

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



Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Vétérinaires

Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Docteur

en

Médecine vétérinaire

THEME

**Etude bibliographique sur
l'haemonchose chez les ovins : aspect
épidémiologique, clinique, diagnostic et
méthodes de lutte**

Présenté par :

Melle AOUICHA Hamida

Soutenu publiquement, le 28 Octobre 2021 devant les jurys :

Mme Aissi Miriam

Professeur (ENSV)

Président (e)

Mr Abdelaziz Abdelhafid

MAA (ENSV)

Examineur

Mr Baroudi Djamel

MCA (ENSV)

Promoteur

Remerciement

Avant tous j'adresse mes gratitudes à mon seigneur الله qui m'a donné le raisonnement et la connaissance, de la santé et de la volonté.

En second lieu, Mes remerciements vont aux membres de jury, et d'avoir accepté d'examiner et évalué ce travail.

Mes vifs remerciements vont au *Dr. BAROUDI Djamel* qui m'a encadrée pour mener ce travail à terme.

Mes remerciements vont également à mes chers parents et mes frères pour m'avoir soutenu durant mes études.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui ont participé dans ce travail.

Dédicaces

A mes très chers parents, qui se sont sacrifiés toute leur vie pour que je

réussisse dans

mon cursus, qui grâce à eux j'ai pu atteindre ce niveau, qui ont et toujours à

mes côtés

Pour me soutenir dans les moments les plus difficiles, Que dieu leur donne

longue vie et une bonne santé.

A ma sœur Imane et mes frères Adel et Nassim,

A mes grands-pères, mes grands-mères, mes tantes et oncles et tous mes

cousins et cousines.

A mes amis : Messouda, Kahina, Adlane.

A toutes les personnes chères à mon cœur.

- Hamida -

Résumé

Haemonchus contortus est un helminthe nématode, qui se localise au niveau de la caillette du mouton. On considère souvent ce parasite comme le plus redoutable pour les moutons parce qu'il se nourrit du sang de son hôte (hématophage), l'évolution de la maladie est en effet très rapide après l'infestation. Son cycle est de l'ordre de 15 jours en conditions favorables de température et de l'humidité.

L'animal atteint d'haemonchose développe donc une anémie qui apparaît souvent rapidement, par une pâleur des muqueuses, une faiblesse de l'animal et une respiration plus rapide, un œdème sous-mandibulaire couramment appelé « signe de la bouteille » est fréquemment constaté. Les symptômes peuvent apparaître dans le rumen puis évoluent rapidement vers la mort.

Par des examens coproscopique, ou par une autopsie après la mort de l'animal, on peut confirmer le diagnostic de la maladie par le dénombrement des *Haemonchus* dans la caillette. Les moyens de lutte contre l'haemonchose ovine pourraient à l'avenir se baser sur la sélection d'animaux résistants ou sur des schémas vaccinaux efficaces afin de restreindre l'utilisation abusive et non raisonnée des anthelminthiques sur le terrain.

Mots clés : Etude bibliographique, *Haemonchus contortus*, aspects cliniques, Epidémiologie, diagnostic, méthodes de lutte.

Abstract:

Haemonchus contortus is a nematode helminth, which is located in the abomasum of the sheep. This parasite is often considered the most dangerous for sheep because it feeds on the blood of its host (hematophagous), the evolution of the disease is indeed very fast after the infestation. Its cycle is about 15 days in favorable conditions of temperature and humidity.

The animal affected by haemonchosis develops an anemia which often appears rapidly, with a paleness of the mucous membranes, a weakness of the animal and a faster breathing, a submandibular edema commonly called "sign of the bottle" is frequently noted. Symptoms may appear in the rumen and then rapidly progress to death.

By coproscopic examination, or by autopsy after the death of the animal, the diagnosis of the disease can be confirmed by counting Haemonchus in the abomasum. Future control of haemonchosis in sheep could be based on the selection of resistant animals or on effective vaccination schemes to restrict the overuse of anthelmintics in the field.

Key words: Bibliographic study, Haemonchus contortus, clinical aspects, epidemiology, diagnosis, control methods.

ملخص:

Haemonchus contortus هو طفيلي من الديدان الخيطية ، والذي يقع على مستوى المعدة الرابعة للأغنام. غالبا ما يعتبر هذا الطفيلي الأكثر خطورة بالنسبة للأغنام لأنه يتغذى على دم مضيفه (hematophagus)، وتطور المرض سريع جدا بعد الإصابة. تبلغ مدة الدورة حوالي 15 يوما في الظروف المواتية من درجة الحرارة والرطوبة.

الحيوان المصاب بالhaemonchose تتطور حالته إلى فقر الدم الذي غالبا ما يظهر بسرعة، عن طريق شحوب الأغشية المخاطية، وضعف الحيوان والتنفس بشكل أسرع، وغالبا ما يلاحظ انتفاخ تحت الفك السفلي يسمى بـ «sign de la bouteille». يمكن أن تظهر الأعراض في الكرش ثم تتقدم بسرعة حتى الموت.

عن طريق الفحوص العيانية، أو عن طريق تشريح الجثة بعد وفاة الحيوان، يمكن تأكيد تشخيص المرض عن طريق عد Haemonchus في المعدة الرابعة. يمكن أن تستند وسائل السيطرة على داء haemonchose الأغنام في المستقبل على اختيار الحيوانات المقاومة أو على خطط التطعيم الفعالة من أجل الحد من سوء الاستخدام أو الاستخدام الغير معقول لمضادات الديدان في هذا المجال.

الكلمات المفتاحية: دراسة مكتبية، Haemonchus contortus، علم الأوبئة، الفحوص العيانية، التشخيص، طرق

التحكم.

Liste des tableaux

Tableau 1 : La taxonomie d' <i>haemonchus contortus</i>	4
Tableau 2 : Etapes du développement d' <i>haemonchus contortus</i>	10
Tableau 3 : Caractéristiques d' <i>haemonchus contortus</i>	11
Tableau 4 : Contamination des prairies par <i>haemonchus contortus</i>	12
Tableau 5 : Tableau clinique d'une haemonchose aïgue.....	17
Tableau 6 : Principaux anthelminthiques actifs chez les ovins, noms déposés, posologies recommandées et temps d'attente à respecter.....	23

Liste des figures

Figure 1 : <i>Haemonchus contortus</i> adultes issus de prélèvement au niveau de la caillette d'un mouton autopsié	5
Figure 3 : Extrémité antérieure d' <i>Haemonchus</i>	6
Figure 4 : Œuf de Strongles d' <i>Haemonchus contortus</i>	6
Figure 5 : Larve et œufs d' <i>Haemonchus contortus</i>	7
Figure 6: Cycle évolutif d' <i>Haemonchus contortus</i>	10
Figure 7: Développement de nodules dans la muqueuse abomasale d'un mouton ayant subi des infestations successives par <i>H. contortus</i>	15
Figure 8 : Schéma résumé des principales conséquences pathologiques et physiopathologiques de l'infection à <i>H. contortus</i> chez les ovins.....	15
Figure 9 : Signe de la bouteille chez un agneau infesté par l'Haemonchose	18
Figure 10 : Utilisation du FAMACHA(C) pour la caractérisation de l'anémie chez les petits ruminants.	19

Liste des abréviations

H.C = *Haemonchus contortus*

® : Marque déposée

μ = Micromètre

B.Z = Benzimidazoles

C° = Degré centigrade

CD = Cluster de differentiation

Cm = centimètre

CMH = Complexe majeur d'histocompatibilité

I.M = injection intramusculaire

Jr = jour

Kg = kilogramme

L = larve

L.M = lactones macrocyclines

LB = Lymphocyte B

LT = lymphocyte T

Mg = milligramme

Mm = millimètre

N° = numération

PH = Potentiel Hydrogène

S .C = sous-cutanée

TH2 = Lymphocyte auxiliaire de type 2

V = vitamine

VO : Voie Orale

SOMMAIRE

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE.....	1
Introduction	3
I. Etude du parasite.....	4
a) Définition	4
b) Morphologie :.....	4
c) Caractère biologique :	7
d) Cycle biologique d' <i>Haemonchus Contortus</i>	8
e) Etapes du développement d' <i>Haemonchus contortus</i> (LACROUX, 2006)	10
f) Caractéristiques d' <i>Haemonchus contortus</i> (BONNEFONT, 2014).....	11
II. Etude épidémiologique	11
a) Survie du parasite.....	11
b) Répartition géographique.....	12
c) Sources de parasites	12
d) Réceptivité a l' <i>Haemonchus contortus</i>	13
III. Pathogénie.....	14
IV. Réponse immunitaire	16
V. Effets de la réponse immunitaire sur les populations parasitaires d' <i>H. contortus</i>	16
VI. Symptômes.....	16
a) Formes.....	16
b) Lésions	18
VII. Diagnostic	19
a) Diagnostic épidémio-clinique	19
b) Diagnostic nécropsique	20
c) Diagnostic de laboratoire	20
d) Diagnostic différentiel	21
VIII. Méthode de lutte contre <i>Haemonchus contortus</i>	21
1. Traitement	21
1-1 Traitement spécifique.....	21
1-2 Traitement symptomatique	24
1-3 La résistance aux anthelminthiques	24

2. Prophylaxie.....	25
2.1- Eliminer les strongles gastro-intestinaux	25
2.1.a-Tarir les sources de contamination.....	25
2.1.b-Gestion raisonnable des pâturages	26
2.1.c-Les champignons nématophages	26
2.2 Augmenter la résistance de l'hôte :	26
2.2.a Influence de l'alimentation.....	26
2.2.b Sélection d'ovins résistants aux nématodes gastro-intestinaux :.....	26
3. Vaccination.....	27
CONCLUSION	28
Recommandation.....	30
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	32

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION

Introduction

Les strongyloses gastro-intestinales font partie des troubles parasitaires le plus souvent rencontrés, l'haemonchose, due au nématode *Haemonchus contortus*, en fait partie, ce parasite cosmopolite, qui se localise dans la caillette des petits ruminants, est très pathogène chez le mouton, bien qu'il ne soit pas un nématode majeur dans les régions tempérées, il a causé de graves dommages aux populations de moutons tropicaux (AUMONT *et al.*, 1997 ; JACQUIET, 2000). *Haemonchus contortus* est à l'origine de grandes pertes économiques en élevage des ovins, en raison des retards de croissance, des pertes de poids, des troubles de la fertilité, des diminutions de la production laitière et des mortalités des jeunes animaux qu'elles génèrent. Récemment, les problèmes posés par ce nématode se sont encore accentués avec l'apparition chez certaines populations d'*H. contortus* d'une résistance à une ou plusieurs classes d'anthelminthiques utilisés couramment : benzimidazoles (BZ), imidazothiazoles ou lactones macrocycliques (LM) (CHRETIEN, 2011).

Avec l'aide d'un traitement anthelminthiques, l'haemonchose peut être contrôlée, cependant, ce nématode a développé une résistance à ces molécules chimiques, et dans certaines parties du monde, *H. contortus* est maintenant résistant à tous les types connus d'anthelminthiques (BENGUESMIA, 2010). C'est pourquoi il est alertant de développer des méthodes alternatives pour utiliser ces molécules synthétiques, le développement de vaccins ou l'utilisation de variétés génétiquement résistantes à ce nématode en font partie (CHRETIEN, 2011). En fait, il a été rapporté à plusieurs reprises que différentes races de moutons présentent des différences de résistance à *Haemonchus contortus* (BENGUESMIA, 2010).

Toutefois, les mécanismes qui pourraient les expliquer sont mal connus. L'origine immunitaire sous contrôle génétique est l'une des hypothèses les plus privilégiées (WOOLASTON et BAKER, 1996). Par conséquent, la compréhension des mécanismes immunitaires innés ou adaptatifs impliqués dans la régulation des populations de parasites est une étape préliminaire essentielle. Plusieurs études ont tenté de décrire la séquence de réponse immunitaire d'anticorps ou d'effecteurs cellulaires contre *Haemonchus contortus*, mais il reste encore de nombreuses questions non résolues (GILL *et al.*, 1992; SCHALLIG, 2000 ; MILLER et HOROHOV, 2006).

Ce travail a pour objectif : une synthèse bibliographique sur les actualités et l'état des connaissances sur cette parasitose digestive chez les ovins.

I. Etude du parasite

a) Définition

L'haemonchose est une maladie due aux strongles hématophages de la caillette « *Haemonchus contortus* » après l'infestation des moutons par des larves infestantes L3, l'haemonchose apparaît brutalement dans un troupeau, qui peut se manifester dans tous les élevages pendant la période allant de juin à septembre principalement, les agneaux à l'herbe sont en général les premiers atteints dans le troupeau, du fait de leur plus grande sensibilité à l'infestation (**CHRATIAN, 2019**).

La forme suraiguë d'*Haemonchus contortus* peut entraîner une mort subite, et la forme aiguë présente des signes généraux et baisse de l'état général (perte de poids, laine de mauvaise qualité) et des muqueuses pâles associés à l'anémie, la forme subclinique où les signes discrets avec altération des capacités de reproduction (**JACQUIET, 2018**).

b) Position systématique

Tableau 1 : Taxonomie d'*Haemonchus contortus* (BENGUESMIA, 2010)

Taxonomie	
Phylum	Némathelminthes
Classe	Nématodes
Sous-Classe	Secernetea
Ordre	Strongylida
Sous-Ordre	Trichostrongylina
Superfamille	Trichostongyloidea
Famille	Trichostrongylidae
Sous-Famille	Haemonchinae
Genre	<i>Haemonchus</i>
Espèce	<i>Haemonchus contortus</i>

b) Morphologie :

✓ ASPECT MACROSCOPIQUE

Adulte : *Haemonchus contortus* est un strongle de la caillette, rouge ou blanchâtre, de longueur 10 à 30 mm et de diamètre de 0,4 à 0,6 mm, qui est hématophage (**CHRETIEN, 2010**).

La femelle: est plus longue que le mâle et possède deux cordons génitaux blancs, spirales, s'enroulant autour du tube digestif rougeâtre, lui donnant un aspect en « ver mirliton »

(CHRETIEN, 2010). La vulve localisée aux trois quarts de la longueur du corps est souvent surmontée d'une languette supra-vulvaire (BENGUESMIA, 2010).



Figure 1 : *Haemonchus contortus* adultes issus de prélèvement au niveau de la caillette d'un mouton autopsié (NORMAND, 2010)



Figure 2 : Vers d'*Haemonchus contortus* sur les plis de la caillette (KAPLAN, 2006)

✓ **ASPECT MICROSCOPIQUE :**

L'extrémité antérieure : est composée d'une ébauche de capsule buccale en entonnoir, renfermant une petite lancette dans le fond qui permet aux parasites d'atteindre la lumière des capillaires sanguins de la muqueuse caillette.

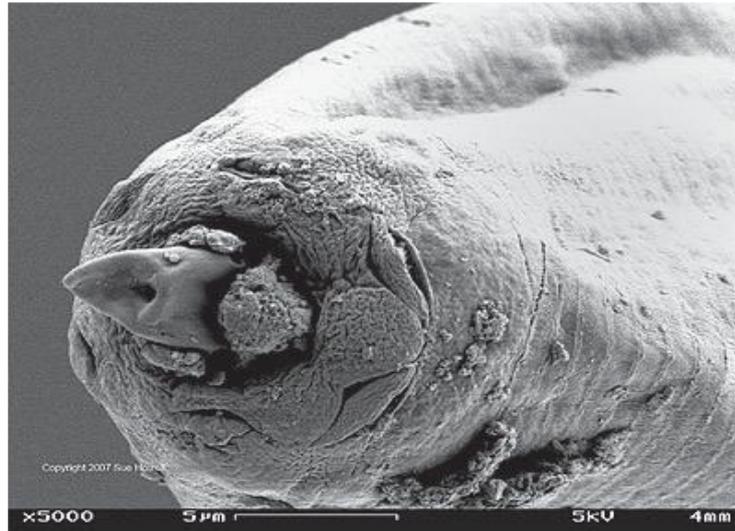


Figure 3 : Extrémité antérieure d'*Haemonchus* (<http://sciencewatch.com/>)

Les mâles: sont caractérisés par une bourse copulatrice formée de deux grands lobes latéraux, d'un petit lobe dorsal asymétrique soutenu par une côte en Y et deux spicules (0,5 mm).

Les femelles : la vulve est localisée au quart de la longueur du corps en avant de l'extrémité caudale, et est en général surmontée d'une languette supra-vulvaire (**BENGUESMIA, 2010**).

Les œufs : de type strongle ;

Diamètre est de Longueur : 80-100 µm, et largeur : 40-50 µm, une coque mince ovale, contenant une morula grisâtre qui ne remplit pas la totalité de la coque.

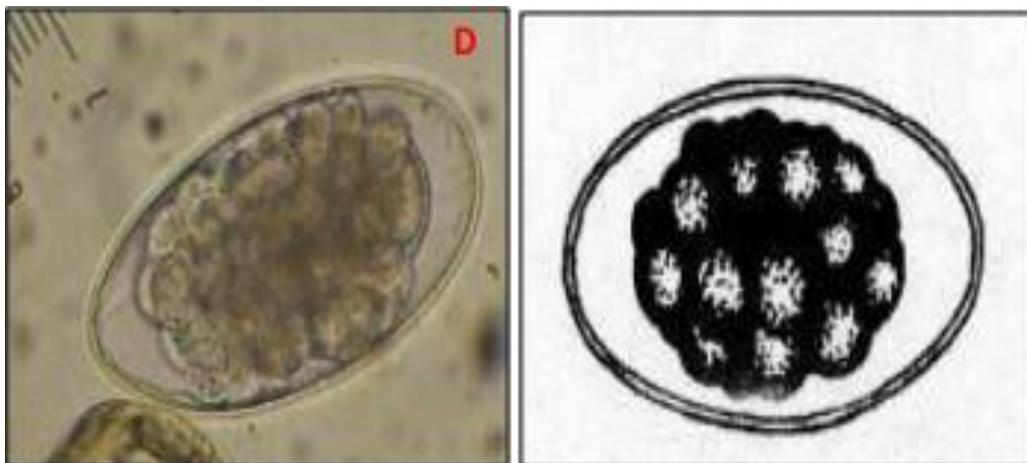


Figure 4 :Œuf vue au microscope optique (A) et schéma (B) d'*Haemonchus contortus* (**BENGUESMIA, 2010**)



Figure 5: Larve et œufs d'*Haemonchus contortus* (BRICE HERMANN, 2017)

c) Caractère biologique :

Haemonchus contortus strongle de la caillette se nourrissant directement de sang (hématophage) (LEVITT, 2004).

Le cycle évolutif est direct les œufs pendus se développent sur le sol sur plusieurs jours pour atteindre le stade larvaire L3, les animaux s'infeste par ingestion des L3 (BOULKABOUL, 2008).

La contamination des prairies est assurée par l'excrétion d'œufs d'*Haemonchus* dans les crottes des brebis et des agneaux ; la nouvelle génération de larves se développe dès que les conditions climatiques sont favorables qui sont la température et l'humidité.

- **Température**

La température optimale pour l'éclosion, le développement larvaire et la survie au stade L3 varie en fonction du parasite. *Haemonchus contortus* préfère les températures comprises entre 25 et 37°. Les larves L3 peuvent cependant mourir prématurément par temps chaud, leur vitesse métabolique augmentant, incapables de se nourrir, elles risquent de venir à bout de leurs réserves avant de pouvoir infecter un hôte. Le développement larvaire et la mue n'ont pas lieu à moins de 10 °C. Lorsque le thermomètre descend en dessous de 5 °C, la vitesse métabolique des larves L3 ralentit considérablement et permet une survie prolongée, par exemple dans les prés tout au long de l'hiver (ACE, 2010).

- **Humidité**

L'humidité doit dépasser 80 % dans les boulettes fécales ou au niveau du sol pour que les larves se développent (ACE, 2010).

d) Cycle biologique d'*Haemonchus Contortus*

Le cycle biologique d'*Haemonchus contortus* est un cycle monoxène diphasique et de 16 à 21 jours, un seul hôte est parasité au cours du cycle et se déroule en deux phases : une phase libre (ou exogène) et une phase parasitaire au sens strict (ou endogène) (EL-ASHRAM MEHMOUD, 2017).

- **Phase libre du cycle biologique d'*Haemonchus contortus* (exogène)**

La phase libre débute avec l'élimination dans les fèces des œufs pondus par les femelles d'*Haemonchus contortus* et se termine à l'ingestion de larves infestantes L3 (TOUITOU, 2019). Les œufs sont excrétés dans les matières fécales, ont une température de développement 20-30°C, Il ne se développent pas lorsque la température est trop basse. Les œufs embryonnés sont plus résistants que les œufs non embryonnés (LACROUX, 2006).

Dans les quelques heures à jour suivant l'excrétion fécale, les œufs s'embryonnent et éclosent en libérant des larves L1 qui muent rapidement en larves L2 dans les matières fécales (BRUMMETT, 2019).

Ces deux stades se nourrissent des matières fécales, Les larves L2 évoluent au cours d'une mue incomplète en larves L3 qui conservent l'exuvie du stade précédent. Cette gaine ne sera perdue que dans le rumen et protège la larve L3 du milieu extérieur la rendant plus résistante (TOUITOU, 2019), le troisième stade (L3) est ingéré par les animaux au pâturage (BRUMMETT, 2019).

La durée du développement des œufs en larves infestantes dépend des conditions de température et d'humidité. La particularité des stades libres précoces d'*Haemonchus contortus* est leur sensibilité aux températures basses et à la dessiccation (TOUITOU, 2019). La larve L3 utilise les réserves accumulées par les deux premiers stades larvaires L1 et L2 pour migrer hors des matières fécales où elle s'est développée en L2 prisonnier, la L3 quitte « l'anneau de répugnance » pour se nourrir, c'est-à-dire la zone d'herbe entourant une défécation qui ne sera pas consommée, est le meilleur moyen d'être ingérée par l'animal et d'entamer la phase parasitaire dite « endogène ».

La migration de la larve L3 est favorisée par l'humidité de l'herbe qui forme une solution de continuité dans laquelle la larve peut se déplacer (TOUITOU, 2019).

- **La phase parasitaire du cycle d'*Haemonchus contortus* (endogène)**

La phase parasitaire commence à l'ingestion des larves L3 par l'hôte lors du pâturage. Les larves vont alors passer successivement dans les pré-estomacs du ruminant (rumen, réseau, feuillet) avant d'atteindre la caillette, futur lieu de résidence des adultes. Lors de leur

passage dans le rumen les larves *d'Haemonchus contortus* vont rapidement perdre leur exuvie.

L'environnement digestif (notamment le pH) lève l'inhibition des phénomènes endocriniens contrôlant la mue (**TOUITOU, 2019**), il a été précédemment déterminé que la vitesse à laquelle les larves murissent peut varier selon l'âge et la sensibilité de l'animal hôte, les larves murissent plus rapidement chez les animaux plus jeunes ou plus sensibles.

Une fois expirées, les larves se déplacent vers la caillette où elles continuent à mûrir jusqu'aux stades L4 et L5 et deviennent des vers hématophages adultes (**BRUMMETT, 2019**).

Dans la plupart des cas, les larves L4 sortent de la muqueuse dans les premières 48h après y avoir pénétré et évoluent en stades 5 dits juvéniles avant de donner des adultes mâles et femelles. Cependant dans certains cas particuliers, comme le cas d'une charge parasitaire trop importante ou des mauvaises conditions extérieures, les larves L4 peuvent s'enkyster dans la muqueuse abomasale retarder leur développement l'hypobiose larvaire (**TOUITOU, 2019**).

Les adultes sont visibles à l'œil nu à la surface de la muqueuse abomasale en raison de leur taille (2-3 cm) et de leur coloration rougeâtre liée à leur mode d'alimentation hématophage ; avant leur dernière mue, ces parasites se dotent d'une dent vestigiale perforante dans leur capsule buccale, qui leur permet d'atteindre la lumière des capillaires sanguins de la muqueuse (**LACROUX, 2006**).

Après fécondation, les œufs sont excrétés dans les matières fécales de l'hôte et deviennent une nouvelle source de contamination des pâtures (**TOUITOU, 2019**).

Haemonchus contortus contient six chromosomes, les femelles ont un nombre diploïde de 12 (XX) et les mâles un nombre diploïde de 11 (XO), les mâles surviennent en raison de la perte d'un X (**LEVITT, 2004**).

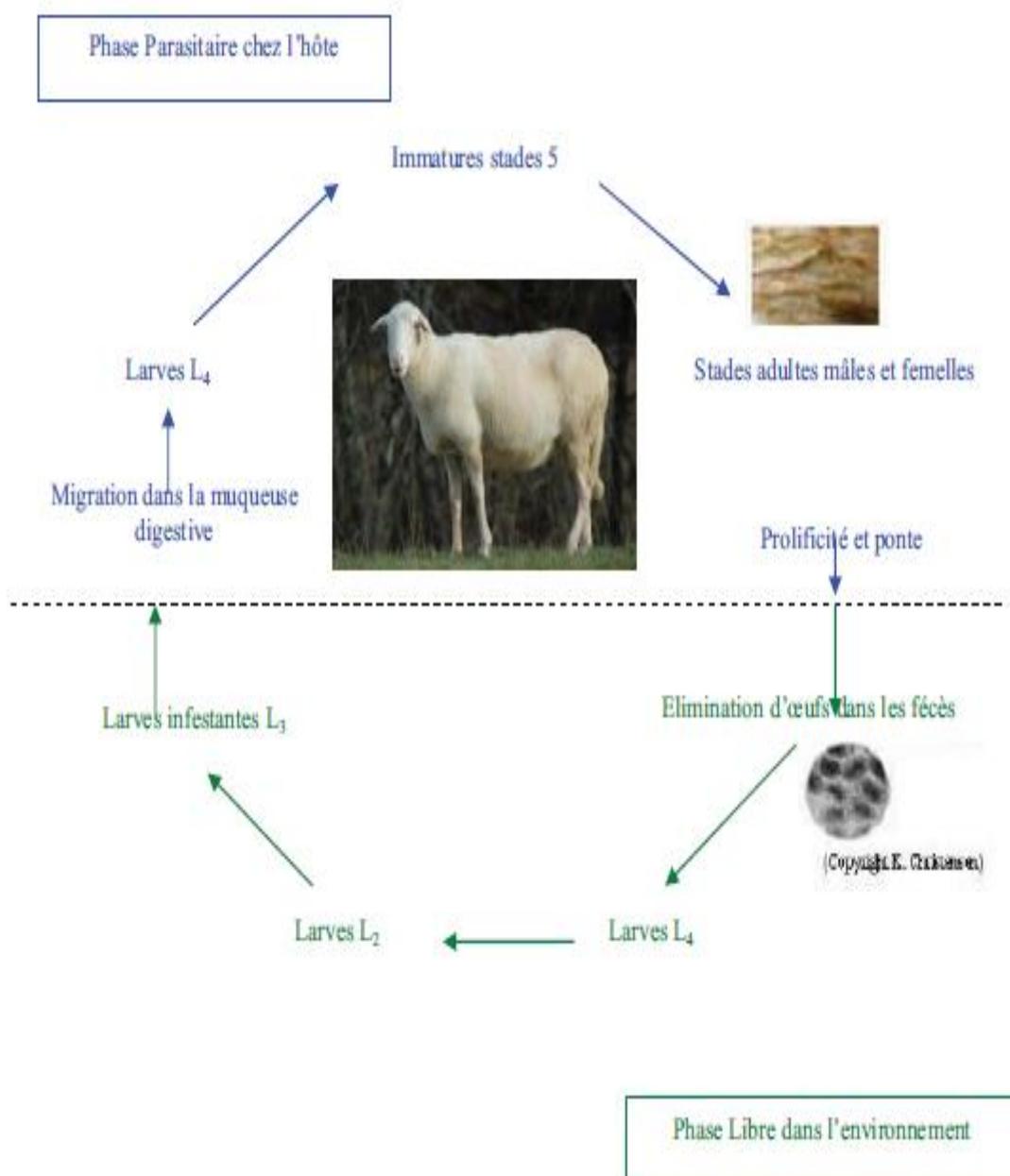


Figure 6: Cycle évolutif d'*Haemonchus contortus* (AUTEF, 2006)

e) Etapes du développement d'*Haemonchus contortus* (LACROUX, 2006)

Tableau 2: Etapes du développement d'*Haemonchus contortus*

Présence des larves L3 dans l'organe cible après ingestion	2 ^{ème} jour
Mue des larves L3 en larves L4	4 ^{ème} – 5 ^{ème} jours

Evolution des larves L4 en stades 5 Juvéniles	9 ème - 11ème jours
Apparition des premiers stades adultes	18 ème jour

f) Caractéristiques d'*Haemonchus contortus* (BONNEFONT, 2014)

Parasite hématophage, qui ingèrent le sang de l'animal qu'ils parasitent, à localisation abomasale (dans la caillette). Parasite cosmopolite de la caillette mais surtout important en régions tropicales et subtropicales. Chez les jeunes animaux, mortalité fréquente car le contrôle de l'hématopoïèse n'est plus possible.

Autres caractéristiques d'*Haemonchus contortus* :

Cycle court (PP de 21 jours), grande prolificité.

Forte tendance à l'hypobiose (liée à la sécheresse – induction au mois d'août en Europe).

Passes l'hiver sous forme hypobiotique uniquement.

Très forte tendance à développer des résistances (espèce n° 1 à ce sujet).

Résistance individuelle et raciale très variable vis-à-vis de ce ver (**JACQUIET, 1997**).

Tableau 3 : Caractéristiques d'*Haemonchus contortus*

Nom	Localisation	Alimentation	Pouvoir pathogène	Fréquence (Cole,1986 ; Hansen et Perry,1994)
<i>Haemonchus contortus</i>	Caillette	Hématophage	+++	Faible : 100-200 Moyen : 2000-7000 Elevé : >7000

II. Etude épidémiologique

a) Survie du parasite

La contamination des pâturages se rencontre aussi bien sur les prairies pâturées de mars à novembre que sur celles qui sont pâturées seulement début juillet, après la récolte des excédents fourrages en ensilage. Le pâturage d'été sur repousses après ensilage par des agneaux ou des agnelles de renouvellement permet l'évolution rapide en 3-4 jours d'une population de larves infectantes relativement importante ; cette apparition brutale des larves infectantes sur des pâtures illustre les conséquences pathologiques imprévisibles sur les animaux (**CHRISTIAN, 2019**).

Le pâturage permanent mais aussi la conduite due pâturage extensive des brebis et de leurs agneaux jusqu'en juillet, puis des brebis seules augmentent de 2 à 3 fois plus les populations de larves infestantes qu'en pâturages tournant.

L'infestation des brebis et des agneaux se réalise essentiellement de mi-juin à début septembre, aussi bien dans les régions herbagères que sèches (CHRIATIAN, 2019).

Tableau 4 : contamination des prairies par *Haemonchus contortus* (CHRIATIAN, 2019)

Nombre de larves infestantes par kilo de matière sèche				
Mois	Zone herbagère			Zone sèche
		Limousin		
		Pâturage permanent	Pâturage tournant	
Mars	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0
Mai	84	212	44	17
Juin	255	1173	408	23
Juillet	179	954	212	232
Aout	136	767	233	25
Septembre	78	742	378	13
Octobre	0	75	23	4
Novembre	---	59	0	0

b) Répartition géographique

Haemonchus contortus est très réparti dans les zones tropicales et subtropicales principalement dans les régions chaudes et suffisamment humides (Afrique du sud, Australie, Tchad...) (KONE *et al.*, 2005).

En Afrique du sud qui compte environ 29 millions de moutons l'effet de morbidité et les conséquences des pertes de production chez les petits ruminants dus à l'haemonchose sont considérables (KCLEOD, 1995).

c) Sources de parasites

Principales sources de contamination sont les animaux malades qui rejettent des œufs sur les pâturages, et aussi les infectés latents et faiblement parasités, chez qui les signes cliniques passent inaperçus.

Ils sont d'autant plus dangereux, sur le plan épidémiologique, que les femelles *H. contortus* sont très prolifiques, chacune d'elle peut pondre 5 000 à 10 000 œufs par jour et plusieurs milliers de parasites sont parfois présents dans la caillette d'un mouton, (**CHRETIEN, 2011**). A la fin de l'hiver, les larves L3 ayant survécu au froid et à la dessiccation durant l'hiver, Ces larves sont ingérées par la brebis peu après l'agnelage et leur immunité est réduite, après ingestion, le premier pic d'excrétion d'œufs de coccidies sanguines se produit légèrement moins, puis l'agneau nouvellement sevré peut agir comme un multiplicateur de parasites. Pour ces raisons, la plus grande infestation des pâturages se produit à la fin du printemps et en été (**ABBOTT *et al.*, 2012**).

L'infestation résiduelle des brebis au début du printemps génère une forte contamination des pâtures en L3 en fin de printemps. Les agneaux qui pâturent avec leurs mères recyclent alors très fortement les parasites ; les larves L3 sont les plus abondantes sur l'herbe de juin à septembre, et elles évoluent très rapidement (3 à 4 jours en conditions climatiques optimales). Ceci explique l'apparition brutale et imprévisible de la maladie (**MAGE,1991**).

d) Réceptivité a l'*Haemonchus contortus*

- **Race de l'hôte**

Certaines races de moutons sont moins sensibles à l'infection que d'autres races. Il est bien connu que Saint Yennes, mouton à ventre noir de Martinique, mouton Texel sont plus résistants à l'amibe tordue que le mouton du Suffolk, l'Ile-de-France ou le mouton romain.

Ceci peut être mis en évidence par une diminution de l'intensité de l'excrétion fécale des œufs de parasites et/ou une croissance lente et une diminution de la fertilité exprimée en nombre d'œufs par gramme de matières fécales (**AMARANTE, 2005**).

- **Age, sexe et statut reproductif de l'hôte**

Les animaux d'âges et de sexes différents réagissent différemment aux infections parasitaires ; en fait, ils n'ont pas été complètement exposés aux agents pathogènes et ont une immunité plus faible (**COLDITZ *et al.*, 1996**).

Les différences physiques et chimiques dans l'environnement digestif des adultes et des jeunes adultes peuvent affecter les modifications de la réponse immunitaire (**MULCAHY *et al.*, 2004**), le stress peut être causé pendant le sevrage des agneaux, ce qui peut retarder l'apparition de réponses immunitaires protectrices à *H. contortus* (**WATSON et GILL, 1991**).

Une première infestation à *H. contortus* permettrait une meilleure résistance aux infestations suivantes. Une résistance accrue contre *H. contortus* a été reportée lors de secondes infestations chez les agneaux (**GAULY *et al.*, 2002**). Dans une étude, les agneaux

mâles présentaient une excrétion d'œufs, une charge parasitaire et une anémie, plus important que les femmes (GAULY *et al.*, 2006).

- **Alimentation**

Le plan statut nutritionnel joue un rôle important dans la résilience ou la résistance des hôtes aux infections du gros intestin par des nématodes. Il peut par exemple augmenter la capacité de l'hôte à faire face aux conséquences du parasitisme (résilience) ou encore permettre à l'hôte de limiter l'installation, le développement et la fécondité des parasites (résistance) ou enfin affecter la digestion de certains composés antiparasitaires. Un régime à base de protéines hautement métabolisables augmenterait la résistance des agneaux Ile-de-France et Santa Inès contre *H. contortus* (BRICARELLO *et al.*, 2005). Les animaux bien nourris résistent mieux aux effets secondaires du parasitisme, restent relativement productifs et nécessitent moins de traitements anthelminthiques que des animaux dénutris (KNOX *et al.*, 2003).

Le problème majeur est que la prévalence de l'haemonchose est plus élevée dans les régions où les sources de nourriture sont rares et/ou mal gérées, c'est à dire là où les besoins des animaux ne sont pas couverts tout au long de l'année.

III. Pathogénie

Le pouvoir pathogène d'*Haemonchus contortus* est principalement lié à son action spoliatrice sur l'hôte, cela est dû à son mode de nutrition hématophage qui provoque un syndrome d'anémie sévère (HOSTE *et al.*, 1997). Chaque ver sporulé représente environ 0,05 ml de sang par jour. Par conséquent, un petit ruminant infecté par 5000 *H. contortus* peut perdre jusqu'à 250 ml de sang par jour (URQUHART *et al.*, 1996), entraînant également un effet traumatique local, lors de la phase parasitaire intra-muqueuse des stades larvaires et lors de la phase de nutrition des adultes ; cette perturbation des fonctions digestives abomasales provoque une modification de la perméabilité de la muqueuse, altération des fonctions sécrétoires, troubles de la motricité et du débit abomaso-duodéal, est à l'origine d'une réduction de la dégradation des protéines alimentaires et d'une malabsorption et peut favoriser la survenue d'infections secondaires (CHERMETTE, 1982). En raison de la présence de parasites adultes dans la caillette, la paroi de l'organe est modifiée (en raison de l'accumulation de cellules inflammatoires telles que les mastocytes, les lymphocytes et les éosinophiles, la muqueuse fundique est épaissie (SCOTT *et al.*, 1999), entraînant le développement des nodules de surface de la muqueuse).

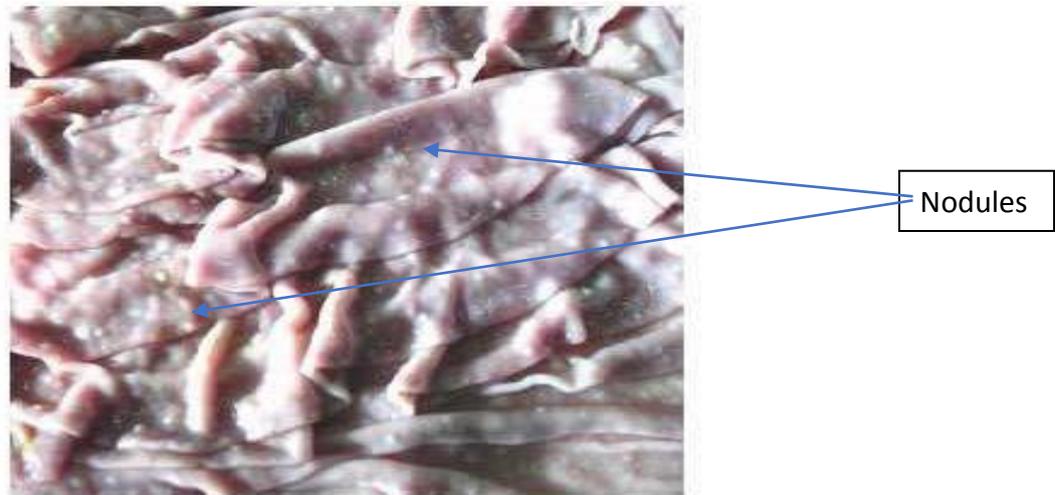


Figure 7: Développement de nodules dans la muqueuse abomasale d'un mouton ayant subi des infestations successives par *H. contortus* (GETACHEW, 2007)

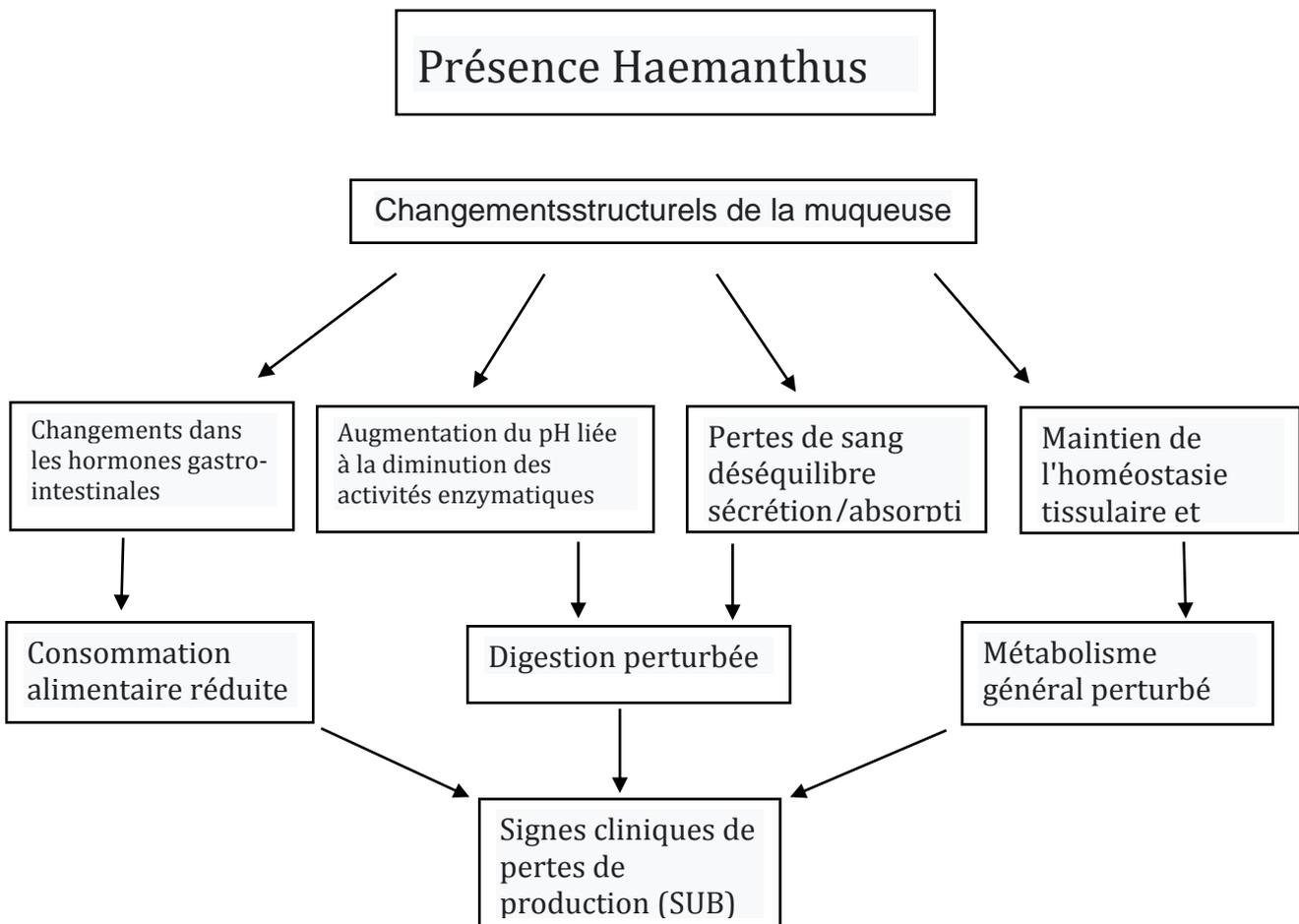


Figure 8 : Schéma résumant des principales conséquences pathologiques et physiopathologiques de l'infection à *H. contortus* chez les ovins (URQUHART *et al.*, 1996)

IV. Réponse immunitaire

La réponse immunitaire à *Haemonchus* est fortement orientée Th2 (GILL *et al.*, 2000). Les lymphocytes T auxiliaires ou LT CD4+ jouent un rôle important, et leur présence dans l'organisme est directement corrélée à la capacité de combattre l'infestation (RIFFKIN *et al.*, 1979 ; PENA *et al.*, 2006).

La réponse immunitaire implique également la production d'anticorps par LB (SCHALLIG, 2000), la réponse immunitaire induit une augmentation du nombre de mastocytes et d'éosinophiles. La réponse immédiate à l'infection larvaire est caractérisée par l'activation de LB et CD4 + LT dans les nœud lymphatiques d'une part, et le recrutement d'éosinophiles, CD4 + LT, LT et LB dans la muqueuse d'autre part (BALIC, 2000), l'augmentation de la fraction de LT CD4+ dont les CMH II+ et de cellules $\gamma\delta$ + dans le noeud lymphatique, mais aussi une augmentation des CD4+ CD25+, contrairement à ce qui a été noté au cours de la réponse précoce où leur proportion est peu modifiée (BALIC, 2002).

Ces résultats ont été obtenus chez des individus hébergeant des larves dans la paroi muqueuse (chez des individus sans larves, il n'y a pas de changement dans l'effecteur de la réponse immunitaire).

V. Effets de la réponse immunitaire sur les populations parasitaires d'*H. contortus*

Les effets de la réponse immune de l'hôte peuvent s'observer :

- contre les parasites adultes.
- expulsion des vers, deux à trois semaines après l'infestation (BARGER *et al.*, 1985).
- réduction de la taille des vers (COYNE et SMITH, 1992).
- diminution de la fécondité des femelles (DINEEN et WAGLAND, 1966) révélée par unediminution de l'intensité de l'excrétion d'œufs dans les matières fécales.
- contre les stades larvaires.
- arrêt du développement des larves ou hypobiose (BARGER *et al.*, 1985).
- résistance à l'établissement de nouvelles larves (MILLER *et al.*, 1983).

VI. Symptômes

a) Formes

L'haemonchose ovine peut se présenter sous 3 formes :

- **Forme suraiguë**

Très rare, affecte principalement les animaux très jeunes et naïfs à l'infestation pâturant pour la première fois des herbages intensément contaminés mais peut également toucher

certaines brebis lors du relâchement de l'immunité autour de la mise-bas (**DARGIE et ALLONBY, 1975**).

La mort peut survenir de façon subite avec une gastrite hémorragique sévère dans la semaine suivant une infestation massive (plus de 30 000 vers) (**URQUHART *et al.*, 1996**).

- **Forme aiguë**

Une forme typique caractérisée par une anémie avec œdème de l'auge« signe de bouteille »avec chute progressive et dramatique de l'hématocrite, survenant généralement deux semaines environ après l'infestation, malgré une stimulation compensatrice de l'érythropoïèse, la moelle osseuse est rapidement dépassée et l'hématocrite chute jusqu'à la mort de l'animal. Le phénomène est également aggravé par la perte continue en protéines et en fer.

L'anémie est également caractéristique de la forme chronique, souvent la charge parasitaire est faible et étalée dans le temps (**URQUHART *et al.*, 1996**).

Tableau 5 : Tableau clinique d'une haemonchose aigue (CHERMETTE,1982)

Symptômes généraux	Faiblesse ("les animaux n'ont plus de jarret"), essouffement, amaigrissement, chute de laine
Symptômes locaux	Pâleur intense des muqueuses conjonctive, buccale, vulvo-vaginale qui deviennent blanc-porcelaine, également visible sur les régions à peau fine qui sont décolorées; apparition d'œdèmes en régions déclives ("signe de la bouteille", pour l'œdème de l'auge)
Signes sanguins	Chute spectaculaire du taux d'hématies ; anémie hypochrome et microcytaire, diminution de 30% à 50% du taux d'hémoglobine et d'hémosidérine
Evolution	-chez les animaux les plus faibles, elle est fatale en 1 à 6 semaines -chez d'autres, des phénomènes immunitaires et d'auto-guérison peuvent apporter une amélioration temporaire -par ailleurs, les brebis allaitantes infestées sont alors en agalaxie, ce qui entraîne la mort des agneaux par malnutrition sans même que ceux-ci soient parasités



Figure 9 : Signe de la bouteille chez un agneau infesté par l'haemonchose (AUTEF, 2006)

- **Haemonchose chronique**

La plus fréquente, elle apparaît de façon discrète et insidieuse à l'origine des pertes économiques les plus importantes dues à une morbidité élevée, et conduit à une détérioration de l'état général, qui rappelle la malnutrition. L'anémie ne peut généralement être détectée qu'en testant les paramètres sanguins. Les symptômes cliniques sont un retard de croissance, une production de lait réduite, une perte de poids, une mauvaise qualité de laine et parfois des problèmes de fertilité et même un avortement tardif. La mort peut survenir dans les 2 à 6 mois (LACROUX, 2006).

b) Lésions

✓ **Carcasse:** cachexie et anémie diffuse.

✓ **Caillette:** lésions inflammatoires de la paroi telles que congestion, hypersécrétion de mucus, épaissement de la muqueuse et œdème de la sous-muqueuse. On peut noter la présence de foyers hémorragiques plus ou moins confluents, ainsi que de très petits ulcères, qui correspondent aux points de fixation des vers et aux hémorragies qu'ils provoquent lorsqu'ils se détachent. Des nodules blanchâtres (1 à 2 mm de diamètre) peuvent traduire la présence de larves enkystées. Si l'autopsie est précoce post-mortem, il est possible d'observer des vers adultes vivants et très mobiles (MAGE, 1991 ; BRARD et CHARTIER, 1997).

VII. Diagnostic

a) Diagnostic épidémiologique-clinique

En élevage ovin, les symptômes cliniques qui apparaissent entre juin et septembre, tels que l'anémie, l'œdème sublingual, la perte d'appétit et l'effondrement, sont liés à la mort et sont des signes d'appel de l'haemonchose. Les agneaux présentent généralement des symptômes cliniques plus marqués que les agneaux adultes et se manifestent plus tôt.

Cependant les signes cliniques associés à l'haemonchose ne sont en aucun cas pathognomoniques et peuvent être provoqués par une malnutrition chronique ou d'autres helminthiases (fasciolose ovine par exemple) (BESIER *et al.*, 2016).

A l'aide de FAMACHA © (FAffa MAlan Chart), du nom du Dr François Malan qui l'a développé, la sévérité de l'anémie chez l'animal peut être estimée (Figure 9). Le test consiste à comparer la couleur de la muqueuse de l'animal avec un nuancier gradué correspondant à un hémocrite. Le nuancier ne comporte que cinq couleurs, ce qui rend parfois insuffisantes les cinq catégories FAMACHA©, mais il permet tout de même d'identifier les animaux les plus touchés et de les traiter en priorité (56-58). Cependant, lorsque l'hématocrite de l'animal a été fortement réduit (<17%), l'animal se trouve généralement aux stades 4 et 5 (TOUITOU, 2019).

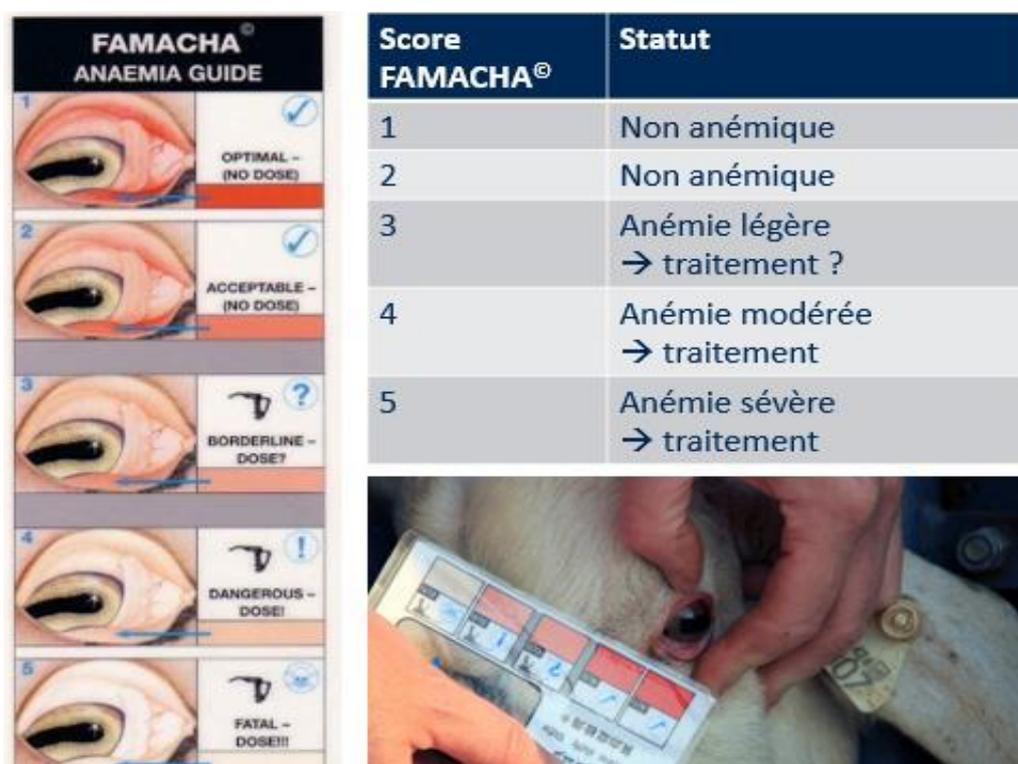


Figure 10: Utilisation du FAMACHA(C) pour la caractérisation de l'anémie chez les petits ruminants (TOUITOU, 2019)

b) Diagnostic nécropsique

Le diagnostic nécropsique est particulièrement intéressant en cas de mortalité souvent liée à une infestation massive sur des animaux fragiles. La nécropsie doit être réalisée le plus rapidement possible après la mort de l'animal.

Un examen de la caillette permettra de mettre en évidence les lésions associées à l'haemonchose : congestion exsudative et foyers hémorragiques. Si la nécropsie est réalisée suffisamment précocement, des adultes *Haemonchus contortus*, dont l'apparence est facilement reconnaissable, pourront être identifiés immédiatement confirmant de façon certaine l'haemonchose (CHRETIEN, 2011).

c) Diagnostic de laboratoire

✓ La coproscopie

En l'absence de mortalité et d'examen nécropsique, des techniques de laboratoire peuvent être réalisées sur des animaux vivants. Parmi eux, la coproscopie est de loin l'examen le plus couramment utilisé pour caractériser l'infestation animale ou l'infestation indirecte des pâturages.

Plusieurs méthodes de coproscopie existent mais la plupart sont des variations de la procédure de McMaster qui consiste en la quantification des œufs sur une lame de McMaster après flottation dans une solution de densité supérieure à celle de l'eau comme de l'iodo-mercurate de potassium, du sulfate de magnésium (RAYNAUD *et al.*, 1970) ou une solution sursaturée en chlorure de sodium (NaCl) (BONNEFONT *et al.*, 2014).

La méthode de flottation est particulièrement adaptée aux œufs de nématodes ou de cestodes, et la méthode de sédimentation peut être utilisée pour les œufs trématodes.

L'avantage de la technologie de flottation est qu'elle est assez simple d'utilisation et relativement bon marché. (RAYNAUD *et al.*, 1970). Cependant, effectuer une coloscopie sur chaque animal de la ferme peut entraîner certains obstacles économiques.

□ **Méthode qualitative** : Les plus utiles sont des techniques de concentration telle que l'enrichissement par sédimentation simple, par flottation ou l'extraction des larves par la méthode de Baermann.

□ **Méthodes quantitatives** : consiste à dénombrer les œufs sur un prélèvement coproscopique sur une lame dite de « McMaster ».

La concentration en œufs par gramme (OPG) de chacune des espèces d'œufs identifiées peut s'obtenir grâce aux formules suivantes (BRODIER et BOURNAZEL, 2017) :

- OPG = Σ 2 chambres x 50

- OPG = Σ lame entière x 15 (lors d'une lecture lame entière).

✓ **La coproculture**

La coproculture, ou culture larvaire, comprend la culture des matières fécales d'un animal ou d'un groupe d'animaux dans un environnement propice à l'éclosion des œufs de strongles gastro-intestinaux et au développement des individus jusqu'au stade de larves infestantes L3, récupérées à l'aide d'un appareil de Baermann. Contrairement aux œufs, ces larves peuvent être identifiées au microscope par un helminthologie qualifié sur la base de critères morphologiques et morphométriques (longueur de la queue, forme de la tête, caractère réfringent du corps) (**BÉLANGER *et al.*, 2007**).

La coproculture fournit des informations sur les œufs qui étaient présents dans les matières fécales du ou des animaux mais ne renseigne pas parfaitement sur la proportion des espèces composant le fardeau parasitaire du fait de la différence de fécondité des différentes espèces, en particulier de la fécondité importante d'*Haemonchus contortus*. Par ailleurs, les conditions de culture peuvent être plus ou moins favorables à une espèce et biaiser les résultats obtenus (**O'CONNOR *et al.*, 2006**) (**ROEBER *et al.*, 2013**).

Par ailleurs, les conditions de culture peuvent être plus ou moins favorables à une espèce et biaiser les résultats obtenus.

d) Diagnostic différentiel

Le diagnostic différentiel est très difficile avec des nombreuses maladies d'élevage qui s'expriment par de l'entérite de l'anémie et par l'atteint chronique de l'état générale :

Diarrhée infectieuse : souvent revête un caractère aigu par fois fébrile et ne présente pas de caractère saisonnier lié au pâturage.

Fasciolose : très difficile à différencier de l'haemonchose à cause de la présence d'anémie et d'œdème sous maxillaire ainsi que le caractère saisonnier (**KILANI *et al.*, 2003**).

VIII. Méthode de lutte contre *Haemonchus contortus*

1. Traitement

1-1 Traitement spécifique

La lutte contre les infestations par l'*Haemonchus contortus* intestinaux consiste tout d'abord à traiter les animaux à l'aide de produits anthelminthiques. Ce moyen de contrôle est

actuellement le plus répandu chez les éleveurs. Les trois familles de molécules les plus utilisées sont les **lactones macrocycliques**, les **benzimidazolés** et les **imidazothiazoles**, auxquels s'ajoute la famille des **salicylanilides**.

Les benzimidazoles et pro-benzimidazoles agissent spécifiquement par fixation sur la b-tubuline et en inhibant la formation des microtubules du cytosquelette sans altérer ceux de l'hôte, ils induisent des lésions des cellules intestinales et donc un arrêt de l'alimentation des vers. Toute multiplication cellulaire étant bloquée, la ponte est arrêtée. En réponse à une solubilité limitée dans l'eau et à une absorption médiocre des benzimidazoles, différentes prodrogues ont été élaborées dont le fébantel et le nétohimin (**MARTIN, 1997**).

Le lévamisole (famille des imidazothiazoles) agit sélectivement comme agoniste des récepteurs nicotiques de l'acétylcholine au niveau des synapses des cellules musculaires des nématodes. Ils induisent une dépolarisation membranaire aboutissant à une contraction musculaire par ouverture des canaux à ions non spécifiques, perméables au Na⁺ et au K⁺. Il en résulte donc une paralysie spastique létale pour le parasite (**MARTIN, 1997; KOHLER, 2001**), cette molécule n'a par contre aucun effet sur les larves inhibées.

Les salicylanilides (closantel) *et les phénols halogénés* (nitroxinil) sont actifs contre les strongles hématophages. Ce sont des ionophores de protons découplant spécifiquement la phosphorylation oxydative des mitochondries des parasites. Les systèmes enzymatiques sont perturbés, ce qui entraîne une déplétion énergétique (**MARTIN, 1997**).

Les lactones macrocycliques comprennent les avermectines (ivermectine et doramectine) et les milbémycines (moxidectine). Elles provoquent une paralysie du parasite liée à une augmentation de la perméabilité des cellules musculaires aux ions chlorures. Ces ions entraînent une paralysie flasque des muscles somatiques des vers et inhibent l'ingestion alimentaire par blocage du muscle pharyngé. L'effet thérapeutique sélectif s'explique par une action sur les canaux à ions GluCl⁻ qui sont présents chez les nématodes parasites mais pas chez les animaux à sang chaud (**MARTIN, 1997**).

Tableau 6 : Principaux anthelminthiques actifs chez les ovins, noms déposés, posologies recommandées et temps d'attente à respecter. (DICTIONNAIRE DES MEDICAMENTS VETERINAIRES, 2005)

Famille	Molécule	Noms déposés	Posologie recommandée et voie d'administration	Temps d'attente	
				Lait	Viande et abats (jours)
Benzimidazoles	Albendazole	Actifuge, Bilutac, Valbazen, Disthelm, Mediamix V, Disthelm, Rumifuge, Proftril.	3.8 à 7.5 mg/kg selon les produits VO	Interdit	10
	Fenbendazole	Panacur, Mediamix V, Fenben.	5 mg/kg VO	Nul	8
	Oxfendazole	Oxfenil, Synanthic.	5 mg/kg VO	Nul	14
	Thiabendazole	Némapan.	50mg/kg VO	6 traites	14
Probenzimidazoles	Fébantel	Rintal.	5 mg/kg VO	Nul	10
	Nétobimin	Hapadex.	7.5 mg/kg VO	Interdit	10
Imidazothiazoles	Lévamisole	Anthelminticide, Biaminthic, Capizol, Clémiver, Ivecide, Lévamisol, Lévanol, Lévisol, Lobiavers, Némisol, Niratil, Polystrongle.	5 à 10 mg/kg VO ou injectable selon les produits	Interdit	3
		Iména-L, Spectril.	10 mg/kg VO		14
		Parsifal.	10 mg/kg SC		38
		Ripercol.	0.2 mg/kg IM	2 traites	3
Salicylanilides	Closantel	Supaverm (association de closantel et mébendazole)	0.2 mg/kg	Interdit	28

		Seponver.	SC		
Phénol halogéné	Nitroxinil	Dovenix.	10 mg/kg SC	Interdit	45
Lactones Macrocycliques	Doramectine	Dectomax.	0.2 mg/kg IM	Interdit	70
	Ivermectine	Ivermectine Eco, Qualimec.	0.2 mg/kg SC		42
		Ivomec.			28
		Oramec.	0.2 mg/kg VO		3
	Moxidectine	Cydectine.	0.2 mg/kg VOou SC		14 52

1-2 Traitement symptomatique

Le traitement des ovins diarrhéiques consiste dans un premier temps à le réhydrater. Si la déshydratation est trop importante, l'animal affaibli perd le réflexe de boire et il faut alors intervenir par fluidothérapie : l'injection de fluides hydratants peut se faire par voie orale, intraveineuse ou sous-cutanée. Un pansement intestinal à base de kaolin (argiles blanches), est aussi souvent nécessaire (**PHILIPPE, 2018**).

Le traitement de l'anémie la foldine ou vitamine B9, encore appelée communément "folates" est principalement donnée par voie orale. La carence nécessite au moins 2 mois de traitement oral journalier la vitamine B12, donnée par voie orale ou parentérale en cas de mal absorption le fer, donné par voie orale sous forme de sels, pouvant également être administré par voie intraveineuse en cas de malabsorption. La carence pour être reconstituée demande 3 à 6 mois de traitement journalier oral.

L'érythropoïtine et ses analogues qui sont exclusivement donnés par voie injectable, sous-cutanée ou intraveineuse (**FMO**).

1-3 La résistance aux anthelminthiques

La lutte contre l'haemonchose des ovins ayant consisté à utiliser des antiparasitaires de façon systématique et régulière, ce phénomène a tendance à se développer et à s'étendre à toutes les classes connues d'anthelminthiques.

Les individus résistants, préexistants et peu nombreux, sont favorisés par une pression de sélection exercée par l'emploi d'antiparasitaires.

Plusieurs types de résistance sont décrits selon les capacités des parasites à résister à une substance unique (résistance simple), à un groupe de substances ayant le même mode d'action

(résistance de famille, la plus fréquente), ou à un ensemble de composés qui ont des modes d'action différents (résistance multiple) (**BEUGNET et KERBOEUF, 1997**).

Haemonchus contortus chez le mouton, des résistances multiples sont présentes à travers le monde : Australie (benzimidazoles, lévamisole, ivermectine, closantel), Amérique du Nord (benzimidazoles, lévamisole) et du Sud (benzimidazoles, ivermectines) (**BJØRN, 1994**).

Ces résistances sont aussi largement répandues en Afrique du Sud, certaines populations d'*H. contortus* étant devenues multirésistantes et ne pouvant plus être maîtrisées par la voie chimique (**VAN WYK et al., 1999**).

Le continent européen n'est pas épargné même si l'on considère que la résistance y est moindre. Les résistances se cantonnent aux benzimidazoles et ont notamment été détectées en Grande-Bretagne, Suisse, Pays-Bas, Belgique, Allemagne et Suède (**BJØRN, 1994**).

En France, la résistance d'*H. contortus* aux benzimidazoles chez le mouton est bien réelle, même si elle est difficile à estimer en raison du faible nombre d'enquêtes réalisées. Elle a été mise en évidence dans le Val de Loire (**KERBOEUF et al., 1988**), les ovins touchés par l'*H. contortus* résistants majoritairement aux benzimidazoles mais aussi aux lévamisole, pyrantel et morantel, ainsi qu'à l'ivermectine et la moxidectine (**SANGSTER, 2001**).

2. Prophylaxie

Éliminer les strongles gastro-intestinaux

- Tarir les sources de contamination
- Gestion raisonnée des pâturages
- Les champignons nématophages

Augmenter la résistance de l'hôte :

- l'alimentation des animaux et notamment de la ration protéique
- par la vaccination
- par la sélection de races ou d'individus génétiquement résistants

2.1- Éliminer les strongles gastro-intestinaux

2.1.a- Tarir les sources de contamination

L'objectif général est de minimiser le contact entre les animaux sensibles et les larves infestantes sur les pâtures.

2.1.b-Gestion raisonnable des pâturages

Pâturage mixte ou alterné, entre différentes espèces contribuent à « diluer » les caractéristiques infectieuses de la parcelle. La spécificité relativement étroite des nématodes pour chaque espèce hôte explique la décontamination pâturage (**HOSTE *et al.*, 2003**).

La mise au repos prolongé des parcelles, ainsi que le retournement par labour permettent, s'ils sont bien conduits, un assainissement des terres (**HOSTE *et al.*, 2004**).

2.1.c-Les champignons nématophages

Les spores de certains champignons microscopiques, ont la capacité de survivre après passage dans le tube digestif des ruminants, de germer dans leurs fécès et de piéger les larves infestantes dans un réseau collant de filaments mycéliens (**LARSEN *et al.*, 1998**).

Ceux-là par conséquent, les spores peuvent être distribuées dans l'alimentation animale à l'avenir, mais leur utilisation il fait toujours partie du domaine expérimental. De même, la capacité des nématodes le champignon *Arthrobotrys cladodes* var. *Macrolides* récemment découverts, plus surtout pour *Haemonchus contortus* (**ESLAMI *et al.*, 2005**). Ces méthodes se heurtent à l'heure actuelle, la mise en œuvre réelle est plus difficile.

2.2 Augmenter la résistance de l'hôte :

2.2.a Influence de l'alimentation

Les tanins concentrés de certaines plantes peuvent entraîner une réduction de l'excrétion fécale des œufs les parasites, et dans une moindre mesure réduisent le nombre de vers installés et la fertilité femelle (**HOSTE *et al.*, 2004**).

L'infection entraîne une réduction de l'apport alimentaire animaux, détruisent la digestion et l'absorption des nutriments, effets indésirables sur le métabolisme des protéines (**COOP et HOLMES, 1996**). Complété en les protéines pourront augmenter la résilience et la résistance des moutons à cette infection parasitaire (**LOUVANDINI *et al.*, 2006**).

2.2.b Sélection d'ovins résistants aux nématodes gastro-intestinaux :

L'utilisation d'animaux génétiquement sélectionnés pour leur résistance aux infestations parasitaires offre la possibilité de réduire l'utilisation des anthelminthiques et de freiner la diffusion de la chimiorésistance au sein des populations de nématodes.

La résistance des ovins aux nématodes gastro-intestinaux se définit comme le développement et le maintien des réponses immunitaires de l'hôte pour limiter l'implantation et le développement des parasites, la fertilité des vers femelles et/ou provoquer l'expulsion des parasites déjà implantés.

La résilience indique l'aptitude de l'hôte à maintenir un niveau de production acceptable sous l'effet du parasitisme. Dans ce cas, les pâturages sont soumis à une contamination continue puisque les animaux n'ont aucun contrôle sur la production des œufs de parasites (**Lalhou- Kassi et al., 1994**).

3.Vaccination

La vaccination contre *haemonchus contortus* est devenue l'objet de nombreuses études et certains antigènes potentiellement protecteurs sont aujourd'hui bien caractérisés.

Deux grandes catégories d'antigènes peuvent être utilisées comme antigènes vaccinaux (**SCHALLIG, 2000**) :

Les antigènes naturels : un grand nombre de tests ont abouti à des conclusions différentes voire contradictoires avec des larves irradiées (**SMITH et CHRISTIE, 1978 ; URQUHART et al., 1996**) des extraits somatiques du parasite à différents stades de vie (**JACOBS et al., 1999 ; DOMINGUEZ-TORANO et al., 2000**), ou avec des enzymes protéolytiques et autres produits d'excrétion-sécrétion de vers adultes ou de larves (**SCHALLIG et al., 1997 ; VERVELDE et al., 2002**).

Les antigènes dits « cachés » :

Les résultats les plus encourageants ont été obtenus en utilisant ces antigènes cachés, correspond le plus souvent à la protéine du tube digestif des parasites avec lesquelles le système immunitaire de l'hôte n'est pas en contact direct : ces protéines cibles sont exposées aux anticorps produits par la vaccination quand le parasite avale son repas sanguin, ce qui provoquerait l'arrêt de la digestion du parasite (**SMITH, 1993**). Mais à l'heure actuelle, aucun vaccin commercialisable n'a vu le jour en raison notamment des difficultés d'obtention à large échelle de ces antigènes et du coût de leur production, soit sous forme native, soit sous forme de protéines recombinantes (**KNOX et al., 2006**).

CONCLUSION

Conclusion :

A la lumière de ces données, il apparaît clairement que l'infestation par *Haemonchus contortus* est généralement considérée comme la plus redoutable des autres strongles digestifs des moutons, car ce nématode se nourrit du sang de l'animal et provoque dans certains cas la mort, parfois elle est subite. Ceci pose des problèmes majeurs pour la santé et le bien-être des animaux qui pâturent, et engendre des pertes économiques colossales pour la production, la reproduction et l'industrie ovine.

Les moyens de lutte contre l'haemonchose ovine pourraient à l'avenir se baser sur la sélection d'animaux résistants ou sur des schémas vaccinaux efficaces afin de restreindre l'utilisation des anthelminthiques.

Les vétérinaires jouent un rôle important, ils devront sensibiliser les éleveurs non seulement de la situation alarmante des résistances aux anthelminthiques, mais aussi de les bien informer des nouveaux moyens et alternatives pour y faire face.

Recommandation

Nos travaux ont permis comprendre les caractéristiques d'infestation des ovins par l'*Haemonchus contortus* et connaître leur tableau clinique et savoir prescrire les examens complémentaires utiles, par donner d'un traitement curatif et préventif. Les moyens de lutte contre les strongles gastro-intestinaux en général et précisément *Haemonchus contortus* pourraient à l'avenir se baser sur la sélection d'animaux résistants ou sur des schémas de vaccination efficaces, dans le cadre de prévention il faudra tenir compte de cette saisonnalité des infestations pour adapter les traitements.

La sensibilisation des éleveurs au bien-être animal par la communication avec les bons moyens pour que le message soit écouté par tous.

La formation à l'échelle individuelle sur le bien-être animal, en donnant aux éleveurs les bonnes clés d'observation et d'interprétation des signes cliniques.

Prendre soin de ses animaux c'est élever ses animaux dans les meilleures conditions possibles.

Contrôle avec les traitements antiparasitaire

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

ABBOTT, K.A. TAYLOR, M. STUBBINGS. (2012)L.A. Sustainable Worm Control Strategies for Sheep 4th Edition. 2012. SCOPS.

ACE. (2010). THE ACE SCIENCE CENTER. (2010)

(https://www.agrireseau.net/ovins/documents/Handbook_Control_of_Parasites_of_Sheep_De_c2010_f.pdf)

AMARANTE.; BRICARELLO P.A., HUNTLEY J.F., MAZZOLIN L.P., GOMES J.C. (2005). Relationship of abomasal histology and parasite-specific immunoglobulin-A with the resistance to *Haemonchus contortus* infection in three breeds of sheep. *Veterinary Parasitology*, 128: 99-107.

AUMONT G., POUILLOT R., SIMON R., HOSTACHE G., VARO H., BARRE N. (1997). Parasitisme digestif des petits ruminants dans les Antilles françaises. *INRA Prod. Anim.*, 1997, 10 (1) : 79-89

AUTEF P. (2006).L'haemonchose ovine. Société Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires (SNGTV). Fiche n° 108.

BALIC, A., BOWLES, V.M., MEEUSEN, E.N.T. (2000). Cellular profiles in the abomasal mucosa and lymph node during primary infection with *Haemonchus contortus* in sheep. *Veterinary immunology and immunopathology*, 2000. 75: p. 109-120.

BALIC, A., BOWLES, V.M., MEEUSEN, E.N. (2002). Mechanisms of immunity to *Haemonchus contortus* infection in sheep. Regulation of *Haemonchus contortus* populations in sheep exposed to continuous infection. *Int J Parasitol* 15, 529-533

BÉLANGER D., COCKBURN A.M., LÉBOEUF A., VILLENEUVE A. (2007). Gestion intégrée du parasitisme gastro-intestinal chez les moutons. 2007. Centre d'expertise en production ovine du Québec.

BENGUESMIA, M. (2010). Cinétiques des populations de parasites et des réponses de l'hôte au cours d'une primo-infestation par *Haemonchus contortus* : comparaison des races lacaune et martinik black belly. Master : rapport de stage l'Université de toulouse.

BESIER, R.B., KAHN, L.P., SARGISON, N.D. et VAN WYK, J.A. (2016). The Pathophysiology, Ecology and Epidemiology of *Haemonchus contortus* Infection in Small Ruminants. In : *Advances in Parasitology* [en ligne]. Elsevier, 2016. pp. 95-143. [Consulté le 28 octobre 2019]. ISBN 978-0-12-810395-1. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0065308X16300227>

BEUGNET F., KERBOEUF D. (1997) Les résistances aux antiparasitaires chez les parasites des ruminants. *Le Point Vét.*, numéro spécial Parasitologie des ruminants, 1997, vol. 28 : 167-174

BONNEFONT M. (2014). Optimisation des outils de diagnostic des strongles gastro-intestinal ovins ; these ; université toulouse.

BONNEFONT M., CANELLAS A. (2014). Optimisation des outils de diagnostic des strongyloses gastro-intestinales des ovins. 2014. Thèse d'exercice, Médecine vétérinaire, École Nationale Vétérinaire de Toulouse-ENVT.

BOULKABOUL A. (2008). Evaluation du parasitisme par les strongles digestifs et de l'efficacité du traitement anthelminthique chez ovins dans la région de tiaret, these : universite d'oran es-senia.

BRARD C., CHARTIER C. (1997). Quand suspecter une strongylose digestive chez les ovins et les caprins et conduite à tenir. *Le Point Vét.*, numéro spécial Parasitologie des ruminants, 1997, 28 : 1865-1870

BRICARELLO P.A. AMARANTE A.F.T., HUNTLEY J.F., MAZZOLIN L.P., GOMES J.C. (2005). Relationship of abomasal histology and parasite-specific immunoglobulin-A with the resistance to *Haemonchus contortus* infection in three breeds of sheep. *Veterinary Parasitology*, 128: 99-107.

BRICE HERMANN (2017). Profil anthelminthique de quelques benzimidazolyl-acrylonitriles, analogues des chalcones. République de Côte d'Ivoire Union – Discipline – Travail. 2017.37.

BRICE HERMANN (2017). Profil anthelminthique de quelques benzimidazolyl-acrylonitriles, analogues des chalcones, thèse diplôme d'état de docteur en pharmacie, 2017.

BRODIER et BOURNAZEL. (2017). Evaluation de l'efficacité d'un schéma de sélection basé sur la résistance naturelle aux strongles gastro-intestinaux dans la race ovine laitière manche tête rousse, thèse de docteur vétérinaire, Université Paul Sabatier de Toulouse

BRUMMETT M. (2019). L'effet de la saison sur le cycle de vie de *haemonchus contortus* en expérimental agneaux infectés. Thèse de master : Université de Rhode Island

BJÆRN H. (1994). Workshop summary: Anthelmintic resistance. *Vet. Parasitol.*, 1994, 54: 321-325

CHERMETTE, R. (1982). Chermette, R., 1982, L'haemonchose ovine et ses particularités : importance et situation actuelle en France. *Point Vétérinaire* 13, 21-28.

CHRETIEN A, C. (2010). Cinétique comparée des phénomènes physiques et de la réponse immune chez des ovins résistants ou sensibles au cours d'une primo-infestation par *haemonchus contortus*. Thèse de doctorat vétérinaire : l'Université Paul-Sabatier de Toulouse.

CHRETIEN A, C. (2011). Cinétique comparée des phénomènes physiopathologiques et de la réponse immune chez des ovins résistants (Martinik black belly) ou sensibles (Lacaune) au cours d'une primo-infestation par *haemonchus contortus*; Thèse de doctorat vétérinaire : l'Université Paul-Sabatier de Toulouse.

CHRISTIAN M. (2019). Maladies parasitaires du mouton. Livre.

COLE V.G. (1986). Animal health in australia volume 1, helminth parasites of sheep and cattle australian agricultural health and quarantine service, departement of primary industries, AGPS, canberra, 255pp.

COLDITZ I, G; WATSON D, L; GRAY, G,D ; EADY, S, J (1996). Some relationships between age, immune responsiveness and resistance to parasites in ruminants. International Journal for Parasitology. Volume 26, Issues 8–9, Pages 869-877.

COOP R.L., HOLMES P.H. (1996). Nutrition and parasite interaction. International Journal for Parasitology, 26(8-9): 951-962

COYNEM.J, SMITH G., (1992).The mortality and fecundity of *Haemonchus contortus* in parasite-naive and parasite-exposed sheep following single experimental infections. Int J Parasitol 22, 315-325

DARGIE, J.D., ALLONBY, E.W. (1975).Pathophysiology of single and challenge infections of *Haemonchus contortus* in Merino sheep: Studies on red cell kinetics and the “self-cure” phenomenon. International Journal for Parasitology. avril 1975. Vol. 5, n° 2, pp. 147-157. DOI 10.1016/0020-7519(75)90021-1.

DELANNOY-NORMAND A. (2010).Recherche de gènes impliqués dans l’installation du strongle *Haemonchus contortus* par une approche transcriptomique. Thèse de doctorat Sciences de la Vie et Santé : Université de Tours.

DICTIONNAIRE DES MEDICAMENTS VETERINAIRES. (2005).Dictionnaire des médicaments vétérinaires, 13ème édition, 2005).

DINEEN J.K., WAGLAND B.M. (1966).The dynamics of the host-parasite relationship. IV. The response of sheep to graded and to repeated infection with *Haemonchus contortus*. Parasitology, 1966, 56(4): 639-650

DOMINGUEZ-TORANO I.A., CUQUERELLA M., GOMEZ-MUNOZ M. (2000). Vaccination of Manchego lambs against *Haemonchus contortus* with a somatic fraction (p26/23) of adult parasites. Parasite Immunol., 2000, 22(3): 131-138

EL-ASHRAM S. MEHMOUD R. AL NASR. (2017).*Haemonchus contortus* et hôte ovin : une revue rétrospective. Article : journal international de recherche avancée.

ESLAMI A., RANJBAR-BAHADORI S., ZARE R., RAZZAGHI-ABYANEH M. (2005). The predatory capability of *Arthrobotrys cladodes* var. *macroides* in the control of *Haemonchus contortus* infective larvae. *Vet. Parasitol.*, 2005, 130(3-4): 263-266

FMO. <https://pharmacomedicale.org/medicaments/par-specialites/item/traitements-de-l-anemie-les-points-essentiels>

GAULY, M., KRAUS, M., VERVELDE, L., VAN LEEUWEN, M.A., ERHARDT, G., (2002). Estimating genetic differences in natural resistance in Rhon and Merinoland sheep following experimental *Haemonchus contortus* infection. *Veterinary Parasitology*, 106: 55-67

GAULY M., ERHARDT G., SCHACKERT M., HOFFMANN B., (2006). Influence of sex on the resistance of sheep lambs to an experimental *Haemonchus contortus* infection. *Vet. Parasitol.* 113(5):178-81

GETACHEW T., (2007). Experimental infection of Black Belly and INRA 401 straight and crossbred sheep with trichostrongyle nematode parasites. *Veterinary Parasitology* 116, 239-249.

GILL H.S., HUSBAND A.J., WATSON D.L. (1992). Localization of immunoglobulin-containing cells in the abomasums of sheep following infection with *Haemonchus contortus*. *Vet. Immunol. Immunopathol.*, 1992, 31(1-2):179-187.

GILL, H.S., ALTMANN, K., CROSS, M.L., HUSBAND, A.J., (2000). Induction of T helper 1- and T helper 2-type immune responses during *Haemonchus contortus* infection in sheep. *Immunology*, 2000. 99(3): p. 458-63.

HANSEN J., PERRY B., (1994). The epidemiology, diagnosis and control of helminth parasites of ruminants, ILRAD ed, Kenya, 171 pp.

HOSTE, H., HUBY, F., MALLET, S., (1997). Strongyloses gastro-intestinales des ruminants : conséquences physiopathologiques et mécanismes pathogéniques. *Point Vétérinaire*, Numéro Spécial "Parasitologie des Ruminants" 28, 53-59.

HOSTE H., GUITARD J.P., PONS J.C. (2003).Pâturage mixte entre ovins et bovins : intérêt dans la gestion des strongyloses gastrointestinales. *Fourrages*, 2003, 176 : 425-436

HOSTE, H., PAOLINI, V., PARAUD, C. ET CHARTIER, C. (2004).Gestion non-chimique du parasitisme par les nématodes chez les petits ruminants. *Bulletin G.T.V. (Hors série Parasitologie des ruminants laitiers)*, 131-135.

JACOBS H.J., WILTSHIRE C., ASHMAN K., MEEUSEN E.N., (1999).Vaccination against the gastrointestinal nematode, *Haemonchus contortus*, using a purified larval surface antigen. *Vaccine*, 17 : 362-368.

JACQUIET P., (1997).Les strongles digestifs des ruminants. *Le Point Vétérinaire*, numéro spécial « Parasitologie des ruminants », 28, 20-21.

JACQUIET P., (2000).Adaptations des Nématodes parasites de Ruminants à la survie en région subdésertique. pour le cours "Évolution des Parasites et des Relations Hôtes-Parasites", MNHN, 3-5 mai 2000.

JACQUIET P.(2018).Impact du pâturage cellulaire sur la dynamique des populations de nématodes parasites du tube digestif chez les ovins. Thèse de doctorat vétérinaire : l'Université paul-sabatier de toulouse.

KAPLAN R., (2006).Anthelmintic resistance and the changing landscape of parasite control. department of infectious diseases college of veterinarian medicine university of georgia, athens, georgia. NCVC anthelmintic resistance NOV 2006.

KCLEOD Q. (1995). Cost of major parasites to the Australian live stock industries. *Journal international de parasitology*, 1995, 14: 1363-1367.

KERBOEUF D., BEAUMONT-SCHWARTZ C., HUBERT J., MAILLON M. (1988) Résistance des strongles gastro-intestinaux aux anthelminthiques chez les petits ruminants. Résultats d'une enquête dans le Val de Loire. *Rec. Méd. Vét.*, 1988, 164(12) : 1001-1006

KILANI M, GUILLOT J, POLACK B, CHERMETTE R , (2003).Helminthoses digestives, in: principales maladies infectieuses et parasitaires du bétail , europe et régions chaudes . TEC & Doc, EM internationale, paris, 1309-1350 pages.

KNOX D.P., REDMOND D.L., NEWLANDS G.F., (2003).The nature and prospects for gut membrane proteins as vaccine candidates for *Haemonchus contortus* and other ruminant trichostrongyloids. *International Journal for Parasitology*, 33 : 1129-1137.

KNOX D. P., REDMOND D. L. (2006).Parasite vaccines - recent progress and problems associated with their development. *Parasitology*, 133 Suppl, S1-8.

KOHLER P. (2001). The biochemical basis of anthelmintic action and resistance. *Int. J. Parasitol.*, 2001, 31 (4) : 336-345

KONE M., KAMANZI K., TRAORE D. (2005).Anthelmintic activity of medicinal plants used in northern Côte d'Ivoire against intestinal helminthiasis. *Pharmaceutical Biology*, 2005, 43: 72-7

LACROUX C. (2006).Régulation des populations de nématodes gastro-intestinaux (*Haemonchus contortus* et *Trichostrongylus colubriformis*) dans deux races ovines, thèse : l'institut national polytechnique de toulouse.

LARSEN M., FAEDO M., WALLER P.J., HENNESSY D.R. (1998).The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: studies with *Duddingtonia flagrans*. *Vet. Parasitol.*, 1998, 76 (1-2): 121-8

LEVITT N. (2004).Génétique de la résistance à l'ivermectine dans le nématode parasite *haemonchus contortus*. Thèse de master : institut de parasitologie. Université Mcgill, canada.

LOUVANDINI H., VELOSO C.F., PALUDO G.R., DELL'PORTO A., GENNARI S.M., McMANUS C.M. (2006).Influence of protein supplementation in the resistance and resilience on young hair sheep naturally infected with gastrointestinal nematodes during rainy and dry season. *Veterinary Parasitology*, 137(1-2): 103-11

MAGE C. (1991). L'haemonchose ovine : actualité épidémiologique, thérapeutique et préventive. Bulletin des GTV, 98 (3): 75-89.

MARTIN R.J, (1997). Modes of action of anthelmintic drugs. *Vet. J.*, 1997, 154 (1): 5-7

MILLER H.R., JACKSON F., NEWLANDS G., APPEYARDW.T., (1983). Immune exclusion, a mechanism of protection against the ovine nematode *Haemonchus contortus*. *Res Vet Sci* 35, 357-363.

MILLER J.E., HOROHOV D.W.(2006). Immunological aspects of nematode parasite control in sheep. *J. Anim. Sci.*, 2006, 84(E. Suppl.) : E124-E132

MULCAHY G., O'NEILL S., DONNELLY S. & DALTON J.P., 2004. Helminths at mucosal barriers-interaction with the immune system. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 56, 853-868.

NORMAND A., (2010). Recherche de gènes impliqués dans l'installation du strongle *Haemonchus contortus* par une approche transcriptomique. Thèse de doctorat vétérinaire : université françois – rabelais de tours. P32.

O'CONNOR, LAUREN J., WALKDEN-BROWN, STEPHEN W. ET KAHN, LEWIS P. (2006). Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary Parasitology*. novembre 2006. Vol. 142, n° 1-2, pp. 1-15. DOI 10.1016/j.vetpar.2006.08.035.

PENA, M.T., MILLER, J.E., HOROHOV, D.W.(2006). Effect of CD4(+) T lymphocyte depletion on resistance of Gulf Coast Native lambs to *Haemonchus contortus* infection. *Veterinary Parasitology*, 2006.

PHILIPPE (2018). Diarrhées des agneaux : causes, traitements et prévention. Article. (2018).<https://www.supagro.fr/ebooks/extranet/2018-Systel>

RAYNAUD, J.-P., WILLIAM, G. et BRUNAUT, G. (1970). Etude de l'efficacité d'une technique de coproscopie quantitative pour le diagnostic de routine et le contrôle des

infestations parasitaires des bovins, ovins, équins et porcins. *Annales de Parasitologie Humaine et Comparée*. 1970. Vol. 45, n° 3, pp. 321-342. DOI 10.1051/parasite/1970453321.

RIFFKIN, G.G., DOBSON, C. (1979). Predicting resistance of sheep to *Haemonchus contortus* infections. *Veterinary Parasitology*, 1979. 5(4): p. 365-378.

ROEBER, FLORIAN, JEX, AARON R., GASSER, ROBIN B., (2013). Advances in the diagnosis of key gastrointestinal nematode infections of livestock, with an emphasis on small ruminants. *Biotechnology Advances*. Décembre 2013. Vol. 31, n° 8, pp. 1135-1152. DOI 10.1016/j.biotechadv.2013.01.008.

SANGSTER N.C. (2001). Managing parasiticide resistance. *Vet. Parasitol.*, 2001, 98(1-3): 89-109

SCHALLIG H.D., VAN LEEUWEN M.A., CORNELISSEN A.W. (1997). Protective immunity induced by vaccination with two *Haemonchus contortus* excretory secretory proteins in sheep. *Parasite Immunol.*, 1997, 19(10): 447-453

SCHALLIG, H.D. (2000). Immunological responses of sheep to *Haemonchus contortus*. *Parasitology*, 2000. 120 Suppl: p. S63-72.

SCOTT I., DICK A., IRVINE J., STEAR M.J., MCKELLAR Q.A., (1999). The distribution of pepsinogen within the abomasa of cattle and sheep infected with *Ostertagia* spp. and sheep infected with *Haemonchus contortus*. *Veterinary Parasitology*, 82 : 145-159.

SMITH W.D., CHRISTIE M.G. (1978). *Haemonchus contortus*: local and serum antibodies in sheep immunised with irradiated larvae. *Int. J. Parasitol.*, 1978, 8(3) : 219-223

SMITH W.D. (1993). Protection in lambs immunised with *Haemonchus contortus* gut membrane proteins. *Res. Vet. Sci.*, 1993, 54(1) : 94-101

TOUITOU F. (2019). Impact de la sélection génétique sur la résistance à *haemonchus contortus* et de l'apport alimentaire de protéines sur le microbiote ruminal et l'efficacité alimentaire de brebis gestantes et allaitantes. Thèse de doctorat vétérinaire : l'Université paul-sabatier de toulouse.

URQUHART, G.M., ARMOUR, J., DUNCAN, J.L., DUNN, A.M., JENNINGS, F.W. (1996). *Veterinary Parasitology*, 2nd Ed. Blackwell Science .pp 19-164.

VAN WYK J.A., STENSON M.O., VAN DER MERWE J.S., VORSTER R.J., VILJOEN P.G. Anthelmintic resistance in South Africa: surveys indicate an extremely serious situation in sheep and goat farming. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, 1999, 66(4): 273-284

VERVELDE L., VAN LEEUWEN M.A., KRUIDENIER M. (2002). et al. Protection studies with recombinant excretory/secretory proteins of *Haemonchus contortus*. *Parasite Immunol.*, 2002, 24(4): 189-201

WATSON D.L., GILL H.S., (1991). Effect of weaning on antibody responses and nematode parasitism in Merino lambs. *Research in Veterinary Science*, 51, 128-132.

WOOLASTON R.R., BAKER R.L., (1996). Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites. *Int. J. Parasitol.*, 1996, 26(8-9) :845-85.