légère prédominance chez les sujets de moins d'un mois avec un taux 21%.

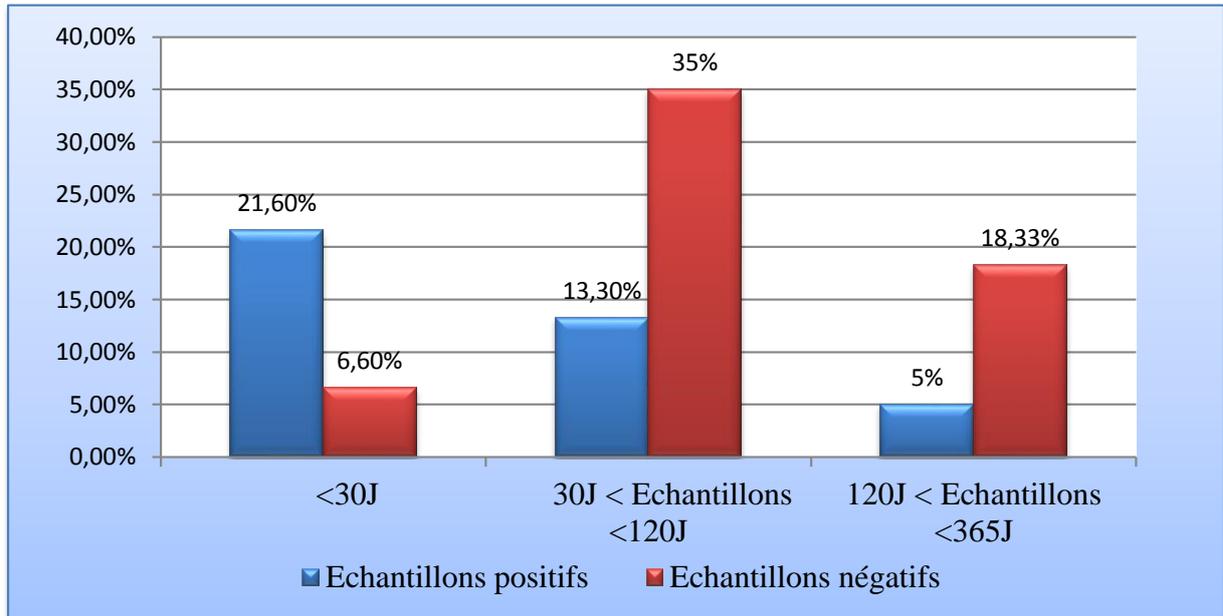


Figure 31: La représentation des échantillons selon l'âge.

III.1.6. Prévalence globale en fonction de la consistance des matières fécales.

On remarque que les échantillons diarrhéiques sont les plus infestés que les non diarrhéiques avec des taux de 54,20% et 20% respectivement.

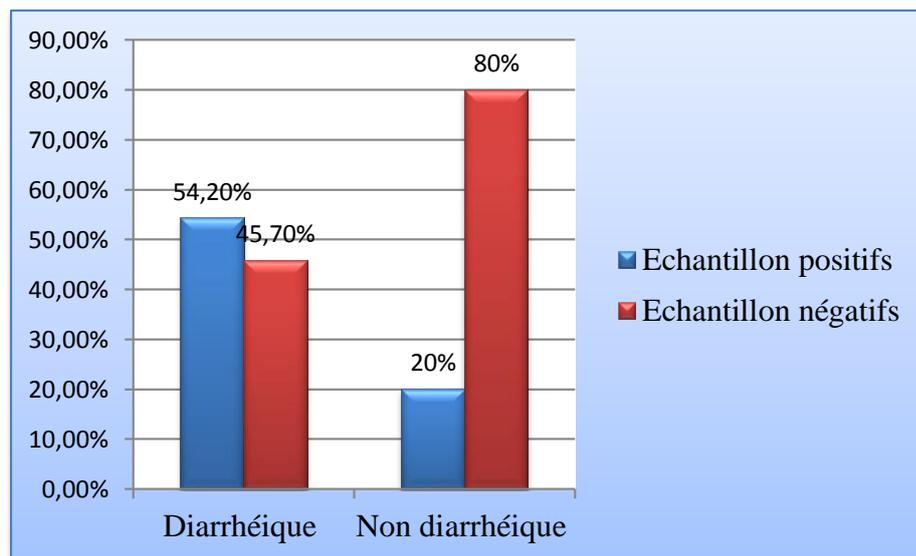


Figure 32: Distribution des échantillons selon la consistance.

III .1.7.Etude des facteurs de risque

La tranche d'âge la plus affectée est celle comprise entre 1 et 30 jours.

La prévalence chez les bovins dont l'âge est inférieur à 30 jours n'est cependant pas négligeable (21.6%).

La vulnérabilité des bovins est plus ou moins importante selon l'âge (p-value = 0,01), celui-ci constitue de ce fait un facteur de risque de sensibilité à l'infection.

Les autres facteurs ne sont pas révélés significatif dans notre étude ($P > 0.05$).

Tableau 9: Prévalence de l'infection à *Cryptosporidium spp* chez les bovins par rapport aux

Variabes	Catégorie	N+	N -	Nt	P
Age	<30 J	13	04	17	0.01
	[30-120[08	21	29	
	[120-365[03	11	14	
Sexe	Femelle	11	12	23	0.24
	Male	13	24	37	
Race	Prime Holstein			32	0.43
	Membeliard	12	16	28	
Consistance des MF	Diarrhéique	19	16	35	0.48
	Non diarrhéique	05	20	25	
Région	El Esmam	09	20	29	0.13
	Sour El Ghozlane	15	16	31	

variables épidémiologiques.

- Nt Nombre total
- N+ N de positif
- N- N de négatif

III.2. Discussion

Durant ces dernières années les diarrhées chez les animaux d'élevage ont été une préoccupation pour les éleveurs et les chercheurs à cause de leur morbidité et leur mortalité principalement chez les jeunes veaux. L'étiologie est multifactorielle dont l'agent pathogène (virus, bactéries, parasite) ainsi que les caractéristiques intrinsèques et extrinsèques des veaux.

Selon (**Guillou S 2002 et Smith C.M et al 1994**) la cryptosporidiose est une maladie multifactorielle dont la réceptivité des animaux dépend aussi bien de facteurs endogènes (statut immunitaire, sexe, âge et race) qu'exogène (alimentation, conditions d'élevage). La prévalence globale de la maladie en Algérie est de 36,7 % .

A la lumière de nos résultats obtenus lors de notre étude, *cryptosporidium* a été identifié dans les échantillons des deux zones d'étude, Sour El-Ghozlane et el Esmam.

40 % des échantillons ont été positifs, ces résultats similaires à une étude à petite échelle en Lettonie ou une prévalence de 41% a été rapportée (**Lassen, B., 2011**) et supérieure à celle rapportée par (**DADDA A et al ., 2021; Ouchene et al ., 2012**) ce qui revient peut-être aux mauvaises conditions d'élevages en matière d'hygiène d'alimentation, d'aération et d'humidité. Par ailleurs les études menées dans le centre et l'est de l'Algérie ont indiqué de faibles taux de prévalence de 13 % ,17%, 22,6%,22% (**Baroudi et al., 2017; Khelef et al., 2007, 2002; Ouchene et al., 2012**). Par contre à Bejaïa , Sétif et Souk Ahras une prévalence très élevée a été signalée (50,8%).

Une prédominance de *Cryptosporidium* sp dans la région de Sour El-Ghozlan a été révélée avec un taux de 25% ce qui est peut-être dû à l'humidité élevée et au non-respect des conditions d'hygiène et au climat de la région.

Pour le facteur sexe, on a enregistré que les femelles sont plus infectées que les mâles avec un taux de 47,8% qui est peut-être attribué au petit nombre des femelles dépistées.

D'autre part aucune variabilité de la présence de *Cryptosporidium* spp entre les deux sexes n'a été observée dans les études précédentes (**Laatamna.,2018 et al ; Hocine et al., 2016 ; Dārābus et al., 2001 ; Paul et al.,2008 ; Maurya et al., 2013**).

La race la plus touchée semble être montbéliarde avec un taux de 42,8%, en outre Prim holstein avec un taux de 37,5%, les études antérieures ne confirment pas vraiment l'existence de différences significatives de réceptivité et de sensibilité à l'infection entre les races des bovins (**Deksne et al., 2022**).

Discussion

D'autre part certaines études indiquent que les animaux de race pure sont plus sensibles que les animaux de race croisée (Imer et al., 2015 ; Brainrd et al., 2020), peut-être il est due à la récessivité de gène de réceptivité à cette maladie.

Selon (DADDA A et al., 2021; Ouchene et al 2012; Silverlås et al., 2010.), la maladie est principalement observée chez les veaux âgés de 8 jours jusqu'à 15 jours, expliquant que la cryptosporidiose est une maladie des jeunes animaux, qui est en relation avec l'immunité, car à ce moment les anticorps claustraux ont tendance à diminuer et le veau n'a pas complètement établi sa propre immunité (Deksne et al., 2022).

Les résultats de notre étude confirment les résultats démontrés par les études précédentes avec un taux de 21,6 %. Après la prévalence a diminué avec l'augmentation de l'âge 13%, 5%. Cependant des études antérieures montrent des résultats comparables à nos résultats suggérant que l'infection par *cryptosporidium* sp se produit dès les premières heures après la naissance (Björkman et al., 2015; Garro et al., 2016).

Les oocystes ont été trouvés dans les échantillons diarrhéiques et non diarrhéiques avec des taux de 54,2% et 20% respectivement. Ce qui est significatif que la cryptosporidiose peut être symptomatique ou asymptomatique dont le veau joue le rôle d'un réservoir pour le parasite (porteur sain).

Nos résultats pour les échantillons non diarrhéiques sont inférieurs par rapport à ceux rapportés par (Akam 2007; Baroudi D2005 ; Singh B2006) avec des taux 22,83%, 25,68%, 23,5% respectivement et par (Mazari B et al ; 2015) avec un taux de 37%. Pour les échantillons diarrhéiques nos résultats sont supérieurs à ceux retrouvés par (Akam 2007 ; Baroudi2005 D ; Singh B.B2006) avec des taux de 42,90%, 44,43% et 50,5% respectivement. Par (Mazari B et al ; 2015) ont rapporté un taux de 26,66%.

Une étude effectuée en Algérie par Ahmed yahia mohand a 2016 signalé un taux de 60% pour les échantillons diarrhéiques et qui est supérieur par rapport à nos résultats ainsi que pour les échantillons non diarrhéiques avec un taux de 30%.

Une autre étude effectuée en Espagne par (Castro-Hermid et al 2008), a signalé un taux de 39,1% pour les échantillons diarrhéiques, ce qui est inférieur à nos résultats. Il est à signaler que la prévalence mondiale varie entre 10% et 75% chez les veaux diarrhéiques.

IV. Conclusion

Notre étude constitue la première étude faite sur la cryptosporidiose chez les bovins dans la wilaya de Bouira.

Il a été montré que L'infection s'est avérée répandue chez les bovins. 40% des échantillons ont été positifs. Les facteurs de risque identifiés sont la zone, le sexe, la race, l'âge la consistance des matières fécales, ainsi que d'autre facteur lié aux conditions d'élevage sont associée à la maladie.

Ces facteurs sont importants pour définir les mesures de contrôle et de prophylaxie pour réduire l'infection.

Nos résultats indiquent que la région est une zone fortement endémique et aussi confirme que l'infestation peuvent être asymptomatique est le veau peut être considéré comme un réservoir et un vecteur mécanique pour la maladie.

Bien que elle ne représente pas la totalité des prélèvements de la zone étudié, donc il serait préférable pour mieux connaître la prévalence globale, de faire une étude plus approfondie pour explorer l'impact de cette maladie et les risques réels qui peuvent être causé par sa dissémination dans de nombreuses régions.

V. Recommandation

Il est nécessaire d'apporter quelques recommandations dans le but de minimiser l'impact de cette maladie, pour cela il conviendrait de :

- Respect des règles d'hygiène élémentaire en élevages par un nettoyage et une désinfection quotidienne en utilisant des produits efficaces telle que les désinfectants contenant le peroxyde dihydrogène et l'utilisation correcte de ces désinfectants.

- Nettoyage régulier d'enclos à veaux, nettoyage à la vapeur, car les oocystes sont sensibles aux températures extrêmes.

- Séparation des sujets malades des sujets sains et séparation des veaux des adultes.

- Les bonnes conditions d'élevages en matière d'alimentation, d'aération et d'hygrométrie.

- Changer le type de stabulation libre par stabulation entravée, en évitant la surpopulation.

- Administrer au veau du bon colostrum et des vitamines pour améliorer leur immunité.

- Elaboration d'un programme de sensibilisation des éleveurs vis-à-vis de cette maladie.

- Prévenir l'éleveur du caractère zoonotique de la pathologie.

- Pour éviter totalement l'infection, on conseille les éleveurs de placer les veaux dès leurs naissances dans un environnement propre.

- Poursuite des enquêtes afin d'affiner les résultats sous une expression statistique.

- Intégrer les veaux dans le programme national de lutte contre la cryptosporidiose .

- Elaborer un réseau d'épidémiologie-surveillance, impliquant tous les acteurs de la santé animale (vétérinaire, éleveur ...).

Références

Bibliographique

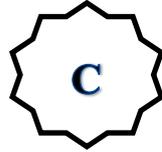


- Ahmed, S.A., Karanis, P., 2020. *Cryptosporidium* and Cryptosporidiosis : The Perspective from the Gulf Countries. *IJERPH* 17, 6824. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186824>
- Ahmed yahia Mohand Arab, 2016, Epidémiologie de la cryptosporidiose dans la station de l'institut national technique d'élevage de Baba-Ali,30-31.
- Atwill, E. R., Johnson, E. M., & Pereira, M. G. (1999). Association of herd composition, stocking rate, and duration of calving season with fecal shedding of *Cryptosporidium parvum* oocysts in beef herds. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 215(12), 1833-1838.



- Bamaiyi, P.H., Redhuan, N.E.M., 2017. Prevalence and risk factors for cryptosporidiosis: a global, emerging, neglected zoonosis. *Asian Biomedicine* 10, 309–325. <https://doi.org/10.5372/1905-7415.1004.493>
- Baroudi, D., Khelef, D., Hakem, A., Abdelaziz, A., Chen, X., Lysen, C., & Xiao, L. (2017). Molecular characterization of zoonotic pathogens *Cryptosporidium* spp., *Giardia duodenalis* and *Enterocytozoon bienersi* in calves in Algeria. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports*, 8, 66-69.
- Baroudi D. 2005. La cryptosporidiose bovine dans certain fermes de centre d'algerie et l'impact sur la sante humain. Mémoire de magister option zoonoses parasitaire .E.N.V.S. El Harrach.
- Björkman, C., Lindström, L., Oweson, C., Ahola, H., Troell, K., & Axén, C. (2015). *Cryptosporidium* infections in suckler herd beef calves. *Parasitology*, 142(8), 1108-1114.
- Borowski H, Clode PL, Thompson RC (2008) Active invasion and/or encapsulation ? A reappraisal of host-cell parasitism by *Cryptosporidium*. *Trends Parasitol* 24(11) :509–516. Doi :10.1016/j.pt.2008.08.002.
- Borowski H, Thompson RC, Armstrong T, Clode PL 2010. Morphological characterization of *Cryptosporidium parvum* life-cycle stages in an in vitro model system. *Parasitology*. Jan ; 137(1) :13-26.)

- Bouzid, M., Hunter, P.R., Chalmers, R.M., Tyler, K.M., 2013. Cryptosporidium Pathogenicity and Virulence. *ClinMicrobiol Rev* 26, 115–134.
<https://doi.org/10.1128/CMR.00076-12>.



- Cacciò, S.M., Widmer, G. (Eds.), 2014. *Cryptosporidium : parasite and disease*. Springer Vienna, Vienna.
<https://doi.org/10.1007/978-3-7091-1562-6>
- Cacciò, S.M., Chalmers, R.M., 2016. Humancryptosporidiosis in Europe. *ClinicalMicrobiology and Infection* 22, 471–480. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2016.04.021>.
- Castro-Hermida, J. A., González-Losada, Y. A., & Ares-Mazás, E. (2002). Prevalence of and risk factors involved in the spread of neonatal bovine cryptosporidiosis in Galicia (NW Spain). *Veterinary Parasitology*, 106(1), 1-10..
- Cavalier-Smith, T., 2014. Gregarine site-heterogeneous 18S rDNA trees, revision of gregarine higher classification, and the evolutionary diversification of Sporozoa. *Eur. J. Protistol.* 50, 472–495.
- Certad, G., Viscogliosi, E., Chabé, M., Cacciò, S.M., 2017. Pathogenic Mechanisms of *Cryptosporidium* and *Giardia*. *Trends in Parasitology* 33, 561–576.
<https://doi.org/10.1016/j.pt.2017.02.006>
- Certad, G., Viscogliosi, E., 2021. Editorial for the Special Issue : Epidemiology, Transmission, Cell Biology and Pathogenicity of *Cryptosporidium*. *Microorganisms* 9, 511.
<https://doi.org/10.3390/microorganisms9030511>
- Chapuy, Hélène D., 2019. Génotypage des souches de *Cryptosporidium* identifiées chez les veaux nouveau-nés et leurs mères en Bretagne. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse ENVT, , 119 p.
- Checkley, W., White, A.C., Jaganath, D., Arrowood, M.J., Chalmers, R.M., Chen, X.-M., Fayer, R., Griffiths, J.K., Guerrant, R.L., Hedstrom, L., Huston, C.D., Kotloff, K.L., Kang, G., Mead, J.R., Miller, M., Petri, W.A., Priest, J.W., Roos, D.S., Striepen, B., Thompson, R.C.A., Ward, H.D., Van Voorhis, W.A., Xiao, L., Zhu, G., Houpt, E.R., 2015. A review of the global burden, novel diagnostics, therapeutics, and vaccine targets for cryptosporidium. *The Lancet Infectious Diseases* 15, 85–94. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(14\)70772-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(14)70772-8)

Références bibliographiques

- Chermette, R., & Boufassa-Ouzrout, S. (1988). *Cryptosporidiose: une maladie animale et humaine cosmopolite*. Office international des épizooties.
- Cho, Y. I., & Yoon, K. J. (2014). An overview of calf diarrhea-infectious etiology, diagnosis, and intervention. *Journal of veterinary science*, 15(1), 1-17.
- Current, W. L., & Garcia, L. S. (1991). Cryptosporidiosis. *Clinical microbiology reviews*, 4(3), 325-358.
- Curtis, H., Barnes, S., Schneck, A. y Massarini, A., (2008). Biología. Editorial MédicaPanamericana. 7° edición.



- DADDA, A., & KH, A. O. (2021). Epidemiology of cryptosporidiosis in dairy calves in central and eastern Algeria. *Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society*, 72(4).
- Dărăbus, G. H., Cosoroaba, I., Oprescu, I., & Morariu, S. (2001). Epidémiologie de la cryptosporidiose chez les animaux dans l'Ouest de la Roumanie. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 152(5), 399-404.
- Davies, A.P., Chalmers, R.M., 2009. Cryptosporidiosis. *BMJ* 339, b4168–b4168. <https://doi.org/10.1136/bmj.b4168>
- De Graaf, D. C., Vanopdenbosch, E., Ortega-Mora, L. M., Abbassi, H., & Peeters, J. E. (1999). A review of the importance of cryptosporidiosis in farm animals. *International Journal for parasitology*, 29(8), 1269-1287.
- Dubey, J.P., Speer, C.A., Fayer, R. (Eds.), 1990. Cryptosporidiosis of man and animals. CRC Press, Boca Raton , Fla .



- Enemark, H. L., Ahrens, P., Lowery, C. J., Thamsborg, S. M., Enemark, J. M. D., Bille-Hansen, V., & Lind, P. (2002). *Cryptosporidium andersoni* from a Danish cattle herd : identification and preliminary characterisation. *Veterinary Parasitology*, 107(1-2), 37-49. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(02\)00083-3](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(02)00083-3).



- Fayer, R., Santín, M., & Xiao, L. (2005). *Cryptosporidium bovis* n. sp. (Apicomplexa: Cryptosporidiidae) in cattle (*Bos taurus*). *Journal of parasitology*, 91(3), 624-629.
- Fayer, R., Santin, M., & Trout, J. M. (2009). *Cryptosporidium* in cattle: from observing to understanding. *Giardia and Cryptosporidium: from molecules to disease*, 12-24.
- Fayer, Ronald. « Taxonomy and Species Delimitation in *Cryptosporidium* ». *Experimental Parasitology* 124, no1 (janvier 2010) : 90-97. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2009.03.005>.
- Fayer, R., Santin, M. & Macarisin, D. 2010. *Cryptosporidium ubiquitum* n. sp. In animals and humans. *Veterinary Parasitology*, 172(1-2) : 23-32.

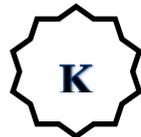


- Gargala, Gilles, 2013. La cryptosporidiose en France : une cause méconnue de Diarrhée aigüe. In : *Microbiologie clinique* [en ligne]. Paris.
- Garro, C. J., Morici, G. E., Utgés, M. E., Tomazic, M. L., & Schnittger, L. (2016). Prevalence and risk factors for shedding of *Cryptosporidium* spp. oocysts in dairy calves of Buenos Aires Province, Argentina. *Parasite Epidemiology and Control*, 1(2), 36-41.
- Geurden, T., O’Handley, R., 2011. Cryptosporidiosis : An Update, in : *Encyclopedia of Environmental Health*. Elsevier, pp. 781–788. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63951-6.00401-0>
- Gerace, E., Presti, V.D.M.L., Biondo, C., 2019. *Cryptosporidium* infection : epidemiology, pathogenesis, and differential diagnosis. *European Journal of Microbiology and Immunology* 9, 119–123. <https://doi.org/10.1556/1886.2019.00019>
- Ghariieb, R. M., Bowman, D. D., Liotta, J. L., & Xiao, L. (2019). Isolation, genotyping and subtyping of single *Cryptosporidium* oocysts from calves with special reference to zoonotic significance. *Veterinary parasitology*, 271, 80-86.
- Griffiths, J. K. (1998). Human cryptosporidiosis: epidemiology, transmission, clinical disease, treatment, and diagnosis. *Advances in parasitology*, 40, 37-85.

- Guérin, A., & Striepen, B. (2020). The biology of the intestinal intracellular parasite *Cryptosporidium*. *Cell Host & Microbe*, 28(4), 509-515.



- Hammes, I. S., Gjerde, B., & Robertson, L. (2006). Prevalence of *Giardia* and *Cryptosporidium* in dairy calves in three areas of Norway. *Veterinary parasitology*, 140(3-4), 204-216..
- Hatam-Nahavandi, K., Ahmadpour, E., Carmena, D., Spotin, A., Bangoura, B., & Xiao, L. (2019). *Cryptosporidium* infections in terrestrial ungulates with focus on livestock: a systematic review and meta-analysis. *Parasites & vectors*, 12(1), 1-23.
- Hernández, N., Hernández, L. y Cortés J. (2018). Criptosporidiosis y unasalud. *Revista de Salud Pública*. 20 (1).
- Hocine, A. R., Bouzid, R., Ladjama, M., & Khalef, D. (2016). Prevalence of *Cryptosporidium* oocysts in calves in two areas from Eastern Algeria. *J. Glob. Vet*, 17(4), 335-342.



- Khelef, D., Saib, M. Z., Akam, A., Kaidi, R., Chirila, V., Cozma, V., & Adjou, K. T. (2007). Épidémiologie de la cryptosporidiose chez les bovins en Algérie. *Revue de médecine vétérinaire*, 158(5), 260-264
- Khurana, S., Chaudhary, P., 2018. Laboratory diagnosis of cryptosporidiosis. *Trop Parasitol* 8, 2.
https://doi.org/10.4103/tp.TP_34_17.
- Korpe, P.S., 2021. The Silent Reservoir of Cryptosporidiosis. *Clinical Infectious Diseases* 72, 1367–1368.
<https://doi.org/10.1093/cid/ciaa228>.
- Kooh, P., Thébault, A., Cadavez, V., Gonzales-Barron, U., Villena, I., 2021. Risk factors for sporadic cryptosporidiosis : A systematic review and meta-analysis. *Microbial Risk Analysis* 17, 100116. <https://doi.org/10.1016/j.mran.2020.100116>

-



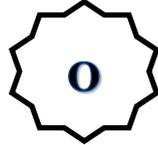
- Lassen, B. (2011). The prevalences of Eimeria and Cryptosporidium in large Latvian cattle herds. *Vet Med Zoot*, 54(76), 47-52.
- Lefay, D., Naciri, M., Poirier, P., & Chermette, R. (2000). Prevalence of Cryptosporidium infection in calves in France. *Veterinary Parasitology*, 89(1-2), 1-9.
- Le Guillou S., 2002. La cryptosporidiose des petits ruminants, le point vétérinaire pathologie ovine et caprine ,p122.
- Levine, N.D., 1980. Some corrections of coccidian (Apicomplexa: Protozoa) nomenclature. *J. Parasitol.* 66, 830–834.
- Luján, N. et Garbossa, G. (2008). Cryptosporidium : Cent ans plus tard. *ActaBioquímicaClínicaLatinoamericana.* 42 (2).



- Marwaha, J., Aase, H., Geist, J., Stoeckle, B. C., Kuehn, R., & Jakobsen, P. J. (2019). Host (Salmo trutta) age influences resistance to infestation by freshwater pearl mussel (Margaritifera margaritifera) glochidia. *Parasitology research*, 118(5), 1519-1532.
- Maurya, P. S., Rakesh, R. L., Pradeep, B., Kumar, S., Kundu, K., Garg, R., ... & Banerjee, P. S. (2013). Prevalence and risk factors associated with Cryptosporidium spp. infection in young domestic livestock in India. *Tropical Animal Health and Production*, 45(4), 941-946.
- Mazari Bouzide et Ouffa Amar , La cryptosporidiose bovine et les factures de risque dans la wilaya de Médéa et Ain-Defla, 43.
- Mohammed, H. O., Wade, S. E., & Schaaf, S. (1999). Risk factors associated with Cryptosporidium parvum infection in dairy cattle in southeastern New York State. *Veterinary Parasitology*, 83(1), 1-13.
- Monis PT ., Andrews rh ,Mayrhoferg ,Eypl. 2003. Geneticdiversitg Witham the morphologicalspecies Giardia intestinalis and itsrelationshipptohosOriginInfec.Gen . and E vol. 3(1) :29-38.



- Naciri, M., Lefay, M. P., Mancassola, R., Poirier, P., & Chermette, R. (1999). Role of Cryptosporidium parvum as a pathogen in neonatal diarrhoea complex in suckling and dairy calves in France. *Veterinary Parasitology*, 85(4), 245-257.
- Navin, T. R., & Juranek, D. D. (1984). Cryptosporidiosis: clinical, epidemiologic, and parasitologic review. *Reviews of Infectious Diseases*, 6(3), 313-327.



- Oie. 2005. Cryptosporidiose .Chapitre 2.10.9. Manuel terrestre de loie.
- O’Leary, J.K., Sleator, R.D., Lucey, B., 2021. Cryptosporidium spp. Diagnosis and Research in the 21st Century. Food and Waterborne Parasitology 24, e00131. <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2021.e00131>
- Olson, M. E., O’Handley, R. M., Ralston, B. J., McAllister, T. A., & Thompson, R. C. A. (2004). Update on Cryptosporidium and Giardia infections in cattle. Trends in Parasitology, 20(4), 185–191.
- Ouchene, N., Ouchene-Khelifi, N. A., Aissi, M., & Benakhla, A. (2012). Prévalence de Cryptosporidium spp. et Giardia spp. chez les bovins de la région de Sétif au nord-est de l'Algérie. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 65(3-4), 53-56.



- Panciera R.J., Thomassen R.W. et Garner F.M.: Cryptosporidial infection in calf. *Vet. Pathol.*, 1971, **8**, 479 - 484.
- Paraud, C., Chartier, C., 2012. Cryptosporidiosis in small ruminants. *Small Ruminant Research* 103, 93–97. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.10.023>
- Paul, S., Chandra, D., Ray, D. D., Tewari, A. K., Rao, J. R., Banerjee, P. S., ... & Raina, O. K. (2008). Prevalence and molecular characterization of bovine Cryptosporidium isolates in India. *Veterinary parasitology*, 153(1-2), 143-146.
- Pumipuntu, N., & Piratae, S. (2018). Cryptosporidiosis : A zoonotic disease concern. *Veterinary World*, 11(5), 681–686.



- Quilez, J., Sanchez-Acedo, C., Del Cacho, E., Clavel, A., & Causape, A. C. (1996). Prevalence of Cryptosporidium and Giardia infections in cattle in Aragon (northeastern Spain). *Veterinary parasitology*, 66(3-4), 139-146.



- Ramirez, Norma & Ward, Lucy & Sreevatsan, Srinand. (2004). A review of the biology and epidemiology of cryptosporidiosis in humans and animals. *Microbes and infection / Institut Pasteur*. 6. 773-85. [10.1016/j.micinf.2004.02.021](https://doi.org/10.1016/j.micinf.2004.02.021)
- Ribeiro, D.S.C., Martins, A.V., Lobão, L.F., Ribeiro, M.S., Palmer, J.P.S., Corrêa, L.L., Uchôa, C.M.A., da Silva, S., Meireles, M.V., Amendoeira, M.R.R., Barbosa, A. da S., 2022. Diagnosis, risk factors analysis and first molecular characterization of Cryptosporidium spp. in horses from Rio de Janeiro, Brazil. *Veterinary Parasitology: Regional Studies and Reports* 27, 100665. <https://doi.org/10.1016/j.vprsr.2021.100665>.
- Rieux, A. (2013). *Cryptosporidiose chez les ruminants domestiques en France: épidémiologie moléculaire et potentiel zoonotique* (Doctoral dissertation, Poitiers).
- [55] Rueckert, S., Betts, E.L., Tsaousis, A.D., 2019. The symbiotic spectrum: where do the gregarines fit? *Trends Parasitol.* 35 (9), 687–694.
- Ryan, U., Hijjawi, N., Xiao, L., 2018. Foodborne cryptosporidiosis. *International Journal for Parasitology* 48, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2017.09.004>.
- Ryan, U. M., Feng, Y., Fayer, R., & Xiao, L. (2021). Taxonomy and molecular epidemiology of Cryptosporidium and Giardia—a 50 year perspective (1971–2021). *International Journal for Parasitology*.



- Schwab, E. (2021). *Identificación molecular de especies de Cryptosporidium sp. de importancia zoonótica* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Luján).

Références bibliographiques

- Scott, C. A., Smith, H. V., & Gibbs, H. A. (1994). Excretion of *Cryptosporidium parvum* oocysts by a herd of beef suckler cows. *Veterinary Record*.
- Shafieyan, H., Alborzi, A., Hamidinejat, H., Tabandeh, M. R., & Hajikolaei, M. R. H. (2016). Prevalence of *Cryptosporidium* spp. in ruminants of Lorestan province, Iran. *Journal of Parasitic Diseases*, 40(4), 1165-1169.
- Singh, B. B., Sharma, R., Kumar, H., Banga, H. S., Aulakh, R. S., Gill, J. P. S., & Sharma, J. K. (2006). Prevalence of *Cryptosporidium parvum* infection in Punjab (India) and its association with diarrhea in neonatal dairy calves. *Veterinary Parasitology*, 140(1-2), 162-165.
- Silverlås, C., Emanuelson, U., de Verdier, K., & Björkman, C. (2009). Prevalence and associated management factors of *Cryptosporidium* shedding in 50 Swedish dairy herds. *Preventive veterinary medicine*, 90(3-4), 242-253.
- Slavin, D. (1955). *Cryptosporidium meleagridis* (sp. nov.). *Journal of comparative pathology and therapeutics*, 65, 262-IN23.
- Smith C.M., Sherman D.M., 1994. Goat medicine, Philadelphia: Lea & Febiger. p620.
- Smith, H. V., Nichols, R. A., & Grimason, A. M. (2005). *Cryptosporidium* excystation and invasion: getting to the guts of the matter. *Trends in parasitology*, 21(3), 133-142.
- Spickler, A.R., 2018. Cryptosporidiosis 9.
- Sunnotel, O., Lowery, C.J., Moore, J.E., Dooley, J.S.G., Xiao, L., Millar, B.C., Rooney, P.J., Snelling, W.J., 2006. *Cryptosporidium*. *Lett Appl Microbiol* 43, 7–16. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2006.01936.x>



- Thomson, S., Hamilton, C.A., Hope, J.C., Katzer, F., Mabbott, N.A., Morrison, L.J., Innes, E.A., 2017. Bovine cryptosporidiosis : impact, host-parasite interaction and control strategies. *Vet Res* 48, 42. <https://doi.org/10.1186/s13567-017-0447-0>.
- Toukmidine, K. (2021). *Étude des facteurs de risque de la cryptosporidiose chez les jeunes veaux en élevages Bretons* (Doctoral dissertation).
- Tzipori, S., & Griffiths, J. K. (1998). Natural history and biology of *Cryptosporidium parvum*. *Advances in parasitology*, 40, 5-36.: 5-36. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60116-5](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60116-5)



- Umemiya, R., Fukuda, M., Fujisaki, K., & Matsui, T. (2005). Electron microscopic observation of the invasion process of *Cryptosporidium parvum* in severe combined immunodeficiency mice. *Journal of Parasitology*, 91(5), 1034-1039.



- 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.



- Widmer, G., Klein, P., & Bonilla, R. (2007). Adaptation of *Cryptosporidium* oocysts to different excystation conditions. *Parasitology*, 134(11), 1583-1588.



- Xiao, L., & Fayer, R. (2008). Molecular characterisation of species and genotypes of *Cryptosporidium* and *Giardia* and assessment of zoonotic transmission. *International journal for parasitology*, 38(11), 1239-1255.
- Xiao, L., & Feng, Y. (2008). Zoonotic cryptosporidiosis. *FEMS Immunology & Medical Microbiology*, 52(3), 309-323..
- Xiao, L., Griffiths, J.K., 2013b. Cryptosporidiosis, in: *Hunter's Tropical Medicine and Emerging Infectious Disease*. Elsevier, pp. 673–679.
<https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-4390-4.00091-6> .



- Yagci, B., Ocal, N., YasaDuru, S., Akyol, M., 2017. The efficacy of a combination of azithromycin and toltrazuril for the treatment of calves naturally infected with cryptosporidiosis: a randomised, double-blind, placebo-controlled comparative clinical trial. *VeterinariMedicina* 62, 308–314.
<https://doi.org/10.17221/125/2015-VETMED>

Les annexes

Formol.

Ether.

Acide sulfurique.

Phénol.

Fushine phénique.

Éthanol.

Méthanol.

Bleu de méthylène.

Huile.

Eaux de robinet.

Verrerie

Verre à pied conique.

Béchers.

Tube conique.

Porte tube.

Éprouvette.

Pipettes Pasteurs.

Spatule.

Mortier.

Passoire.

Lames.

Lamelles.

Baron magnétique.

Appareillages

Balance électrique.

Agitateur magnétique.

Hotte chimique.

Centrifugeuse.

Microscope optique

Résumé

Notre étude a été menée durant la saison du printemps, dans deux daïra de la wilaya de Bouira ,Sour El-Ghozlan et El-Esnam. L'objectif de notre travail est de faire une contribution à l'étude de la prévalence de la cryptosporidiose bovine et sa relation avec divers facteurs de risques (la zone , le sexe , la race , l'âge ..). 60 échantillons fécaux ont été prélevés sur des veaux et des velles âgés de 7 jours à un an. Chaque échantillon a été identifié macroscopiquement pour déterminer la consistance. Les échantillons fécaux ont été analysés par la technique de ritchie simplifiée par Allen et ridley suivie par la coloration de ziehlneelsen modifiée par henriksen et Pohlenz. Une prévalence de 40% a été retrouvée confirmant ainsi la présence de cryptosporidium chez les bovins dans la région d'étude. Une forte prévalence de la maladie est révélée à Sour El-Ghozlen avec un taux de 25% par ailleurs à El-Esnam le taux est de 15%. La Cryptosporidiose bovine est endémique dans la wilaya de Bouira et des mesures préventives doivent être prises pour minimiser l'impact de la maladie dans les élevages bovins.

Mots clés : cryptosporidiumsp, veaux, technique de ritchie , coloration zhielneelsen, Bouira.

Summary

Our study was conducted during the spring season, in two daïra of the wilaya of Bouira, Sour El-Ghozlan and El-Esnam. The objective of our work is to make a contribution to the study of the prevalence of bovine cryptosporidiosis and its relationship with various risk factors (zone, sex, breed, age..). 60 fecal samples were collected from calves and ewes aged 7 days to one year. Each sample was identified macroscopically to determine consistency. Fecal samples were analyzed by the ritchie simplifies technique by Allen and ridley followed by the modified ziehlneelsen stain by henriksen and Pohlenz. A prevalence of 40% was found, thus confirming the presence of cryptosporidium in cattle in the study region. A high prevalence of the disease is revealed in Sour El-Ghozlen with a rate of 25%, moreover in El-Esnam the rate is 15%. Bovine cryptosporidiosis is endemic in the wilaya of Bouira and preventive measures must be taken to minimize the impact of the disease in cattle farms.

Key words: cryptosporidiumsp, calves, ritchie technique, zhielneelsen staining, Bouira.

ملخص

أجريت دراستنا خلال فصل الربيع في دورتين بولاية البويرة ، سور الغزلان والإسنام. الهدف من عملنا هو المساهمة في دراسة انتشار داء الكريبتوسبورديوس البقري وعلاقته بعوامل الخطر المختلفة (المنطقة ، الجنس ، السلالة ، العمر ، إلخ). تم جمع 60 عينة براز من العجول و العجلات التي تتراوح أعمارها بين 7 أيام وسنة. تم تحديد كل عينة بشكل مجهري لتحديد الاتساق ، وتم تحليل عينات البراز بواسطة تقنية ريتشي المبسطة بواسطة ألين وريدلي متبوعة بصبغة زيلنلسن المعدلة بواسطة هنريكسن وبوهلينز. تم العثور على انتشار بنسبة 40 ٪ ، مما يؤكد وجود الكريبتوسبورديوم في الماشية في منطقة الدراسة. وظهرت نسبة انتشار عالية للمرض في صور الغزلان بنسبة 25٪ وفي منطقة الأسنام 15٪. داء خفيات الأبواغ البقري مستوطن في ولاية البويرة ويجب اتخاذ تدابير وقائية لتقليل تأثير المرض في مزارع الماشية.

الكلمات المفتاحية: كريبتوسبورديوم ، عجول ، تقنية ريتشي ، زيهل نيلسون ، البويرة

