

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA

RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE HADJ LAKHDAR DE BATNA

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

THESE

*Pour l'obtention du diplôme de*

***DOCTORAT EN SCIENCES***

Filière

Biologie animale

Option

Parasitologie

Présentée par :

***MERADI Salah***

THEME

***Les strongles digestifs des ovins de la région de Batna (Algérie) : Caractérisation, spécificités climatiques et indicateurs physiopathologiques.***

**JURY**

**Grade et Université**

**Président : Tlidjane M.,**

**Professeur, Université Hadj Lakhdar de Batna**

**Examineur : Benakhla A.,**

**Professeur, Centre universitaire d'El Tarf**

**Examineur : Benchikh El fegoun M.C.,**

**Professeur, Université Mentouri de Constantine**

**Examineur : Aissi M.,**

**Professeur, Ecole Nationale Supérieure vétérinaire d'Alger**

**Examineur : Maamache B.,**

**Professeur, Université Hadj Lakhdar de Batna**

**Rapporteur : Bentounsi B.,**

**Professeur, Université Mentouri de Constantine**

**Année universitaire 2011-2012**

# *Dédicaces*

À mes chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer ma reconnaissance et ma profonde gratitude pour les sacrifices consentis pour mon éducation et mon instruction.

Que ce travail soit pour vous une source de fierté et un témoignage de mon affection et de ma reconnaissance.

Que Dieu vous procure santé, bonheur et longue vie.

À ma femme et mon petit chou *Heithem*.

C'est avec un plaisir et une immense joie que je vous dédie ce présent travail afin de vous exprimer tout mon amour et toute ma reconnaissance pour votre soutien et votre encouragement.

A toute ma famille, sœurs, frères et mes beaux frères qui me sont chers.

# *Avant propos*

Ce travail a été réalisé sous la direction de monsieur Bourhane BENTOUNSI, Professeur de parasitologie au département des sciences vétérinaires, de l'université Mentouri de Constantine. Je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude et ma plus vive reconnaissance. Mr Bourhane BENTOUNSI, m'a initié en parasitologie et suivi depuis le mémoire de Magistère jusqu'à la réalisation de cette thèse de Doctorat. Je le remercie pour l'appui intellectuel, moral et matériel dont j'ai pu bénéficier de sa part pour la réalisation de ce travail. Je suis très touché aussi par, sa rigueur scientifique, son enthousiasme pour la recherche, sa grande patience et ses précieux conseils.

J'adresse mes remerciements les plus respectueux à Mr. Jacques CABARET, Directeur de recherche à l'Institut National Agronomique et responsable de l'équipe résistance et virulence des parasites à l'INRA de Tours, qui m'a accueilli gentiment dans son unité lors de mes stages pour réaliser les analyses statistiques de cette thèse. Son excellente expertise et sa rigueur scientifique, ont apporté beaucoup à ce travail. Je suis vivement touché par sa modestie et honoré de la collaboration de ce grand scientifique.

Je témoigne ma gratitude à monsieur Majid TLIDJANE, professeur au département des sciences vétérinaires de l'université de Batna, qui m'a fait l'honneur de présider notre jury de thèse.

Je tiens à remercier vivement et très sincèrement, mademoiselle Miriem AISSI, de l'école nationale des sciences vétérinaires d'Alger, monsieur Ahmed BENAKHLA du centre Universitaire d'El Tarf et monsieur Mohamed Cherif BENCHIKH ELFEGOUN de l'Université Mentouri Constantine, qui ont très aimablement accepté de participer et ainsi de composer avec mon directeur de thèse monsieur Bourhane BENTOUNSI, un jury que j'ai voulu exceptionnel, de tous les professeurs en parasitologie vétérinaire en Algérie, pour évaluer ce travail de thèse. Je suis très honoré !

J'exprime aussi mes remerciements à Monsieur Bakir MAAMACHE, Professeur en maladies infectieuses, qui nous a fait l'honneur de prendre part à notre jury de thèse.

Je remercie enfin madame ZOUYED Ilhem, Maître assistante au département des Sciences Vétérinaires de l'Université Mentouri, Constantine qui a eu l'aimabilité de lire le tapuscrit et de suggérer des corrections.

Ce travail de recherche a fait l'objet de deux publications scientifiques :

- **Meradi S., Bentounsi B., Zouyed I., Cabaret J., (2011)** The steppe species of gastrointestinal nematodes of small ruminants, with a focus on Marshallagia: Climat as a key determinant. *Parasite*, 18, 261-269.
- **Bentouni B., Meradi S., Cabaret J., (2012)** Towards finding effective indicators (diarrhoea and anaemia scores and weight gains) for the implementation of targeted selective treatment against the gastro-intestinal nematodes in lambs in a steppic environment. *Veterinary Parasitology* 187, (1-2), 275– 279.

# *Table des matières*

	<u>Page</u>
<b>Introduction générale</b>	13
<b>Partie théorique</b>	
<b>Chapitre1. Définitions de la steppe.</b>	17
1.1. Les limites bioclimatiques.	17
1.2. La végétation.	20
1.3. La domestication.	22
<b>Chapitre 2 : Notions générales sur les strongles digestifs des ovins.</b>	24
2.1. Cycle de vie des strongles gastro-intestinaux des ovins.	25
2.2. Epidémiologie des strongles gastro-intestinaux en Algérie.	26
2.3. La lutte contre les strongles gastro-intestinaux par les anthelminthiques.	28
2. 3. 1. Les molécules disponibles.	28
<b>Chapitre 3 : La résistance aux anthelminthiques.</b>	31
3.1. Définition.	31
3.2. Situation mondiale.	31
3.3. Situation en Algérie.	32
3.4. Mécanisme et facteurs de développement de la résistance.	33
<b>Chapitre 4 : Méthodes alternatives à l'utilisation des anthelminthiques dans la lutte contre les strongles digestifs.</b>	35
4. 1. Interventions sur le pâturage.	35
4. 2. Interventions sur les animaux.	36
4.2.1. La vaccination.	36
4.2.2. La sélection génétique.	37
4.2.3. Amélioration protéique.	38
4.2.4. La phytothérapie et l'homeothérapie.	38
<b>Chapitre 5 : Les traitements ciblés sélectifs (<i>Targeted selective treatment</i>).</b>	41
5. 1. Principe des traitements anthelminthiques sélectifs ciblés.	42
5. 2. Indicateurs utilisés pour l'identification des animaux les plus infestés.	43
5. 2. 1. Le système FAMACHA <sup>®</sup>	43
5. 2. 2. L'indice de diarrhée (DISCO).	44

5. 2. 3. L'indice de l'état corporel.	45
5. 2. 4. La production de lait.	45
5. 2. 5. Le gain de poids vif.	46
5. 2. 6. Le compte des œufs fécaux.	46
5. 3. Problèmes posés par l'application du TST.	46

## **Partie expérimentale**

<b>I. Caractérisation et dynamique saisonnière de la faune parasitaire digestive des ovins en zone steppique algérienne.</b>	48
1.1. Introduction.	48
1.2. Matériels et méthodes.	48
1.2.1. Site d'étude et critères du choix de l'exploitation ovine d'El Mader.	48
1.2.2. Caractérisation climatique de la région d'étude.	50
1.2.2.1. Choix des indices.	50
1.2.2.2. Limites climatiques de la région d'étude selon l'indice d'aridité de Martonne.	51
1.2.2.3. Limites climatiques de la région d'étude selon la formule de Koppen.	51
1.2.3. Protocole expérimental.	51
1.2.4. Choix du test statistique pour l'étude de la dynamique de la faune.	52
1.2.4.1. Principe du test non paramétrique de Krushall et Wallis.	53
1.2.4.2. Principe du test d'analyse de la variance ANOVA.	54
1.3. Résultats.	54
1.3.1. Prévalences et diversité du parasitisme digestif.	54
1.3.2. La diversité spécifique de la faune des strongles gastro-intestinaux des agneaux lors de 6 occasions d'autopsies.	55
1.3.3. Dynamique de la faune des strongles gastro-intestinaux des agneaux et facteurs de risque (sexe, espèce parasitaire, mois d'autopsie) lors de 6 occasions autopsie.	58
1.3.4. Dynamique de la charge en strongles digestifs des agneaux lors de 6 occasions d'autopsies.	61
1.3.5. Dynamique du sexe ratio (femelles / mâles) des strongles des agneaux lors de 6 occasions d'autopsies.	62
1.3.7. Dynamique des formes larvaires L4 et juvéniles L5 de strongles digestifs des agneaux lors de 6 occasions d'autopsies.	63
1.3.8. Dynamique parasitaire observée par l'excrétion fécale des œufs des agneaux.	64
1.3.9. Dynamique de la prévalence de l'infestation par <i>Moniezia expansa</i> et <i>Eimeria spp</i>	69

observée par coproscopies des agneaux.

1.4. Discussion. 70

**Partie II : Evaluation de trois indicateurs physiopathologiques de l'infestation par les strongles digestifs chez les agneaux dans une région steppique en Algérie (Batna).** 77

II.1. Introduction. 77

II.2. Matériels et méthodes. 77

II.3. Analyses statistiques. 78

II. 4. Résultats. 78

II.4.1.Corrélations entre les indicateurs physiopathologiques à El Mader (Batna). 78

II.4.2.Corrélations entre les indicateurs physiopathologiques et l'intensité de l'infection à El Mader (Batna). 79

II.4.3. Corrélations paramétriques entre les indicateurs physiopathologiques à El Mader (Batna). 80

II.4.4. Corrélations non paramétriques entre les indicateurs physiopathologiques testés (FAMACHA<sup>©</sup>, DISCO) et les opg. 81

II.4.5.Analyse discriminante linéaire sur les indicateurs FAMACHA<sup>©</sup>et DISCO. 82

II.4.5.1.Analyse discriminante linéaire sur l'indicateur FAMACHA<sup>©</sup> 82

II.4.5.1.1. Signification des axes de l'analyse discriminante. 82

II.4.5.1.2: Analyse discriminante sur l'indicateur FAMACHA<sup>©</sup> 82

II.4.5.1.3. Relation entre l'indicateur FAMACHA<sup>©</sup>et l'infestation (opg). 84

II.4.5.2. Analyse discriminante linéaire sur l'indicateur DISCO. 85

II.4.5.2.1: Signification des axes de l'analyse discriminante. 85

II.4.5.2.2: Analyse discriminante sur l'indicateur DISCO. 85

II.4.5.2.3. Relation entre l'indicateur FAMACHA<sup>©</sup>et l'infestation (opg). 86

II.4.5.3. Combinaison des 2 indicateurs FAMACHA<sup>©</sup>et DISCO (FAMDISCO) 87

II.4.5.3.1: Analyse discriminante sur FAMDISCO. 87

II.4.5.3.1. Relation entre le FAMDISCO et l'infestation (opg). 88

II.5. Discussion. 89

**Partie III: Distribution géographique et caractéristiques climatiques des nématodes gastro-intestinaux des petits ruminants en régions steppiennes.** 92

III.1. Introduction. 92

III.2. Matériels et méthodes. 94

III. 2. 1. Recherche de données de <i>Marshallagia</i> dans la littérature.	94
III. 2. 2. Sites d'études.	94
III. 2. 2. 1. Choix parasitaires des sites d'études.	94
III. 2. 2. 2. Choix climatiques des sites d'études.	95
III. 2. 2. 3. Analyses statistiques.	95
III. 2. 2. 3. 1. Corrélations non paramétriques par le coefficient de corrélation de Spearman.	95
III. 2. 2. 3. 2. Régression linéaire.	95
III. 2. 2. 3. 3. Le test de regroupement (UPGMA) par le coefficient de corrélation de Spearman.	96
III. 3. Résultats.	96
III. 3. 1. Distribution géographique du nématode <i>Marshallagia marshalli</i> chez les moutons et les chèvres domestiques établie sur des données de 1930 à 2010.	96
III. 3. 2. Distribution géographique du nématode <i>Marshallagia marshalli</i> chez les ongulés sauvages établie sur des données de 1930 à 2010.	97
III. 3. 3. Similitudes des nématofaunes observées dans les différents sites steppiques étudiés.	98
III. 3. 4. Relations entre les indices du climat et la présence de <i>Marshallagia</i> et d'autres espèces de nématodes.	104
III. 4. Discussion	106
<b>IV. Discussion générale et conclusion</b>	108
<b>Références bibliographiques</b>	112
<b>Annexes</b>	141

# *Listes des tableaux et figures*

<u>Liste des tableaux</u>	<u>Page</u>
Tableau n°1 : Principaux strongles gastro-intestinaux des ovins (Cabaret., 2004).	24
Tableau n° 2 : Principaux anthelminthiques utilisés chez les ovins.	29
Tableau n°3: Prévalences moyennes des parasites gastro-intestinaux identifiés par coproscopies et autopsies chez les ovins à El Mader (Batna).	55
Tableau n°4 : Moyenne des proportions des espèces des strongles gastro-intestinaux de 12 agneaux traceurs répertoriés aux 6 occasions d'autopsie à El Mader (Batna).	56
Tableau n°5 : Dynamique des espèces de nématodes gastro-intestinaux par autopsie de 2 agneaux à chaque occasion (mois d'autopsie) à El Mader (Batna): moyenne des proportions de chaque espèce parasitaire.	58
Tableau n°6 : Analyse statistique (ANOVA) sur l'effet de la période (autopsie) et du sexe sur l'ensemble des espèces de strongles digestifs.	59
Tableau n°7: Proportions moyennes des morphotypes d'Haemonchus femelles à El Mader (Batna).	61
Tableau n°8: Dynamique du sexe ratio (rapport entre les strongles femelles/ strongles mâles) des strongles d'agneaux à El Mader (Batna) lors de 6 occasions d'autopsies.	62
Tableau n°9: Dynamique des larves de strongles digestifs du stade L4 et du stade L5 (juvéniles) des agneaux à El Mader (Batna) lors de 6 occasions d'autopsies	63
Tableau n°10: Dynamique de l'excrétion moyenne des œufs des strongles digestifs	66

(ASD : autres strongles digestifs)chez 30 agneaux durant la période de Février 2008 et Février 2009 à El Mader (Batna).

Tableau n°11 : Dynamique de l'excrétion moyenne des œufs de *Marshallagia marshalli* chez 30 agneaux durant la période de Février 2008 et Février 2009 à El Mader (Batna). 67

Tableau n°12 : Dynamique de l'excrétion moyenne des œufs de *Nematodirus spp* chez 30 agneaux durant la période de Février 2008 et Février 2009 à El Mader (Batna). 68

Tableau n°13 : Corrélations de Spearman entre la matrice des indicateurs physiopathologiques (Poids relatif, FAMACHA<sup>©</sup>, DISCO) et de l'excrétion des œufs (opg) sur 308 échantillons à El Mader (Batna). 79

Tableau n°14 : Indicateurs physiopathologiques (FAMACHA<sup>©</sup>, DISCO) et mesures parasitologiques chez les ovins à El Mader (Batna). 81

Tableau n°15: Signification des axes de l'analyse discriminante des 3 groupes de strongles (*Marshallagia*, *Nematodirus* et autres strongles digestifs) sur l'indicateur de l'anémie FAMACHA<sup>©</sup> chez les ovins de la ferme d'El Mader (Batna). 82

Tableau n°16: Matrice de la discrimination des scores FAMACHA<sup>©</sup> selon l'infestation par les 3 groupes de strongles (*Marshallagia*, *Nematodirus* et autres strongles digestifs) chez les ovins de la ferme d'El Mader (Batna). 83

Tableau n°17 : Description des groupes par la relation entre les scores de l'indice d'anémie FAMACHA<sup>©</sup> et l'infestation (opg établie sur MS de fèces) par *Marshallagia*, *Nematodirus* et Autres strongles des ovins de la ferme d'El Mader (Batna). 84

Tableau n°18: Signification des axes de l'analyse discriminante des 3 groupes de strongles (*Marshallagia*, *Nematodirus* et autres strongles digestifs) selon 85

l'indicateur Disco chez les ovins de la ferme d'El Mader (Batna).

Tableau n°19: Matrice de la discrimination des scores de l'indicateur DISCO selon 86  
l'infestation par les 3 groupes de strongles (Marshallagia, Nematodirus et autres  
strongles digestifs) chez les ovins de la ferme d'El Mader (Batna).

Tableau n°20: Relation entre les scores l'indice de diarrhée DISCO et l'infestation 86  
(opg établi sur la MS de fèces) par Marshallagia, Nematodirus et Autres strongles  
des ovins de la ferme d'El Mader (Batna).

Tableau n°21: Matrice de la discrimination des scores FAMDISCO selon 87  
l'infestation par les trois groupes de strongles (Marshallagia, Nematodirus et autres  
strongles digestifs) des ovins de la ferme d'El Mader (Batna).

Tableau n°22: Relation entre les scores de la combinaison FAMDISCO et 88  
l'infestation (opg établie sur la MS de fèces) par Marshallagia, Nematodirus et  
Autres strongles des ovins de la ferme d'El Mader (Batna).

Tableau n°23 : Prévalences de groupes de nématodes chez les ovins et caprins 100  
basées sur le comptage des œufs fécaux.

Tableau n°24 : Proportions des communautés des espèces de nématodes d'ovins et 101  
de chèvres basées sur les nécropsies (caillette).

Tableau n°25 : Prévalences des espèces de nématodes chez les ovins et caprins, 102  
nécropsies de tout le tube digestif dans les sites à forte infestation par  
Marshallagia.

Figure n°1: Moyenne des proportions des espèces des strongles gastro-intestinaux répertoriés par autopsie de 12 agneaux traceurs à El Mader (Batna).	56
Figure n°2 : Dynamique des proportions moyennes des différentes espèces et genres de strongles digestifs trouvés par autopsie de 2 agneaux lors de 6 occasions à El Mader (Batna).	59
Figure n°3 : Dynamique de la charge en strongles digestifs des agneaux lors de 6 occasions d'autopsies à El Mader (Batna).	61
Figure n°4 : Dynamique des 3 formes de strongles digestifs des ovins lors de 6 occasions d'autopsies à El Mader (Batna).	64
Figure n°5: Dynamique de l'excrétion moyenne des œufs des strongles digestifs, <i>Nematodirus</i> spp et <i>Marshallagia marshalli</i> chez 30 agneaux durant la période de Février 2008 et Février 2009 à El Mader (Batna).	65
Figure n°6: Dynamique de la prévalence de <i>Moniezia expansa</i> et <i>Eimeria</i> spp par coproscopies de 30 agneaux à El Mader (Batna).	69
Figure n°7: Distribution géographique du nématode <i>Marshallagia marshalli</i> chez les moutons et les chèvres domestiques établie sur des données de 1930 à 2010.	97
Figure n°8: Distribution géographique du nématode <i>Marshallagia marshalli</i> chez les ongulés sauvages établie sur des données de 1930 à 2010.	98
Figure n°9 : Similarité des sites d'études selon la fréquence des espèces de la faune helminthique de la caillette des ovins dans 16 sites en Algérie, en Syrie, Espagne, Turquie, Maroc, Mongolie et Chine - Classification hiérarchique par la méthode UPGMA sur le coefficient de corrélation de Spearman.	103
Figure n°10 : Relation entre la pluviométrie annuelle (PLUVIO en mm) et la prévalence de <i>Marshallagia</i> (MAR) en zones steppiques dans 16 sites (LN : logarithme	105

népérien, R : coefficient de régression).

## *Liste des abréviations*

<u>Abréviation</u>	<u>Signification</u>
mm	millimètres
°C	degré Celsius
DISCO	indice de diarrhée
FAMACHA <sup>©</sup>	indice de l'anémie. Le nom FAMACHA est un acronyme dérivé de nom de son instigateur, le Docteur François « FAffa MAAn » et de CHArt.
ANOVA	analyse de variance
MS	matière sèche
L1 :	larve de premier stade
L2	larve de second stade
L3	larve de troisième stade
L4	larve de quatrième stade
L5	larve juvénile
OPG	œuf par gramme de fèces
Coproscopie	examen microscopique des selles
Coproculture	culture des larves dans les selles
sp pas déterminée	épithète utilisé quand le genre parasitaire est connu, mais l'espèce n'est pas déterminée
spp	épithète utilisé quand on veut désigner plusieurs espèces ou toutes les espèces d'un même genre
µg	microgramme
TST	<i>targeted selective treatment</i>
TT	<i>targeted treatment</i>

## **Introduction générale**

L'élevage des ovins est l'un des piliers du secteur agricole en Algérie. Il contribue dans la promotion de l'activité économique en milieu rural, en assurant notamment le financement des opérations agricoles. Il assure l'approvisionnement du marché et des industries agro-alimentaires en viande rouge et de l'artisanat en matières premières essentielles. Il joue aussi un rôle rituel et culturel très remarqué dans la société algérienne lors des fêtes religieuses et familiales.

Cet élevage est sensible à un certain nombre de pathologies qui constituent des entraves économiques à la production d'agneaux. Parmi celles-ci, les infestations parasitaires par les nématodes digestifs, sont les plus importantes, en raison de l'exploitation des pâturages infestés par des formes libres de parasites évoluant durant des périodes climatiques propices. Ces nématodes sont responsables de baisses importantes de production de lait et de viande, et peuvent causer des mortalités dans les élevages ovins et caprins. (Chartier et Hoste., 1994). La maîtrise de ce type de parasitisme est considérée actuellement comme un élément essentiel de gestion de la santé d'un troupeau (Cabaret., 2004).

Le coût économique lié au parasitisme a conduit les éleveurs à utiliser des molécules leur permettant de limiter le développement des peuplements parasitaires. L'utilisation de plusieurs familles de composés pour lutter contre ces organismes indésirables s'est largement développée (Taylor et Feyereisen., 1996). Au niveau mondial, la consommation d'antiparasitaires est estimée à 2785 millions de dollars par an dont 540 millions pour les anthelminthiques (Witty., 1999). En Algérie, ce parasitisme coûte aussi cher et range les antiparasitaires en deuxième position derrière les produits avicoles, dans la part du marché de l'importation du médicament vétérinaire, notamment avec l'ivermectine (in Bentounsi et al., 2009).

Localement, l'importance de ce parasitisme et ses estimations reposent essentiellement sur les évaluations, souvent subjectives des éleveurs et celles des autres acteurs de l'élevage, qui sont influencées, surtout par les producteurs pharmaceutiques, dont les données ne correspondent souvent pas à la réalité locale. Ceci a engendré une anarchie dans les pratiques de contrôle préventives et curatives pour son contrôle, favorisant avec le temps l'installation et le

développement de souches parasitaires résistantes, aux molécules antiparasitaires les plus utilisées.

Ce phénomène de résistance a été décrit chez les ovins pour les benzimidazoles (Bentounsi et al., 2006), puis retrouvé fortement prévalent dans les fermes pilotes des zones steppiques de l'Est algérien pour les benzimidazoles et l'ivermectine (Bentounsi et al., 2005 et 2007). Il n'a pas épargné par ailleurs les bovins par les pratiques locales d'élevages (Bentounsi et al., 2012). La qualité médiocre de ces médicaments importés (Bentounsi et al., 2003a et 2009), a été aussi une cause supplémentaire, pour le développement de la chimiorésistance.

Les zones semi-arides notamment steppiques sont les plus appropriées pour l'élevage ovin aussi bien dans le monde qu'en Algérie (Tarik., 2005 ; Slimani., 2010). Elles constituent aussi le berceau de la domestication des moutons au néolithique (Hienleder et al., 2002 ; Moutou et Pastoret., 2010). Dans ces régions steppiques, le climat y est spécifique et le parasitisme semble assez particulier, avec la présence constante des nématodes des genres *Marshallagia* et *Nematodirus* (Suarez et Cabaret., 1991) et aussi d'autres espèces moins caractéristiques de ces zones (Morgan et al., 2005).

A part les travaux anciens de (Donatien et Lestoquard., 1926 ; Velu., 1938 ; Court et Saquenet., 1945; Rose et Saquenet., 1948), les études de ce parasitisme en Algérie recensées depuis l'indépendance, n'ont été fondées que sur l'examen des œufs par des tests coprologiques, ce qui n'est pas toujours au niveau des certitudes. Ainsi des cinétiques annuelles d'excrétion des œufs chez les agneaux et les brebis ont été rapportées par (Bentounsi et al., 2001). Bien que ce travail ait été concrétisé par la cinétique annuelle des larves 3 (L3) obtenues par coproculture, ce suivi n'a concerné qu'un seul élevage. Dans les cinétiques d'excrétions des œufs présentées par (Boulkaboul et Moulaye., 2006), le suivi a concerné plusieurs élevages, mais la cinétique de l'identification des strongles à partir des L3 par coproculture des œufs n'a pas été réalisée.

Enfin, les résultats coproscopiques présentées par Saidi et al en 2009 dans une région steppique et ceux par Triki-Yamani et Bachir Bacha en 2010 dans plusieurs wilayas steppiques n'ont concerné qu'un suivi ponctuel ou limité à quelques mois. Ces deux enquêtes ne pouvaient arriver qu'à déterminer des prévalences d'infestation, souvent à des dates différentes, sans l'information de l'espèce présente et de sa dynamique, nécessaires à son contrôle.

Aussi, dans plusieurs pays comme l'Afrique du sud (Van Wyk et Bath., 2002) et les pays de l'Europe tels que l'Italie (Cringoli et al., 2009 ; Antonio Di Iorio et al., 2009), la Grèce (Gallidis et al., 2009), la France (Cabaret et al., 2009), l'Ecosse (Kenyon et al., 2009) et aussi le Maroc (Berrag et al., 2009 ; Ouzir et al., 2011) où la chimiorésistance a connu un développement important; les scientifiques ont développé plusieurs méthodes récentes pour gérer la propagation de ce fléau. Ainsi les traitements ciblés et les traitements sélectifs sont proposés comme alternatives aux méthodes thérapeutiques classiques. Ils sont basés sur des indicateurs physiopathologiques de la charge parasitaire comme l'anémie (FAMACHA<sup>®</sup>) (Van Wyk et Bath., 2002 ; Reynecke., 2011), l'indice de diarrhée (DISCO) (Larsen et al., 1994 ; Cabaret et al., 2006 ), et le poids de l'animal (Stafford et al., 2009 ; Greer et al., 2009). Ces nouvelles approches thérapeutiques ont donné des résultats très satisfaisants sur le plan parasitaire, économique et aussi sur la productivité et le bien être des animaux.

Ainsi, le travail que nous avons réalisé rentre dans le cadre des projets de recherches coordonnés par l'ANDRS, le CNEPRU et récemment le PNR, suivis au laboratoire de parasitologie du département des sciences vétérinaires de l'université de Constantine.

L'étude a plusieurs objectifs successifs. D'abord, l'évaluation objective pour la première fois, avec des méthodes nécropsiques précises de la faune parasitaire steppique qui affecte le mouton de notre région sur des agneaux traceurs. Cette faune est notamment particulière, car elle est en plus, modifiée par le développement de la chimiorésistance. Cet inventaire parasitaire nous permet de connaître la diversité spécifique des espèces d'helminthes et l'intensité de chaque entité parasitaire, avant de choisir un scénario de gestion du parasitisme, essentiellement pour le choix des anthelminthiques à utiliser.

Nous avons examiné ensuite la dynamique parasitaire saisonnière annuelle pour comprendre les situations d'infestations tolérables, subcliniques ou pathologiques. Et définir avec précision les périodes à risques pour l'intervention stratégique contre les parasites prévalents. Elle permet aussi de raisonner les aménagements à envisager dans la conduite du troupeau pour contrôler le niveau de l'infestation parasitaire.

Pour cela nous avons suivi mensuellement l'infestation des agneaux âgés de 2 à 3 mois par des méthodes coproscopiques et aussi par des méthodes nécropsiques en autopsiant des agneaux traceurs plus sensibles aux infestations et jamais confrontés aux traitements systématiques durant une année.

Le dernier objectif de ces bilans parasitaires, qui est l'essentiel pour la connaissance, a été de comparer dans une méta analyse nos résultats de la faune parasitaire steppique ovine algérienne, avec ceux obtenus dans diverses steppes mondiales, afin d'apprécier les spécificités de ce parasitisme steppique et surtout de relier la distribution géographique des nématodes gastro-intestinaux des ruminants aux caractéristiques du climat et de la végétation.

Enfin, et durant la même période, nous avons évalué sur les agneaux l'intérêt de ces indicateurs physiopathologiques de l'estimation de l'infestation par les strongles en conditions locales: le poids (Stafford et al., 2009), l'anémie (FAMACHA<sup>®</sup>) (Van Wyk et Bath., 2002 et Reynecke et al., 2011) et l'indice de diarrhée (DISCO) (Larsen et al., 1994 et Cabaret et al., 2006). Ces outils seront utilisés pour la détection des animaux les plus infestés pour la nécessité du traitement ciblé et l'application de la construction de stratégies locales de traitement pour une gestion compréhensive et durable du parasitisme. Ce qui assure une bonne production animale et évite l'augmentation de la résistance aux antiparasitaires.

Avant la présentation de nos résultats, et afin de comprendre notre travail, nous présenterons au préalable, les caractéristiques du milieu steppique, notamment ses limites climatologiques et sa végétation ainsi qu'un bref historique sur la domestication des herbivores domestiques, particulièrement le mouton qui trouve son berceau dans ce type de milieu afin de situer les correspondances de ces paramètres avec la nématofaune des animaux.

Nous décrirons aussi le parasitisme gastro-intestinal chez les ovins et les moyens de lutte chimiques par les anthelminthiques. La description des connaissances actuelles sur la résistance aux anthelminthiques s'impose, et enfin nous terminerons cette revuebibliographique par la présentation des solutions de lutte envisagées commealternatives, ou complémentaires aux traitements anthelminthiques.

## **Chapitre1. Définitions de la steppe**

### **1.1.Les limites bioclimatiques**

Les zones steppiques sont fréquemment retrouvées aux milieux des continents et aux piémonts des montagnes. Elles constituent des entités à part par leurs caractéristiques biogéographiques et météorologiques. Elles se nomment « prairies » en Amérique du Nord, « Hanos », « compos » ou « pampa » en Amérique du sud, « velds » en Afrique du sud. Elles se trouvent aussi dans le centre de l'Amérique méridionale et en partie dans l'Est du Brésil. En Asie centrale, les régions steppiques sont localisées à l'ouest et garnissent les bordures des grands déserts. Par contre en Afrique, elles sont limitées dans le Nord ouest et au sud du continent. Cette extension spatiale mondiale ne reflète pas la diversité climatique de ces zones, car elles se caractérisent par un climat unique et particulier. Cette particularité est très bien définie d'une part, par la classification bioclimatique d'Emmanuel De Martonne, utilisant son indice d'aridité (A) qui se situe entre les valeurs 5 et 10 dans le cas de climat steppique (Viers et Vigneau., 1990). Cet indice est le rapport entre les précipitations annuelles et la température annuelle moyenne, sachant que les limites climatiques des régions ont été toujours un déficit pour les climatologues, à cause des différents phénomènes météorologiques que compte un seul climat. C'est pour cette raison, qu'ils se bornent à l'essentiel : la température et les précipitations, sinon le problème de classification serait insoluble.

D'autre part, les limites climatiques de la steppe sont aussi bien représentées par la classification climatique de Koppen. Ce dernier définit les limites de la steppe par sa formule ( $P \text{ mm} < 2t \text{ } ^\circ\text{C}$ ) (Pluviométrie en mm est toujours inférieure à deux fois la température en  $^\circ\text{C}$ ) (Viers et Vigneau., 1990).

En se basant sur ces deux indices météorologiques (pluviométrie et température), le climat steppique de notre région d'étude (Batna) est similaire à celui observé dans les différentes régions steppiques mondiales. Il est marqué par une faible pluviométrie et de fortes amplitudes thermiques. La pluviométrie est à la fois faible et irrégulière. Elle présente une variation spatio-temporelle très importante et oscille entre 200 et 400 mm de précipitations par an qui tombent souvent sous forme de pluies violentes (orages). La température dépasse les  $40 \text{ } ^\circ\text{C}$  en été mais provoque des gelées au cours de l'hiver.

De nombreuses observations et expérimentations en conditions naturelles ou contrôlées, ont montré que le régime climatique influe sur la composition spécifique de la nematofaune

gastro-intestinale chez les herbivores domestiques (Kates., 1950), et aussi sur le développement, la survie et les déplacements des stades libres (Kates., 1950 ; Wallace., 1961). C'est pour quoi, de nombreuses espèces sont très cosmopolites par leur aire géographique qui couvre plusieurs continents comme *Haemonchus contortus*, qui règne les régions tropicales mais également celles sous climat tempéré, alors que *Teladorsagia circumcincta* s'étend des régions à climat froid à celles sous climat tempéré. Les mêmes constations sont observées pour le genre *Trichostrongylus spp.* (Kates., 1950).

Mais, d'autres espèces sont trouvées significativement associées à des climats spécifiques. L'exemple, d'un macronématode parasite du genre *Marshallagia* qui a été fréquemment associé au climat steppique, aux moutons domestiques et aux chèvres comme hôtes spécifique (Suarez et Cabaret., 1991). Cependant, nous savons qu'il a une biogéographie plus large et plus étendue, car il a été observé chez le bison et les rennes sous le climat polaire (Spitzberg) lors de leurs captures (Halvorsen et Bye., 1999). Aussi ce genre de parasite a été observé chez les ongulés sauvages dans plusieurs régions montagneuses en Europe, comme les Alpes d'Italie (Zaffronie et al., 2000).

Cette biogéographie définie par les différences climatiques, a été observée chez les organismes qui mènent une vie libre (Guégan., 2006) et aussi chez beaucoup d'espèces animales marines ou terrestres libres (Poulin et Morand., 2004 ; Perez-Del-Olmo et al., 2009).

Aussi les stades libres des strongles gastro-intestinaux (œufs et larves) sont régis par les variations climatiques. Wallace en 1961 et Kates en 1965, passent en revue l'action des principaux facteurs du milieu sur le développement et la survie des stades libres des strongles gastro-intestinaux. Levine en 1963 détermine les mois favorables au développement d'une espèce de strongle en comparant ses exigences thermiques et hydriques au climatogramme de la région.

D'après (Bekkali., 1972 ; Boulkaboul et Moulaye., 2006, Triki –Yamani et Bachir Bacha., 2010), le climat steppique est caractérisé par deux périodes meilleures pour la transmission des strongles gastro-intestinaux des herbivores domestiques, le printemps et l'automne.

Au printemps, les larves ou les œufs ayant survécu à l'hiver, assurent la source de contamination des animaux sur le pâturage. L'augmentation de la température et une humidité propice favorise l'augmentation des populations larvaires sur les pâturages (Kates., 1950). C'est aussi à cette époque qu'il y a une levée de l'hypobiose des larves L4 qui ont passé

l'hiver enkystées dans la muqueuse digestive. Les femelles issues des larves enkystées assurant la contamination en rejetant leurs œufs sur le pâturage.

En été, la pluviométrie est déterminante sur la possibilité de développement des œufs en larves infestantes, ainsi que sur les déplacements de ces dernières (Gruner et Boulard., 1982). Lorsque les températures sont élevées et l'humidité faible, les larves L3 meurent ou ont tendance à s'enfoncer dans le sol. Cela se vérifie particulièrement sous le climat steppique (Bekkali., 1972). Des variations dans les conditions estivales peuvent être observées dans le cas d'un été pluvieux où l'infestation peut être importante (Rose., 1963). Aussi il a été démontré par plusieurs auteurs (Gibbs., 1986 ; Hoste et al., 1999 ; Pandey et al., 1990, Giangaspero et al., 1992 ; El Azazy., 1995) que durant l'été, une deuxième hypobiose peut survenir.

En automne, les populations de L3 retrouvées sur l'herbe sont en général plus importantes qu'en été, cette augmentation est essentiellement due à une pluviosité plus forte. (Bekkali., 1972).

En hiver, les conditions extérieures sont peu favorables aux migrations et par conséquent peu de L3 sont retrouvées sur l'herbe (Gibson et Everett., 1972; Pandey., 1974). Les L3 n'ayant pas été absorbées par l'animal, ont la capacité de s'enfoncer dans le sol lorsque les conditions sont défavorables (Armour., 1980). La possibilité qu'ont les larves à passer l'hiver suppose un bon degré de tolérance aux basses températures. De toutes les espèces, *Teladorsagia circumcincta* est une espèce bien adaptée aux basses températures (Dinaburg., 1944; Kates., 1950).

## 1.2. La végétation

D'une manière générale, la définition de la steppe est un concept équivoque. Actuellement ses limites sont beaucoup plus climatiques que phytogéographique, car la végétation steppique peut être trouvée sous différents climats et régions comme le bassin méditerranéen, l'Asie central, Europe de l'Est et le Canada (Viers et Vigneau., 1990).

La végétation de la région d'étude (Batna), qui est situé dans la zone des Aurès (Est de l'Atlas Saharien), a subi au fil du temps des actions dégradantes climatiques comme anthropiques. Ces influences dévastatrices sur le plan du cortège floristique et aussi sur la nature du sol, ont été étudiées récemment par une observation comparative satellitaire entre deux périodes 1987 et 2001 (Benmassaoud., 2009), cette dernière a révélé l'état actuel de la végétation et du sol.

L'analyse des cartes satellitaires de l'occupation du sol montre l'impact très important des activités anthropiques, notamment l'extension des surfaces irriguées qui passent de 2, 63 % (6152 hectares) à 5,08 % (11883 hectares) et l'extension des cultures fourragères et maraîchères pour répondre aux besoins nutritifs croissant de la population humaine et aussi à l'accroissement du cheptel (Benmassaoud., 2009).

L'alimentation des ruminants domestiques dans notre région d'étude, est généralement constituée par une végétation annuelle spontanée des pâturages naturels, des jachères ainsi que par les résidus de l'agriculture, principalement de la paille. Différents types de foins secs sont commercialisés, ils proviennent soit de la fauche de prairies naturelles, soit de jachères, ou de champs cultivés (Arab., 2006).

L'apport alimentaire est généralement assez maigre. Il se traduit par un gain de poids moyen quotidien ne dépassant pas les 200g chez les ovins. Cette alimentation est renforcée, dans certaines situations, par un apport modeste de grains (orge principalement), ou de foin (luzerne), ou encore de concentré à base de son et de grain de maïs ayant une composition variable. On rencontre de pareils cas durant l'engraissement d'ovins mâles en prévision des fêtes religieuses, mais aussi pour aider les femelles durant l'allaitement (Arab., 2006).

Sur le plan parasitaire, les pâturages confèrent un microclimat ambiant pour le développement des stades libres des parasites. L'irrigation des pâturages favorise le développement des parasites par l'augmentation de la teneur en eau du sol et des fèces. L'aspersion favorise

*Haemonchus contortus* et *Trichostrongylus spp* (Bullick et Anderson., 1978 ; Gruner et Berbigier., 1988), surtout si elle intervient rapidement après le dépôt des fèces parasitées. L'immersion a globalement un effet favorable (Suryahadi., 1986). Le sol humide, et/ou la végétation humide favorisent le déplacement des larves infestantes. Aussi, les larves de nématodes gastro-intestinaux peuvent migrer activement horizontalement et verticalement sur le couvert herbacé humide, ce qui favorise le risque d'infestation (Wallace., 1961)

D'autre part, l'étude satellitaire a montré la nature du sol argileux de notre région, d'après (Rose., 1964; Levine et Todd., 1975), les sols argileux sont plus favorables à un bon développement des œufs en larves par leur faculté importante de rétention d'eau.

Dans la région d'étude à Batna, il y a plusieurs types de végétation : les parcelles cultivées et prairies irriguées confèrent un microclimat qui favorise le développement rapide de la faune strongylienne, d'autant plus que l'humidité et la température sont élevées durant la période de pleine culture qui débute en décembre et se termine en juin. Les animaux n'ont le plus souvent accès dans ces zones, qu'après la moisson et pâturent sur les chaumes, néanmoins, sur les luzernières, l'infestation strongylienne reste un problème majeur.

En été, les chaumes constituent les parcours de pâturages disponibles. Bien que la température est très favorable à un développement très rapide des œufs et des larves, la sécheresse, le sol dénudé, l'exposition prolongée à la lumière solaire directe reconnue peu favorable pour le développement des stades libres de strongles (Rose., 1963), et la dessiccation est jugée fatale pour ces mêmes stades (Levine., 1963). La variation entre la température maximale et la température minimale et leur alternance ont autant d'obstacles au maintien d'un potentiel d'infestation des pâturages, ces derniers sont pratiquement stérilisés.

Et, comme l'ont constaté Kutzer et Marble en 1962, l'infestation à *Haemonchus contortus* est plus élevée chez les animaux pâturants sur des parcelles irriguées que chez les animaux pâturants sur les parcelles non irriguées pendant un été sec.

D'autres étendues comme les terres et forêts communes, qui sont moins importants par leur superficie mais qui le sont beaucoup plus par la concentration animale, qui correspond à la fréquence de passage d'un certain nombre d'animaux par unité de surface et par unité de

temps. Ces parcelles sur-pâturées sont plus importantes à considérer aussi, par leur concentration parasitaire.

### **1.3. La domestication**

Les informations fournies par l'Archéozoologie sur les fossiles des moutons et chèvres, indiquent que leurs premiers foyers de domestication sont les pays du Moyen Orient comme la Jordanie, l'Anatolie et le Levant, et leur élevage remonte à l'ère néolithique (5000 ans avant J C). L'histoire complète de l'envahissement d'autres terres et des autres continents reste sans doute encore à faire, mais les études montrent que pour la chèvre et le mouton, qui ont cohabité ensemble, ont envahis plusieurs continents comme l'Afrique. Une étude publiée, il y a quelques années, propose quelques éléments pour comprendre la conquête de l'Afrique. Comme pour les bovins, deux vagues de peuplements séparés dans le temps, le premier envahissement aurait commencé lors du cinquième millénaire avant notre ère, et se serait poursuivi jusqu'à l'occupation complète du continent, le second mouvement plus récent, daterait du troisième millénaire avant notre ère. Les animaux qui en seraient issus auraient surtout occupé les zones centrales, les plus chaudes du continent. (Bouchel et Lauvergne., 1996).

Vers l'Asie, il existe peu de données, dans le cas des caprins comme des autres ruminants domestiques, les humains en route vers la conquête de l'Amérique, ont débarqué des chèvres et moutons dans l'Asie, puis l'extension de la domestication est arrivée jusqu'au Chachemire et au Caucase. (Moutou et Pastoret., 2010).

Il est connu que le développement des espèces de nématodes comme celles des herbivores domestiques ou sauvages, est clairement influencé par la spécificité d'hôte et les conditions de l'environnement.

L'analyse multivariante de correspondance de Suarez et Cabaret (1991) dans leur étude sur les similitudes morphologiques et biologiques des espèces d'*Oestertagina*, nématodes des animaux sauvages et domestiques et leurs relations avec la spécificité d'hôte et les différents types de climats, a révélé que 8% d'hôtes ont une influence sur la répartition des Oestertagins, notamment les petits ruminants domestiques comme le mouton et les chèvres

sur *Marshallagia marshalli*, *Teladorsagia circumcincta* et *Teladorsagia trifurcata*. Ces dernières espèces sont aussi liées au climat steppique. Par contre, les cervidés sauvages et le groupe des bovidés sont corrélés avec d'autres espèces d'Oestertagins.

**Résumé :**

1- Le climat steppique est particulier, surtout par ses caractéristiques climatiques ce qui régie la distribution géographique des strongles gastro-intestinaux des herbivores domestiques

2- La distribution spatiale de *Marshallagia* est régie par le climat steppique et l'hôte qui sont les moutons et les chèvres, comme hôtes spécifiques d'où sa présence dans les lieux initiaux de la domestication de ces animaux.

## Chapitre 2 : Notions générales sur les strongles digestifs des ovins

Les nématodes sont des vers cylindriques, non segmentés, pseudocoelomates, ils possèdent un tube digestif complet et des sexes séparés. Il existe de nombreuses espèces à vie libre, ou parasites des animaux et végétaux.

Les nématodes sont aquatiques, terrestres ou parasites de vertébrés à sang chaud. Chez les petits ruminants, les nématodes parasites du tractus digestif ou strongles gastro-intestinaux, font partie d'un ensemble appartenant à deux super familles (Strongyloidea, et Trichostrongyloidea) (Durette-Desset et Chabaud., 1993) qui se localisent dans la caillette et les intestins (Tableau n°1). Les Trichostrongles, qui sont les plus représentés en nombre, se caractérisent par une petite capsule buccale, un système d'arêtes cuticulaires et un système de côtes soutenant la bourse copulatrice chez les mâles.

**Tableau n° 1 : Principaux strongles gastro-intestinaux des ovins (Cabaret., 2004)**

Espèce	Organe cible	Pathogénicité
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	Caillette	Faible à moyenne
<i>Haemonchus contortus</i>	Caillette	Moyenne à forte
<i>Marshallagia marshalli</i>	Caillette	Moyenne à forte
<i>Trichostrongylus axei</i>	Caillette	Faible à forte
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	Caillette et intestin grêle	Moyenne
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	Intestin grêle	Faible à moyenne
<i>Nematodirus spp</i>	Intestin grêle	Moyenne à forte

Toutes ces espèces de strongles ont des retentissements cliniques variables sur la santé des ovins. Cette variabilité clinique dépend du degré de pathogénicité de l'espèce parasitaire, de sa localisation et aussi du degré d'infestation.

Les symptômes sont, d'une manière générale, peu spécifiques. On constate une baisse des performances zootechniques, et une diminution de l'état général (anorexie, amaigrissement, retard de croissance). Des épisodes diarrhéiques sont possibles lors d'infestation massive.

## 2.1. Cycle de vie des strongles gastro-intestinaux des ovins

Le cycle de développement est monoxène (absence d'hôte intermédiaire). Il est caractérisé par la succession de deux phases évolutives:

(i) une phase libre dans le milieu extérieur ou phase externe, qui débute avec l'élimination d'œufs pondus par les vers femelles dans les matières fécales de l'hôte. Ces œufs s'embryonnent, donnent naissance à des larves de stade 1 (L1) qui muent ensuite en larves L2. Ces deux premiers stades se nourrissent de matières organiques et de micro-organismes des matières fécales, et sont peu résistants dans le milieu extérieur. Les larves L2 évoluent ensuite en larves infestantes L3 au cours d'une deuxième mue (la larve infestante reste engainée dans la gaine de L2).

Les larves de stade L3 protégées par leurs exuvies sont très résistantes dans l'environnement. Elles peuvent survivre plusieurs mois sur une pâture grâce à leurs réserves lipidiques. La durée de la phase libre dépend étroitement des conditions de température et d'humidité ambiantes (Rossanigo., 1922)

(ii) une phase parasitaire chez l'hôte ou phase interne, intéressant le développement des stades proprement parasitaires, stade larvaire L4, juvéniles (stade larvaire L5) et l'adulte dans le tube digestif de l'hôte (Maupas et Seurat., 1913).

La phase parasitaire commence par l'ingestion des larves L3 par l'hôte lors du pâturage. Ces larves vont perdre leur exuvie lors du passage dans le rumen ou la caillette puis vont migrer dans la muqueuse digestive. Les larves L3 y subissent alors une nouvelle mue en larves L4. A ce stade, il est fréquent que les larves s'enkystent dans la muqueuse digestive et retardent leur développement (phénomène d'hypobiose larvaire), observé souvent en hiver, les larves ne reprenant leur développement normal qu'au printemps suivant. Les larves L4 évoluent alors en stades 5 dits juvéniles, avant de donner des adultes (mâles et femelles). Après fécondation, les femelles pondent des œufs qui sont excrétés dans les matières fécales de l'hôte et deviennent une nouvelle source de contamination du pâturage. La durée comprise entre l'ingestion des larves infestantes et la ponte par des femelles se définit comme la période prépatente; en l'absence d'hypobiose, celle-ci est d'environ 3 semaines pour les Trichostrongles.

## 2.2. Épidémiologie des strongles gastro-intestinaux en Algérie

Peu de travaux épidémiologiques ont été faits en Algérie sur le parasitisme digestif des ruminants et surtout sur la diversité helminthique et la dynamique saisonnière des espèces parasitaires, qui sont considérés des clés importantes à maîtriser pour la mise en place d'un protocole efficace pour le contrôle de ce type de parasitisme (Cabaret., 2004). Les enquêtes locales réalisées jusqu'à maintenant sur le parasitisme digestif des ovins ont été basées sur l'observation de l'évolution de l'excrétion des œufs fécaux par des techniques de diagnostics comme la coproscopie et la coproculture. Celles ci sont limitées à l'identification de quelques genres parasitaires. Elles présentent aussi plusieurs inconvénients liés notamment à la grande variabilité de la ponte selon les parasites, la saison, l'âge et l'immunité (Bentounsi., 2001). Elles ne reflètent pas réellement les caractéristiques du parasitisme interne comme le degré d'infestation des animaux, la composition de la faune parasitaire et la dynamique précise des ses différentes espèces (Mage C., 2008). Aussi la coprologie quantitative reflète dans certains cas uniquement la charge parasitaire (Cabaret et al., 1998) car elle dépend de plusieurs facteurs comme les attribues biologiques des parasites, le mode d'élevage des animaux, leur alimentation, l'état de santé de l'animal et aussi son état physiologique et sa résistance. Toutes ces contraintes ne nous renseignent pas sur la diversité de la faune parasitaire qui peut être décrite simplement par le nombre d'espèce de parasites ou mieux estimée par la combinaison des proportions des populations parasitaires (Schmidt., 2000).

L'étude réalisée par Bentounsi et al., en 2001 a concerné le système d'élevage caractéristique de la région constantinoise avec un pâturage mixte avec des bovins et caprins sur de la jachère de céréales. L'étude a suivi la cinétique de l'évolution mensuelle de l'excrétion des œufs fécaux des brebis et agneaux depuis la naissance par la coproscopie et la coproculture durant toute l'année. Elle a révélée globalement un degré d'infestation faible par les strongles digestifs avec une excrétion moyenne maximale de l'ordre de 100 opg, principalement en mai et en octobre, avec un net déclin en hiver et en été. Par les coprocultures mensuelles ont été répertoriés parmi les autres strongles 5 genres: *Trichostrongylus*, *Oesophagostomum*, *Teladorsagia*, *Haemonchus* et *Cooperia*.

Les proportions des genres sont différemment réparties entre les mères et les agneaux. Chez les brebis *Oesophagostomum* domine en général, *Cooperia* se distingue en hiver,

*Haemonchus* en automne et *Teladorsagia* au printemps. Chez les agneaux *Trichostrongylus* domine notamment en hiver et au printemps.

Dans la région steppique de Tiaret, Boulkaboul et Moulaye en 2006 ont suivi par coproscopie la dynamique annuelle de l'excrétion fécale des œufs de strongles dans plusieurs élevages.

Chez les brebis, la prévalence de l'infestation par les strongles digestifs a été de 70,4 % avec un pic moyen d'excrétion en mars de 800 opg et en novembre de 1081 opg. La prévalence était répartie à 28% pour *Marshallagia marshalli*, à 27% pour *Nematodirus sppet* à 56,6% pour les autres strongles. Chez les jeunes la prévalence a été de 53,3%, répartie à 25,6% pour *Nematodirus spp.*, à 21,3% pour *Marshallagia marshalli* et 42% pour les autres strongles. Les pics d'excrétion étaient enregistrés en avril (600 opg) et novembre (1020 opg).

*M. marshalli* et *Nematodirus* spp ont eu une évolution remarquablement similaire dans les 2 catégories animales. Les seules coprocultures réalisées pour des échantillons de brebis des mois d'octobre et de novembre ont permis d'identifier à l'INRA de tours des *Teladorsagia* et *Marshallagia* sp. (29 %), *Chabertia* et *Oesophagostomum* sp. (21 %), *Haemonchus* sp. (16 %), *Trichostrongylus* sp. (15 %), *Bunostomum* sp. (13 %) et *Cooperia* sp. (6 %).

Une autre étude prospective menée par Saidi et al., en 2009 à Ain D'hab de la wilaya de Tiaret. Cette étude limitée à 3 mois, d'avril à Juin a été réalisée dans 5 fermes. La prévalence d'infestation était de 64,6% chez les agneaux et de 43,5% pour les brebis. Les prévalences globales étaient pour *Nematodirus spp.* de 20,2 % chez les brebis et 55,5% chez les agneaux tandis que pour *Marchallagia marshalli* elles étaient de 18,8 % et 15 % respectivement chez les brebis et les agneaux. Le taux moyen maximal d'excrétion était de 350 opg chez les brebis et de 300 opg chez les agneaux.

Enfin la dernière étude recensée du parasitisme digestif des ovins en Algérie a été menée par Triki-Yamani et Bachir Bacha en 2010. Deux enquêtes coproscopiques ponctuelles ont été réalisées par un prélèvement opéré en automne et au printemps sur des troupeaux de 7 wilayat steppiques. Excepté à Khenchela et El Bayadh, Il apparaît principalement que les taux d'excrétion des œufs des strongles digestifs en automne sont élevés dans les régions Ouest, avec des niveaux variant de 170 à 223 opg et des prévalences de l'ordre de 82 % à 92 % ; alors que dans les régions Est, ils sont respectivement de 14 à 30 opg et de 7 % à 23 %. Pour le prélèvement du printemps, l'excrétion diminue et se situe autour de 50 opg en moyenne et les prévalences augmentent généralement.

## **2.3. La lutte contre les strongles gastro-intestinaux par les anthelminthiques**

Les retentissements économiques engendrés par les strongles gastro-intestinaux ont laissé leur contrôle un investissement majeur pour la rentabilité des élevages ovins. Depuis les années 1960, l'utilisation des molécules anthelminthiques chimiques a été la méthode presque unique de lutte contre ces parasites. La fréquence d'utilisation des anthelminthiques est variable d'un pays à un autre. En Algérie, la fréquence des traitements est de deux à quatre fois par an d'après des résultats d'une enquête non publiés de Bentounsi et al en 2011. Cette fréquence est presque similaire à celle enregistrée en Maroc qui est de deux à six fois par an (Berrag et al., 2009). Par contre en France, elle peut y aller jusqu'à une fois par mois pour les agneaux et deux à trois fois par an pour les brebis (Cabaret et al., 2009b). L'utilisation des anthelminthiques présente de multiples privilèges : efficacité sur un large spectre d'espèces de nématodes parasites, faible coût et relative simplicité d'utilisation (Hoste et Chartier., 1997). L'objectif de ces traitements n'est pas de faire disparaître complètement les parasites mais de diminuer leur impact clinique sur les animaux.

### **2. 3. 1. Les molécules disponibles**

Dans les deux dernières décennies, uniquement deux nouveaux composés anthelminthiques ont été mis sur le marché : le derquantel (2-desoxoparasherquamide) (Little et al., 2011) et monepantel (Kaminsky et al., 2011). Le dernier composé (monepantel), qui appartient à la nouvelle classe d'anthelminthiques développée (dérivés d'Aminoacétonitrile), répond aux exigences actuelles, par son nouveau mode d'action, qui consiste à stimuler une hypercontraction des muscles corporels du parasite, qui provoque sa paralysie et ensuite sa mort (Kaminsky et al., 2008b), assurant une efficacité de plus de 95% sur les nématodes gastro-intestinaux des ruminants domestiques quel que soit leur statut de résistance aux autres classes d'anthelminthiques (Kaminsky et al., 2008a). D'autre part, la spécificité de ce composé assure une bonne sécurité d'emploi. Toutefois, leurs vente est limitée dans certaines régions et la majorité des pays du monde dépend encore sur les anciens anthelminthiques qui appartiennent à trois grandes familles de molécules anthelminthiques efficaces contre les strongles gastro-intestinaux des ovins (Lanusse et Prichard., 1993) : les benzimidazoles, les imidazothiazoles et les lactones macrocycliques. A cela, s'ajoute la famille des salicylanilidés, molécules actives contre les strongles hématophages. Le tableau n° 2 présente ces différentes

molécules, les posologies recommandées chez les ovins et les contraintes d'utilisation (temps d'attente pour la consommation des viandes et abats et du lait).

**Tableau n ° 2 : Principaux anthelminthiques utilisés chez les ovins**

Famille	Molécule	Mode d'action	Posologie et voie d'administration	Temps d'attente	
				Viande abats	Lait
Benzimidazoles et pro-benzimidazoles	Oxfendazole	Inhibiteurs de la polymérisation de la $\beta$ – tubuline	5mg/Kg VO	14j	Nul
	Fenbendazole		5mg/Kg VO	10j	Nul
	Albendazole		3.8 mg/Kg VO	10j	Interdit
	Fébantel		5mg/Kg VO	8j	Nul
Imidazothiazoles	Lévamisole	Cholinomimétique	7.5mg/Kg VO	3j	Interdit
Salicylanilidés (action contre les strongles hématophages)	Closantel	Découpleur de la phosphorylation oxydative	10mg/Kg VO	28j	Interdit
	Nitroxinil		10mg/Kg SC	28j	10 traites
Lactones macrocycliques	Ivermectine	Agoniste GABA énergétique	0.2 mg/Kg VO 0.2 mg/Kg SC	3j	Interdit
	Doramectine		0.2 mg/Kg IM/SC	56j SC 35j IM	Interdit
	Moxidectine		0.2 mg/Kg VO/SC	3j	Interdit

**VO: voie orale; SC: sous cutané; IM: intramusculaire**

Les benzimidazoles bloquent certains systèmes enzymatiques du métabolisme anaérobie des parasites, les privant ainsi de leurs ressources énergétiques (Prichard., 1973), mais également en inhibant la formation des microtubules du cytosquelette des parasites, sans altérer ceux de l'hôte (Lacey., 1988; Martin., 1997). Le lévamisole (famille des imidazothiazoles) est un agoniste de l'acétylcholine; en se fixant sur les récepteurs nicotiniques du parasite, il entraîne une paralysie spastique de celui-ci et sa mort (Martin., 1993 et 1997; Kohler., 2001).

Les salicylanilides sont actifs contre les strongles hématophages (*Haemonchus contortus*); ils inhibent la phosphorylation oxydative du parasite sans affecter celle de l'hôte (Swan., 1999).

Les lactones macrocycliques comprennent les avermectines (ivermectine et doramectine) et les milbémycines (moxidectine) (Blackhall et al., 2003). Elles sont agonistes du récepteur de l'acide gamma-aminobutyrique et du récepteur au glutamate. Elles entraînent une paralysie

flasque du parasite en augmentant la perméabilité membranaire aux ions chlorures (Sangster., 1996 ; Martin., 1997 ; Beugnet et al., 1997).

## **Chapitre 3 : La résistance aux anthelminthiques**

### **3.1. Définition**

D'une manière générale, la résistance est définie comme étant une réduction héritable de la sensibilité d'une population d'individus à l'action d'une drogue. Elle s'exprime par une baisse de la fréquence des individus affectés après l'exposition au composé, en comparaison de la fréquence observée initialement dans la même population avant la première exposition (Conder et Campbel., 1995).

Pour les parasites : « Une population chimiorésistante est une population de parasites ayant génétiquement acquis la capacité de résister à des concentrations d'anti-parasitaires habituellement létales pour des individus de cette espèce » (Kelly et Hall., 1979), c'est-à-dire la situation où un dosage normal d'une molécule ne permet plus une réduction importante des vers ou des oeufs éliminés.

La résistance aux anthelminthiques concerne quatre familles à large spectre (Benzimidiazoles, Imidazothiazoles, les Tétrahydropyrimidines et les Lactones macrocycliques). Elle concerne aussi des molécules à action plus ciblée comme le Closantel. La résistance aux benzimidiazoles a été enregistrée pour la première fois en 1964, trois ans après l'introduction commerciale du Thiabendazole (Drudge., 1964). Parallèlement, une souche résistante au Levamisole / Morantel a été isolée en 1976 et en 1987. La résistance aux macrolides macrocycliques est apparue en Afrique du Sud (Carmichael et al., 1987). Plusieurs types de résistance ont été 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).

### **3.2. Situation mondiale**

La résistance des parasites aux anthelminthiques est un phénomène mondialement décrit, sa fréquence est plus ou moins grande sur le plan géographique, qu'au niveau des espèces de parasites affectées et du spectre des molécules impliquées (Sangster., 1996). Ces résistances

sont décrites chez la majorité des espèces de ruminants, mais sont plus sévères chez les ovins et les caprins que chez les bovins. Toutes les espèces de strongles ainsi que les trois grandes familles d'anthelminthiques sont concernées (Prichard., 1990). L'hémisphère sud (Australie, Nouvelle-Zélande, Afrique du Sud et Amérique du Sud) est la première zone concernée par ce phénomène (Wolstenholme et al., 2004 ; Uhlinger et al., 1992). Les conditions climatiques et le mode intensif de l'élevage y favorisent la résistance des genres *Haemonchus* et *Trichostrongylus* (Jackson., 1993; Waller., 1997). Sur le continent nord-américain, le phénomène est quasi-similaire : un fort degré de résistance aux benzimidazoles a été mis en évidence (Uhlinger et al., 1992). Les situations sont considérées comme critiques au Paraguay, voire alarmantes dans certains pays (Uruguay) (Waller., 1997). L'une des conséquences de ce phénomène a été la cessation d'activité chez certains éleveurs d'ovins en Afrique du Sud (Van Wyk et Van Schalkwyk., 1990) et de caprins en Australie (Waller., 1997), aucune molécule n'étant plus efficace pour lutter contre les strongles digestifs. Le continent européen n'est pas épargné même si l'on considère que la résistance y est moindre. En France, cette résistance est toutefois bien réelle, tant dans des élevages ovins que caprins (Kerboeuf et Hubert., 1985; Kerboeuf et Aycardi., 1999; Chartier et al., 2001). 83% des élevages caprins du sud-ouest de la France présentaient une résistance aux BZ et concernait plus particulièrement *Trichostrongylus colubriformis*. La résistance au Lévamisole a été très récemment mise en évidence dans un élevage caprin (Paraud et al., 2009).

### **3.3. Situation en Algérie**

En Algérie une première enquête dans une dizaine de fermes autogérées du constantinois n'a pas montré de résistance au thiabendazole en 1989 (Benchaoui., 1989; Bentounsi et al., 1991). Le premier cas de résistance a été observé aux benzimidazoles en 2003 chez les ovins de la ferme pilote El Baraouia (Khroub) (Bentounsi et al., 2006b). Il a été lié à un usage unique et fréquent (4 fois/an) des benzimidazoles durant plus de 20 ans et l'absence de population parasitaire en refuge (ces ovins pâturaient sans mélange à d'autres troupeaux). Une forte DL50 à 0,96 µg/ml a été mesurée dans ce troupeau au test d'éclosion des œufs, et *Teladorsagia circumcincta* a été retrouvée à l'autopsie de confirmation d'un agneau infesté par la souche résistante puis traité au fenbendazole.

La résistance aux benzimidazoles s'est révélée très prévalente dans plusieurs fermes pilotes de l'Est algérien étudiée ensuite en 2004 (Bentounsi et al., 2005 ; 2007) lors de ces enquêtes la résistance à l'ivermectine a été retrouvée dans 2 fermes.

Au Maroc, l'observation de la résistance a été faite par Sylvestre et al en 2002. Berrag et al., 2000 ; 2002 ont montré que la résistance aux benzimidazoles existe dans la région de Chaouia et au Moyen-Atlas. Même si au Moyen-Atlas les tests classiques de détection de la résistance n'ont pas été déterminants, le gène de résistance est présent. Vu le type d'élevage extensif dans cette région, l'achat de moutons pouvant héberger des souches résistantes de strongles, la résistance aux benzimidazoles diffusera assez rapidement. D'autant plus que les benzimidazoles restent l'anthelminthique le plus utilisé par les éleveurs, qui peuvent traiter jusqu'à 4 fois par an, sans trop ajuster la dose à administrer.

### **3.4. Mécanisme et facteurs de développement de la résistance**

L'apparition de la résistance aux anthelminthiques chez les parasites est un phénomène génétique évolutif (Dobson., 1996), consistant en la sélection d'allèles de résistance, initialement présents dans la population mais à une fréquence extrêmement faible (de l'ordre de  $10^{-6}$ ). Sous l'action d'une pression de sélection liée à l'utilisation abusive et mal conduite des anthelminthiques, ces allèles sont maintenus au sein de la population au détriment des allèles de sensibilité (Beugnet et Kerboeuf., 1997).

Le succès reproductif des individus résistants est plus important que celui des individus sensibles lors de périodes de traitement. Comme le temps de génération est court chez les strongles, la proportion d'individus résistants augmente rapidement dans la population (Prichard., 2001), et la vitesse d'évolution de la résistance aux Benzimidazoles augmente proportionnellement au nombre de traitements (Leignel et al., 2010).

Quoique plusieurs études aient expliqué la base moléculaire de la résistance à diverses familles d'anthelminthiques (Sangster., 1999), il y a peu d'information concernant les facteurs responsables du développement de la résistance (Silvestre et al., 2002). Il est communément accepté que les gènes de résistance existent sous forme d'allèles rares dans les populations naturelles (Jackson., 1993; Michel et al., 1982 ; Prichard., 1990), et que la résistance se développe quand la pression de sélection est élevée.

Le principal facteur de sélection des résistances évoqué est la fréquence des traitements et l'utilisation d'un grand nombre de traitement de la même famille d'anthelminthiques sur plusieurs années (Sykes., 1992 ; Kieran., 1994). De plus, les éleveurs traitent de façon croissante lorsqu'ils constatent que les animaux répondent moins aux traitements.

Cependant, il existe des cas de résistance dans des fermes où les traitements sont inférieurs à deux par an. D'où l'hypothèse suivante : La pression de sélection est efficace lorsque les vers résistants qui ont survécu aux traitements anthelminthiques peuvent contribuer pour une grande part à la génération suivante (Silvestre et al., 2002). Le développement de la résistance est donc un phénomène complexe qui implique d'autres facteurs que la fréquence de traitement seule (Jackson., 1993).

Le sous dosage peut également constituer un facteur de développement de résistance plus forte aux anthelminthiques, surtout si le traitement est administré de cette manière pendant une longue période. Il résulte d'une mauvaise estimation du poids (Silvestre et al., 2001).

La taille de la population de vers « en refuge » constitue la fraction de la population de nématodes qui n'est pas soumise à la pression de sélection par les mesures de contrôle et qui est présente sur les pâturages au moment du traitement au stade de larves infestantes ou bien les vers parasites hébergés par les animaux non traités. Elle détermine la contribution dans la dilution des génotypes résistants sur les pâturages et réduisant de ce fait la proportion des parasites résistants (Martin et al., 1981 ; Van Wyk et al., 2006 ; Sissay et al., 2006).

Aussi, la résistance peut être introduite d'une ferme à une autre à l'occasion d'achat d'animaux ou par l'utilisation des terres communes à plusieurs fermes. En Espagne, le premier cas de résistance a eu lieu après l'importation de chèvre de Cashmere du Royaume Uni (Requejo-Fernandez et al., 1997), où une forte prévalence de la résistance aux anthelminthiques a été noté (Jackson et al., 1992).

Pour limiter ces phénomènes de résistance, il est maintenant conseillé de réduire la fréquence des traitements, d'alterner ou d'associer plusieurs molécules (Barnes et al., 1995), d'administrer les bonnes doses en fonction du poids de l'animal, d'utiliser des produits de firmes réputées, de traiter uniquement les animaux qui le nécessitent (Hoste et al., 2002), de mettre en quarantaine les animaux entrant sur l'exploitation.

## **Chapitre 4 : Méthodes alternatives à l'utilisation des anthelminthiques dans la lutte contre les strongles digestifs**

Les pertes économiques engendrées par les nématodes parasites de ruminants contraignent les éleveurs à lutter contre ces vers. Bien que les moyens de contrôle soient nombreux, (Stear et al., 2007), toutes les méthodes disponibles ne sont pas aussi efficaces.

On peut lutter contre les nématodes en agissant sur la phase de vie libre en intervenant sur le pâturage ou sur la phase de vie parasitaire en limitant l'installation des parasites (vaccination ou sélection génétique d'hôtes résistants).

### **4. 1. Interventions sur le pâturage**

L'action sur la phase de vie libre a pour but de réduire les sources d'infestation, en diminuant le nombre d'œufs ou de larves infestantes présents sur le pâturage. Les différentes méthodes préconisées sont les suivantes :

- L'épandage de produits chimiques qui détruisent les larves libres. Mais la nécessité de grandes quantités de larvicides rend la méthode onéreuse. L'assainissement des pâturages se fait aussi par des mesures agronomiques telles que le hersage, la fauche, la mise en repos ou par les pratiques culturales.
- La rotation des pâturages, qui consiste à diviser les parcs en lots au moyen de clôture et à changer périodiquement le troupeau d'enclos (Bussiéras et Chermette., 1998), lorsque les larves sont nombreuses ou pics d'infestation, ainsi qu'à la suite d'une vermifugation.
- La création d'un système de pâturage mixte ou alterné par plusieurs espèces d'hôtes qui permet de limiter l'infestation des hôtes. Il est basé sur la relative spécificité parasitaire entre les animaux et sur l'immunité croisée que peut engendrer une infestation réciproque du fait des communautés antigéniques. Cependant l'utilisation de cette technique pour lutter contre *Trichostrongylus axei* est limitée car ce dernier peut infester l'ensemble des ruminants domestiques.
- La méthode du pâturage propre «clean grazing » consiste à placer le troupeau récemment vermifugé sur une pâture qui n'a pas porté d'animaux depuis 12 mois (Bussiéras et Chermette., 1998). Bien que cette méthode ait été longuement préconisée, elle est aujourd'hui déconseillée, compte tenu de la fréquence élevée de la résistance anthelminthique dans les populations parasitaires (Sutherland et al., 2002).

Cependant, les motifs agronomiques de valorisation des parcs fourragers priment sur le risque parasitaire et rend pratiquement cette gestion des pâturages inapplicable pour des raisons économiques.

La lutte biologique a été aussi préconisée, par des coléoptères coprophages qui fragmentent les bouses et actuellement par des champignons prédateurs de larves.

Il y a plus de 50 espèces de champignons nématophages et *Duddingtonia flagrans* est la plus réputée. Elle est capable de piéger et de tuer les larves de strongles digestifs sur le pâturage (Waller et Faedo., 1996). Les spores de ce champignon sont capables de survivre dans le tractus digestifs des hôtes, de s'y développer et de piéger les larves dans les fèces des ruminants (Hertzberg et al., 2002 ; Waller et Faedo., 1996). Il a été observé une réduction de plus de 80% de L3 dans les fèces chez des ovins infestés avec plusieurs nématodes et recevant par voie orale des spores de *D. flagrans*. Cependant, la méthode nécessite un apport journalier de spores, de production contraignante, d'où la limite de son application.

## **4. 2. Interventions sur les animaux**

L'action sur la vie parasitaire permet de contrôler l'installation du parasite chez les ruminants, on peut utiliser :

### **4.2.1. La vaccination**

Le développement d'un vaccin contre les nématodes gastro-intestinaux est utile pour installer une immunité protectrice et à limiter le niveau d'infestation, forme une vision de recherche déterminée ainsi qu'une perspective importante (Sayers et Sweeney., 2005). L'appréciation de la valeur d'un vaccin passe par trois caractéristiques essentielles. D'abord il doit être polyvalent et efficace contre plusieurs espèces parasites, avoir un bon rapport efficacité/prix et ne pas nécessiter plus d'une injection par an (Knox et al., 2003). A l'heure actuelle, toutes les recherches sont fondées sur trois types de vaccins : Vaccins atténués (Bain., 1999), vaccins basés sur l'immunité naturelle de l'hôte (Meeussin etPiedrafita., 2003) et vaccins à base d'antigènes parasites cachés (Meeussin etPiedrafita., 2003).

Dans le marché des vaccins contre les nématodes, les seuls vaccins commercialisés depuis 1960 sont des vaccins utilisant des larves irradiées, contre la bronchite vermineuse à

*Dictyocaulus viviparus* chez les bovins. De tels vaccins, testés contre *Haemonchus contortus*, ne développent pas d'immunité chez les agneaux, protégeant uniquement les brebis adultes, probablement en stimulant leur immunité déjà installée (Stear et al., 2007).

La fabrication de ces vaccins a évolué ensuite par la recherche des molécules reconnues par l'hôte pendant l'infestation. Ces molécules naturelles qui sont des protéines purifiées (excrétées et/ou sécrétées par les parasites) et des molécules cuticulaires ont permis le développement de vaccins contre plusieurs nématodes gastro-intestinaux, mais aucune de ces molécules antigéniques, utilisée isolément, n'a encore provoqué un haut niveau de réponse immunitaire (Yatsuda., 2003) et les protections obtenues sont de courtes durées et la réponse induite n'est pas stimulée par la ré-infestation naturelle et nécessite de nombreuses vaccinations. Enfin le manque de polyvalence a affaibli de plus les perspectives commerciales.

Enfin, Le dernier niveau du développement de vaccins est la recherche d'antigènes parasitaires dits cachés puisque sont à l'intérieur des vers et ne sont pas exposés à la réponse immunitaire de l'hôte. Un exemple de ces antigènes cachés est celui des protéines associées aux membranes des cellules intestinales du tube digestif des strongles (Meeussin et Piedrafitia., 2003). Quand un parasite hématophage se nourrit chez un hôte vacciné, il ingère les anticorps qui neutralisent les protéines fonctionnelles de la bordure en brosse des cellules intestinales. Ceci perturbe la digestion du vers et diminue ses compétences de fécondité voire son expulsion dans le milieu extérieur (Jackson et Miller., 2006).

Malgré que la vaccination des ovins par des antigènes cachés de *Haemonchus contortus* a donné des bons résultats par un niveau important de protection qui dépasse dans la majorité des cas les 80% par la baisse de la fécondité du parasite (Smith., 1999). Cependant, la fabrication en quantité suffisante de ces antigènes cachés est illusoire. Des vaccins à l'aide de molécules recombinantes permettraient de contourner cette difficulté et ils seraient également moins chers à produire (Vercruysse., 2004).

#### **4.2.2. La sélection génétique**

La sélection génétique de certaines races de ruminants ou certains individus au sein d'une même race qui sont naturellement résistants aux nématodes est partiellement utilisée dans

quelques pays comme la Nouvelle-Zélande. Seulement l'efficacité de la sélection aux agents pathogènes est souvent corrélée négativement aux qualités zootechniques.

#### **4.2.3. Amélioration protéique**

L'amélioration de la ration protéique des animaux peut surmonter les modifications métaboliques et physiologiques causées par les infestations des strongles gastro-intestinaux (Jackson et Miller., 2006) et aussi est un facteur pour limiter les infestations ce qui par conséquent diminue l'installation des larves ingérées et de la survie de celles déjà présentes. Lorsque les aspects qualitatifs et/ou quantitatifs de la ration alimentaire ne sont pas satisfaisants, des priorités sont fixées au sein de l'organisme de l'animal, favorisant ainsi certaines fonctions. Ainsi, plus une fonction est favorisée (croissance, reproduction, production de lait, de laine...), donc prioritaire en terme de fourniture de nutriments, moins elle sera affectée par les variations de nutrition (Etter., 2000). D'une façon générale, on constate qu'une augmentation de l'apport protéique permet une meilleure résilience des animaux infestés se traduisant entre autres par une moindre chute des productions (Hoste et al., 2001 ; Coop et Kyriazakis., 1999). L'efficacité d'une supplémentation protéique sur la résistance des animaux au parasitisme a également été observée mais de façon moins systématique (Coop et Kyriazakis., 1999). Certaines études (Etter., 2000) ont révélé qu'un apport accru de protéines ne permettait pas de diminuer l'excrétion fécale ou la charge parasitaire. Il est donc indispensable d'assurer une alimentation équilibrée et suffisante tant en qualité qu'en quantité à l'ensemble du troupeau et de veiller plus particulièrement à adapter la ration pour certaines catégories d'animaux, plus fragiles en matière de parasitisme. Une nouvelle voie dans les pratiques alimentaires est par ailleurs explorée depuis quelques temps, il s'agit de la distribution de plantes riches en tanins. Leur intérêt anthelminthique et économique suscite ainsi la plus grande attention de la part des scientifiques (Etter., 2000).

#### **4.2.4. La phytothérapie et l'homéothérapie**

La phytothérapie et l'homéothérapie peuvent être considérés comme des recours unique ou complémentaire à la thérapie classique par les molécules chimiques de synthèse (Rahmann et Seip., 2006). Ainsi, plusieurs plantes ont montré des propriétés anthelminthiques et dont l'utilisation faisait d'ailleurs partie des pratiques traditionnelles des éleveurs et de la médecine populaire dans divers parties du monde avant l'adoption généralisée des vermifuges de

synthèse. Bien qu'il s'agisse de sagesse populaire, la recherche vétérinaire s'est penchée sur la question des plantes anthelminthiques dans les pays occidentaux puis, par la suite, en Inde et dans les pays de l'Est (Duval., 1994). Dans cette optique, il semble évident qu'une évaluation de l'efficacité biologique soit réalisée, de ce fait plusieurs espèces végétales ont fait l'objet d'investigation.

Les propriétés anthelminthiques des cucurbitacées, ces substances que l'on retrouve dans la famille des courges ont fait l'objet de recherches en France (Forgacs et al., 1970). Selon une étude indienne, les extraits aqueux de graines de courges sont efficaces contre *Haemonchus contortus* (Sharma et al., 1971).

Selon Idris et al.,(1982), l'armoise *Artemisia herba alba* s'est avérée très efficace contre *Haemonchus contortus*. Aussi, l'ail un vermifuge végétal général qui empêche les oeufs de se développer en larves chez certains parasites (Cordero Del Campillo., 1980; Marotel., 1948 Viegli et al.,2003) . Il doit cependant être utilisé en prévention (prophylaxie) plutôt qu'en traitement ou avec d'autres produits (Bastidas., 1969).

A côté de la phytothérapie, les remèdes homéopathiques n'interviennent que contre les troubles causés par la présence des parasites (Aubry et Bardoulat., 1952). Ainsi chez les strongles des ovins, deux principaux traitements homéopathiques sont associés au parasitisme digestif: *Cina* qui n'influence pas les indicateurs parasitaires (Cabaret., 1996), et *Teucrium* (Gibbons., 2002) qui semble réduire un des indicateurs parasitaires, à savoir l'excrétion des oeufs de strongles. Ceci est contredit par les travaux de Tabel et alen 2009 qui indiquent clairement qu'il n'y a pas d'efficacité au sens parasitologique. En revanche, il apparaît que l'utilisation de traitements homéopathiques accentue la singularité de l'acte thérapeutique: car le traitement n'a d'efficacité que sur l'animal qui présente les symptômes associés à ce traitement, mais la difficulté d'évaluation et de mesure d'efficacité rend ce type de traitement sujet à la controverse (Tabel et al.,2009). Ces études montrent que la pharmacopée traditionnelle tend à concurrencer la thérapie chimique. Toutefois, la démonstration de l'activité ovicide, larvicide et vermicide des extraits de plantes médicinales traditionnelles reste au stade élémentaire. Il est à noter que les produits homéopathiques (Cabaret., 1996) ou phytothérapeutiques (Cabaret., 1986; Waller et al., 2001) ne permettent pas de réduire convenablement l'infestation, bien qu'ils soient utilisés de manière prédominante en élevage biologique. Ainsi, en Norvège, 37% des élevages biologiques utilisent des traitements

homéopathiques et 15 % des traitements phytothérapeutiques (Henriksen et Grova., 2001). Cette pharmacopée offre un traitement surtout vermifuge et rarement vermicide mais qui méritent que des études leur soit réservées (Cabaret., 2004).

## **Chapitre 5 : Les traitements ciblés sélectifs (*Targeted selective treatment*)**

La voie dans laquelle les maladies parasitaires sont contrôlées actuellement doit être changée, puisqu'il est très peu probable que les parasites gastro-intestinaux peuvent toujours être éradiqués (Le Jambre., 2006), les animaux producteurs doivent apprendre «à vivre avec les vers» (Coles., 2002).

Les deux approches clés pour s'occuper de la résistance anthelminthique, actuellement utilisées par les producteurs sont tout d'abord la prévention de l'introduction des vers résistants sur les exploitations agricoles et d'autre part de ralentir le développement de la résistance des parasites.

Pour contrôler les infestations par les strongles gastro-intestinaux et maintenir au sein des populations de nématodes des allèles de sensibilité pour diluer ceux à l'origine de la résistance; des traitements anthelminthiques ciblés sélectifs (TST: « Targeted Selective Treatment ») sont préférables à une administration systématique (Hoste et al., 2002a). Cette approche de cibler seulement les animaux qui nécessitent un traitement est relativement nouvelle. Elle pourrait être intuitive en assurant une combinaison entre une production animale optimale et une réduction de la sélection pour la résistance (Van Wyk et al., 2006). La difficulté vient du fait que les éleveurs ne disposent pas d'évaluation objective de ce parasitisme. Les examens coproscopiques, réalisés dans tous les laboratoires de diagnostic vétérinaires permettent de s'en faire une idée mais les coûts sont trop élevés en élevages ovins pour que leur utilisation régulière soit envisageable (Hoste et al., 2002a). Pour ces raisons, il paraît important de développer des outils d'aide à l'évaluation du niveau parasitaire et/ou à la décision de traitement. Actuellement, des techniques d'identification visuelle et de repérage des animaux les plus infestés ont été mises au point: l'indice anémie, l'indice de diarrhée, et l'indice d'état corporel (Cabaret., 2004).

## **5. 1. Principe des traitements anthelminthiques sélectifs ciblés**

Le principe de ce mode de traitement antiparasitaire est de préserver au sein d'un troupeau, une population de parasites dans des refuges (non exposée au traitement) afin de maintenir la susceptibilité phénotypique et génotypique (Van Wyk., 2001; Soulsby et al., 2007), et ceci on ne traitant que les individus apparemment infestés. Il est basé sur le fait que dans un troupeau, les populations de parasites gastro-intestinaux chez les petits ruminants sont hautement agrégées et dispersées à l'intérieur de l'hôte, avec approximativement 80% des vers retrouvés dans 20 à 30% des hôtes, tandis que la grande majorité des hôtes possède de faibles charges de vers. (Gaba et al., 2005).

Les TST sont proposées pour réduire l'utilisation de vermifuges et aider à maintenir des populations de strongles gastro intestinaux dans des refuges, ce qui devrait aider à conserver des allèles de susceptibilité dans les populations de parasites (Van Wyk et Bath., 2002 ; Cabaret., 2008 ; Cringoli et al., 2009; Gallidis et al., 2009).

Selon Kenyon et al., 2009, la proportion de la population de parasite dans la zone refuge est maintenant considérée le facteur le plus important déterminant le taux de développement de résistance et doit être pris en considération dans toutes les stratégies de contrôle. Les stratégies pour accroître le nombre de parasites en refuge peuvent concerner la mise d'animaux sur des pâturages contaminés après un traitement anthelminthique efficace, ou de laisser un groupe d'animaux non traité afin d'assurer l'accouplement de la lignée résistante des helminthes avec les vers qui n'ont pas eu contact avec le médicament et permettre ainsi un brassage des allèles de la résistance. En pratique cette nouvelle approche a permis de préserver une population de parasite dans la zone refuge et maintenir la sensibilité phénotypique et génotype des parasites (Van Wyk., 2001; Soulsby., 2007).

Dans des secteurs tempérés, la majorité de la population de parasites (jusqu'à 95% de toute la population) est généralement trouvée sur le pâturage, ce qui fournit donc un réservoir de sensibilité. Cependant, dans des secteurs tropicaux, ceci peut toujours ne pas être le cas.

Les états de sécheresse peuvent tuer la majeure partie de la population sur le pâturage réduisant de ce fait nettement les proportions de parasites potentiellement situés dans la zone refuge. L'application de ces stratégies nécessite une surveillance adéquate des populations de

parasites de telle façon à ce que la productivité de tout le groupe d'animaux ne soit pas menacée (Kenyon et al.,2009).

En revanche, les animaux d'un troupeau ne sont pas « égaux » face au parasitisme. En général, c'est un petit nombre d'individus qui présentent une forte excrétion d'oeufs de parasites. Les TST devraient être orientés uniquement vers les animaux dont la charge parasitaire est importante, et pouvant causer une maladie. Ces animaux doivent être identifiés dans le troupeau pour tirer profit du traitement. Cette approche permettrait de fournir une source continue de parasites dans le refuge même aux moments où les traitements sont administrés (Kenyon et al.,2009).

## **5. 2. Indicateurs utilisés pour l'identification des animaux les plus infestés**

Il y a plusieurs méthodes qui ont été proposées pour les traitements ciblés sélectifs, qui vont identifier visuellement les animaux à traiter à l'aide des marqueurs axés sur la physiopathologie des parasites pour indiquer que le traitement est nécessaire (Besier., 2008). Les marqueurs physiopathologiques, tels que l'anémie, l'indice de diarrhée, l'indice d'état corporel. Les marqueurs de performance tels que la production laitière, la production de la laine et le gain de poids vif (Bisset et al, 2001; Van Wyk et Bath., 2002; Riley et Van Wyk., 2009). Les marqueurs potentiels et leur convenance à l'utilisation sont discutés ci-dessous.

### **5. 2. 1. Le système FAMACHA<sup>®</sup>**

En raison de l'imprévisibilité du moment auquel les animaux auront besoin du traitement contre l'hémomonchose (dans n'importe quelle saison parasitaire) ainsi que la nécessité d'une estimation individuelle répétée, le comptage des oeufs de parasites a été jugé peu pratique vue les limitations liées à son coût élevé, les moyens et le personnel qualifié exigés. D'où le concept d'utilisation du système FAMACHA<sup>®</sup> qui repose sur la variation de la couleur de la muqueuse conjonctivale chez les petits ruminants comme indication des effets d'*Haemonchus contortus*, car ce parasite est hématophage et provoque une anémie plus ou moins importante selon l'intensité de l'infestation (Bath et al.,1996).

Les estimations de l'héritabilité des résultats de FAMACHA<sup>®</sup> chez les ovins infestés principalement par *Haemonchus contortus* se sont montrées proches des valeurs vraies de l'hématocrite et légèrement meilleurs que celles du comptage des oeufs de nématodes (Van Wyk et Bath., 2002).

Depuis son introduction, le système FAMACHA<sup>®</sup> a été utilisé chez les ovins et les caprins en Algérie (Bentounsi, 2001b, 2002 et 2003b), au Brésil (Sotomaior et al., 2003; Molento et al., 2004), en Afrique du Sud (Van Wyk et Bath., 2002), en France (Cabaret., 2004), en Allemagne (Gauly et al., 2004; Koopmann et al., 2006), en Italie (Di Loria et al., 2009). , au Kenya (Ejlertsen et al., 2006), en Ethiopie (Sissay et al., 2007), et aux Etats-Unis (Kaplan et al., 2004; Burke et al., 2007).

En classifiant les couleurs des conjonctives des moutons dans cinq catégories (du rouge au blanc), l'anémie peut être évaluée médicalement et les animaux infestés sont ainsi identifiés. Cette mesure, rapide (jusqu'à 300 animaux par heure) permet de distinguer les animaux qui nécessitent un traitement et de le leur administrer sur le champ (Cabaret., 2004).

Lors d'une étude utilisant cette approche sur 125 jours, avec à peu près 380 ovins conduits sur un pâturage irrigué sous des conditions idéales pour l'hémochose, 70% des brebis Mérinos ont survécu sans traitement, alors que quelques uns du reste ont requis jusqu'à quatre traitements de sauvetage (Malan et al., 2001). Toutefois, il y avait des différences considérables entre les classes de brebis au sein du troupeau: seulement 45% des brebis en lactation n'ont pas exigé de traitement, contre 83% des brebis tarées (Van Wyk et al., 2006).

Un avantage majeur du système FAMACHA<sup>®</sup> est le fait qu'il peut être utilisé par des personnes analphabètes, et peut donc être un outil précieux pour les 'petits éleveurs' dans les pays en développement (Van Wyk et al., 2006). Ce système a montré son côté pratique et sa facilité d'utilisation au sein de l'exploitation, quoique la relation avec la productivité nécessite des études approfondies pour la vérification.

### **5. 2. 2. L'indice de diarrhée (DISCO)**

L'infestation par les strongles peut induire une diarrhée, chaque espèce de nématode ayant d'ailleurs un impact plus ou moins fort selon sa localisation dans le tube digestif (les espèces de la caillette ont moins d'impact que les espèces localisées dans le gros intestin pour des raisons physiologiques du métabolisme de l'eau dans le tube digestif). L'indice de diarrhée (DISCO) semble être un candidat diagnostique intéressant dans la mesure où la valeur de ce critère s'est avérée répétable, héritable et facile à mesurer (Larsen et al., 1995).

Les indices de diarrhées individuels ne sont pas reliés de manière claire à l'infestation par les strongles digestifs: en effet, l'excrétion des oeufs, mesure du parasitisme, est en fait une estimation de la concentration des oeufs dans les matières fécales. Il a été noté que l'excrétion élevée des oeufs est parfois associée à de bonnes performances (Cabaret., 2004), aussi les infestations mesurées par les coproscopies sont mal estimées lors des périodes de forte infestation qui aboutissent à des diarrhées (Cabaret et al., 2002a). Cet indice nécessite donc encore des études pour arriver à une utilisation de routine pour guider la nécessité des traitements anthelminthiques en élevage, il peut cependant être utilisé pour alerter l'éleveur.

Dans un certain nombre de situations, il pourrait être fort utile chez les agneaux, en particulier s'il est associé à des coproscopies et à des mesures d'état corporel des animaux ou de leurs performances zootechniques (Cabaret., 2004).

### **5. 2. 3. L'indice de l'état corporel**

Etant donné que le système FAMACHA<sup>®</sup> n'est pas applicable aux espèces de nématodes non hématophages, l'indice de l'état corporel (Cottle., 1991) a été testé dans une ferme où des problèmes saisonniers d'infestation par *Trichostrongylus spp* ont eu lieu malgré une prédominance d'*Haemonchus contortus*. Les résultats préliminaires obtenus avec cet indice concernant la corrélation phénotypique et génétique avec les valeurs de l'hématocrite et le comptage des oeufs dans les matières fécales, sont encourageants mais la corrélation avec le système FAMACHA<sup>®</sup> n'a pas été analysé (Van Wyk et Bath., 2002). Il est nécessaire d'évaluer cet indice dans les fermes où il y a une prédominance de l'infestation par d'autres espèces parasitaires.

### **5. 2. 4. La production de lait**

Des études épidémiologiques sur les troupeaux des chèvres laitières en France ont montré que les animaux dans leur première lactation et les animaux multipares à haute production de lait ont un nombre des œufs fécaux plus élevé (Hoste et al., 2002a).

Le ciblage des traitements anthelminthiques vers ces deux groupes dans une étude de 2 ans réduit les traitements anthelminthiques par 48% et 66% au cours des années 1 et 2

respectivement, sans effets négatifs sur la production de lait ou de l'excrétion des œufs de vers (Hoste et al., 2002b).

L'approche de TST a été ensuite testée dans 11 fermes laitières en France dans une enquête de 2 ans, ce qui entraîne la réduction de l'utilisation anthelminthique par 40% avec aucun changement significatif associé à l'excrétion des œufs ou à la production de lait observé (Hoste et al., 2002c), comparé aux animaux traités conventionnellement. Ces résultats montrent que la production de lait pourrait être un marqueur approprié pour identifier ces animaux nécessitant un traitement, tout en maintenant la production.

### **5. 2. 5. Le gain de poids vif**

Le gain de poids vif pourrait être un marqueur sensible pour l'identification des animaux nécessitant un traitement, surtout dans les zones où les parasites hématophages ne sont pas présents, comme il est pertinent pour l'économie agricole.

### **5. 2. 6. Le compte des œufs fécaux**

Il y a des indicateurs parasitologiques comme le dénombrement des œufs fécaux (FEC) qui permet de mesurer le nombre des œufs par un gramme de matière fécale. FEC indicateur potentiel pour cibler plus efficacement les traitements de tout le troupeau, il existe encore quelques limitations évidentes qui influenceront sur son utilisation dans la pratique. En général des échantillons FEC doivent être envoyés à un laboratoire pour l'analyse et la décision de traitement n'est pas, par conséquent instantanée.

## **5. 3. Problèmes posés par l'application de TST**

Chaque effort mené pour combattre le problème du parasitisme engendre un coût (Schröder, 2003) et chaque éleveur pourra accepter fondamentalement n'importe quel programme s'il en voit les avantages économiques (Molento., 2003). Ainsi les éleveurs sont généralement réceptifs lorsque les profits d'une production durables sont évidents.

Toutefois, la présence et l'impact de la résistance ne sont pas habituellement aperçus que lorsque les pertes de production sévères ou les maladies cliniques deviennent manifestés, et

souvent une fois une résistance multiple s'est développée (Van Wyk et al.,1997; Besier et al.,1996). Ce problème persistant de l'acceptation de l'impact économique potentiel d'un problème inapparent complique davantage la promotion du contrôle du parasitisme.

Il est donc nécessaire, lors de la réalisation des programmes de contrôle des nématodes, en plus de la sauvegarde de la santé et la production animale, de considérer la résistance aux anthelminthiques dans chaque action de gestion. Le développement de stratégies durables à l'échelle régionale demande donc une connaissance de la résistance anthelminthique, de la biologie des parasites existant localement et de la gestion spécifique des élevages. Evidemment, cette tâche implique la collaboration des parasitologues et des conseillers locaux de santé animale. Il est donc capital que les scientifiques, ayant la compétence nécessaire, collaborent pour le développement de concepts généralement applicables, afin d'être traduits à l'échelle régionale par les conseillers ayant connaissance des contextes locaux (Van Wyk et al.,2006). Refugia est maintenant considéré un des facteurs les plus importants déterminant le taux du développement de la résistance et devrait être inclus dans n'importe quel régime prophylactique potentiel de contrôle des nématodes. L'évidence suggère que les traitements ciblés aient les moyens potentiels de réduire l'utilisation d'anthelminthiques chez les ruminants et puissent être employés pour ralentir le développement de la résistance anthelminthique en maintenant toujours les bonnes performances. Cependant, il y a un besoin clair de développement et de validation des indicateurs soutenable, objectifs, faciles à utiliser et régionalement spécifique du traitement. En outre, un meilleur arrangement de la proportion d'animaux non traités nécessaire pour maintenir le refugia efficace est exigé et doit être défini pour différentes espèces de parasites, d'environnements et de gestion d'animaux (Kenyon et al.,2009).

# **I. Caractérisation et dynamique saisonnière de la faune parasitaire digestive des ovins en zone steppique algérienne.**

## **1.1.Introduction**

L'identification précise de la faune parasitaire par des mesures de diagnostics directes, comme le bilan parasitaire par "autopsie helminthologique", est indispensable. Elle permet d'affiner le diagnostic global et constitue le premier pas dans la démarche de construction d'un protocole de contrôle parasitaire réel (Cabaret., 2004).

La caractérisation climatique de la région d'étude, facteur essentiel pouvant intervenir directement sur la diversité et la dynamique de ce parasitisme, est notamment précisée.

## **1.2.Matériels et méthodes**

### **1.2.1. Site d'étude et critères du choix de l'exploitation ovine d'El Mader**

L'exploitation agro-pastorale d'El Mader, est une ferme " pilote", située dans la wilaya de Batna, une région du Nord Est de l'Algérie. Elle s'étend sur une superficie de 2000 hectares, 70% de ses terres sont utilisées pour la culture de céréales, de pommes et d'olives, tandis que 30% sont des piémonts de montagnes utilisés surtout pour le pâturage des animaux dans les années difficiles. Aussi, c'est une ferme spécialisée dans l'élevage d'ovins avec un capital de 1200 têtes ovines. Nous avons choisi cette exploitation pour des raisons parasitologiques et des raisons liées à la gestion de l'exploitation.

L'évaluation objective de la diversité et la dynamique saisonnière d'une faune de nématodes gastro-intestinaux des petits ruminants, est conditionnée par sa stabilité durant quelques années. Cette stabilité est le fruit de plusieurs facteurs, répertoriés dans notre exploitation comme:

La vocation dans l'élevage naisseur d'ovins fait que l'auto remplacement des troupeaux est le mode utilisé, ce qui limite les achats et l'introduction de nouveaux animaux à la ferme qui peuvent héberger des parasites résistants. Ce mode de renouvellement de têtes ovines favorise la stabilité de la diversité de la faune gastro-intestinale de nématodes (Cabaret et Schmidt., 2000).

Le nombre de traitement et les molécules anthelminthiques utilisés sont les mêmes depuis plusieurs années. Les animaux ont été toujours vermifugés deux fois par an avec les mêmes anthelminthiques (albendazole et ivermectine). Il a été démontré que le nombre et les familles d'anthelminthiques utilisés sont des facteurs qui modulent la stabilité de la faune de nématodes gastro-intestinaux, plus le nombre de traitement est important, plus la diversité est réduite (Cabaret et Schimdt., 2000).

La conduite d'élevage menée dans l'exploitation est semi intensive à extensive. Cette dernière représente le mode d'élevage commun dans la région de Batna et dans les autres régions à climat steppique en Algérie (Boukaboul et Moulaye., 2006 ; Saidi et al., 2009 ; Triki Yamani et Bachir Bacha., 2010). Cette conduite semi intensive est basée sur l'addition d'une alimentation complémentaire aux animaux, surtout durant les moments critiques de l'année comme l'hiver et parfois l'automne. Cette supplémentarité sous forme de céréales concentrées renforce la résistance et la résilience des animaux aux pathologies comme les parasitoses. Il a été démontré que l'addition d'une alimentation comme le concentré, renforce la résistance de l'hôte aux strongles digestifs (Coop et Holmes., 1996), elle substitue aussi le pâturage et diminue donc le risque des infestations (Etter., 2000). Tous les animaux de la ferme ainsi que les animaux suivis ont reçu la même alimentation.

Aussi, la conduite des pâturages menée dans l'exploitation est classique, commune à ce qui se fait dans les autres régions steppiques du pays. Celle ci consiste à pâturer les animaux sur les chaumes en été et de les laisser sur les mêmes parcelles en automne et hiver, ou bien de les concentrer en grand nombre sur les jachères.

L'exploitation fait uniquement de l'élevage d'ovins, ce qui permet l'étude de la faune parasitaire spécifique de ces hôtes, et nous épargne l'impact des espèces parasitaires dites généralistes, qui peuvent être hébergées par d'autres herbivores hôtes comme les bovins et les caprins.

Aussi l'observation dans cette exploitation, parmi les autres fermes étudiée (Bentounsi et al., 2007), de la chimiorésistance de *Teladorsagia*, *Trichostrongylus* aux benzimidazoles (faecal egg count reduction 78%), et de *Marshallagia* aux benzimidazoles et à l'ivermectine a orienté notre choix. Il a été montré que l'apparition de la chimiorésistance a un impact négatif par la réduction de la diversité de la faune helminthique. Cette réduction se traduit par les chaos

démographiques des proportions parasitaires résistantes (Gasnier., 1994). La chimiorésistance aux anthelminthiques est un phénomène commun dans les fermes pilotes algérienne (Bentounsi et al., 2005, 2007), et la faune parasitaire modifiée en conséquence est la réalité actuelle de l'élevage ovin local.

Enfin, la gestion de l'exploitation est encadrée par un staff administratif et technique, ces derniers étaient fortement utiles pour la rigueur de nos travaux. L'accès facile à la ferme, qui se trouve sur la route national n° 3 à 25 Km de Batna, nous a facilité la réalisation des prélèvements et leur transport dans les meilleurs états de conservation.

### **1.2.2. Caractérisation climatique de la région d'étude**

Sur la base des données météorologiques de la période de 1974-2008 collectées à la station d'Ain Skhrouna (wilaya de Batna); le climat de la région d'étude, selon l'indice climatique classique d'Emberger (1961), est classé semi-aride, avec une pluviométrie moyenne annuelle de 367mm par an et un hiver tempéré. Ce climat est caractérisé par une période humide qui s'étend du mois d'octobre au mois de mai et une période sèche de 4 mois, qui s'étale de juin à septembre. Janvier est le mois le plus froid avec une température moyenne de 5,3 °C et juillet étant le plus chaud est avec une température moyenne de 27 °C.

#### **1.2.2.1. Choix des indices**

La classification des climats a été toujours un déficit pour les climatologues à cause des différents phénomènes météorologiques que compte un seul climat, c'est pourquoi, ils se bornent sur l'essentiel, la pluviométrie et la température. Mais les délimitations des régions sèches ou humides ne reposent guère sur l'un de ces facteurs, parce que la pluviométrie se trouve liée à la température, car il faut tenir compte de l'efficacité des précipitations à l'égard de la végétation. Il est clair, que la même quantité d'eau tombée n'aura pas les mêmes effets s'il fait froid ou s'il fait chaud. Dans ce dernier cas, l'évaporation directe, l'abondante transpiration des plantes feront que cette eau sera vite dissipée; s'il fait moins chaud, le stock d'eau du sol s'épuisera moins vite et la végétation ne connaîtra pas de périodes difficiles. Il n'est donc pas possible de délimiter les régions sèches ou humides en se servant des isohyètes. Il faut donc calculer des indices qui expriment les rapports entre la température et précipitations comme l'indice de Koppen et indice de Martonne.

### **1.2.2.2. Limites climatiques de la région d'étude selon l'indice d'aridité de Martonne**

Selon la classification bioclimatique d'Emmanuel De Martonne, utilisant son indice d'aridité (A) qui se situe entre les valeurs 5 et 10 dans le cas de climat steppique (Viers et Vigneau., 1990). Cet indice a une valeur proche de l'intervalle steppique avec une valeur de 13,59 donc avec différence positive de l'ordre de (+3, 59) avec plus d'humidité dans notre région.

### **1.2.2.3. Limites climatiques de la région d'étude selon la formule de Koppen**

Les limites climatiques de la région d'étude selon la classification climatique de Koppen par sa formule ( $P < 2t$ ) (Pluviométrie en cm est toujours inférieure à deux fois la température en °C) (Viers et Vigneau., 1990). D'après cette formule, le climat de notre région est dans la limite du climat steppique ( $36,7\text{cm} < 34^{\circ}\text{C}$ ).

### **1.2.3. Protocole expérimental**

Trente agneaux sentinelles pour surveiller l'infection ont été choisis au hasard parmi les animaux de la ferme. Ils sont progressivement sevrés, âgés de 2 à 3 mois et appartenant aux 2 sexes (15 mâles et 15 femelles). Ces agneaux sont infestés naturellement aux pâturages et ne sont pas traités aux anthelminthiques.

Les examens parasitologiques concernent l'observation des œufs de parasites par coproscopie et aussi la récolte des vers après autopsie.

Les prélèvements mensuels de fèces à partir du rectum de chaque animal ont été réalisés au cours de l'année de l'étude, depuis février 2008 à février 2009.

Les coproscopies individuelles ont été réalisées selon la méthode de McMaster modifiée (Raynaud., 1970) avec une solution de chlorure de sodium de densité proche à 1,12 comme liquide de flottation. Le nombre d'œufs par gramme de fèces (opg) a été déterminé par la lecture totale de la lame. Un œuf observé correspond à 15 opg et quand aucun œuf n'a été vu, une flottation a été entreprise pour détecter 7,5 opg.

La différenciation des œufs dans les matières fécales est limitée à ceux de *Marshallagia*, *Nematodirus* et le reste des strongles appelé autres strongles digestifs (ASD) (MAFF., 1986).

Les nécropsies ont concerné 12 agneaux durant toute l'année d'expérimentation à raison de 2 autopsies tous les 2 mois.

L'extraction des espèces de nématodes identifiées a été réalisée par le raclage de la muqueuse de la caillette, de l'intestin grêle et du gros intestin dans la demi-heure qui suit l'abattage. Leur mise en évidence a été faite par examen microscopique des parties aliquotes (1/3) du produit de raclage après sédimentation. Les vers récoltés ont été conservés dans une solution physiologique formolée à 8%, et identifiés selon la clé de Skrjabin et al., 1954.

L'isolement des larves a été fait par étuvage à 37°C des muqueuses durant 5 heures et tamisage, avec un tamis de 32 µm. Ce trempage permet aussi, d'extraire certains adultes, notamment les *Trichostrongylus* qui n'obéissent pas au lavage immédiat, du fait de leur taille petite.

La conservation des formes immatures a été faite par ajout d'1/15 d'alcool pur au filtrat recueilli du tamis. La conservation a été bonne durant un mois à 4°C.

L'identification des larves L4 et L5 juvéniles a été réalisée selon les différentes clés et descriptions proposées par Frank et Douvres., en 1957 ; Thomas et Pobert en 1993 et Ambrosi et al., en 1993.

#### **1.2.4. Choix du test statistique pour l'étude de la dynamique de la faune**

Le plus souvent nous disposons de différents tests pour une recherche (validation d'hypothèse) de donnée. Il est alors nécessaire d'employer une méthode rationnelle pour choisir le test le plus approprié. L'un des critères de choix est la puissance du test utilisé, mais d'autres critères sont importants pour déterminer l'adéquation d'un test lors de l'analyse de données particulières. Ces critères concernent la nature des observations (variables), l'échelle de mesure de variables et le nombre de prélèvements (échantillons), les variables peuvent être de nature quantitative ou qualitative.

Dans notre cas, on a deux types de variables indépendantes, les mois d'autopsies et les moyennes des proportions des différentes espèces de nématodes trouvées. Les moyennes des proportions, qui sont des valeurs comptées et qui suivent plus rarement la loi normale, sont rangées d'autre part dans un ordre correspondant aux différents degrés de proportion. Ce type de rangement, ou classement est mesuré selon une échelle ordinale. Dans ce cas le test statistique adéquat pour évaluer la dynamique des espèces de nématodes, selon les mois d'autopsie sur la base de la comparaison des moyennes des proportions des différentes espèces de nématodes, est le test d'hypothèse non paramétrique de Krushall et Wallis, qui est le test le plus efficace de tous ceux applicables à k échantillons indépendants (dans notre cas, on a 12 échantillons par an qui est inférieur à 30). Ce nombre d'échantillons est favorable pour l'exécution d'un test non paramétrique.

On pourra toutefois comparer les moyennes des proportions des espèces parasitaires trouvées par autopsie, ou l'excrétion fécale, en utilisant des tests paramétriques comme l'analyse de la variance (ANOVA), pour des échantillons qui ne suivent pas la loi normale à condition de procéder à une transformation préalable des valeurs en logarithme pour les normalisées.

Par ce même test l'ANOVA, on a analysé l'impact des facteurs de risque comme le sexe des animaux, le mois d'autopsie et l'espèce parasitaire qui peuvent intervenir dans la distribution du parasitisme.

#### **1.2.4.1. Principe du test non paramétrique de Krushall et Wallis:**

Le principe de ce test d'hypothèse est de comparer les moyennes des proportions d'une espèce de nématode, selon les mois d'autopsie afin de ressortir les mois les plus infestés par cette espèce de nématode.

Résultats attendus : 2 hypothèses

Hypothèse nulle  $H_0$  : les moyennes des proportions de cette espèce de nématode étudiée ne sont pas significativement différentes selon les différents mois d'autopsies.

Hypothèse  $H_1$  : parmi les moyennes des proportions de l'espèce étudiée, l'une au moins est significativement différente des autres dans un mois ou plus. Cette hypothèse est correcte quand le seuil de signification P (ou le risque d'erreur) trouvé par le test est inférieur à  $P = 0,05$  pour un intervalle de confiance 95%.

#### 1.2.4.2. Principe du test d'analyse de la variance : ANOVA

On observant, les valeurs des moyennes des différentes espèces parasitaires (Tableau n° 5 de la dynamique), on voit bien qu'elles sont différentes par rapport aux mois d'autopsies. Pour dire qu'elles sont significativement différentes, il faut que leurs variances soient aussi différentes. Pour cela, on calcule la variance entre les moyennes des proportions de l'espèce parasitaire étudiée pour chaque mois d'autopsie (variance inter-groupe VA) et la variance pour l'ensemble des moyennes des proportions dans toutes les occasions d'autopsie (variance intra-groupes VB), puis on les compare par un test F (test de Fischer).

On forme le rapport :

$$F = VA / VB \quad \text{si } VA \text{ est supérieur à } VB.$$

$$\text{Ou, } F = VB / VA \quad \text{si } VB \text{ est supérieur à } VA.$$

On peut rejeter l'hypothèse nulle H0 si F calculé est inférieur à la valeur de F théorique tirée de la table de SNEDECOR (Annexe n° 1) pour un risque  $\alpha$  déterminé. L'hypothèse H1 est correcte quand F calculé est supérieur à F théorique, dans ce dernier cas, parmi les moyennes des proportions de l'espèce étudiée, l'une au moins est significativement différente des autres dans un mois ou plus pour un seuil de signification  $P = 0,05$  pour un intervalle de confiance 95%. Pour les espèces de nématodes qui ont une valeur de P inférieur à 0,05, elles ont des moyennes de proportions différentes selon les mois d'autopsies.

### 1.3. Résultats

#### 1.3.1. Prévalences et diversité du parasitisme digestif

Les résultats révèlent que les agneaux sont exposés en permanence à de multiples infestations digestives, avec plusieurs genres et espèces parasitaires, comme les strongles digestifs, les trichures, les cestodes (*Moniezia expansa*) et les coccidies (*Eimeria spp*). Les strongles digestifs dominent dans les coproscopies avec une prévalence de 100% (Tableau n°3) quelque soit le sexe des animaux, par contre *Moniezia expansa* et *Eimeria spp* enregistrent respectivement une prévalence de 42% et 23%.

*Nematodirus spp* est rencontré à 90% et 96% respectivement chez les animaux examinés par autopsie et par coproscopie. La même dominance est observée chez le genre *Marshallagia* qui infeste tous les animaux autopsiés et 85% de ceux examinés par coproscopie.

**Tableau n° 3: Prévalences moyennes des parasites gastro-intestinaux identifiés par coproscopies et autopsies chez les ovins à El Mader (Batna).**

Prévalence (%)						
	<i>Eimeria</i> <i>spp</i>	<i>Moniezia</i> <i>expansa</i>	Nématodes			ASD
			<i>Nematodirus</i> <i>spp</i>	<i>Marshallagia</i> <i>marshalli</i>	<i>Trichostrongylus</i> <i>ovis</i>	
						100
Coproscopie	23	42	96	85	0,01	
Autopsie	-	100	90	100	50	100

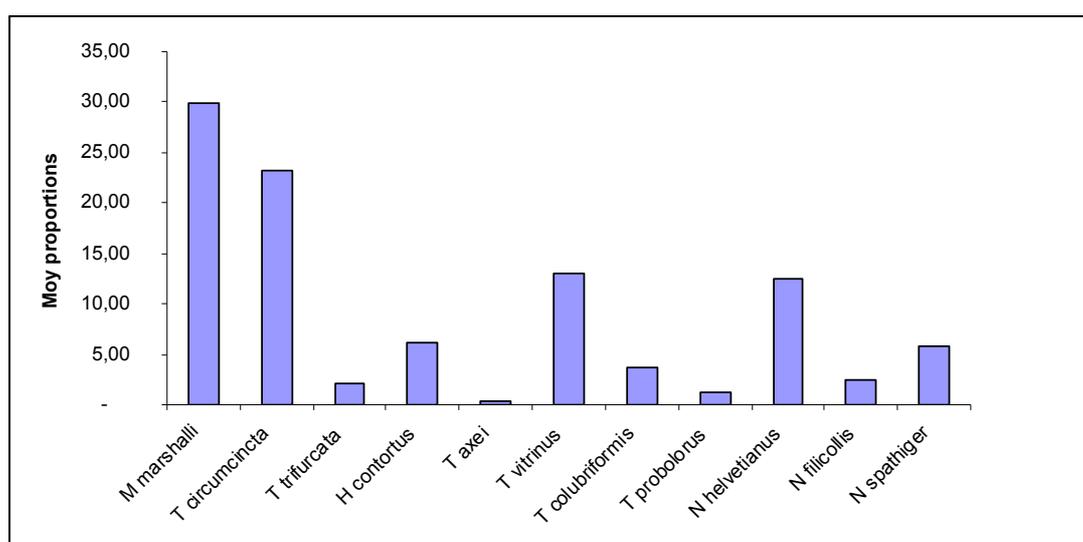
ASD= autres strongles digestifs

### 1.3.2. La diversité spécifique de la faune des strongles gastro-intestinaux des agneaux lors de 6 occasions d'autopsies.

Onze espèces sont recueillies aux autopsies sont mentionnées dans le tableau n° 4. Elles sont répertoriées selon l'ordre d'importance numérique des proportions moyennes annuelles : *Marshallagia marshalli*, *Teladorsagia circumcincta morph circumcincta*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Nematodirus helvetianus*, *Haemonchus contortus*, *Nematodirus spathiger*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Nematodirus filicollis*, *Teladorsagia circumcincta morph trifurcata*, *Trichostrongylus probolorus*, *Trichostrongylus axei*.

**Tableau n°4 : Moyenne des proportions des espèces des strongles gastro-intestinaux de 12 agneaux traceurs répertoriés aux 6 occasions d'autopsie à El Mader (Batna).**

Espèces/ Morphes	Moyenne des proportions (%) dans 6 occasions d'autopsies
<i>Marshallagia marshalli</i>	29,86
<i>Teladorsagia circumcincta morph circumcincta</i>	23,16
<i>Teladorsagia circumcincta, morph trifurcata</i>	2,18
<i>Haemonchus contortus</i>	6,11
<i>Trichostrongylus axei</i>	0,42
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	13
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	3,63
<i>Trichostrongylus probolorus</i>	1,18
<i>Nematodirus helvetianus</i>	12,5
<i>Nematodirus filicollis</i>	2,38
<i>Nematodirus spathiger</i>	5,71



**Figure 1 : Moyenne des proportions des espèces des strongles gastro-intestinaux répertoriés par autopsie de 12 agneaux traceurs à El Mader (Batna).**

La faune trouvée représente une diversité spécifique moyenne selon les trois approches de Schmidt de l'estimation de la diversité de la communauté de nématodes, avec un niveau élevé de 29,86 % et 23,16 % pour *Marshallagia marshalli* et *Teladorsagia circumcincta morph circumcincta*, avec des proportions de 13 % et 12,5% respectivement pour *Trichostrongylus vitrinus* et *Nematodirus helvetianus* qui suivent en deuxième position enregistrant des proportions presque égales. *Trichostrongylus axei* et *Trichostrongylus probolorus* sont présents aussi, mais avec des proportions faibles de 0,42% et 1,18 %.

Gruner et al., en 1998 et Giudici et al., en 1999 ont utilisé des indices statistiques comme l'indice de diversité de Shannon-Weaver (1940), pour estimer la diversité spécifique des faunes des nématodes gastro-intestinaux des ovins sur la base des proportions des espèces parasitaires trouvées.

Ces indices sont liés à la probabilité que l'on a que deux parasites retirés au hasard de l'ensemble des parasites récoltés par autopsie, appartiennent à la même espèce.

L'indice de Shannon-Weaver vaut  $H = - \sum p_i \log_2 p_i$  ( $p_i$  est la proportion de l'espèce  $i$ ).  $H$  varie de 0 à des valeurs de l'ordre de 5 et s'exprime en bits (0 tous les parasites sont de même espèce = dominance d'une espèce) à 5 (chaque parasite est d'une espèce différente = équitabilité des proportions des espèces).

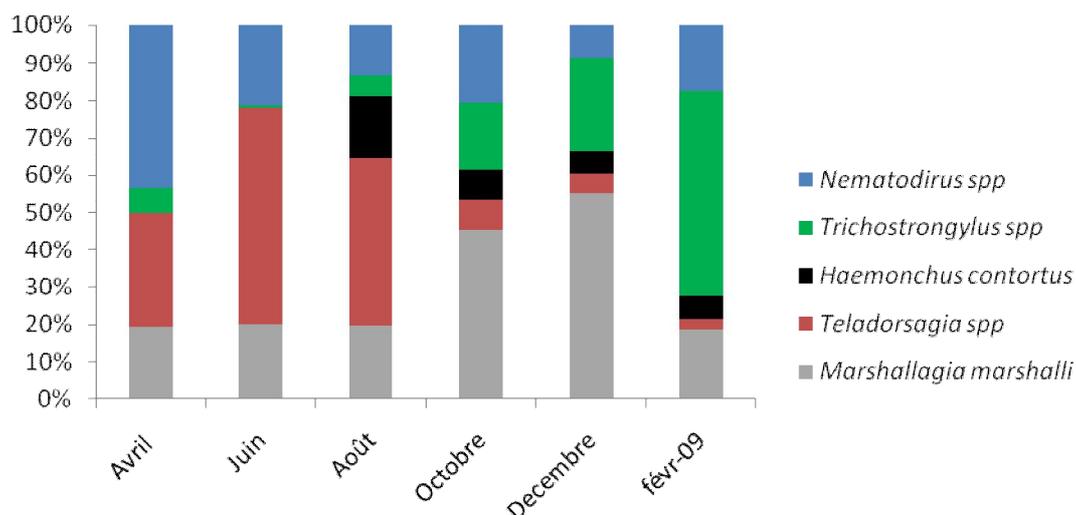
Dans la faune d'El Mader étudiée, l'indice de diversité de Shannon-Weaver vaut 3,88 bits, cette valeur nous confirme la diversité moyenne des différentes espèces de strongles trouvées. (Voir l'annexe 2 pour l'analyse de l'indice de diversité de Shannon-Weaver)

**1.3.3. Dynamique de la faune des strongles gastro-intestinaux des agneaux et facteurs de risque (sexe, espèce parasitaire, mois d'autopsie) lors de 6 occasions d'autopsies.**

Les différentes espèces et morphes (*T. circumcincta circumcincta* et *T. circumcincta trifurcata*) sont reportés dans le tableau n°5. Des espèces sont en proportions stables durant l'année et d'autres dont les taux varient, signifient un caractère saisonnier.

**Tableau n° 5 : Dynamique des espèces de nématodes gastro-intestinaux par autopsie de 2 agneaux à chaque occasion (mois d'autopsie) à El Mader (Batna): moyenne des proportions de chaque espèce parasitaire.**

Espèces nématodes/mois	Avril	Juin	Août	Octobre	Décembre	Février
<i>Marshallagia marshalli</i>	19.5	20	19.9	45.5	55.6	18.7
<i>Teladorsagia circumcincta</i> , <i>morph circumcincta</i>	23.9	61.7	42.8	6.3	3.1	1.2
<i>Teladorsagia circumcincta</i> , <i>morph trifurcata</i>	6.6	0	1.6	1.7	1.7	1.5
<i>Haemonchus contortus</i>	0	0	16.6	7.9	6.3	5.9
<i>Trichostrongylus axei</i>	0	0	0	2.03	0.5	0
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	5.8	0.5	5.4	11.8	15.8	38.7
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	0.8	0	0	3.5	4.8	13.5
<i>Trichostrongylus probolorus</i>	0	0	0	0.6	3.8	2.7
<i>Nematodirus helvetianus</i>	22.5	12.5	11.4	15.7	5.6	7.3
<i>Nematodirus filicollis</i>	6.6	2.4	0.9	1.9	1.6	0.9
<i>Nematodirus spathiger</i>	14.1	6.2	1.1	2.8	1.2	8.9



**Figure n° 2 : Dynamique des proportions moyennes des différentes espèces et genres de strongles digestifs trouvés par autopsie de 2 agneaux lors de 6 occasions à El Mader (Batna).**

Pour les facteurs de risque, l'analyse de variance uni-variable qui consiste à analyser une seule variable en fixant les autres, a montré une variabilité de l'ensemble des espèces parasitaires par rapport aux différents mois d'autopsie, avec un effet significatif du mois d'autopsie ( $P= 0,073$ ). Aussi l'effet du sexe est remarquable pour l'ensemble des espèces parasitaires avec un seuil de signification ( $P=0,03$ ).

**Tableau n° 6 : Analyse statistique (ANOVA) sur l'effet de la période (autopsie) et du sexe sur l'ensemble des espèces de strongles digestifs.**

Source	DL	Carré moyen	F	Sig
Autopsie	5	11 ,053	2,46	<b>0,073</b>
Sexe	1	1,336	0,383	0,553
Espèce	10	26,370	5,382	0,000
Sexe*Espèce	10	2,51	2,239	<b>0,030</b>

ANOVA univariable. Variable : Log mâle

L'analyse statistique par le test non paramétrique de Krushall et Wallis montre que l'intensité de certaines espèces de nématodes, varie significativement entre les mois ou occasions d'autopsie. L'intensité de *Nematodirus helvetianus* est significativement différente dans les mois, d'Août et d'Octobre, avec un seuil de signification ( $p=0,12$ ). L'intensité de *Trichostrongylus colubriformis* est significativement différente durant les trois dernières d'autopsies ( $p=0,09$ ) d'Octobre à Février. *Teladorsagia circumcincta* enregistre une présence importante en Juin et Août, avec un seuil de signification ( $p=0,07$ ). *Trichostrongylus vitrinus* montre des valeurs élevées dans plusieurs occasions d'autopsies d'Août à Février ( $p=0,12$ ). Enfin l'intensité de *Haemonchus contortus* est élevée en Août avec un seuil ( $p=0,06$ ). Les espèces restantes paraissent stables et ne varient pas durant toute l'année.

Le test paramétrique ANOVA uni-variable a montré aussi les mêmes résultats observés par le test de Krushall et Wallis, avec un effet significatif des mois d'autopsies d'Août et Octobre sur *Nematodirus helvetianus* ( $p=0,045$ ). Les trois derniers mois d'autopsie ont un effet significatif ( $p=0,04$ ) sur *Trichostrongylus colubriformis*. *Teladorsagia circumcincta* est très présent en Juin et Août avec un seuil de signification ( $p=0,04$ ). *Trichostrongylus vitrinus* est significatif dans plusieurs occasions d'autopsies, à partir d'Août à Février ( $p=0,039$ ). Enfin l'intensité de *Haemonchus contortus* est aussi élevée en Août avec un seuil significatif ( $p=0,002$ ). Les autres sont stables durant toute l'année.

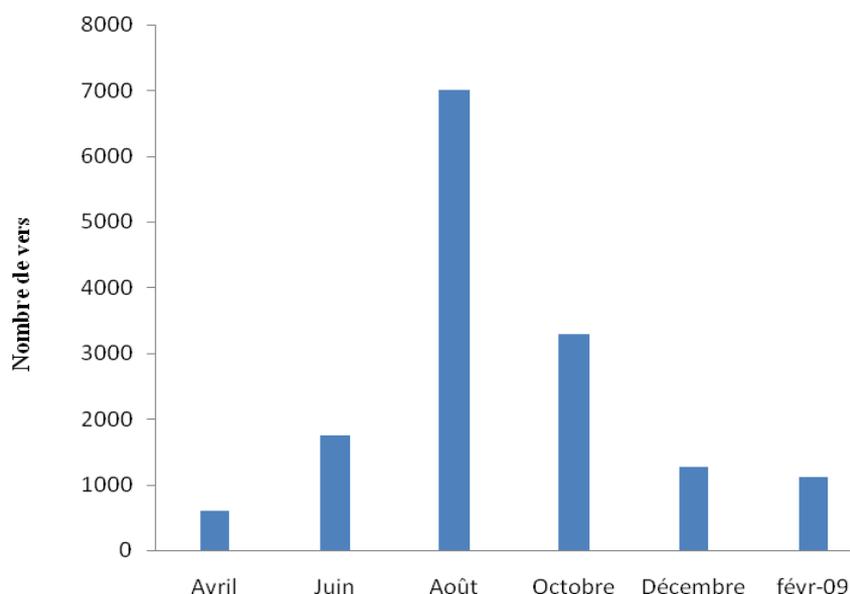
Quand au polymorphisme au sein des femelles d'*Haemonchus*, la distribution des morphes observée dans nos résultats montre la dominance des linguiformes et boutonnés, et la faible proportion des morphotypes lisse. Les sous types linguiformes non A dominent et restent stables entre Août et février (Tableau n° 7).

**Tableau n° 7: Proportions moyennes des morphotypes d'Haemonchus femelles à El Mader (Batna).**

Morphotypes des femelles d'Haemonchus (%)	Août	Octobre	Décembre	Février
Bouton	44	38	20	29
Lisse	10	2	28	9
Linguiforme	46	60	52	62
Sous type linguiforme A	44	34	31	44
Sous types linguiformes non A (B, C, I)	56	66	69	56

**1.3.4. Dynamique de la moyenne de la charge en strongles digestifs des agneaux lors de 6 occasions d'autopsies.**

L'importance de la charge en strongles digestifs va dans un sens croissant (Figure n° 3), pendant la saison de pâturage sur les jachères (mois de Mars jusqu'à fin Juin) pour atteindre un pic en Août avec une charge de 7000 vers. Ce pic estival est dominé par deux espèces de parasites prolifiques, *Teladorsagia circumcincta* et *Haemonchus contortus*.



**Figure n°3 : Dynamique de la moyenne de la charge en strongles digestifs des agneaux lors de 6 occasions d'autopsies à El Mader (Batna).**

### 1.3.5. Dynamique du sexe ratio (femelles / mâles) des strongles des agneaux lors de 6 occasions d'autopsies.

Le sexe ratio (rapport entre les strongles femelles/ mâles) est un indicateur de l'âge de l'infestation par les strongles digestifs, sa dynamique est très importante pour détecter l'âge des infestations. Les infestations nouvelles sont détectées lorsque la moyenne des nématodes femelles est inférieure à la moyenne des nématodes mâles. Par contre, les infestations sont âgées ou anciennes, quand le rapport est important (supérieur à 60), c'est-à-dire lorsque la moyenne des nématodes femelles est supérieure à la moyenne des nématodes mâles.

Les populations nouvelles sont enregistrées (Tableau n°8) pour *Teladorsagia* au printemps et en automne, pour *Trichostrongylus* en automne et en hiver, pour *Marshallagia* en automne, pour *Haemonchus* en été et en automne et pour *Nematodirus* tout au long de l'année.

**Tableau n° 8: Dynamique du sexe ratio (rapport entre les strongles femelles/ strongles mâles) des strongles d'agneaux à El Mader (Batna) lors de 6 occasions d'autopsies.**

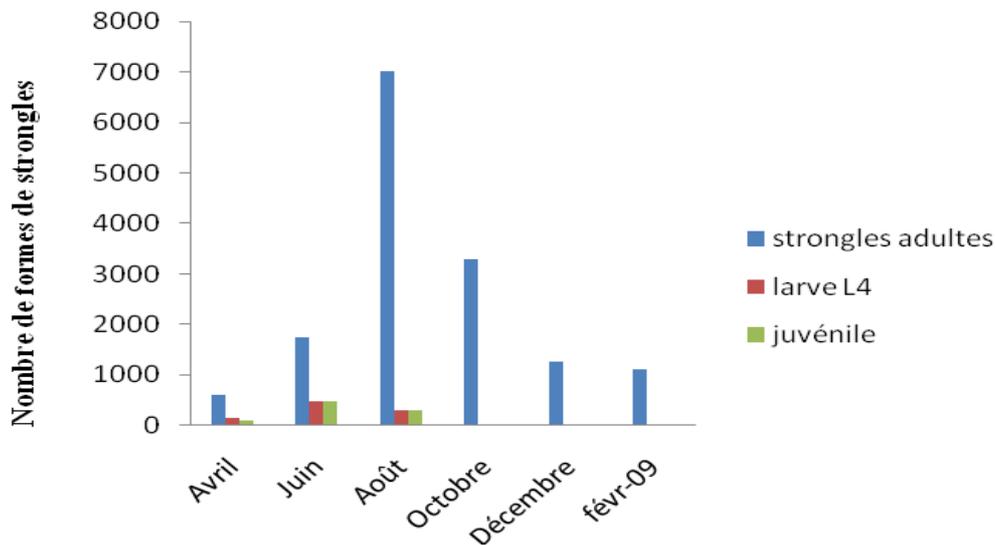
Mois	Rapport moyen (moyenne des strongles femelles/ moyenne des strongles mâles)				
	<i>Teladorsagia spp</i>	<i>Trichostrongylus spp</i>	<i>Nematodirus spp</i>	<i>Marshallagia marshalli</i>	<i>Haemonchus contortus</i>
Avril	<b>78 /69</b> (53 ,1)	40/15 (72 ,7)	<b>100/98</b> (50,5)	56/44 (56)	0/0 (0)
Juin	<b>300 /335</b> (47,2)	62/ 3 (95,4)	<b>145/122</b> (54,3)	345/115 (75)	0/0 (0)
Août	1768 /1229 (58 ,9)	658/150 (81,4)	<b>380/370</b> (50,6)	1043/550 (65,8)	<b>399/459</b> (46,5)
Octobre	<b>119/138</b> (46,3)	<b>173/310</b> (35,8)	<b>314/353</b> (47,0)	<b>789/781</b> (50,2)	<b>176/136</b> (56,4)
Décembre	<b>34/ 30</b> (53,1)	<b>186/155</b> (54,5)	<b>26/53</b> (32,9)	<b>367/345</b> (51,5)	<b>25/39</b> (39,1)
Février	22 /14 (61,1)	<b>207/276</b> (42,8)	<b>63/87</b> (42)	204/94 (68,4)	110/30 (78,6)

**1.3.7. Dynamique des formes larvaires L4 et juvéniles L5 de strongles digestifs des agneaux lors de 6 occasions d'autopsies.**

Cette dynamique est aussi importante car, elle nous permet de suivre le développement des larves L4 de strongles en Larve L5, pour détecter le phénomène d'hypobiose (Menkir et al., 2007). Le pourcentage des larves dépassant généralement 20% par rapport à la charge globale des vers adultes est enregistré seulement en juin (Tableau n° 9).

**Tableau n° 9: Dynamique des larves de strongles digestifs du stade L4 et du stade L5 (juvéniles) des agneaux à El Mader (Batna) lors de 6 occasions d'autopsies.**

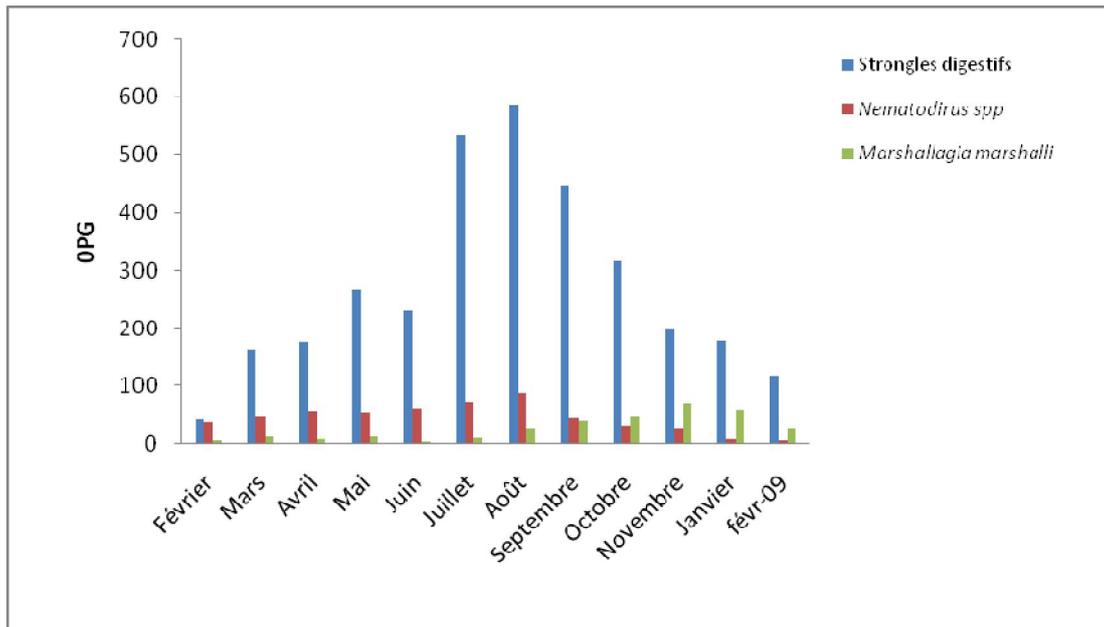
Mois	Moyenne globale des vers adultes	Rapport (moyenne des larves L4 / moyenne globale des vers adultes)	Rapport (moyenne des larves juvéniles/ moyenne globale des vers adultes)
Avril	605	141/605 (18,9)	111/605 (15,5)
Juin	1747	485/1747 <b>(21,7)</b>	485/1747 <b>(21,7)</b>
Août	7006	315/7006 (4,3)	315/7006 (4,3)
Octobre	3289	37/3289 (1,1)	15/3289 (0,45)
Décembre	1260	25/1260 (1,9)	5/1260 (0,4)
Février	1107	0/1107 (0)	0/1107 (0)



**Figure n° 4 : Dynamique des 3 formes de strongles digestifs des ovins lors de 6 occasions d'autopsies à El Mader (Batna).**

### **1.3.8. Dynamique parasitaire observée par l'excrétion fécale des œufs des agneaux.**

La dynamique de l'excrétion fécale des œufs pour chaque groupe de strongles digestifs (*Marshallagia marshalli*, *Nematodirus spp* et autres strongles digestifs) est montrée dans la figure n°5 et les tableaux n° 10, 11, 12. Selon le test de Krushall et Wallis, l'excrétion des trois groupes de parasites varie significativement selon les mois ( $p = 0.000$ ). L'ANOVA univariable montre qu'il y a des différences significatives ( $p= 0.001$ ) de l'excrétion des œufs de strongles (ASD : autres strongles digestifs) entre les mois et particulièrement dans le mois de Juillet et Août (Tableau n° 10), et que l'excrétion des œufs de *Marshallagia marshalli* est importante en automne notamment dans le mois de Novembre avec un seuil de signification  $p=0,02$  (Tableau n°11). L'analyse montre aussi pour *Nematodirus spp*, une excrétion hautement significative à partir du printemps pour atteindre un pic en Août avec  $p=0,04$  (Tableau n° 12).



**Figure n° 5: Dynamique de l'excrétion moyenne des œufs des strongles digestifs, *Nematodirus* spp et *Marshallagia marshalli* chez 30 agneaux durant la période de Février 2008 et Février 2009 à El Mader (Batna).**

**Tableau n° 10: Dynamique de l'excrétion moyenne des œufs des strongles digestifs (ASD : autres strongles digestifs) chez 30 agneaux durant la période de Février 2008 et Février 2009 à El Mader (Batna).**

Mois	Moyenne	Ecart type	95% Intervalle de confiance	
			Limite mini.	Limite maxi.
1	48.250	39.693	-29.879	126.379
2	155.625	39.693	77.496	233.754
3	196.208	39.693	118.079	274.338
4	317.457	42.910	232.994	401.919
5	270.848	42.910	186.385	355.310
<b>6 Juillet*</b>	<b>665.625</b>	<b>47.269</b>	<b>572.583</b>	<b>758.667</b>
<b>7 Août*</b>	<b>761.080</b>	<b>47.269</b>	<b>668.037</b>	<b>854.122</b>
8	501.071	53.674	395.421	606.721
9	259.643	53.674	153.993	365.293
10	197.625	64.493	70.680	324.570
11	193.816	89.222	18.196	369.435
12	118.579	89.222	-57.040	294.198

\* P = 0.001(ANOVA)

**Tableau n° 11 : Dynamique de l'excrétion moyenne des œufs de *Marshallagia marshalli* chez 30 agneaux durant la période de Février 2008 et Février 2009 à El Mader (Batna).**

Mois	Moyenne	Ecart type	95% Intervalle de confiance	
			Limite mini.	Limite maxi.
1	6.417	6.927	-7.219	20.052
2	13.688	6.927	.052	27.323
3	6.792	6.927	-6.844	20.427
4	12.839	7.489	-1.902	27.580
5	4.496	7.489	-10.245	19.236
6	15.102	8.250	-1.136	31.340
7	24.523	8.250	8.285	40.761
8	43.714	9.367	25.276	62.153
9 Nov*	<b>70.167</b>	<b>9.367</b>	<b>51.728</b>	<b>88.605</b>
10	54.925	11.256	32.770	77.080
11	33.684	15.571	3.034	64.334
12	16.263	15.571	-14.387	46.913

\*P= 0.02 (ANOVA)

**Tableau n° 12 : Dynamique de l'excrétion moyenne des œufs de *Nematodirus spp* chez 30 agneaux durant la période de Février 2008 et Février 2009 à El Mader (Batna).**

Mois	Moyenne	Ecart type	95% Intervalle de confiance	
			Limite mini.	Limite maxi.
1	32.896	7.980	17.188	48.603
2	48.333	7.980	32.626	64.041
3	62.792	7.980	47.084	78.499
4	60.087	8.627	43.106	77.068
5	48.513	8.627	31.532	65.494
6	72.443	9.503	53.738	91.149
<b>7Août*</b>	<b>102.784</b>	<b>9.503</b>	<b>84.079</b>	<b>121.490</b>
8	50.333	10.791	29.093	71.574
9	50.286	10.791	29.046	71.526
10	17.150	12.966	-8.371	42.671
11	18.974	17.937	-16.333	54.281
12	6.895	17.937	-28.412	42.202

\*P = 0.04 (ANOVA)

### 1.3.9. Dynamique de la prévalence de l'infestation par *Moniezia expansa* et *Eimeria spp* observée par coproscopies des agneaux.

On observant la cinétique de la prévalence d'infestation des animaux par *Moniezia expansa* et *Eimeria spp* (figure n°6), nous la trouvons divisée en deux périodes en tenant compte de l'âge des animaux et de la conduite du pâturage. Il y a de fortes prévalence des coccidies et *Moniezia* chez les jeunes (à peine sevrés et souvent gardés en bergerie), qui diminuent après avec l'âge des animaux et la mise à l'herbe, signifiant l'acquisition d'une résistance à l'infection.

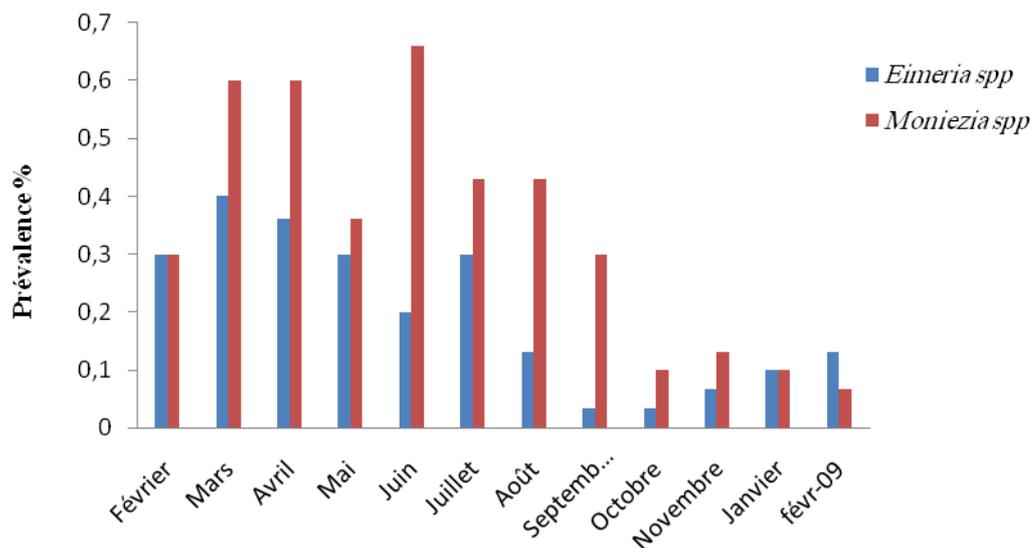


Figure n° 6 : Dynamique de la prévalence de *Moniezia expansa* et *Eimeria spp* par coproscopies de 30 agneaux à El Mader (Batna).

#### 1.4.Discussion

Le taux d'infestation globale de 100% a reflété une importance certaine du parasitisme digestif des ovins dans la région de Batna. Il s'agit d'un polyparasitisme à évolution saisonnière.

La prévalence des strongles digestifs domine l'infestation digestive, car il s'agit d'infestations aux pâturages contrairement aux infestations par les coccidies qui se font dans les bergeries. *Marshallagia* et *Nematodirus* sont assez présents dans le milieu steppique conformément aux résultats de Suarez et Cabaret en 1991.

La prévalence des coccidies a été relativement importante chez les jeunes à peine sevrés, et souvent gardés en bergerie, les coccidies ont un cycle direct et leurs oocystes sont très résistants dans le milieu extérieur après sporulation sous une température et une humidité élevées. La contamination est assurée pour les animaux confinés dans les bergeries mal entretenues, comme c'est le cas dans la présente étude. La prévalence de ces sporozoaires diminue avec l'âge des agneaux et la mise à l'herbe au mois de Mars, assurant un pâturage moins infesté et aussi moins de contact entre les animaux.

La même cinétique est observée pour les cestodes, où leur prévalence a été importante chez les agneaux jeunes, celle ci chute avec l'augmentation de l'âge et à la mise à l'herbe, traduisant l'acquisition d'une immunité qui limite les réinfestations. Aussi cette rémission peut être due à la courte longévité des cestodes (Urquhart et al., 1996).

La diversité de la faune parasitaire peut être décrite assez simplement en considérant le nombre d'espèces, ou bien les proportions de chacune d'elles, la seconde est plus informative, car les espèces de parasites apparaissent presque toutes dans n'importe quel site géographique, mais la combinaison des proportions rencontrées dans chaque site, est pratiquement unique et sera le résultat, non pas des interactions entre parasites qui sont très faibles dans le cas de nématodes d'ovins (Cabaret et Hoste., 1998 ; Diez- Banos et al., 1992), mais essentiellement des pratiques relatives à la gestion des troupeaux et de leur parasites.

La richesse de la faune parasitaire digestive ovine d'El Mader, examinée pour les strongles gastro-intestinaux, comprend 11 espèces parasitaires, cette richesse est liée à plusieurs facteurs comme : l'espèce ovine, la conduite de l'élevage et la gestion des parasites.

Il est à préciser que l'élevage étudié a des nématodes résistants observés en 2006 (Bentounsi et al., 2007). Il nous semble par conséquent que la faune étudiée peut être modifiée. Il a été démontré que l'apparition de la chimiorésistance est liée à une diminution de la diversité de la faune parasitaire, au moins en ses débuts. Dans l'expérience de Kerboeuf et Hubert en 1990 chez les ovins en infestation expérimentale par 3 espèces de nématodes (*Teladorsagia circumcincta*, *Haemonchus contortus* et *Trichostrongylus colubriformis*) résistantes aux benzimidazoles et traités par 3 différents benzimidazoles, les différences de diversité selon l'indice Shannon n'étaient pas significatives entre le lot contrôle et les 3 lots traités une seule fois. Toutefois Kerboeuf et Hubert notent une réduction de la diversité deux fois sur trois, car, sans doute lié au niveau de résistance atteint par chaque espèce.

Aussi la richesse spécifique est réduite dans les faunes parasitaires résistantes chez les chèvres de Touraine (Gasnier., 1994). Gasnier a estimé que le nombre d'espèces diminue significativement de 5,4 (cinq fermes avec des faunes sensibles) à 3,2 (10 fermes ayant des nématodes résistants), l'indice de Shannon passant de 0,61 à 0,52. A l'inverse les faunes de nématodes de chèvres du Quercy, très résistants n'ont pas été affectées dans leur diversité (Silvestre et al., 2000). On peut imaginer facilement le scénario suivant : une seule des espèces de la faune est réellement résistante et les traitements lui donneront un avantage, par contre avec l'évolution de la résistance au sein de la faune parasitaire, lorsque toutes les espèces sont résistantes, la diversité ne sera pas affectée.

La charge parasitaire révélée par le nombre de vers adultes aux autopsies, ou par l'excrétion fécale des œufs, présente dans les 2 cas une saisonnalité estivale, avec un pic en Août. Cette relation similaire est confirmée par plusieurs auteurs. Les études de McKenna en 1985, ont montré que l'excrétion fécale d'œufs est toutefois assez représentative de la charge parasitaire chez les petits ruminants. Cabaret et al., 1998, dans une étude sur la relation entre l'excrétion des œufs et le nombre de parasites, ont confirmé la relation entre ces deux paramètres. Ils ont obtenu un coefficient de corrélation de 0,62 entre ces deux données enregistrées dans les environnements diversifiés (milieux secs et arides, milieux tempérés) chez les ovins et caprins. Ils soulignent toutefois que l'intérêt du dénombrement d'œufs est afin d'obtenir une approximation du nombre de vers.

Comparativement à la dynamique du parasitisme observée par coproscopie par Boulkaboul et Moulaye en 2006 pour les agneaux, les ressemblances concernent seulement la dynamique des prévalences des coccidies. Les cinétiques de la dynamique des prévalences ou d'excrétion des œufs de strongles montrent dans cette étude de Tiaret, 2 pics distincts et croissants au printemps et en automne, ainsi que des niveaux élevés d'opg. Une diminution estivale est ainsi observée, de même qu'à Constantine dans l'étude de Bentounsi et al., en 2001. Ceci serait probablement la conséquence des vermifugations habituellement réalisées dans les élevages à cette période. Ce critère n'étant pas observé dans ces études contrairement à la notre où le lot suivi n'a jamais été traité.

Concernant les hauts niveaux d'excrétions d'œufs, observés exclusivement dans l'étude de Boulkaboul et Moulaye en 2006, contrairement à tous le reste des études réalisées en Algérie, y compris celle de Saidi et al en 2009 dans la même wilaya steppique de Tiaret, les raisons probables des différences quantitatives observées seraient d'ordre technique. Le seuil de lecture de la McMaster dans cette étude (Boulkaboul et Moulaye., 2006) a été le plus élevé de 100 opg contre 7,5 opg dans notre étude ou celle de Bentounsi et al., en 2001, de 15 opg dans l'étude de Triki-Yamani et Bachir Bacha en 2010, et de 50 pour l'enquête de Saidi et al en 2009 . Dans cette dernière aussi, 50 opg, au lieu de 15 opg sont comptés pour la présence d'un seul œuf sur toute la lame. Les auteurs annoncent aussi, dans cette étude, un seuil variable de 25 à 50 opg ce qui n'est pas claire et signifierait sûrement une erreur d'application de la technique de McMaster modifiée par Raynaud actuellement utilisée par tous les auteurs. Ainsi, un seuil de lecture erroné ou élevé est un biais sélectif. Par ce seul facteur technique on comprend que le comparatif des résultats n'est pas évident même quand les études sont réalisées dans la même wilaya.

Les variations saisonnières de la cinétique de la dynamique parasitaire sont classiquement expliquées par les conséquences des conditions climatiques, les saisons des pluies expliquent souvent les pics de charges parasitaires conséquents. Ce qui est le cas des enquêtes réalisées en régions steppiques algériennes ou africaine (Ethiopie : Menkir et al., 2007 ; Ghana : Agyei., 1991 : Kenya : Maingi et al., 1993 : Tanzanie : Keyyu et al., 2005). Ainsi il est primordial de connaître la composition de la nématofaune des régions steppiques pour vérifier les exigences prioritaires du développement des parasites présents.

Le nombre de pic d'excrétion fécale de strongles des ovins, est variable selon les enquêtes qui ont été faites dans plusieurs pays. Dans un climat tempéré comme la France, l'étude de Hoste

et al en 1999 menée sur deux années de pâturage (1996-1997) dans une exploitation du sud-est de la France, illustre bien les variations saisonnières de l'excrétion fécale, avec un seul pic de parasitisme qui se situe en début d'automne. Dans le même climat tempéré, une autre enquête est menée dans 7 élevages au pâturage des Deux-Sèvres par Chartier et al en 1995. Ces derniers ont retrouvé cette variation saisonnière avec cependant 2 pics d'excrétion fécale, l'un au printemps et l'autre en automne.

Finalement, le nombre de pic d'excrétion fécale semble montrer une variabilité inter-élevages et inter-climats.

D'après les travaux de Kates en 1950 et Wallace en 1961, les conditions climatiques influent en premier lieu sur les stades libres des parasites comme les œufs et les larves infestantes (stade L3). Celles ci modulent quantitativement et qualitativement la nematofaune spécifique gastro-intestinale au sein de l'hôte. Kates en 1950 a mis en évidence que les genres tels que *Haemonchus* et *Oesophagostomum* existent lorsque la température et l'humidité sont élevées. Avec *Cooperia*, ces genres sont dominants dans les régions soumises à un climat tropical humide, mais aussi dans les régions à climat subdésertiques, ou à climat tropical sec et à climat tempérée. Pour le genre *Haemonchus*, il semblerait que les hautes températures et une forte humidité, sont des facteurs déterminants pour la survie et le développement de ses larves infestantes.

Dans nos résultats, la présence d'*Haemonchus contortus* n'est significative ( $P=0,06$ ) qu'en Août.

Beaucoup de travaux dans les zones à climat tempéré, ont montré que l'apparition de *Haemonchus contortus* a une allure saisonnière, principalement au cours du printemps ou d'étés chauds et orageux. (Hubert et al., 1979). Les exigences thermiques pour le développement des œufs et des larves infestantes de ce parasite sont optimales entre 20 et 25 °C selon Rahman et Seip., 2006. D'autre part une exigence d'une hygrométrie relative, celle qui suit la chute des pluies orageuses en été (Rose., 1963).

Dans la méta-analyse de Palcy et al en 2000, sur la prévalence et l'intensité d'*Haemonchus contortus* chez les ovins en relation avec la température et les précipitations, une corrélation positive significative (corrélation de Spearman de 0,56) est observée entre le parasite et la température. Aussi le parasite est corrélé positivement avec les précipitations par un coefficient de 0,35. Cette pluviométrie est déterminante pour le développement des œufs

d'*Haemonchus* en larves infestantes, ainsi que sur les déplacements de ces dernières (Gruner et Boulard., 1982; Furman., 1944 ; Bullick et Anderson., 1978).

Aussi, l'importance de l'*Haemonchus* en fin d'été peut être expliquée par d'autres facteurs comme la nature de la végétation, qui est formée de regain qui prend place et qui se caractérise par sa faible hauteur. La migration des larves a peu d'importance dans ce milieu. Le mouton, par sa façon de pâturer (appréhension labiale) et par son état de sous-nutrition est amené à raser le sol.

Les expériences au laboratoire faites par Gruner et Suryahadi., 1992 ont montré que l'excès d'eau de matières fécales parasitées par *Haemonchus contortus* durant les saisons des pluies (hiver, printemps et automne) avait un effet défavorable sur le stade œuf. Aussi il a été démontré que les larves d'*Haemonchus* résistent plus que les autres espèces de parasites lors de succession des phases de déshydratation et d'hydratation durant les saisons chaudes.

La forte prévalence d'*Haemonchus* à El Mader en Août coïncide avec le pic d'excrétion des œufs de strongles. Ceci a été démontré par Cabaret et al., 1998 qui a souligné la forte liaison positive entre le nombre d'œufs de strongles dans les fèces et le pourcentage d'*Haemonchus* dans la population des vers, à cause de la forte prolificité de ces femelles de l'ordre de 5000 à 10 000 œufs par femelle et par jour (Reinecke et Bruckner., 1980).

L'absence totale d'*Haemonchus contortus* chez les animaux autopsiés en Avril, s'expliquerait par le frein thermique hivernal et en Juin par le manque pluviométrique. Son apparition en Août, est confirmée par un rapport moyen de 46,5% de vers femelles de ce parasite sur les vers mâles, qui signifie que la population présente est nouvellement installée. De même que les formes larvaires (L4) n'ont été observées dans nos résultats qu'en août et octobre, confirmant l'évolution estivo-automnale de ce parasite dans la région étudiée.

Chez les femelles d'*Haemonchus*, un polymorphisme est défini, par les ornements du processus supra vulvaire, qui sont répertoriés en phénotype lisse, bouton et linguiforme (in Bentounsi., 1999). Les morphes ont des aptitudes écologiques particulières et des différences entre morphes sont observées dans l'infestation des hôtes, la fertilité des femelles et le développement des œufs en L3, ou de survie de ces larves (in Bentounsi., 1999).

Il existe une variation géographique mais non temporelle des proportions des trois morphotypes, et une variation saisonnière des proportions des sous types linguiformes (in Bentounsi., 1999). Les lisses sont les plus nombreux en zones tempérées, les boutons en zones arides et tropicales humides et les linguiformes en conditions de climat chaud aride ou non (in Bentounsi., 1999). C'est ce qui est observé dans nos résultats, avec la dominance des proportions de linguiformes et bouton, et la faiblesse des morphes lisses. Au sein des linguiformes il ya augmentation des morphes non- A (B, C et I) en période chaude (in Bentounsi., 1999), nos résultats ne montrent pas cette variation saisonnière des sous types linguiformes.

*Teladorsagia circumcincta* caractérise les régions à climat froid et aussi tempéré. Il y a une corrélation négative avec les températures d'un coefficient de Spearman de 0,84 et une significativité forte par le modèle linéaire généralisé dans la méta-analyse de Palcy et al en 2000. Dans nos résultats l'évolution est observée en Avril, Juin et en Août avec la présence de formes larvaires. La charge maximale des vers adultes est maximale est dominante en juin à 64,1 % et reste significative (P=0,07) en Août. Le rapport des larves de stade L4 et des larves juvéniles de stade L5, sur la charge helminthique totale des animaux autopsiés dans le mois d'Avril et le rapport presque de 53% entre les vers femelles et mâles, nous renseignent que les infestations durant ce mois sont nouvelles d'où la forte présence de *Teladorsagia circumcincta* en Juin.

En France le pic d'infestivité des pâtures au printemps est plutôt dû à *Teladorsagia*, selon les enquêtes de Hubert et al, en 1979 et Gruner et al., en 1977. Aussi la forte présence de *Teladorsagia circumcincta* en Août, avec *Haemonchus contortus* peut être expliquée par la connectance positive entre les deux espèces, qui a été montrée dans le cas des infestations expérimentales des ovins par Whitlock et al., 1972, Barger., 1984. Dans la plus part des cas, les connectances sont très faibles dans le cas de nématodes d'ovins (Cabaret et Hoste., 1998 ; Diez- Banos et al., 1992).

Les espèces intestinales, ou de la caillette du genre *Trichostrongylus*, sont principalement (P = 0,09 et P=0,12) automno-hivernales dans nos résultats. Plusieurs études menées en France sur ovins et caprins montrent que le genre *Trichostrongylus* est le plus présent en automne (Hubert et al., 1979 ; Gruner et al., 1977, Hoste et al., 1999).

Plusieurs espèces de *Nematodirus* sont présentes et de dynamiques saisonnières différentes, seule l'intensité de *Nematodirus helvetianus* est statistiquement appréciable, elle est différente en Août et en Octobre avec un seuil de signification ( $P=0,12$ ). Le pic d'excrétion des œufs, pour toutes les espèces confondues est maximal au printemps et en été. Les formes larvaires L4 et L5 étaient absentes seulement en hiver.

Le genre *Nematodirus* est le strongle le plus résistant parmi les strongles digestifs aux conditions les plus défavorables, comme les températures élevées et le manque de pluies, car la larve infestante se trouve protégée par la double membrane de la coque de l'œuf et par l'exuvie résultant de la deuxième mue. Plusieurs études ont souligné que ce genre *Nematodirus* est proportionnellement plus présent en automne qu'au printemps (Hoste et al, 1999).

Le genre *Marshallagia* se distingue dans nos résultats en automne par la charge des adultes et l'excrétion des œufs. La dynamique saisonnière de ce parasite spécifique des régions steppiques (Meradi et al., 2011) montre une tendance similaire au Maroc, où octobre-novembre est la période à plus grande infestation, lorsque les températures et la pluviométrie sont basses (Cabaret., 1984). Les mêmes constatations sont observées en Espagne (Diez-banos., 1989) et en Ouzbékistan (Oripov., 1982).

## **Partie II : Evaluation de trois indicateurs physiopathologiques de l'infestation par les strongles digestifs chez les agneaux dans une région pré-steppique en Algérie (Batna).**

### **II.1. Introduction**

Le contrôle du parasitisme par les strongles digestifs des ruminants passe presque exclusivement par l'utilisation des anthelminthiques (Cabaret., 2009a), même si la résistance est devenue fréquente dans la plupart des régions du monde. Ces phénomènes de résistances sont émergents aussi en Algérie (Bentounsi et al., 2006a et 2007) et nous imposent d'utiliser ces molécules avec la plus grande rigueur, afin de pérenniser leur usage. Celle ci commence par l'identification des différentes espèces de strongles qui composent la faune parasitaire digestive et l'étude de leur dynamique saisonnière, afin d'adapter l'anthelminthique spécifique, qui doit aussi être utilisé au bon moment et sur les animaux ayant le plus besoin. Ce sont là les nouvelles approches thérapeutiques, en conditions de résistance notamment. Plusieurs indicateurs physiopathologiques ont été mis au point pour indiquer la présence et l'intensité d'une strongylose gastro-intestinale. Ils restent liés à la composition de la faune parasitaire et seraient spécifiques donc à chaque région et mode d'élevage. Ainsi notre objectif est d'évaluer les trois indicateurs physiopathologiques en conditions locales pour la meilleure détection des agneaux les plus infestés, qui nécessitent vraiment le traitement.

### **II.2. Matériels et méthodes**

Trente agneaux infestés naturellement sur des pâtures de jachères et de chaumes ont été sélectionnés pour l'étude sur une période d'une année (Février 2008-Février 2009). Ils ne sont pas vermifugés et chaque mois ils sont échantillonnés et évalués. Celles-ci incluent, l'échantillon fécal, la pesée, les scores d'anémie et les scores de diarrhée. Tous les indicateurs physiopathologiques testés ont été comparés aux opg correspondant pour les agneaux. Il s'agit notamment du FAMACHA<sup>®</sup>, DISCO et du gain de poids.

Le FAMACHA<sup>®</sup> système est basé sur une évaluation semi-quantitative de la couleur des muqueuses des yeux qui est classé dans l'une des catégories sur un tableau; de 1 (rouge, non anémique) à 5 (blanc, gravement anémique) (Van Wyk et Bath., 2002).

Le DISCO est un indicateur qui catégorise un échantillon fécal selon les indices de consistance suivants: 1 correspond à la normale des moutons, les fèces sous forme de pelotes ; 2 correspond à l'aspect " mou" des matières fécales (semblable à la bouse de vache) et 3 correspond à la diarrhée (selles semi liquides). Ces scores correspondent respectivement à 40%, 25% et 15% de matière sèche dans les fèces (Cabaret et al., 2006) chez les agneaux aux pâturages. Comme la diarrhée peut artificiellement réduire l'opg en raison d'une dilution accrue, les échantillons de matières fécales ont été ajustés. Les chiffres de l'opg ont été corrigés à une norme de 40% de matière sèche fécale, en utilisant leurs valeurs moyennes liées au score DISCO.

Comme le poids des agneaux est prévu en augmentation avec l'âge, le poids relatif a été calculé : (poids réel d'un agneau / moyenne poids de tous les agneaux sur un mois spécifique).

### **II.3. Analyses statistiques**

Pour mettre en évidence l'existence des corrélations entre les différents scores des indicateurs physiopathologiques testés et les opg, on a procédé à une analyse statistique de corrélation non paramétrique, avec le coefficient de corrélation de Spearman qui est une alternative à r (coefficient de corrélation paramétrique), puisque les distributions des valeurs s'écartent de la normalité, spécialement le nombre des valeurs est réduit. Dans notre cas, on a pour certains scores d'indice physiopathologique, un nombre d'agneaux ( $N < 50$ ). Ces corrélations sont vérifiées aussi en utilisant un coefficient de corrélation paramétrique ( $R^2$ ). La relation entre les indicateurs physiopathologiques et l'opg a été vérifiée à l'aide d'une régression multinomiale. Toutes les analyses statistiques ont été effectuées en utilisant le logiciel SPSS11.5. Aussi, on a procédé, à une analyse discriminante linéaire sur les indicateurs FAMACHA<sup>®</sup> et DISCO, cette dernière, a été effectuée afin d'évaluer l'efficacité des indicateurs FAMACHA<sup>®</sup> et DISCO soit seul, ou combinés dans le classement correct des agneaux selon leur degré d'infestation par les trois groupes de strongles observés.

## **II. 4. Résultats**

### **II.4.1.Corrélations entre les indicateurs physiopathologiques à El Mader (Batna).**

Le poids relatif n'est pas corrélé à aucun indicateur physiopathologique (Tableau n°13), par contre l'indice de l'anémie (FAMACHA<sup>©</sup>) et l'indice de diarrhée (DISCO) sont corrélés significativement avec un indice de S= 0,294.

**Tableau n° 13 : Corrélations de Spearman entre la matrice des indicateurs physiopathologiques (Poids relatif, FAMACHA<sup>©</sup>, DISCO) et de l'excrétion des œufs (opg) sur 308 échantillons à El Mader (Batna).**

<b>Indicateurs physiopathologiques et opg</b>	PR	ASD	NEM	MAR	FAMACHA <sup>©</sup>	DISCO
PR (Poids relatif) = poids individuel /poids moyen du groupe	1.000	-0.023	-0.053	-0.038	-0.009	-0.011
Autre Strongle Digestif	-0.023	1.000	0.479*	0.309*	0.435*	0.497*
Nematodirus	-0.053	0.479*	1.000	-0.030	0.146*	0.333*
Marshallagia	-0.038	0.309*	-0.030	1.000	0.264*	0.298*
FAMACHA <sup>©</sup>	-0.009	0.435*	0.146*	0.264*	1.000	0.294*
DISCO	-0.011	0.497*	0.333*	0.298*	0.294*	1.000

\*Corrélation de Spearman significatifs pour un seuil de signification 0,05 ou 0,01

#### **II.4.2.Corrélations entre les indicateurs physiopathologiques et l'intensité de l'infection à El Mader (Batna).**

Aussi, l'indice du poids relatif n'est pas corrélé avec l'intensité de l'infestation pour les parasites étudiés (Autres Strongles Digestifs, *Marshallagia marshalli* et *Nematodirus spp.*) (Tableau n°13). L'analyse de corrélation non paramétrique montre que les indices FAMACHA<sup>©</sup> et DISCO sont significativement reliés aux parasites digestifs étudiés, c'est-à-dire que si le nombre des œufs des parasites augmente dans les fèces, les scores du FAMACHA<sup>©</sup> et DISCO augmentent aussi.

L'indice de diarrhée (DISCO) est plus corrélé à Nematodirus avec un coefficient de corrélation  $S = 0,333$  que l'indice de l'anémie (FAMACHA<sup>©</sup>) avec un coefficient de corrélation  $S = 0,146$ . Sur les autres strongles et Marschallagia les 2 indices sont similairement corrélés.

#### **II.4.3. Corrélations paramétriques entre les indicateurs physiopathologiques à El Mader (Batna).**

La régression multinomiale, a montrée un coefficient de corrélation significatif  $R^2 = 0,09$  affirmant la liaison entre les deux indicateurs physiopathologiques FAMACHA<sup>©</sup> et DISCO.

La régression multinomiale révèle que FAMACHA<sup>©</sup> est corrélé aux opg avec  $R^2 = 0,29$  et DISCO corrélé aux opg avec  $R^2 = 0,32$ .

#### II.4.4. Corrélations non paramétriques entre les indicateurs physiopathologiques testés (FAMACHA<sup>®</sup>, DISCO) et les opg.

L'indicateur DISCO est plus efficace dans la détection de l'infection par *Marshallagia* (Tableau n°14) : les scores 2 et 3 étaient associés à une infection supérieure.

**Tableau n° 14 : Indicateurs physiopathologiques (FAMACHA<sup>®</sup>, DISCO) et mesures parasitologiques chez les ovins à El Mader (Batna).**

Indicateurs physiopathologiques	opg corrigés en matières sèches		
	Moyenne ASD (Ecart Type)	Moyenne Nematodirus (Ecart Type)	Moyenne <i>Marshallagia</i> (Ecart Type)
Score DISCO			
(nombre d'agneaux)			
1 (n=234)	568 (520) 227 (208) <i>a</i>	110 (97) 44 (39)	22 (34) 22 (34)
2 (n=54)	1685 (1216) 421 (304)	238 (203) 59 (51)	117 (148) 29 (37)
3 (n=11)	3082 (1995) 462 (299)	331 (244) 50 (37)	258 (496) 39 (74)
Score FAMACHA <sup>®</sup> (nombre d'agneaux)			
1 (n=92)	374 (419) 135 (130)	114 (105) 42 (36)	42 (66) 16 (26)
2 (n=106)	857 (889) 283 (216)	123 (114) 43 (39)	84 (190) 28 (47)
3 (n=92)	1167 (1122) 362 (292)	179 (174) 57 (48)	87 (127) 27 (33)
4 (n=18)	1689 (1516) 412 (280)	185 (213) 46 (43)	110 (80) 32 (24)

*a* opg non corrigés en italique

## II.4.5. Analyse discriminante linéaire sur les indicateurs FAMACHA<sup>®</sup> et DISCO

### II.4.5.1. Analyse discriminante linéaire sur l'indicateur FAMACHA<sup>®</sup>

#### II.4.5.1.1. Signification des axes de l'analyse discriminante

**Tableau n°15: Signification des axes de l'analyse discriminante des 3 groupes de strongles (Marshallagia, Nematodirus et autres strongles digestifs) sur l'indicateur de l'anémie FAMACHA<sup>®</sup> chez les ovins de la ferme d'El Mader (Batna).**

Axes	% de variance	Corrélation canonique
1	90,9	,382
2	8,4	,124
3	,8	,038

La corrélation canonique ou combinaisons linéaires qui existent entre un groupe de variables à expliquer (scores FAMACHA<sup>®</sup>) et un autre groupe de variables explicatives (moyenne des strongles digestifs), montre que l'axe 1 explique mieux la combinaison linéaire entre le groupe de strongles digestifs et les scores de FAMACHA<sup>®</sup> avec un pourcentage de variance maximal 90,9% (corrélation canonique positive 0,382).

#### II.4.5.1.2: Analyse discriminante sur l'indicateur FAMACHA<sup>®</sup>

Les résultats de l'analyse discriminante ont révélé la discrimination de quatre groupes d'agneaux pour chaque score FAMACHA<sup>®</sup> (Tableau n°16). Pour le score FAMACHA<sup>®</sup>1, un pourcentage de 65,2% d'agneaux (60 agneaux sur un total de 92 agneaux) qui appartiennent à la prédiction au premier groupe, ont une moyenne homogène des 3 groupes de strongles, qui correspondent réellement au score FAMACHA<sup>®</sup> 1. Dans le même score anémique FAMACHA<sup>®</sup>1, l'analyse discriminante fait ressortir deux autres groupes avec un pourcentage de 28,3% (26 agneaux sur un total de 92 agneaux) et 6,5% (6 agneaux sur un total de 92 agneaux) qui, selon leurs moyennes des trois groupes de strongles observés par coproscopie, correspondent aux scores anémiques FAMACHA<sup>®</sup> 2 et FAMACHA<sup>®</sup> 3 respectivement.

Pour le score FAMACHA<sup>®</sup> 2, l'analyse discrimine le deuxième groupe d'agneaux, avec un pourcentage de 56,6% (60 agneaux sur un total de 106 agneaux) qui correspond réellement à ce score anémique selon l'infestation parasitaire.

L'analyse démontre aussi, que pour le score FAMACHA<sup>®</sup> 3 et FAMACHA<sup>®</sup> 4, un pourcentage d'agneaux de 29,3% (27 agneaux sur un total de 92 agneaux) et 5,6% (1 agneau sur un total de 18 agneaux) reflètent réellement ces deux scores anémiques selon toujours la moyenne des trois strongles digestifs.

D'après cette analyse discriminante, le nombre d'agneaux qui sont bien classés par leur degrés d'infestation selon les scores du FAMACHA<sup>®</sup>, est représenté par l'addition des nombres d'agneaux bien classés selon les quatre scores FAMACHA<sup>®</sup>. Le nombre trouvé est 148 d'agneaux sur un total de 308. Ce rapport correspond à 48% d'agneaux (50% par l'analyse de la régression multinomiale).

**Tableau n° 16: Matrice de la discrimination des scores FAMACHA<sup>®</sup> selon l'infestation par les 3 groupes de strongles (Marshallagia, Nematodirus et autres strongles digestifs) chez les ovins de la ferme d'El Mader (Batna).**

FAMACHA <sup>®</sup>	Affectations			
(scores)	1	2	3	4
1	65,2	28,3	6,5	,0
2	29,2	56,6	11,3	2,8
3	22,8	43,5	29,3	4,3
4	5,6	55,6	33,3	5,6

#### II.4.5.1.3. Relation entre l'indicateur FAMACHA<sup>®</sup> et l'infestation (opg)

La relation entre l'indicateur et l'infestation permet la description des groupes (Tableau n° 17). Il est à noter que l'augmentation de l'indice est en correspondance avec l'augmentation des infestations à nématodes.

**Tableau n° 17 : Description des groupes par la relation entre les scores de l'indice d'anémie FAMACHA<sup>®</sup> et l'infestation (opg établie sur MS de fèces) par *Marshallagia*, *Nematodirus* et Autres strongles des ovins de la ferme d'El Mader (Batna).**

FAMACHA <sup>®</sup>	OPG/MS de fèces	Moyenne	Ecart-type	Nombre d'agneaux testés
1	Marshallagia	42	66	92
	Nematodirus	114	105	92
	Autres strongles	374	419	92
2	Marshallagia	84	190	106
	Nematodirus	123	114	106
	Autres strongles	857	889	106
3	Marshallagia	87	127	92
	Nematodirus	179	174	92
	Autres strongles	1167	1122	92
4	Marshallagia	110	80	18
	Nematodirus	185	213	18
	Autres strongles	1689	1516	18

## II.4.5.2. Analyse discriminante linéaire sur l'indicateur DISCO

### II.4.5.2.1: Signification des axes de l'analyse discriminante

L'axe 1 (Tableau n° 18) explique mieux la combinaison linéaire entre le groupe de strongles digestifs et le groupe des scores de DISCO (corrélation canonique positive 0,632).

**Tableau n° 18: Signification des axes de l'analyse discriminante des 3 groupes de strongles (Marshallagia, Nematodirus et autres strongles digestifs) selon l'indicateur Disco chez les ovins de la ferme d'El Mader (Batna).**

Axes	% de Variance	Corrélation Canonique
1	98,8	,632
2	1,2	,088

### II.4.5.2.2: Analyse discriminante sur l'indicateur DISCO

L'analyse statistique discrimine 3 groupes d'agneaux pour chaque score DISCO (Tableau n° 19), un pourcentage de 98,4% d'agneaux qui correspond à un rapport de (239 agneaux sur un total de 243 agneaux) est trouvé avec une moyenne homogène des 3 groupes de strongles, qui correspond correctement au score diarrhéique DISCO 1. 20,4% d'agneaux ont une moyenne homogène des 3 groupes de strongles qui correspond réellement à l'indice de diarrhée DISCO 2. Par contre un taux de 45,5 % d'agneaux uniquement sont infestés par une moyenne parasitaire qui provoque un score DISCO 3.

D'après cette analyse discriminante, le nombre d'agneaux qui sont bien classés par leur degré d'infestation selon les trois scores de DISCO, est de 255 agneaux sur un total de 308. Ce rapport correspond à 83% d'agneaux (80-84% % par l'analyse de la régression multinomiale).

DISCO (scores)	Affectations		
	1	2	3
1	<b>98,4</b>	1,6	,0
2	66,7	<b>20,4</b>	13,0
3	36,4	18,2	<b>45,5</b>

**Tableau n° 19: Matrice de la discrimination des scores de l'indicateur DISCO selon l'infestation par les 3 groupes de strongles (Marshallagia, Nematodirus et autres strongles digestifs) chez les ovins de la ferme d'El Mader (Batna).**

#### II.4.5.2.3. Relation entre l'indicateur DISCO et l'infestation (opg)

**Tableau n° 20: Relation entre les scores l'indice de diarrhée DISCO et l'infestation (opg établi sur MS de fèces) par *Marshallagia*, *Nematodirus* et Autres strongles des ovins de la ferme d'El Mader (Batna).**

DISCO	OPG /MS fèces	Moyenne	Ecart-Type	No d'agneaux
1	Marshallagia	56	84	243
	Nematodirus	110	97	243
	Autres strongles	568	520	243
2	Marshallagia	117	148	54
	Nematodirus	238	2026	54
	Autres strongles	1685	1216	54
3	Marshallagia	258	496	11
	Nematodirus	332	244	11
	Autres strongles	3082	1995	11

### II.4.5.3. Combinaison des 2 indicateurs FAMACHA © et DISCO (FAMDISCO)

#### II.4.5.3.1: Analyse discriminante sur FAMDISCO

D'après cette analyse, la combinaison des deux indicateurs FAMDISCO n'a pas améliorée la classification des agneaux selon leur infestation parasitaire par les 3 groupes de strongles observés à la coproscopie (Tableau N° 21). La combinaison a permis de classer seulement 45% (139 agneaux sur un total de 308). Même remarque pour la régression multinomiale, qui n'a pas prouvé plus d'efficacité que l'utilisation d'un seul indice (81%).

**Tableau n° 21: Matrice de la discrimination des scores FAMDISCO selon l'infestation par les trois groupes de strongles (Marshallagia, Nematodirus et autres strongles digestifs) des ovins de la ferme d'El Mader (Batna).**

FAMDISCO	Affectations %					
	2	3	4	5	6	7
2	74,4	17,4	8,1	,0	,0	,0
3	34,8	42,7	18,0	4,5	,0	,0
4	31,0	29,8	32,1	7,1	,0	,0
5	8,6	22,9	31,4	22,9	2,9	11,4
6	,0	41,7	16,7	41,7	,0	,0

#### II.4.5.3.1. Relation entre le FAMDISCO et l'infestation (opg)

**Tableau n° 22: Relation entre les scores de la combinaison FAMDISCO et l'infestation (opg établie sur MS de fèces) par *Marshallagia*, *Nematodirus* et Autres strongles des ovins de la ferme d'El Mader (Batna).**

FAMDISCO	opg sur MS fèces	Moyenne	Ecart type	N° agneaux
2	Marshallagia	39	67	86
	Nematodirus	103	90	86
	Autres strongles	320	316	86
3	Marshallagia	70	110	89
	Nematodirus	110	99,	89
	Autres strongles	676	531	89
4	Marshallagia	60	59	84
	Nematodirus	147	128	84
	Autres strongles	878	661	84
5	Marshallagia	174	317	35
	Nematodirus	250	219	35
	Autres strongles	1953	1688	35
6	Marshallagia	159	132	12
	Nematodirus	194	201	12
	Autres strongles	1933	1001	12

## II. 5. Discussion

Compte tenu de la situation actuelle de la résistance des ovins aux anthelminthiques dans les fermes pilotes situées dans les régions steppiques de l'Est Algérien, l'objectif de cette étude a été d'évaluer dans l'une de ces fermes (El Mader, Batna), trois indicateurs physiopathologiques de l'infestation par les strongles digestifs (FAMACHA<sup>®</sup>, DISCO et poids de l'animal), qui sont présentés comme des outils pour détecter les animaux qui nécessitent un traitement (*Targeted selectif Treatment TST*), ou pour déterminer la période adéquate de traitement appliqué à tout le troupeau (*Targeted Treatment TT*). Ces deux techniques limitent l'utilisation systématique et abusive des anthelminthiques observée lors des programmes de gestion classiques du parasitisme et maintiennent en outre une population de parasites non traitées en refuge chez leurs hôtes.

Les analyses réalisées n'ont pas montré dans ces conditions, de corrélations entre le poids des agneaux et les deux autres indices physiopathologiques (FAMACHA<sup>®</sup>, DISCO), ou entre le poids des agneaux et la nature et l'intensité de l'infestation. En revanche, ces deux indices (FAMACHA<sup>®</sup>, DISCO) étaient bien corrélés.

L'intérêt du gain du poids de l'animal est important pour les éleveurs, il peut motiver leur volonté pour appliquer les traitements ciblés. Néanmoins, les résultats dans cette étude et d'autres études (Stafford et al., 2009 ; Greer et al., 2009) ne suggèrent pas qu'il soit un indicateur fiable dans tous les environnements.

Plus intéressant que le poids qui varie avec l'âge, le BODCON (Body condition) est un indice d'état corporel qui estime individuellement le développement musculaire et graisseux des ovins sur la région des vertèbres lombaires (Russel., 1984). Ce dernier indice, indirect et non spécifique du parasitisme, a fait l'objet d'une seule étude qui a montré une corrélation avec les valeurs de l'hématocrite et le comptage des œufs dans les matières fécales (Cottle., 1991). Bien que ces résultats préliminaires soient encourageants, le BODCON n'a pas permis de piloter le parasitisme et de repérer les animaux les plus infestés dans deux études faites dans deux sites différents, en région française tempérée par Fossel et al., en 2007, et au Maroc par Ouzir et al., en 2011 dans deux régions steppiques similaires à la région de Batna. C'est pourquoi, l'indicateur du poids ne devrait pas être proposé aux éleveurs comme une indication clinique du parasitisme, surtout que son estimation est contraignante pour l'éleveur.

L'indicateur DISCO a montré sa valeur dans le classement correct des agneaux selon leur degré d'infestation par les strongles digestifs, dans la présente étude (plus de 80% d'agneaux) et dans des travaux antérieurs, où *Teladorsagia* et *Nematodirus* étaient les espèces les plus répandues (Cabaret et al., 2006; Ouzir et al., 2011). Sur l'infection par *Marshallagia marshalli* courante dans ce site d'étude comme dans toutes les régions steppiques (Meradi et al., 2011), il s'est avéré être l'indicateur efficace pour détecter les agneaux largement infectés par ce nématode. Des résultats similaires ont été trouvés chez les brebis dans deux régions différentes du Maroc (Ouzir et al., 2011).

Toutefois, la présence de diarrhée n'est pas spécifique au parasitisme, puisque plusieurs autres facteurs peuvent en expliquer ou favoriser sa présence. Les races ovines en Algérie sont plus sensibles aux diarrhées et présentent fréquemment des épisodes diarrhéiques beaucoup plus nombreuses que celles observées par Larsen et al., en 1994, chez la race mérinos australienne qui est de l'ordre de 26%. C'est pour cette raison, le DISCO est probablement le meilleur indicateur. Son inconvénient est qu'il n'est pas adapté à tout le troupeau, puisque il exige un prélèvement de matière fécale de chaque animal. Aussi, il est estimé uniquement pour les nématodes digestifs, mais il faut prendre en compte les autres parasites digestifs qui peuvent induire des diarrhées comme *Moniezia* et les coccidies (Cabaret et al., 2002). Aussi il exige un échantillonnage réel de matières fécales, car la consistance de celles-ci est souvent fluctuante et un prélèvement à un moment inopportun peut ne pas être représentatif de la situation réelle.

Le FAMACHA<sup>®</sup> a été largement testé dans nombreuses régions du monde pour l'application des *Targeted Selectif Treatment* (TST) et *Targeted Treatment* (TT). Il a un réel intérêt en zones méditerranéennes ou tropicales lorsque les infestations par *Haemonchus contortus* sont majoritaires (Van Wyk et Bath., 2002). Cette méthode a l'avantage d'être facile à utiliser, pas chère et assimilable, même pour les éleveurs analphabètes. Bien évidemment, cette méthode n'est appropriée que pour le suivi des infestations par ces parasites hématophages. L'utilisation doit toujours considérer que l'anémie peut avoir une autre origine que la présence de parasites.

Cet indicateur d'anémie n'a pas prouvé son efficacité dans les parties du monde où l'intensité d' *Haemonchus contortus* n'est pas dominante, comme le cas des études qui ont été faites en Allemagne par Koopman et al., en 2006, au Maroc par Ouzir et al., en 2011. Dans nos conditions, ce système FAMACHA<sup>®</sup>, n'a pu classer correctement que 50% des agneaux selon leur degré d'infestation, ceci est dû certainement à la non dominance d'*Haemonchus*

*contortus* dans la faune parasitaire, même lors de la saison estivale, notamment en Août, où il a été significativement présent avec une proportion de 16,6%. L'analyse statistique montre que l'application du FAMACHA<sup>®</sup> en Août n'est pas efficace (n'est pas significative  $p=0,41$ ).

Dans l'analyse discriminante linéaire et la régression multinomiale, la combinaison des deux indicateurs FAMACHA<sup>®</sup> et DISCO n'a pas beaucoup amélioré le classement des agneaux selon le degré d'infestation. En plus, cette combinaison bien qu'elle n'augmente pas la qualité de la sélectivité, elle demande aussi beaucoup d'effort et de temps et ne peut être acceptée par conséquent facilement par les éleveurs.

Enfin, la sensibilité par DISCO, est presque similaire dans notre étude (80-84%), et celles réalisées dans les deux régions steppiques du Maroc (70%), ce qui peut être un indicateur plus général applicable dans ce type de régions steppiques en Algérie ou ailleurs. Cependant la validation des *Targeted Selectif Treatment* (TST) et *Targeted Treatment* (TT) devrait également être établie sur des caractères zootechniques comme, la production de la laine et la production laitière.

## **Partie III: Distribution géographique et caractéristiques climatiques des nématodes gastro-intestinaux des petits ruminants en régions steppiques.**

### **III. 1. Introduction**

Des modèles écologiques et biogéographiques sont observés chez les macroparasites (Gueguan., 2006), comme c'est le cas pour les organismes libres marins ou terrestres (Poulin et Morand., 2004 ; Perez del Olmo et al., 2009). Les nématodes gastro-intestinaux des herbivores évoluent par une phase de vie libre non parasitaire, influencée par l'environnement climatique (O'Connor et al., 2006) et une phase parasitaire qui peut être régulée par l'ampleur de la sensibilité de l'hôte (Gaba et al., 2006). Chez les hôtes domestiques, la différence majeure est qu'ils sont souvent traités avec des anthelminthiques qui peuvent modifier à long terme, la diversité des macroparasites (Silvestre et al., 2000). Une deuxième différence, c'est qu'ils sont transportés d'un endroit à l'autre par leur propriétaire, parfois sur de longues distances pour des raisons commerciales ou de disponibilité de la nourriture. Il en résulte que les traits de vie des parasites sont influençables voir modifiés lors de la domestication par la gestion humaine.

Une méta-analyse basée sur 585 références sur l'importance du climat, et les espèces hôtes ongulés domestiques de certains Ostertaginae, a montré que le climat et les espèces qui hébergent jouent un rôle d'importance similaire dans la distribution géographique de ces parasites. L'étude a révélé que 8% des hôtes, notamment le mouton et la chèvre, ont une influence sur la biogéographie des Ostertagines (*Marshallagia marshalli*, *Teladorsagia circumcincta* et *Teladorsagia trifurcata*), et que 10% d'entre eux sont influencés par les différents types de climat (Suarez et Cabaret., 1991). L'étude a montré que les Ostertagines sont rares dans les climats tropicaux, par contre ils sont très prévalents sous les climats tempérés, et équitablement répartis sous les climats montagneux, steppiques et méditerranéens.

D'autre part, les interactions interspécifiques dans la communauté des nématodes gastro-intestinaux sont limitées (Cabaret et Hoste., 1998), ce qui peut aussi simplifier la compréhension des facteurs du climat et de l'hôte.

L'un des genres de macronématodes parasite *Marshallagia* est associé au climat steppique, aux moutons domestiques et aux chèvres comme hôtes spécifiques. Cependant, nous savons qu'il a une biogéographie plus large et plus étendue car il a été observé chez le bison et les rennes sous le climat polaire (Spitzberg) lors de captures (Halvorsen et Bye., 1999) ce parasite également chez les ongulés sauvages dans plusieurs régions montagneuses de l'Europe comme les Alpes d'Italie (Zaffronie et al., 2000). Les espèces du genre *Nematodirus* sont retrouvés sous différents climats mais restent fortement répandues (Morgan et al., 2006). Le genre *Haemonchus* qui domine les régions tropicales et tempérées et *Teladorsagia*, qui s'adapte avec les climats froids et aussi tempérés, sont trouvés sous différents types de climats. Les mêmes constatations sont faites pour le genre *Trichostrongylus*.

D'une manière générale, la définition de la steppe est un concept équivoque qui a actuellement des limites plus climatique que phytogéographique. Quelques climats méditerranéens (portugais et hellénique), selon la classification géographique d'Emmanuel de Martonne, sont proches du climat steppique mais avec un nombre plus petit des mois secs. L'Afrique du Nord est représentée par une large bande de parcours sous le climat et végétation steppique (Slimani et al., 2010) et comme prévu le parasite *Marshallagia* a été fréquemment enregistré dans les enquêtes parasitaires menées par Bentounsi et ses collaborateurs en 2007 dans les régions steppiques de l'est algérien et Boukaboul et Moulaye, en 2006 dans la région de Tiaret située à l'ouest algérien. Une même prévalence importante de *Marshallagia* a été enregistrée dans certaines régions steppiques du Maroc (Cabaret., 1984 ; Ouzir et al., 2011). Les autres *Trichostrongylus* nématodes comme *Teladorsagia circumcincta*, *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Trichostrongylus probolurus* et *Nematodirus filicolicis* sont aussi fréquemment enregistrés dans les régions steppiques (Graber., 1979).

Les objectifs de cette partie d'étude, consistent à répondre aux trois hypothèses posées ci dessous :

- 1) Existe-t-il une faune de nématodes particulière aux zones steppiques ? Le genre *Marshallagia* est-il le seul qui en soit emblématique ? Est-il associé à un climat particulier, ou à des endroits géographiques, chez le mouton et la chèvre ?
- 2) La localisation géographique de cette faune est-elle liée à des contraintes climatiques seulement, ou bien est-elle liée au berceau de la domestication des ovins et des caprins ?

3) Est ce que la présence de *Marshallagia* chez les hôtes sauvages, peut déchiffrer sa biogéographie ?

### **III. 2. Matériels et méthodes**

#### **III. 2. 1. Recherche de données de *Marshallagia* dans la littérature**

Notre choix d'étude s'est porté sur le parasite *Marshallagia* à cause de sa biogéographie préférée au climat steppique, mais il peut se retrouver dans différents types de climats contrairement aux autres espèces parasitaires, qui ont des distributions mosaïques limitées à certains climats uniquement. Aussi la disponibilité des informations sur ce parasite dans la littérature nous a encouragé à réaliser une méta-analyse des nématofaunes dans les différents sites steppiques recensés du monde. Aussi, nous soulignons, que *Marshallagia* est une espèce généraliste possédant un spectre d'hôte large, pouvant infester des herbivores domestiques comme sauvages, tel que le bison et autres cervidés sauvages, mais qui cible le mouton et la chèvre comme des hôtes spécifiques.

Les informations sur les correspondances du *Marshallagia* au climat steppique et aux moutons et chèvres comme hôtes spécifiques, ont été obtenues à partir des anciens travaux de Skrajbin et al., 1954, et les récents travaux publiés dans le Web of science jusqu'en Mai 2010. On a aussi utilisé certains résultats de Suarez et Cabaret (1991) qui sont basés sur des résumés helminthologiques de 1960 à 1989 et aussi sur le catalogue de médecine et zoologie vétérinaire (1966-1982).

#### **III. 2. 2. Sites d'études**

##### **III. 2. 2. 1. Choix parasitaire des sites d'études**

Les sites steppiques sont sélectionnés sur la base de la présence constante de *Marshallagia*, ils représentent une large extension géographique. Au total, 9 sites ont été répertoriés sur des enquêtes coproscopiques (l'Est et l'Ouest de l'Algérie, régions du Nord-Ouest de la Chine, région centrale du Kazakhstan et 4 régions du Nord-Ouest de la Syrie).

### **III. 2. 2. 2. Choix climatiques des sites d'études**

Toutes les régions d'études ont été choisies selon la présence du *Marshallagia*, et aussi par leur climat steppique qui est défini par les formules climatiques utilisées (formule de Koppen et indice d'aridité de Martonne). La formule de Koppen (Pluviométrie en mm < 2 température en C°) détermine le département ou la région steppique (DS) qui est la différence entre (P- 2 t). Le département steppique peut avoir des valeurs négatives (région steppique sèche) ou des valeurs positives (région steppique humide). La valeur la plus faible a été en Syrie (-12), et la valeur maximale a été à Léon 4 (53). L'indice d'aridité de Martonne est calculé selon sa formule :  $A = R_{mm} / (T \text{ en } C^{\circ} + 10)$ , il est situé entre 5 à 10 pour le climat steppique, ses valeurs oscillent entre 7,2 (Syrie) et 35,7 (Leon 4). Nous avons pris en considération, quelques régions comme la vallée du Cachemire en Inde et les régions de Léon en Espagne, qui sont caractérisées par un climat portugais, similaire au climat steppique (avec plus d'humidité) dans le but d'augmenter le nombre de sites comparatifs. Au total, on a pu rassembler 16 sites d'études.

### **III. 2. 2. 3. Analyses statistiques**

#### **III. 2. 2. 3. 1. Corrélations non paramétriques par le coefficient de corrélation de Spearman.**

Pour mettre en évidence l'existence des corrélations entre les indices du climat (indice de Martonne et indice du département steppique) et la prévalence de *Marshallagia* et les autres espèces de strongles dans le but de détecter le facteur météorologique (pluviométrie ou température) le plus imposant sur la prévalence de ces parasites, on a procédé à une analyse statistique des corrélations non paramétriques avec le coefficient de corrélation de Spearman, qui est une alternative à R (coefficient de corrélation linéaire) car les distributions des valeurs s'écartent de la normalité, spécialement le nombre des sites steppiques est réduit. Dans notre cas, le nombre maximal des sites consultés est égal à 16.

#### **III. 2. 2. 3. 2. Régression linéaire**

Cette analyse permet d'observer la nature de la corrélation des différents sites steppiques étudiés (où chaque site est représenté par deux variables : la pluviométrie et la prévalence de

Marshallagia). La régression linéaire qui est un test paramétrique, nous impose à faire une transformation préalable des valeurs en logarithme pour les normaliser, pour cela, on a représenté chaque site par un point de coordonnées (pluviométrie et prévalence de Marshallagia). Pour les différents sites (n=16) on a obtenu un nuage de point.

### **III. 2. 2. 3. 3. Le test de regroupement (UPGMA) par le coefficient de corrélation de Spearman**

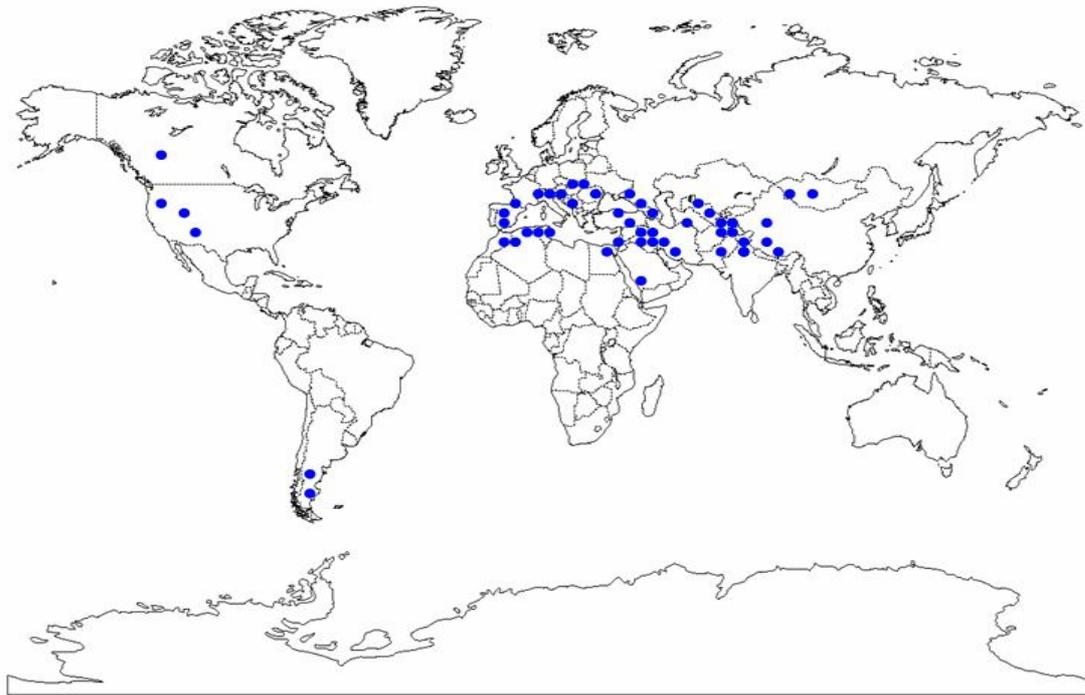
Nous avons utilisé ce test de regroupement pour regrouper les différents sites étudiés par leurs similitudes climatiques et aussi par leurs similitudes sur les prévalences des différentes espèces de strongles de la caillette des ovins.

Les analyses statistiques de régression sont élaborées par le logiciel SPSS 11.5, les analyses de regroupement (UPGMA) par le coefficient de corrélation Spearman sont réalisées par le logiciel MVSP 3.1, (2001).

### **III. 3. Résultats**

#### **III. 3. 1. Distribution géographique du nématode *Marshallagia marshalli* chez les moutons et les chèvres domestiques établie sur des données de 1930 à 2010.**

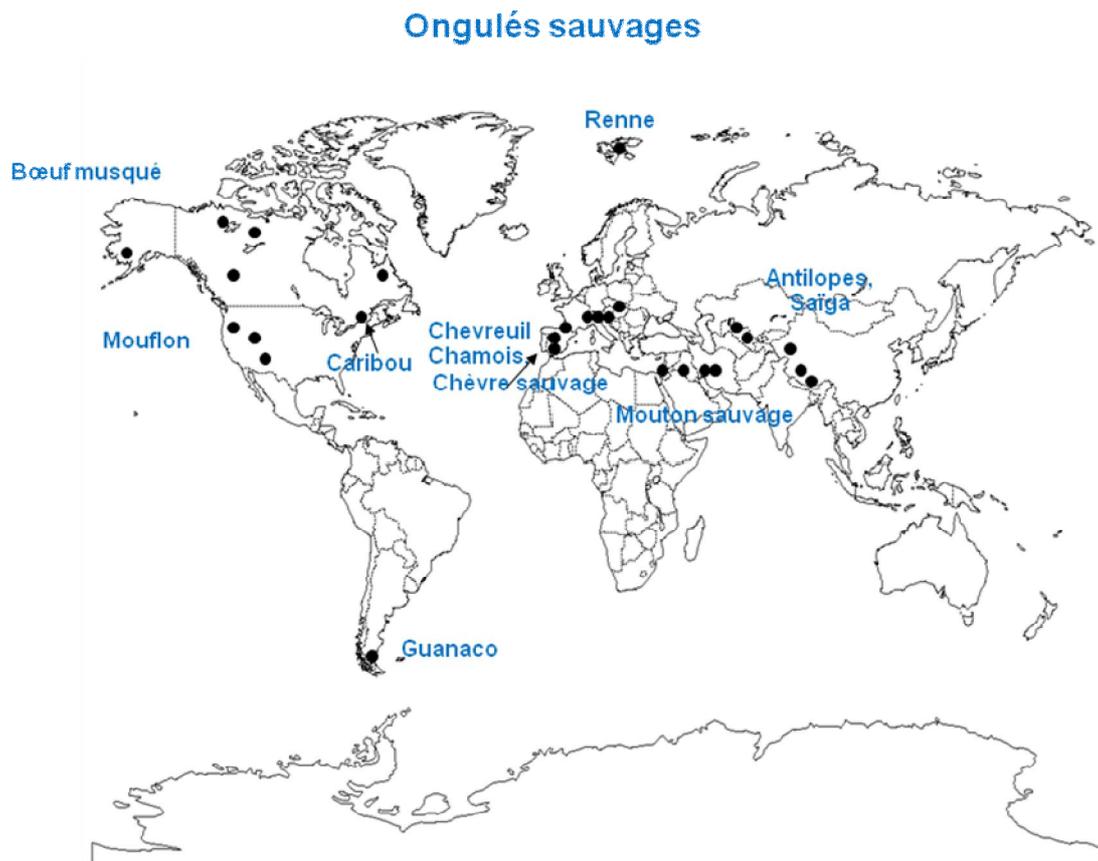
La distribution géographique de *Marshallagia marshalli* chez les animaux domestiques, comme le mouton et la chèvre est très étendue. Le parasite est rencontré dans les régions montagneuses du nouveau monde (les montagnes de Rocky et les Appalaches en Amérique du nord), aussi sa présence est enregistrée dans les montagnes de l'ancien monde telles, que les Alpes, Atlas, Taurus, Caucase, Himalaya et les monts d'Altaï. La majorité des sites de ce parasite sont Eurasiens (45 localisations sur 51), dont la moitié de ces sites représentent les berceaux de domestication du mouton et de la chèvre (Moyen Orient et le nord de l'Inde) (Figure n°7).



**Figure n° 7: Distribution géographique du nématode *Marshallagia marshalli* chez les moutons et les chèvres domestiques établie sur des données de 1930 à 2010.**

**III. 3. 2. Distribution géographique du nématode *Marshallagia marshalli* chez les ongulés sauvages établie sur des données de 1930 à 2010.**

La distribution de *Marshallagia marshalli* chez les ongulés sauvages est relativement vaste. Elle touche plusieurs continents (Figure n°8) mais, elle se limite à peu de sites (26 sites), contrairement à sa distribution chez les petits ruminants domestiques (51 sites) (Figure n°7). La présence de ce parasite est limitée dans les régions montagneuses, sauf dans le cas des rennes infestés, qui vivent dans le pôle nord (Spitzberg). La présence de ce parasite dans les climats froids est due probablement à sa propagation par le biais de ses hôtes sauvages.



**Figure n° 8: Distribution géographique du nématode *Marshallagia marshalli* chez les ongulés sauvages établie sur des données de 1930 à 2010.**

### **III. 3. 3. Similitudes des nématofaunes observées dans les différents sites steppiques étudiés**

Les enquêtes faites par le comptage des œufs de strongles gastro-intestinaux dans les différents sites étudiés, ont donné une première évaluation brute (Tableau n°23). La prévalence de *Marshallagia* est de 10% en Kazakhstan, par contre, elle enregistre une prévalence forte de 85% dans la ferme d'El Mader de Batna (Algérie). Il convient de noter qu'elle peut varier dans le même pays (de 21% à 85% en Algérie). Quelques espèces de nématodes caractérisent certains sites étudiés par leur proportion dans les caillettes des ovins autopsiés, c'est le cas d'*Haemonchus contortus* qui apparaît prévalent dans la vallée de Kashmir et en Mongolie, *Trichostrongylus vitrinus* en Syrie (site 4) et *Trichostrongylus axei* au Maroc et Léon en Espagne (Tableau n°24).

Les résultats des enquêtes nécrosiques réalisées sur tout le tube digestif des ovins autopsiés, nous révèlent que *Marshallagia* est très présent avec une prévalence de plus de 50% dans les différents sites steppiques étudiés, avec une variance de la moyenne faible de 4,6. Aussi *Trichostrongylus probolurus* apparaît avec une faible variance de la moyenne de 5,9, ce qui reflète une certaine homogénéité d'infestation de ces deux parasites dans les différents sites steppiques. Par contre la majorité des autres espèces de strongles enregistrent des prévalences très différentes entre les sites (Tableau n°25).

Site	Algérie (Batna) (région de l'Est: présente étude	Algérie (région de l'ouest: Tiaret 1)	Algérie (région de l'ouest: Tiaret 2)	Chine (régions du Nord- ouest)	Kazakhstan (région centrale: Chu)	Syrie 1	Syrie 2	Syrie 3	Syrie 4
						(régions du Nord-Ouest 1 à 4)			
Référence		Boukaboul et al., 2006		Cai et al., 2009	Morgan et al., 2006	Giangaspero et al., 1994			
Moyenne annuelle pluviométrie Et température	367 mm 17 °C	375 mm 16 °C		289mm 11 °C	350 mm 8 °C	180 mm 15 °C			
Type de climat	Semi aride; Steppe	Semi aride; Steppe		Semi aride; Steppe	Semi aride; Steppe	Aride; Steppe/Desert			
Nematode Gastrointestinal * (prévalence)	100	57	42	80	40	45	100	90	90
Marshallagia	85	28	21	67	10	23	25	38	37
Nematodirus	96	27	26	26	50	6	14	15	12

\*autre que *Marshallagia* et *Nematodirus*

**Tableau 23 : Prévalences de groupes de nématodes chez les ovins et caprins basées sur le comptage des œufs fécaux**

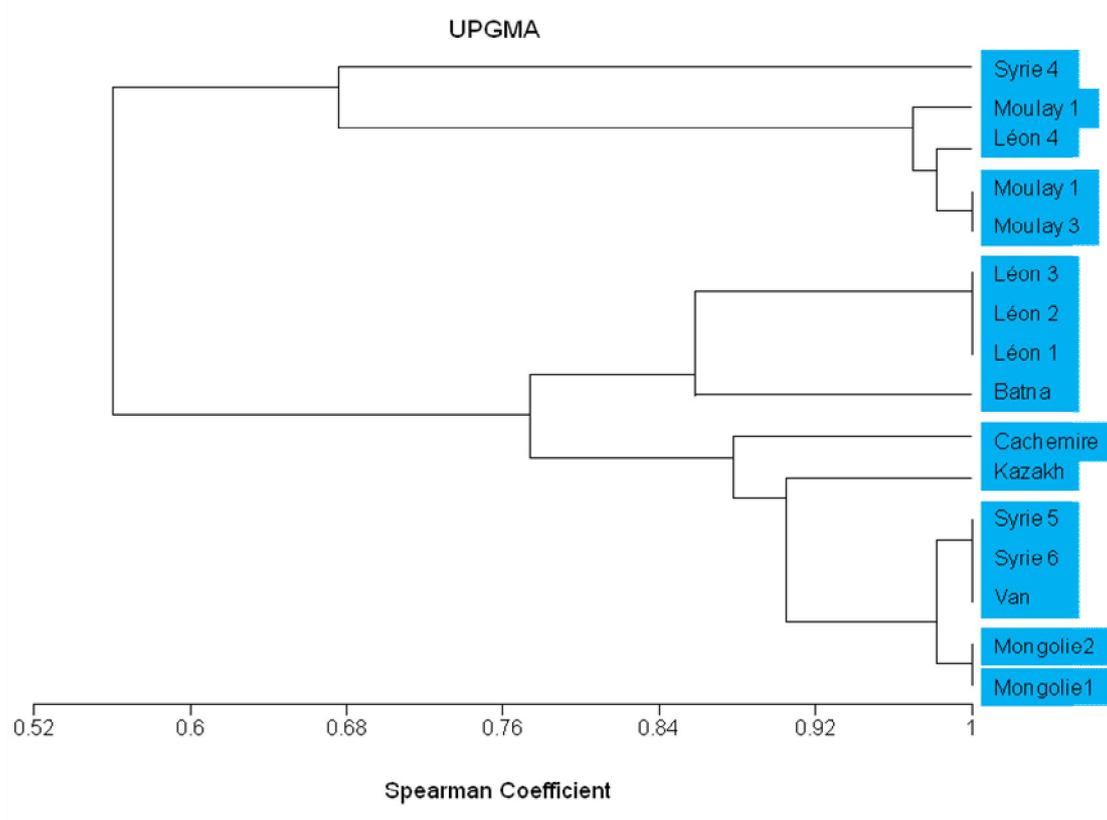
Site	Maroc Moulay1	Maroc Moulay2	Maroc Moulay3	Mongolie Province 1	Mongolie Province 2	Kashmir Vallée	Syrie4 régions Nord-Ouest	Espagne León 1	Espagne León 2	Espagne León 3	Espagne León 4
Référence	Cabaret, 1984			Sharkhuu, 2001		Tariq et al., 2010	Gianguaspero al., 1992	Diez-Baños, 1989			
Moyenne annuelle pluviométrie	556			254		523	180	530	480	390	750
Et température	18			0		13	15	12	12	11	11
Type de climat	Semi-aride/sub-humide; Steppe/Portugais			Aride; Steppe		Portugais	Aride; Steppe/ Desert	Portugais	Portugais	Steppe	Portugais
Espèces de nématodes (%)											
<i>Marshallagia marshalli</i>	11	8	2	64	68	17	81	27	37	27	46
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	32	50	44	69	77	30	92	97	97	96	100
<i>Trichostrongylus axei</i>	50	26	43	8	8	25	0	63	60	70	58
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	6	11	5	0	0	0	48	3	3	4	2
<i>Haemonchus contortus</i>	0	0	0	28	29	48	0	6	7	11	0

**Tableau 24: Proportions des communautés des espèces de nématodes d'ovins et de chèvres basées sur les nécropsies (caillette).**

Site/ Référence	Algérie(Batna) (présente étude)	Kazakhstan (Morgan et al., 2006)	Turquie (Van) (Cengiz et al., 2009)	Syrie 5 (Hörchner, 1964)	Syrie 6 (Hörchner, 1964)	Variance de la moyenne des prévalences
Moyenne annuelle pluviométrie et température	367 mm 17° C	350 mm 8 °C	385 mm 9°C	180 mm 15° C	180 mm 15° C	
Type du climat	Semi aride; Steppe	Semi aride; Steppe	Semi aride; Steppe	Aride; Steppe/Désert	Aride; Steppe/Désert	
Espèces nématodes (prévalence)						
<i>Marshallagia marshalli</i>	100	93	85	50	90	<b>4.6</b>
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	100	20	75	18	34	26.8
<i>Haemonchus contortus</i>	67	30	40	5	3	24.3
<i>Trichostrongylus axei</i>	17	60	33	1	2	26.9
<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	92	0	0	14	28	54.6
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	58	55	0	8	10	29.8
<i>Trichostrongylus probolurus</i>	3	10	19	2	6	<b>5.9</b>
<i>Nematodirus helvetianus</i>	100	0	0	0	0	
<i>Nematodirus filicollis</i>	84	15	0	14	14	<i>Nematodirus</i> toutes espèces 31.6
<i>Nematodirus spathiger</i>	84	35	65	6	6	
<i>Nematodirus oiritianus</i>	0	0	75	0	0	

**Tableau 25 : Prévalences des espèces de nématodes chez les ovins et caprins, nécropsies de tout le tube digestif dans les sites à forte infestation par *Marshallagia*.**

Les tests non-paramétriques de regroupement (UPGMA) par le coefficient de corrélation de Spearman appliqués, sur les prévalences des strongles digestifs de la caillette des ovins, de différents sites analysés (y compris notre enquête), pour regrouper les différents sites étudiés par leurs similitudes climatiques et aussi par leurs similitudes sur les prévalences des différentes espèces de strongles de la caillette des ovins, ont ressorti plusieurs groupes de sites semblables. Le premier groupe de site, est le site Eurasien qui regroupe (la Syrie, la Turquie, le Kazakhstan, le Cachemire et la Mongolie). Un groupe avec un climat subhumide (Maroc et Léon 4 en Espagne) et un autre groupe qui correspond au climat semi-aride (Léon 1 à 3 en Espagne, et Batna en Algérie).



**Figure n°9 : Similarité des sites d'études selon la fréquence des espèces de la faune helminthique de la caillette des ovins dans 16 sites en Algérie, en Syrie, Espagne, Turquie, Maroc, Mongolie. Classification hiérarchique par la méthode UPGMA sur le coefficient de corrélation de Spearman.**

### III. 3. 4. Relations entre les indices du climat et la présence de *Marshallgia* et d'autres espèces de nématodes

Les corrélations significatives entre la prévalence de *Marshallgia* et les indicateurs du climat sont : *Marshallgia* avec les (indice de Martonne  $S = -0,54$ , DS  $S = -0,60$ ,  $n=16$ ), *Teladorsagia circumcincta* (l'indice de Martonne  $S = 0,72$  ; DS  $S = 0,79$  ;  $n=16$ ), *Trichostrongylus axei* (l'indice de Martonne  $S=0,77$ , DS  $S=0,53$  ;  $n=16$ ), et *Nematodirus* avec (l'indice de Martonne  $S = 0,73$  ;  $n=9$ ).

Les précipitations est le meilleur indicateur de la prévalence de *Marshallgia*, et aussi pour les autres nématodes digestifs. Une régression linéaire significative ( $P=0,001$ ) avec un coefficient de corrélation linéaire fort ( $R=0,73$ ), a été établie entre la prévalence de *Marshallgia marshalli* et la pluviométrie dans les différents sites étudiés (16 sites, figure n°10). On voit que les points (sites) ont tendance à se rapprocher d'une même droite, on dit qu'il existe une corrélation linéaire et les valeurs de la pluviométrie augmentent, quand les prévalences de *Marshallgia* diminuent, on dit qu'on est devant une régression négative. Contrairement, à toutes les espèces des strongles, la forte prévalence de *Marshallgia* est associée aux faibles taux de pluviométries.

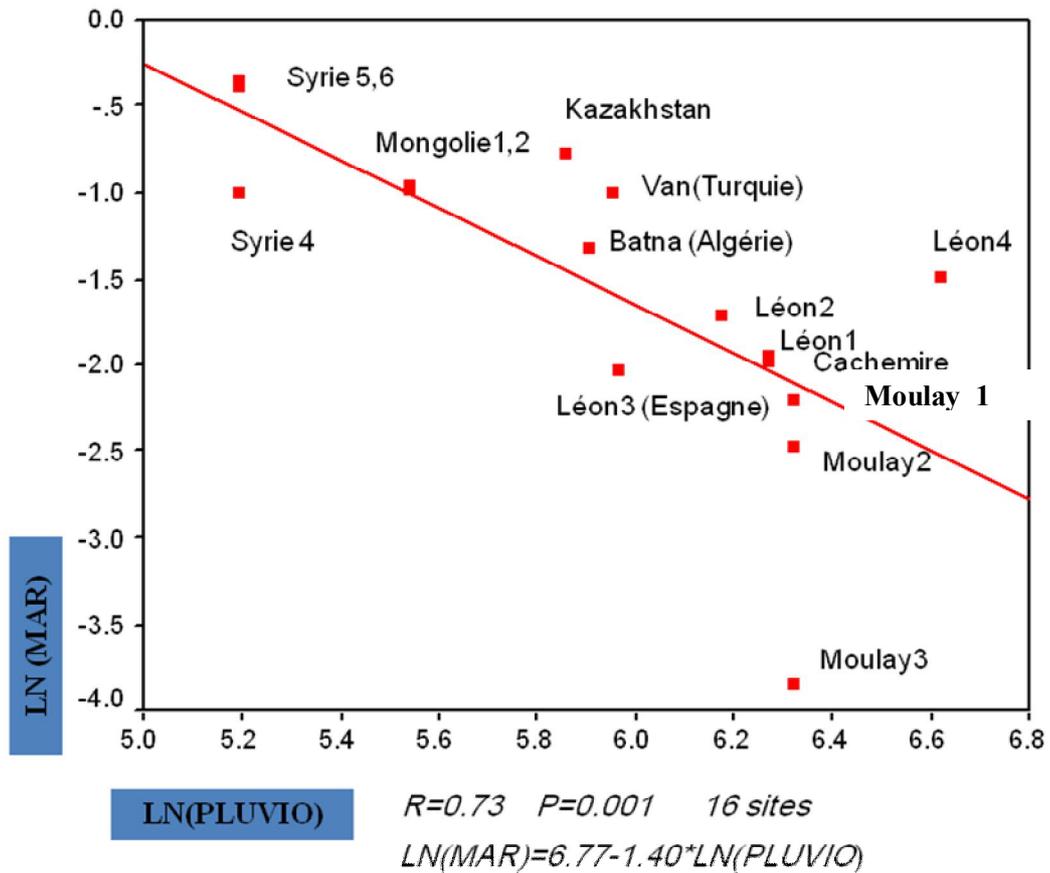


Figure n° 10 : Relation entre la pluviométrie annuelle (PLUVIO en mm) et la prévalence de *Marshallagia* (MAR) en zones steppiques dans 16 sites (LN : logarithme népérien, R : coefficient de régression).

### III. 4. Discussion

La distribution géographique du système hôte-parasite est régie par la co-spéciation. Néanmoins, le changement d'hôte et la répartition géographique des parasites est un phénomène courant dans les systèmes naturels hôte- parasite (Hoberg et Brooks., 2008). Ces événements importants dans l'échelle évolutionnaire du temps peuvent jouer un rôle pour les hôtes domestiques et leurs parasites, le rang géographique des herbivores domestiques s'est énormément étendu par le nombre d'hôtes pour les différents parasites entrés en contact. L'aire d'extension de l'Afrique du nord au Pakistan et peut être le Caucase (sur la base des analyses génétiques des moutons sauvages et domestiques : Hiendleder et al., 2002), constitue l'aire originelle des moutons et des chèvres vers la fin du Néolithique.

La présence du parasite nématode *Marshallagia* correspond en partie à l'origine des petits ruminants bien qu'elle se soit étendue à l'Espagne et les aires montagneuses de plusieurs parts de l'Europe. Elle s'est clairement étendue géographiquement à travers la dissémination des moutons et chèvres domestiques. Ce parasite a été trouvé chez le mouton sauvage (*Ovis*) (prévalence 11.5% similaire au mouton domestique, données de Suarez et Cabaret 1991) ou *Capra* (prévalence 15.5% similaire à la chèvre domestique, dans les mêmes données), mais a été découvert lors des captures des rennes, du bœuf musqué et d'autres espèces de cervidés, parmi lesquels le caribou. Il y a ainsi une contradiction entre les régions relativement limitées de *Marshallagia* chez les moutons et les chèvres et ses capacités d'envahir une large variété d'hôtes et de climats (figure 7 et 8). C'est une illustration de la loi de Beijerinck « tout est partout, mais c'est l'environnement qui sélectionne » (cité par Perez del Olmo et al., 2009) « partout » concerne surtout les ongulés sauvages et les petits ruminants et « l'environnement sélectionne » est particulièrement vrai pour les infestations à nématodes du monde sauvage distribuées par les moutons et les chèvres.

Le climat est la clef pour la distribution des nématodes gastro-intestinaux des moutons et des chèvres (O'Connor et al., 2006), de plus, ces derniers sont présents de part le monde et si la distribution des nématodes a été uniquement conduite par les hôtes, ils devraient se trouver un peu partout, ce qui n'est pas le cas et particulièrement pour

Marshallagia. La pluviométrie joue un rôle majeur et la température (au moins dans les régions steppiques) est moins importante.

Des indices météorologiques plus sophistiqués (Martonne ou du département steppique) ne sont pas plus efficaces pour la prédiction de la prévalence des nématodes dans un site. La relation avec la pluviométrie a été négative pour Marshallagia et positives pour les autres espèces. En effet, la plus grande prévalence a été observée dans les régions à basse pluviométrie (180 à 385 mm/ an). La dynamique saisonnière indique que octobre- novembre au Maroc est la période à plus grande infestation, lorsque les températures et la pluviométrie sont basses (Cabaret., 1984), une tendance similaire a été notée dans nos données à Batna en Algérie, en Espagne (Diez-banos., 1989) et en Ouzbékistan (Oripov., 1982). Cette saisonnalité correspond aux besoins climatiques de Marshallagia : une relative sécheresse avec un climat froid. La capacité de résistance à la sécheresse est toutefois limitée ; il n'y a pas de développement de Mai à Septembre dans des steppes très arides de Ouzbékistan (Matchanov et al., 1985) ; cela peut expliquer que la période à haute infestation est l'automne tardif dans plusieurs sites. La communauté parasitaire à l'exception de Marshallagia a été très variable (variance de la prévalence été élevée pour toutes les autres espèces largement représentées).

Ce climat est donc caractérisé par un genre singulier (Marshallagia) représenté par peu d'espèces. En l'absence d'études en génétique moléculaire, on ne peut pas encore comprendre s'il y a eu expansion avec relativement des espèces générales (principales) du parasite (capable de survivre chez différents hôtes) ou s'il y a eu une différenciation génétique locale entre les parasites isolés.

## Discussion générale et conclusion

Les mesures de diagnostic direct par autopsies helminthologiques réalisées sur les agneaux traceurs élevés dans la ferme d'El Mader à Batna, ont révélé une certaine importance du parasitisme digestif par un taux d'infestation globale, qui a atteint 100%. Cette prévalence peut être expliquée par plusieurs facteurs répertoriés dans la ferme qui accentuent le risque d'infestation parasitaire des agneaux. Ainsi la conduite des agneaux avec leurs mères exclusivement sur de la jachère durant toute l'année excepté lors de la période des chaumes, intensifie le risque d'infestation des agneaux dans ces parcours limités, surtout lors les saisons climatiquement favorables au développement des stades libres des parasites, notamment le printemps et l'automne. Ces saisons d'infestation critique, coïncident notamment avec la période d'agnelage des brebis, période physiologique à considérer par l'importance de l'excrétion des œufs qui contaminent ces jachères, phénomène qualifié de peri parturient rise. Aussi le protocole de traitement suivi depuis plusieurs années dans la ferme, avec l'utilisation de l'albendazole en début de la saison printanière en Mai et l'ivermectine en Juin, serait inadéquat selon la dynamique parasitaire dévoilée. Ces périodes de traitement préservent donc l'infestivité des jachères et assurent la réinfestation des animaux.

Les résultats des bilans helminthologiques observés dans les six occasions programmées, ont répertorié en première place dans la liste des espèces de strongles quantifiés, à savoir *Marshallagia marshalli*, *Nematodirus* sp. et *Teladorsagia circumcincta* par leur proportion moyenne. Ceci est conforté par la spécificité des deux premiers genres de strongles au climat steppique signalé dans la meta-analyse de Cabaret et Suarez en 1991 et les travaux de Cabaret en 1984 au Maroc. Aussi, leur présence significative est de plus liée à leur résistance aux anthelminthiques utilisés depuis des années dans la ferme (Albendazole et Ivermectine) (Bentounsi et al., 2007).

Selon l'indice de diversité de Shannon, la faune strongylienne des agneaux d'El Mader est considérée moyenne, elle est représentée par onze espèces de strongles digestifs. Cette diversité est liée d'une part, à l'apparition de la chimiorésistance qui a un impact négatif par la réduction de la diversité spécifique et d'autre part, à la

gestion des animaux par l'auto remplacement du troupeau qui limite les achats et l'introduction à la ferme de parasites différents.

Certaines espèces retrouvées ont montré un effet significatif de la saison: *Teladorsagia circumcincta*, *Haemonchus contortus*, *Nematodirus helvetianus*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Trichostrongylus vitrinus*, *Marshallagia marshalli*. Les autres espèces, *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus probolorus*, *Teladorsagia trifurcata*, *Nematodirus filicolis*, *Nematodirus spathiger* et *Trichuris ovis* ne varient pas.

Aussi, les dynamiques du sexe ratio et des larves de stade 4 (L4) et juvéniles (L5) expliquent la nette présence printanière de *Teladorsagia circumcincta*, estivale d'*Haemonchus contortus* et *Nematodirus helvetianus*. En automne se distinguent *Marshallagia marshalli* avec *Trichostrongylus colubriformis*, et *Trichostrongylus vitrinus* jusqu'en hiver. Cette dynamique saisonnière montre un pic estival de charge de vers, dû notamment à ces espèces prolifiques. La charge parasitaire est aussi préoccupante en automne.

Donc, Il faudra tenir compte de cette saisonnalité des infestations pour adapter les traitements, nous proposons deux interventions systématiques : traitement au mois Juillet, une mise sur les chaumes, puis un autre traitement en automne. On peut aussi proposer pour la deuxième intervention la méthode des traitements anthelminthiques ciblés sélectifs (TST: « Targeted Selective Treatment » pour détecter les animaux qui nécessitent un traitement sélectif vu, que la dispersion du parasitisme est inégale. Ceci limitera l'intervention systématique thérapeutique et maintiendra aussi des vers sensibles en refuge chez leurs hôtes, pour lutter contre le développement de la chimiorésistance observée dans cette ferme. Cette deuxième intervention peut être aussi décidée, par la méthode des (*Targeted Treatment TT*), en installant des agneaux sentinelles pour détecter la période adéquate. Ce sont nos principales perspectives post doctorales à étudier, notamment dans le cadre d'un projet national de recherche (PNR).

L'étude des indicateurs physiopathologiques de l'infestation par les strongles en conditions steppiques algériennes, n'a pas montré de corrélations entre le poids des agneaux et les deux autres indices physiopathologiques (FAMACHA<sup>®</sup>, DISCO), ou

de corrélations du poids des agneaux avec la nature et l'intensité de l'infestation. En revanche, les autres indices étaient bien corrélés.

L'indice de l'anémie FAMACHA<sup>®</sup> a l'avantage d'être facile à utiliser, il trouve son intérêt dans les régions méditerranéennes ou tropicales lorsque les infestations par *Haemonchus contortus* sont majoritaires (Van Wyk et Bath., 2002). Cet indicateur d'anémie n'a pas prouvé son efficacité (50%) dans le regroupement des agneaux en zone steppique à Batna selon leur degré d'infestation. Ceci est dû certainement à la non dominance d'*Haemonchus contortus* dans la faune parasitaire, même lors de la saison estivale, notamment en Août, où il a été significativement présent avec une proportion de 16,6%. Cet indicateur d'anémie n'a pas prouvé aussi son efficacité dans les parties du monde où l'intensité d' *Haemonchus contortus* n'est pas dominante, comme le cas des études qui ont été faites en Allemagne par Koopman et al., en 2006, au Maroc par Ouzir et al., en 2011.

L'indice de diarrhée (DISCO) apparaît comme le meilleur indicateur physiopathologique selon les conditions de la ferme d'El Mader avec plus de 80% de classement correct. Des résultats similaires ont été trouvés dans deux régions steppiques du Maroc (70%). L'indice de diarrhée DISCO a prouvé aussi sa valeur dans des travaux antérieurs où les strongles *Teladorsagia* et *Nematodirus* étaient les espèces les plus répandues (Cabaret et al., 2006). Pour l'infestation par *Marshallagia marshalli*, DISCO s'est avéré être l'indicateur fiable pour repérer les agneaux largement infectés par ce nématode.

La combinaison des deux indicateurs FAMACHA<sup>®</sup> et DISCO n'a pas beaucoup amélioré le classement des agneaux selon le degré d'infestation.

Bien que, la présence de diarrhée puisse être liée aussi à d'autres parasites digestifs, comme les coccidies et les cestodes (Cabaret et al., 2002), et que le DISCO ne serait pas attractif vu les exigences de son utilisation, il peut néanmoins apporter un appui pratique en matière de repérage des animaux qui ont besoin de traitement, ce qui permettra une gestion raisonnable de l'infestation au sein du troupeau, par la réduction du nombre des traitements et par conséquent de leurs coûts.

Les zones steppiques sont parmi les plus utilisées pour l'élevage ovin, elles se caractérisent au plan climatique par des pluviométries annuelles en cm inférieure à au moins deux fois la température moyenne annuelle en °C. Le parasitisme étudié sur des agneaux traceurs dans un site en Algérie, puis comparé à d'autres sites par une meta-

analyse de données de la littérature (Syrie, Espagne, Maroc, Mongolie, Chine, Cachemire, Kazakhstan...) a permis de comparer les diverses faunes chez les moutons dans plusieurs steppes.

Le parasitisme semble assez particulier, avec la présence des nématodes des genres *Marshallagia*, *Nematodirus* et *Trichostrongylus probolorus*; des nématodes d'autres espèces (strongles) sont également présents mais ne semblent pas être caractéristique des zones steppiques.

La faune steppique des petits ruminants se caractérise essentiellement par la prévalence élevée de *Marshallagia marshalli*. La distribution de *Marshallagia* a été corrélée avec les basses précipitations. Ce parasite est resté dans le domaine de la domestication des moutons et des chèvres, après que le changement d'hôtes l'a augmenté dans d'autres secteurs climatiques.

Le parasite est capable de survivre dans des milieux arides différents (plus froids ou plus chauds), mais cette expansion reste localisée à quelques hôtes différents des ovins et des caprins domestiques, le plus souvent pour les climats les plus extrêmes. *Marshallagia marshalli* semble donc inféodé à l'aire de domestication des ovins et des caprins, ou dans ses diffusions proches et a finalement peu colonisé des milieux autres que steppiques.

La dynamique saisonnière indique que Octobre-Novembre est la période à plus grande infestation, lorsque les températures et la pluviométrie sont basses, la même tendance a été notée au Maroc (Cabaret, 1984), en Espagne (Diez-banos, 1989) et en Ouzbékistan (Oripov, 1982). Cette saisonnalité correspond aux besoins climatiques de *Marshallagia* : une relative sécheresse avec un climat froid.

Les résultats obtenus serviront à adapter les traitements à cette faune helminthique à cause d'une faible efficacité des avermectines contre les *Nematodirus*, observée à peu près dans toutes les zones en Algérie et aussi la résistance acquise par *Marshallagia* aux benzimidazoles, démontrée pour la première fois en Algérie (Bentounsi et al., 2007). Il faudra également tenir compte de la saisonnalité des infestations pour adapter le traitement le plus approprié, (maximum en Juillet-Août pour les strongles, en Août pour *Nematodirus* et Octobre-Novembre pour *Marshallagia*).

## Références bibliographiques

**Adem R., Ferrah A., (2002)** Les ressources fourragères en Algérie : déficit structure et disparité régionale, analyse du bilan fourrager pour l'année 2001.

<http://gerdaal.ifrance.com/gerdaal/Oflive/ressourcesfourragers/bilanfourrager2001.htm>

**Agyei A.D., (1991)** Epidemiological observations of helminth infections of calves in southern Ghana. *Trop. Anim. Health Prod.* 23, 134-141.

**Ambrosi M., Manfredi M.T., Lanfranchi P., (1993)** Pattern of abomasal helminths in fallow deer farming in Umbria (central Italy). *Vet. Parasitol.* 47.

**Arab H., (2006)** Evaluation de la valeur nutritive des principaux fourrages des zones arides et semi-arides. Mémoire de Magister en Nutrition. Faculté des sciences agrovétérinaires. Université de Batna (Algérie).

**Armour J., (1980)** The epidemiology of helminth disease in farm animals. *Vet. Parasitol.* 6, 7-46.

**Atchemdi K.A., (2008)** Impact des variations climatiques sur les prix des moutons sur le marché du gros de Djelfa (Algérie). *Cahiers Agricultures.* 17, 29-37.

**Aubry P., Bardoulat M., (1952)** Médecine Vétérinaire Homéopathique. Baillière & Fils Edition. Paris. 264 p.

**Aumont G., Gruner L., (1989)** Population evolution of the free living stage of goat gastrointestinal nematodes on herbage under tropical conditions in Guadeloupe (French West Indies). *Int. J. Parasitol.* 19, 539-546.

**Bain R.K., (1999)** Irradiated vaccines for helminth control in livestock. *Inter. J. Parasitol.* 29, 185-191.

**Barger I. A., (1984)** Correlations between numbers of enteric nematode parasites ingesting lambs. *Inter. J. Parasitol.* 14, 587-589.

**Barger I.A., Siale K., Banks D.J.D., Le Jambre L.F., (1994)** Rotational grazing for control of gastrointestinal nematodes of goats in a wet tropical environment. *Vet. Parasitol.* 53, 109-116.

**Barnes E.H., Dobson R.J., Barger I.A., (1995)** Worm control and anthelmintic resistance: adventures with amodel, *Parasitol.Today.* 11, 56-63.

**Bastidas G.J., (1969)** Effect of ingested garlison *Necator americanus* and *Ancylostoma caninum*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 18, 920-923.

**Bath G.F., Malan F.S., Van Wyk J.A., (1996)** The “FAMACHA©” Ovine Anaemia Guide to assist with the control of haemonchosis, Proceedings of the 7th Annual Congress of the Livestock Health and Production Group of the South African Veterinary Association Port Elizabeth, South Africa 5 p.

**Bekkali B., (1972)** Contribution à l'étude des strongyloses gastro-intestinales des petits ruminants au Maroc oriental : son épidémiologie et sa prophylaxie. Thèse de Docteur vétérinaire. N° 48, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon.

**Benchaoui A., (1989)** Résistance des strongles gastro-intestinaux au thiabendazole chez ovins dans la région de Constantine, application du test d'éclosion des œufs. Mémoire de Docteur vétérinaire. Département des Sciences vétérinaires, université Mentouri, Constantine.

**Bendine T., Zahor Z., (1988)** Les infestations parasitaires chez les petits ruminants dans la région de Tiaret. Mémoire TSHA, université de Tiaret (Algérie), 60p.

**Benmassaoud H., Kalla M., Driddi H., (2009)** Evolution de l'occupation du sol et désertification dans le Sud des Aurès (Algérie). *M@ppemonde* 94. 2009.2.

**Bentounsi B., Benchaoui A., (1991)** Recherche de la résistance des strongles gastro-intestinaux au thiabendazole chez les ovins de la région de Constantine. Application du test d'éclosion des œufs. *Sciences & Technologie*. 2, 19-24.

**Bentounsi B., (1999)** Variabilité génétique et écologique chez *Haemonchus contortus*, nématode parasite de petits ruminants, thèse de doctorat d'état en sciences vétérinaires, université Mentouri, Constantine.

**Bentounsi B., Mecif A., Kohil K., (2001a)** Evolution du parasitisme ovin sur un élevage de la région du Khroub. Approche par les méthodes coproscopiques. *Sciences & Technologie*.16, 51-54.

**Bentounsi B. (2001b)**, Appréciation du Famacha Anémie guide dans les conditions locales chez le mouton naturellement infesté par les nématodes avant et après un traitement. XIV Congrès Vétérinaire national, Alger 22-23 décembre 2001.

**Bentounsi B. (2002)** Contrôle des nématodes par le Famacha Anémie guide.19ème Congrès Vétérinaire Maghrébin. Guammart (Tunis), 25-26 mars 2002.

**Bentounsi B., Zouiouech H., Benchikh-Elfegoun M.C., Kohil K., Cabaret J., (2003a)** Efficacité comparée des spécialités d'albendazole distribuées en Algérie. *Rec. Méd. Vét.* 154(10), 649-652.

**Bentounsi B., Bouzekri M., Hadeif S. (2003b)** Cinétiques annuelles de l'excrétion helminthique des ovins à Constantine et à El Tarf et impact des vermifugations habituelles sur l'infestation, l'anémie et le poids. XVI Congrès National Vétérinaire. Alger, 8 et 9 octobre 2003.

**Bentounsi B., Attir B., Saidi L., Allam M., Kouhil K., Cabaret J., (2005)** Prévalence de la chimiorésistance aux anthelminthiques chez les ovins dans les fermes pilotes de l'est algérien. Congrès de la société française de parasitologie. Besançon, 25- 26 mai 2005.

**Bentounsi B., Attir B., Meradi S., Cabaret J., (2006a)** Méthode Simplifiée pour mesurer la résistance des nématodes gastro-intestinaux aux anthelminthiques chez les ruminants: Évaluation après un traitement répété. Réunion de la Société française de Parasitologie 8, 9 juin 2006. Bordeaux. <http://France.elsevier.com/direct/MEDMAL>. Médecine et maladies infectieuses. 36, S170-S178.

**Bentounsi B., Trad R., Gaouz N., Kohil K., Cabaret J., (2006b)** Gastrointestinal nematode resistance to benzimidazoles on a sheep farm in Algeria. Vet. Rec. 158, 634 - 635.

**Bentounsi B., Attir B., Meradi S., Cabaret J., (2007)** Repeated treatment faecal egg counts to identify gastrointestinal nematode resistance in a context of low-level infection of sheep on farms in eastern Algeria. Vet. Parasitol. 144, 104-110.

**Bentounsi B., Ouksel M., Kachtarzi B. (2009)** Efficacité comparée sur les strongles digestifs et respiratoires des ovins de douze spécialités d'ivermectine commercialisées en Algérie. *Rev. Méd. Vét.*, 160, 7, 329-334.

**Bentounsi B., Khaznadar A., Cabaret J., (2012)** Résistance of *Trichostrongylus spp.* (Nematoda) to benzimidazole in Algerian cattle herds grazed with sheep. 110, 1021-1023.

**Berrag B., Cabaret J., (2000)** Efficacité insuffisante d'un anthelminthique à base de Tétramisole : une histoire de dose. Espace Vet. 22, 10-11.

**Berrag B., Oukessou M., Cabaret J., (2002)** Résistance des nématodes gastro-intestinaux des ovins et caprins aux Benzimidazoles au Maroc. Animalis 1, 4-7.

**Berrag B., Ouzir M., Cabaret J., (2009)** Meat sheep farm structure and the acceptability of targeted selective treatments for controlling digestive-tract strongyles in Morocco. Vet. Parasitol. 164, 30-35.

**Besier R.B., (2008)** Targeted treatment strategies for sustainable worm control in small ruminants. Trop. Biomed. 25 (Supplement), 9-17.

**Besier R.B., Lyon J.N., Mc Quade., (1996)** Drench resistance in sheep worms, a large economic cost, *W.A. J. Agric.* 37, 60-63.

**Beugnet F., Gevrey J., Kerboeuf D., (1997)** Les endectocides : mode d'action et d'utilisation. *Point Vet. Numéro Spécial. Parasitologie des Ruminants.* 28, 133-137.

**Beugnet F., Kerboeuf D., (1997)** La résistance aux antiparasitaires chez les parasites des ruminants. *Point Vet. Numéro spéciale. Parasitologie des Ruminants.* 28, 167-174.

**Bisset S.A., Van Wyk J.A., Bath G.F., Morris C.A., Stenson M.O., Malan F.S., (2001)** Phenotypic and genetic relationships amongst FAMACHA© score, faecal egg count and performance data in Merino sheep exposed to *Haemonchus contortus* infection in South Africa. *Proc. 5th Int. Sheep. Vet. Congr. 22-25 Jan 2001, Cape Town, South Africa.*

**Blackhall W.J., Prichard R.K., Beech R.N., (2003)** Selection at a gamma-aminobutyric acid receptor gene in *Haemonchus contortus* resistant to avermectins/milbemycins. *Mol. Biochem. Parasitol.* 131, 137-145.

**Bouchel D., Lauvergne J.J., (1996)** Le peuplement de l'Afrique par la chèvre domestique. *Rev. Elev. Méd. Vet. Pays trop.* 49 (1), 80-90.

**Boukaboul A., Moulaye K., (2006)** Parasitisme interne du monton de race Ouled Djellal en zone semi-aride d'Algérie. *Rev. Elev. Méd. Vet. Pays trop.* 59 (14), 23-29.

**Bullick G. R., Anderson F. L., (1978)** Effect of irrigation on survival of third-stage *Haemonchus contortus* larvae (Nematoda: Trichostrongylidae). *Great Basin Nat.* 38, 369-378.

**Burke J.M., Kaplan R.M., Miller J.E., Terrill T.H., Getz W.R., Mobini S., Valencia E., Williams M.J., Williamson L., Vatta A.F., (2007)** Accuracy of the FAMACHA system for farm use by sheep and goat producers in the southeastern U.S. *Vet. Parasitol.* 147, 89-95.

**Bussiéras J., Chermette R., (1998)** Abr g  de Parasitologie vétérinaire, Fascicule III Helminthologie Vétérinaire, 2<sup> me</sup>  dition, Service de Parasitologie, Ecole nationale Vétérinaire, Alfort (France).

**Cabaret J., (1977)** L'inhibition du développement larvaire chez les strongles gastro-intestinaux des ruminants domestiques. Conséquences  pid miologiques. Rec. Med. Vet. 153, 419-427.

**Cabaret J., (1984)** Seasonal changes in the abomasal nematodes of naturally infected ewes in Moulay-Bouazza (Morocco). Vet. Parasitol. 15, 47-56.

**Cabaret J., (1986)** Plantes pour soigner les animaux. Editions du Point V t. Maisons-Alfort, France. 192 pages.

**Cabaret J., (1994)** Les strongyloses digestives des ovins. Groupement technique Vet. 2, 59-67.

**Cabaret J., (1996)** The homeopathic *Cina* does not reduce the egg output of digestive-tract nematodes in lambs. Rev. Méd. Vet. 147, 445-446.

**Cabaret J., (2004)** Parasitisme helminthique en  levage biologique ovin: r alit s et moyens de contrôle. INRA Prod. Anim. 17, 145-154.

**Cabaret J., Benoit M., Laignel G., Nicourt C., (2009b)** Current management of farms and internal parasites by conventional and organic meat sheep French farmers and acceptance of targeted selective treatments. Vet. Parasitol. 164, 21-29.

**Cabaret J., Bouilhol M., Mage C., (2002)** Managing helminths of ruminants in organic farming. Vet. Res. 33, 437-640.

**Cabaret J., Charvet C., Fauvin A., Silvestre A., Sauve C., Cortet C., Neveu C., (2009a)** Strongles du tractus digestif des ruminants: mécanismes de résistance aux

anthelminthiques et conséquences sur leur gestion. Bull. Acad. Vét. France - Tome 162 - N°1.

**Cabaret J., Gasnier N., Jacquet P., (1998)** Faecal egg counts are representative of digestive-tract strongyle worm burdens in sheep and goats. *Parasite*.5, 137-142.

**Cabaret J., Gonnord V., Cortet J., Sauvé C., Ballet J., Tournadre H., Benoit M. (2006)** Indicators for internal parasitic infections in organic flocks: the diarrhoea score (Disco) proposal for lambs. Organic Congress 2006: Organic Farming and European Rural Development. Odense. Denmark. 30-31 May, 552-553.

**Cabaret J., Hoste H., (1998)** Comparative analysis of two methods used to show interspecific associations in naturally acquired parasite nematode communities from the abomasum of ewes. *Vet. Parasitol.* 76, 275-285.

**Cabaret J., Schmidt E.E., (2000)** Species diversity of digestive-tract nematode communities of domestic ruminants: multivariate versus univariate estimations. *Parasitol. Res.* 24, 70-77.

**Cabaret J., (2008)** Pro and cons of targeted selective treatment against digestive-tract strongyles of ruminants. *Parasite* 15(3), 506-509.

**Carmichael I., Visser R., Schneider D., Soll M., (1987)** *Haemonchus contortus* resistance to ivermectin. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 58, 93.

**Chartier C., Hoste H., (1994)** Effect of anthelmintic treatments against digestive nematodes on milk production in dairy goats : comparaison between high- and low-production animal. *Vet. Res.* 25, 450-457.

**Chartier C., Kullo A., Cabaret J., Pors I., Benoit C., (1995)** Individual fluctuations in efficacy of febantel against *Mullerius capillaris* in goats. *Vet. Res.* 26, 116-123.

**Chartier C., Soubirac F., Pors I., Silvestre A., Hubert J., Couquet C., Cabaret J. (2001)** Prevalence of anthelmintic resistance in gastrointestinal nematodes of dairy

goats under extensive management conditions in southwestern France. *J. Helminthol.* 75, 325-330.

**Coles G.C., (2002)** Cattle nematodes resistant to anthelmintics : why so few cases ? *Vet. Res.* 33(5), 481-490.

**Coles G.C., Bauer C., Borgsteede F., Geerts S., Klei T., Taylor M. Waller P., (1992)** World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 44, 35- 44.

**Conder A.G., Campbel W.C. (1995)** Chemotherapy of nematode infections of veterinary importance, with special reference to drug resistance. *Adv. Parasitol.* 35, 1-89.

**Coop R.L., Holmes P.H., (1996)** Nutrition and parasite interaction. *Inter. J. Parasitol.* 26, 951- 962.

**Coop R.L., Kyriazakis I., (1999)** Nutrition- parasite interaction, *Vet. Parasitol.* 84, 187-204.

**Cordero Del Campillo M., (1980)** La parasitología veterinaria en las obras de Albeiter I. Baltasar Francisco Ramirez (s. XVII). Trabajos de la Facultad de veterinaria de Leon., Espagne.

**Cottle D.J., (1991)** Editor, Australian Sheep and Wool Handbook, Inkata Press, Melbourne.

**Court R., (1945)** Les *Trichostrongylus* parasites (Nématodes, Strongylidés) du mouton algérien. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr.* 36 (8-9), 132-158.

**Court R., Saquenet A., (1945)** Liste préliminaires des nematodes parasites des moutons d'Algérie. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr.* 36 (1-7), 75-78.

**Cringoli G., Rinaldi L., Veneziano V., Mezzino L., Vercruysse J., Jackson F., (2009)** Evaluation of targeted selective treatments in sheep in Italy: effects on faecal worm egg count and milk production in four case studies. *Vet. Parasitol.* 164, 36-43.

**Dash K., Hall K., Barger IA., (1988)** The role of arithmetic and geometric worm egg counts, in faecal egg count reduction test and in monitoring strategic drenching programs in sheep. *Aust. Vet. J.* 65, 66-68.

**Di Loria A., Veneziano V., Piantedosi D., Rinaldi L., Cortese L., Mezzino L., Cringoli G., Ciaramella P., (2009)** Evaluation of the FAMACHA system for detecting the severity of anaemia in sheep from southern Italy. *Vet. Parasitol.* 161, 53–59.

**Diez- Banos N., (1989)** Estudio epidemiológico sobre los nematodos gástricos ovinos de la provincia de León, con especial referencia a *Ostertagia* spp. Tesis de Doctor en veterinaria. León, 364p.

**Diez- Banos N., Cabaret J., Diez- Banos P., (1992)** Interspecific interactions in naturally acquired nematode communities from sheep abomasum in relation to age of host and season in four areas of León (Spain). *Int. J. Parasitol.* 22, 327-334.

**Dinaburg A. G., (1944)** Development and survival under outdoor conditions of eggs and larvae of the common ruminant stomach worm, *Haemonchus contortus*. *J. Agric. Res.* 69, 421-433.

**Dobson R.J., LeJambre L., Gill J.H., (1996)** Management of anthelmintic resistance: inheritance of resistance and selection with persistent drugs. *Int. J. Parasitol.* 26, 993-1000.

**Donatien A., Lestoquard F., (1926)** Etiologie des anémies du mouton et de chèvre. *Rev. Vét.* 78 (10), 597-609.

**Drudge J.H., Szanto J., Wyant Z.N., Elam G. (1964)** Field studies on parasitic control in sheep: comparison of thiabendazole, ruelene, and phenothiazine, *Am. J. Vet. Res.* 25, 1512- 1518.

**Durette-Desset M. C., Chabaud A. G., (1993)** Nomenclature of strongylidae above the family group. *An. Parasitol. Hum. Comp.* 68, 111-112.

**Duval., (1994)** Moyen de lutte contre les parasites internes chez les ruminants. *Agro-Bio.* 370-04. <http://eap.mcgill.ca/agrobio/ab370-04.htm>

**Ejlertsen M., Githigia S.M., Otieno R.O., Thamsborg S.M., (2006)** Accuracy of anaemia scoring chart applied on goats in sub-humid Kenya and its potential for control of *Haemonchus contortus* infections. *Vet. Parasitol.* 141, 291–301.

**El-Azazy O.M.E., (1995)** Seasonal changes and inhibited development of the abomasal nematodes of sheep and goats in Saudi Arabia. *Vet. Parasitol.* 58, 91-98.

**Emberger L., (1961)** Sur la formule applicable en géographie climatique. *Cah. Herb.Seanc. Acad.Sci.* 191, 389-390.

**Etter E., (2000)** Contrôle intégré des strongyloses gastro-intestinales en élevage caprin laitier : l'amélioration de la réponse de l'hôte par l'alimentation, Thèse de doctorat de L'Institut National d'Agronomie Paris-Grignon, 197p.

**Foessel M., (2007)** Evaluation de trois outils d'estimation de la charge parasitaire en production d'agneaux d'herbe biologiques : L'observation de l'état général des animaux, le système FAMACHA© et la spectrofluorimétrie. Mémoire fin d'études d'ingénieur. ENITA de Clermont-Ferrand.France.

**Forgacs P., Provost J., Tiberghion R., (1970)** Étude expérimentale de l'activité anthelminthique de quelques cucurbitacines. *Chim. Thér.* 5, 205-210.

**Frank W., Douvres M.S.,(1957)** Keys to the identification of the immature Parasitic Stages of Gastrointestinal Nematodes of cattle. *American J. Vet. Res.* 18, 81.

**Furman D.P., (1944)** Effects of environment upon the free-living stages of *Ostertagia circumcincta* (Stadelmann) Trichostrongylidae: Laboratory experiments. Am. J. Vet. Res. 5, 79-86.

**Gaba S., Gruner L., Cabaret J., (2006)** The establishment rate of a sheep nematode: revisiting classics using a meta-analysis of 87 experiments. Vet. Parasitol. 140, 302-311.

**Gallidis E., Papadopoulos E., Ptochos S., Arsenos G., (2009)** The use of targeted selective treatment against gastrointestinal nematodes in milking sheep and goats in Greece based on parasitological and performance criteria. Vet. Parasitol. 164, 53-58.

**Gasnier N., (1994)** Isolement du nematode *Teladorsagia circumcincta* au sein des fermes caprines. Influence sur la variabilité morphologique, écologique et génétique. Thèse Sciences, université de Tours, 138 p.

**Gauly M., Schackert M., Erhardt G., (2004)** Use of FAMACHA scoring system as a diagnostic aid for the registration of distinguishingmarks in the breeding program for lambs exposed to an experimental *Haemonchus contortus* infection. Dtsch. Tierarztl. Wochenschr. 111, 430–433.

**Giangaspero M., Bahhady F. A., Orita G., Gruner L., (1992)** Summer- arrested development of abomasal trichostrongylids in Awassi sheep in semi-arid areas of North-West Syria. Parasitol. Res. 78, 594-597.

**Gibbons J., (2002)** Alternative methods of internal parasite control in sheep. University of Aberdeen [www.abdn.ac.uk/organic/organic\\_34](http://www.abdn.ac.uk/organic/organic_34).

**Gibbs H. A., (1986)** hypobiosis in parasitic nematodes - an update. Adv. Parasitol. 25, 129-174.

**Gibson T. E., Everett G., (1972)** The Ecology of the free-living stages of *Ostertagia circumcincta*. Parasitol. 64, 451-460.

**Giudici C., Aumont G., Mahieu M., Sauli M., Cabaret J., (1999)** Changes in gastrointestinal helminth species diversity in lambs under mixed grazing on irrigated pastures in the tropics (French West Indies). *Vet. Res.* 30, 537-581.

**Graber M., (1979)** Bibliographie des parasites internes des animaux domestiques et sauvages du Maghreb, du Sahara et de la Mauritanie. Institut d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux, Maison-Alfort, France. 196p.

**Greer A.W., Kenyon F., Bartley D.J., Jackson E.B., Gordon Y., Donnan A.A., (2009)** Development and field evaluation of a decision support model for anthelmintic treatments as part of a targeted selective treatment (TST) regime in lambs. *Vet. Parasitol.* 164, 12-20.

**Gruner L., Berbigier P., (1988)** Conséquences écologiques de l'irrigation des pâturages sur les parasites internes des ruminants. In : Conditions et effets des axes d'eau en Agriculture. Séminaire. Pp. 289-311, Paris, 9-11 oct. 1985. Ed. INRA Pub.

**Gruner L., et Boulard C., (1982)** Climat et prévention du parasitisme animal. in : Action du climat sur l'animal au pâturage ; INRA Pub. 307-335.

**Gruner L., Foix J., Taranchon P., (1977)** Influence des particularités climatiques de 1976 sur le développement de l'haemonchose ovins en Limousin. In « Pathologie des ovins et des caprins » 3<sup>e</sup> Jour. Rech. Ovine et caprine, 30 nov-1<sup>er</sup> dec 1977. ITOVIC-SPEOC Eds. Paris, 25-28.

**Gruner L., Malczewski A., Gawor J., Nowosad B., Krupinski J., Bouix J., (1998)** Stability of nematode parasite communities of sheep in a Polish flock in relation to years, seasons and resistance status of hosts. *Acta. Parasitol.* 43, 154-161.

**Gruner L., Suryahadi S., (1992)** Irrigation, faecal water content and development rate of free-living stages of sheep *Trichostrongyles*. *Ann.Rech.Vet.* 10, 80-89.

**Guéguan J. F., (2006)** Do parasite organisms have biogeographies ? *Global Ecology and Biogeography*. 15, 318-320.

**Halvorsen O., Bye K., (1999)** Parasites, biodiversity, and population dynamics in an ecosystem in the high arctic. *Vet. Parasitol.* 84, 205-227.

**Henriksen B., Grova L., (2001)** Use of alternative medicine in Norwegian organic husbandry. In: *Positive health: preventive measures and alternative strategies. Proceedings of the 5th NAHWOA Workshop, Rodding, DK, 11-13 November*, 49-50.

**Hertzberg H., Larsen M., Maurer V., (2002)** Biological control of helminths in grazing animals using nematophagous fungi. *Berl. Munch. Tierarztl Wochenschr.* 115, 278-285.

**Hiendleder S., Kaupe B., Wassumuth R., Janke A., (2002)** Molecular analysis of wild and domestic sheep questions current nomenclature and provides evidence for domestication from two different subspecies. *Proceedings of the Royal Society of London, Series B-Biological Sciences*. 269, 893-904.

**Hoberg E. P., Brooks D.R., (2008)** A macroevolutionary mosaic: episodic host-switching, geographical colonization and diversification in complex host-parasite systems. *J. Biogeography*. 35, 1533-1550.

**Hoste H., Chartier C., (1997)** Perspectives de lutte contre les strongyloses gastro-intestinales des ruminants domestiques. *Le point Vet.* 28, 181-187.

**Hoste H., Chartier C., Etter E., Coop R.L., Kyriazakis I., (2001)** Interaction nutrition-parasitisme: L'alimentation peut elle représenter une alternative aux traitements antiparasitaires ? *Bull. GTV, hors-série "Élevage et agriculture biologique"*, 76-78.

**Hoste H., Chartier C., Lefrileux Y., (2002a)** Control of gastrointestinal parasitism with nematodes in dairy goats by treating the host category at risk. *Vet. Res.* 33, 531-545.

**Hoste H., Chartier C., Lefrileux Y., Goudeau C., Broqua C., Pors I., Bergeaud J.P., (2002b)** Distribution and repeatability of nematode faecal egg counts in dairy goats : results from a farm survey and implications for worm control. Res. Vet. Sci. 72, 211-215.

**Hoste H., Chartier C., Lefrileux Y., Goudeau C., Broqua C., Pors I., Bergeaud J.P., Dorchie Ph., (2002c)** Targeted application of anthelmintics to control trichostrongylosis in dairy goats : result from a 2 year survey in farms. Vet. Parasitol. 110, 101-108.

**Hoste H., Le Frileux Y., Pommaret A., Gruner L., Van Quackebecke E., Koch C., (1999)** Importance du parasitisme par des strongles gastro-intestinaux chez les chèvres laitières dans le Sud-Est de la France. Prod. Anim. 12, 377-389.

**Hoston J. R., (1984)** Clinical detection of acute vestibulocerebellar disorders. West J. Med. 140, 910-913.

**Hubert J., Kerboeuf D., Gruner L., (1979)** Study of gastro- intestinal strongylosis in a sheep flock on permanent pasture. 1. Sheep parasitism in 1977. Ann. Rech. Vet. 10, 503-518.

**Idris Um El A.A., Adam S.E.I., Tartour G., (1982)** The anthelmintic efficacy of *Artemisia herba-alba* against *Haemonchus contortus* infection in goats. National Institute of Animal Health Quarterly, Japan, 22, 138-143.

**Jackson F., Miller J., (2006)** Alternative approaches to control – Quo vadit? Vet. Parasitol. 139, 371-384.

**Jackson F., (1993)** Anthelmintic resistance - the state of play. Br. Vet. J. 149, 123-138.

**Jackson F., Jackson E., Little S., Coop R.L., Russel A.J.E., (1992)** Prevalence of anthelmintic-resistant nematodes in fibre-producing goats in Scot land. *Vet. Rec.* 131, 282-285.

**Kaminsky R., Ducray P., Jung M., Clover R., Rufener L., Bouvier J., Weber S.S., Wenger A., Wieland-Berghausen S., Goebel T., Gauvry N., Pautrat F., Skripsky T., Froelich O., Komoin-Oka C., Westlund B., Sluder A., Maser P. (2008a)** A new class of anthelmintics effective against drug-resistant nematodes. *Nature.* 452 (7184), 176-180.

**Kaminsky R.,Gauvry N., Schorderet Weber S., Skripsky T., Bouvier J., Wenger A., Schroeder F., Desales Y., Hotz R., Goebel T., Hosking B.C., Pautrat F., Wieland-Berghausen S., Ducray P., (2008b)** Identification of the amino-acetonitrile derivative monepantel (AAD 1566) as a new anthelmintic drug development candidate. *Parasitol. Res.* 103(4), 931-939.

**Kaminsky R., Bapst B., Stein P.A., Strehlau G.A., Allan B.A., Hosking B.C., Rolfe P.H., Sager H., (2011)** Differences in efficacy of monepantel, derquantel and abamectin against multi-resistant nematodes of sheep. *Parasitol. Res.* 109, 19-23.

**Kaplan R.M., Burke J.M., Terrill T.H., Miller J.E., Getz W.R., Mobini S., Valencia E., Williams M.J., Williamson L.H., Larsen M., Vatta A.F., (2004)** Validation of theFAMACHA© eye color chart for detecting clinical anaemia in sheep and goats on farms insouthern United States. *Vet. Parasitol.* 123, 105-120.

**Kates K.C., (1950)** Survival on pasture of free-living stages of some common gastro-intestinal nematodes of sheep. *Proc.helm.Soc. Wash,* 17, 39-58.

**Kates K.C., (1965)** Ecological aspects of helminth transmission in domesticated animals. *Am. Zoologist.* 5, 95-130.

**Kelly J.D., Hall C.A. (1979)** Resistance of animal helminths to anthelmintics. *Adv Pharmacol Chemother.* 16, 89-128.

**Kenyon F., Greer AW., Coles G., Cringoli G., Papadopoulos E., Cabaret J., Berrag B., Varady M., Van Wyk JA., Thomas E., Vercruyse J., Jackson F., (2009)** The role of targeted selective treatments in the development of refugia based approaches to the control of gastrointestinal nematodes of small ruminants. *Vet. Parasitol.* 164, 3-11.

**Kerboeuf D., Hubert J., (1990)** Efficacité comparée de trois familles d'anthelminthiques vis-à-vis des strongles résistants aux benzimidazoles. *Rec. Méd. Vét.* 166, 771-775.

**Kerboeuf D., Aycardi J. (1999)** Unexpected increased thiabendazole tolerance in *Haemonchus contortus* resistant to anthelmintics by modulation of glutathione activity. *Parasitol. Res.* 85, 713-718.

**Kerboeuf D., Hubert J., (1985)** Winter survival of trichostrongyle larvae: a study using tracer lambs. *Res. Vet. Sci.* 38, 364-366.

**Keyyu J.D., Kyvsgaard N.C., Monrad J., Kassuku A.A., (2005)** Epidemiology of gastrointestinal nematodes in cattle of traditional, small scale dairy and large-scale dairy farms in Iringa district, Tanzania. *Vet. Parasitol.* 127, 285-294.

**Kieran P.J., (1994)** Moxidectin against ivermectin-resistant nematodes— a global view, *Aust. Vet. J.* 71, 18-20.

**Knox D.P., Redmond D.L., Newlands G.F., Skuse P., Pettit D., Smith W.D., (2003)** The nature and prospects for gut membrane proteins as vaccine candidates for *Haemonchus contortus* and other ruminant trichostrongyloids. *Inter. J. Parasitol.* 33, 1129-1137.

**Kochapakde S, Pandey Vs, Pralomkarn W, Choldumrongkul S, Ngampongsai W, Lawpetchara A., (1995)** Anthelmintic resistance in goats In southern Thailand. *Vet. Rec.* 137, 124-125.

**Kohler P., (2001)** The biochemical basis of anthelmintic action and resistance. *Inter. J. Parasitol.* 31, 336-345.

**Koopmann R., Holst C., Epe C., (2006)** Experiences with the FAMACHA-Eye-Colour-Chart for identifying sheep and goats for targeted anthelmintic treatment. *Berl. Munch, Tierarzti, Wochenschr.* 119, 436-442.

**Lacey E., (1988)** The role of the cytoskeletal protein, tubulin, in the mode of action and mechanism of drug resistance to benzimidazoles. *Inter. J. Parasitol.* 18, 885-936.

**Lanusse C.E., Prichard R.K., (1993)** Relationship between pharmacological properties and clinical efficacy of ruminant anthelmintics. *Vet. Parasitol.* 49, 123-158.

**Larson J.W.A., Anderson N., Vizard AL., Anderson GA., Hoste H., (1994)** Diarrhoea in Merinos ewes during winter-association with trichostrongylid larvae. *Aust. Vet. J.* 71, 365-372.

**Larson J.W.A., Vizard A.L., Webb-Ware J.J., Anderson N., (1995)** Production losses in Merinos ewes and financial penalties caused by trichostrongylid infections during winter and spring. *Aust. Vet. J.* 72, 196-197.

**Le Jambre L.F., (2006)** Eradication of targeted species of internal parasites. *Vet. Parasitol.* 139, 360-370.

**Leignel V., Silvestre A., Humbert J.F., Cabaret J. (2010)** Alternation of anthelmintic treatments: A molecular evaluation for benzimidazole resistance in nematodes. *Vet. Parasitol.* 172, 80-88.

**Levine N. D., (1963)** Weather, climate, and the bionomics of ruminants nematode larvae. *Adv. Vet. Sci.* 8, 215-261.

**Levine N.D., Todd K.S., (1975)** Micrometeorological factors involved in development and survival of free-living stages of the sheep nematodes *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Inter. J. Biometeor.* 19, 174-183.

**Little P.R., Hodge R.A., Maeder S.J., Wirtherle N.C., Nicholas D.R., Cox G.G., Conde G.A., (2011)** Efficacy of a combined oral formulation of derquantel-abamectin against the adult and larval stages of nematodes in sheep, including anthelmintic-resistant strains. *Vet. Parasitol.* 2-4, 181-193.

**MAFF (Ministry of Agriculture, Fisheries and Food) (1986)** Manual of Veterinary Parasitology Laboratory Techniques. ReferenceBook 418. HSMO Books.p159.

**Mage C., (2008)** Parasites des moutons : prévention, diagnostic, traitement. France agricole. Editions, 113p.

**Maingi N., Gichanga E.J., Gichohi V.M., (1993)** Prevalence of gastrointestinal helminthes and coccidian parasites and frequency distribution of some nematode genera of goats on some farms in four districts of Kenya. *Bull. Anim. Health Prod. Afr.* 41, 285-290.

**Malan F.S., VanWyk J.A., Wessels C., (2001)** Clinical evaluation of anaemia in sheep: early trials. *Onderstepoort. J. Vet. Res.* 68, 165-174.

**Marotel G., (1948)** Parasitologie vétérinaire. Baillière et fils, Paris.

**Martin P.J., Le Jambre L.F., Claxton J.H., (1981)** The impact of refugia on the development of thiabendazole resistance in *Haemonchus contortus*. *Inter. J. Parasitol.* 11, 35-41.

**Martin R.J., (1997)** Modes of action of anthelmintic drugs. *Vet. J.* 154, 11-34.

**Martin, R.J., (1993)** Neuromuscular transmission in nematode parasites and antinematodal drug action. *Pharmacol. Ther.* 58, 13-50.

**Matchanov N. M., Dadaev S., Zimin Yu. M., Nazarov A.N., Nazarov A.S., (1985)** Survival of the eggs and larvae of nematodes of Karakul sheep in the conditions of central Kazylykum. *Uzbekskii biologicheskii Zburnal.* 5, 41-45.

**Maupas E.F., Seurat L. G., (1913)** La mue et l'enkystement chez les strongles du tube digestif. C. Sci. Biol. 74, 34-38.

**McKenna P.B., (1985)** Diagnosis of gastrointestinal nematode parasitism in goats. In: Proc. of a course in Goat Husbandry and Medecine. Publication 106. Veterinary Continuing Education, Massey University, Palmerston North, New Zealand, Nov, 86-95.

**Meeusen E.N., Piedrafita D., (2003)** Exploiting natural immunity to helminth parasites for the development of veterinary vaccines. Inter. J. Parasitol. 33, 1285-1290.

**Mejia M.E., Belisario F.I., Schmidt E.E., Cabaret J., (2003)** Multispecies and multiple anthelmintic resistance on cattle nematodes in a farm in Argentina: The beginning of high resistance. Vet. Res. 34, 1-7.

**Menkir M.S., Arvid U., Wallerp J., (2007)** Epidemiology and seasonal dynamics of gastrointestinal nematode infections of sheep in a semi-arid region of eastern Ethiopia. Vet. Parasitol. 143, 311-321.

**Meradi S., Bentounsi B., Zouyed I., Cabaret J., (2011)** The steppe species of gastrointestinal nematodes of small ruminants, with a focus on *Marshallagia*: Climate as a key determinant. Parasite. 18, 261-269.

**Michel J.F., Cawthorne R.J.G., Anderson R.M., Armour J., Clarkson M.J., Thomas R.J. (1982)** Resistance to anthelmintics in Britain: husbandry practices and selective pressure, Facts and reflections. IV. Resistance of parasites to anthelmintics. A workshop in the Commission of European Communities animal pathology programme held at the Central Veterinary Institute, Lelystad, The Netherlands, 41-50.

**Molento M.B., (2003)** In: Van Wyk J.A., Nari A., Eddi C., Editors, Proceedings: A Second International Electronic Conference ("Sustainable Worm Management—Where To Now?") FAO-University of Pretoria Helminth Network for Africa.

**Molento M.B., Tasca C., Gallo A., Ferreira M., Bononi R., Stecca E., (2004)** Método FAMACHA como parâmetro clínico individual de infecção por *Haemonchus contortus* em pequenos ruminantes (FAMACHA guide as an individual clinical parameter for *Haemonchus contortus* infection in small ruminants). *Ciências Rural*, Santa Maria, 34, 1139-1145.

**Morgan E. R., Torgerson P. R., Shaikenov B. S., Usenbayev A. E., Moore A. B. M., Medley G. F., Milner-Gulland E. J., (2006)** Agricultural restructuring and gastrointestinal parasitism in domestic ruminants on the rangelands of Kazakhstan. *Vet. Parasitol.* 139, 180-191.

**Moutou F., Pastoret P.P., (2010)** Répartition géographique des animaux domestique: une perspective historique. *Rev. Sci. tech. Off. Inter. Epiz.* 29 (1), 87-94.

**Multivariate Statistical Package (2001)** MVSP. User manual. Version 3.1. KCS, Pentraeth, Wales, UK.

**Nishikawa N., Gruner L., Giangaspero M., Tabbaa D., (1995)** Parasite nematode infections in Awassi adult sheep: distribution through Syrian farm flocks. *Vet. Res.* 26, 162-167.

**Nwoso C.O., Madu P.P., Richards W.S., (2007)** Prevalence and seasonal changes in the population of gastrointestinal nematodes of small ruminants in the semi-arid zone of north-eastern Nigeria. *Vet. Parasitol.* 144, 118-124.

**O' Connor L.J., Walkden-Brown S.W., Kahn L.P., (2006)** Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Vet. Parasitol.* 142, 1-15.

**Oripov A.O., (1982)** Epizootiology of trichostrongylid infections in sheep in Uzbekistan. *Sbornik Nauchnykh Trudov Sredneaziaticeskogo Otdeleniya Vaskbnil.* 9, 89-100.

**Ouattara L., Dorchie P.H.,(2001)** Helminthes gastro-intestinaux des moutons et chèvres en zones subhumide et sahélienne du Burkina Faso. Rev. Méd. Vét. 152, 165-170.

**Ortega- Mora L.M. (1997)** Anthelmintic resistance in nematode parasites from goats in Spain. Vet.Parasitol. 73, 83-88.

**Ouzir M., Berrag B., Benjouad A., Cabaret J., (2011)** Use of pathophysiological indicators for decision of anthelmintic treatment of ewes against gastro-intestinal nematodes in Morocco. Vet. Parasitol. 180, 372-377.

**Palcy C., Schmidt E., Cabaret J., (2000)** Do climatic conditions drive the worldwide distribution of gastrointestinal nematodes of domestic ruminants. Vet. Parasitol., 144, 118-124.

**Paliargues T., Mage C., Boukallouch A., K. Khallaayoune K., (2007)** Etude épidémiologique du parasitisme digestif et pulmonaire des ovins au Maroc. Ann. Méd. Vét. 151, 1-5.

**Pandy V. S., (1974)** Ecological observations on the free-living stages of *Ostertagia ostertagi*. Ann. Rech. Vét. 5, 261-279.

**Pandy V. S., Ouhelli H., Dakkak A., Cabaret J., (1990)** Epidemiology of gastrointestinal helminths of sheep in the Rabat area of Morocco. Ann. Rech. Vét. 21, 259-266.

**Paraud C., Kulo A., Pors I., Chartier C. (2009)** Resistance of goat nematodes to multiple anthelmintics on a farm in France. Vet. Record. 164, 563-564.

**Perez-Del-Olmo A., Fernandez M., Raga J. A., Kostadinova A., Morand S., (2009)** Not every thing is everywhere: the distance decay of similarity in a marine host-parasite system. J. Biogeography. 36, 200-209.

**Poulin R., Morand S., (2004)** Parasite biodiversity. Smithsonian Books, Washington, 216p.

**Presidente P.J.A., (1985)** In resistance in nematodes to anthelmintics. CSIRO Division Animal Health, Glebe NSW, Australia, p13.

**Prichard R.K., (1973)** The fumarate reductase reaction of *Haemonchus contortus* and the mode of action of some anthelmintics. *Inter. J. Parasitol.* 3, 409-417.

**Prichard R.K., (1990)** Anthelmintic resistance in nematodes: extent, recent understanding and future directions for control and research. *Inter. J. Parasitol.* 20, 515-523.

**Prichard R.K., (2001)** Genetic variability following selection of *Haemonchus contortus* with anthelmintics. *Trends. Parasitol.* 17, 445-453.

**Rahmann G., Seip H., (2006)** Alternative strategies to prevent and control endoparasite diseases in organic sheep and goat farming systems: a review of current scientific knowledge. *Reisortforschung für den Ökologischen Landbau*, 49-90.

**Raynaud J.P., (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. *Ann.Parasitol.Hum.Comp.*45, 321-334.

**Reid J.F.S., Armour J., (1972)** Seasonal fluctuations and inhibited development of gastro-intestinal nematodes of sheep. *Res. Vet. Sci.* 13, 225-229.

**Reinecke R. K., Bruckner C.M., De Villiers I.L., (1980)** Studies on *Haemonchus contortus*. III. Titration of *Trichostrongylus axei* and expulsion of *H. Contortus*. *Onderstepoort. J. Vet. Res.* 47, 35-44.

**Requejo-Fernandez J.A., Martinez A., Meana A., Rojo-Vazquez F.A., Osoro K., Ortega- Mora L.M. (1997)** Anthelmintic resistance in nematode parasites from goats in Spain. *Vet.Parasitol.* 73, 83-88.

**Reynecke D.P., Van Wyk J.A., Gummow B., Dorny P., Boomker J., (2011)** Validation of the FAMACHA<sup>®</sup> Eye colour chart using sensitivity/specificity analysis on two South African sheep farms. *Vet. Parasitol.* 177, 203-211.

**Riley D.G., Van Wyk J.A., (2009)** Genetic parameters for FAMACHA<sup>®</sup> score and related traits for host resistance/resilience and production at differing severities of worm challenge in a Merino flock in South Africa. *Vet. Parasitol.* 164, 44-52.

**Rose J. H., (1963)** Observations on free-living stages of the stomach worm *Haemonchus contortus*. *Parasitol.* 53, 469-481.

**Rose J. H., (1964)** Relationship between environment and the development and migration of the free-living stages of *Haemonchus contortus*. *J. Comp. Path.* 74, 163-172.

**Rose M., Saquenet A., (1948)** Observations sur le développement d' *Ostertagia marshalli* ( Nématode : *Trichostrongylidae*). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr.* 39 (7-8), 150-157.

**Rossanigo C. E., (1992)** Rôle de l'eau et de la température sur les taux de développement des nématodes parasites du tractus digestif des ruminants. Thèse Doctorat en parasitologie, Montpellier II, 133 p.

**Russel A., (1984)** Body condition scoring of sheep. *Practice.* 6, 91-93.

**Saidi M., Ayad A., Boulgaboul A., Benbarek H., (2009)** Etude prospective du parasitisme interne des ovins dans une région steppique: cas de la région de Ain D'hab, Algérie. *Ann. Méd. Vét.* 153, 224-230.

**Sangster N., (1996)** Pharmacology of anthelmintic resistance. *Parasitol.* 113 Suppl, 201-216.

**Saquet A., (1945)** Les nématodes parasites des genres *Ostertagia camelostrogylus* chez le mouton d'Algérie. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. 36 (8-9), 132-152.

**Sayers G., Sweney T., (2005)** Gastrointestinal nematode infection in sheep - a review of the alternatives to anthelmintics in parasite control. Anim. Health. Res. Reviews 6, 159-171.

**Schmidt E.E., (2000)** Diversité chez les helminthes de bovins: méthodes d'approches et facteurs de variations. Thèse de Paris XII.

**Schoder J., (2003)**In: **Van Wyk J.A., Nasri A., Eddi C.,** Editors, Proceedings: A Second International Electronic Conference ("Sustainable Worm Management—Where To Now?") FAO-University of Pretoria Helminth Network for Africa.

**Shannon C.E., Weaver W., (1940)** The mathematical theory of communication. III University Press. Illinois. Urbana. 117.

**Sharma L.D., Bahga H.S., Srivastava P.S., (1971)** In vitro anthelmintic screening of indigenous medicinal plants against *Haemonchus contortus* of sheep and goats. Indian J. Anim. Res. 5, 33-38.

**Silvestre A., Cabaret J., (2001)** Résistance aux benzimidazoles chez les nématodes gastro-intestinaux parasites des petits ruminants : Diagnostic moléculaire et stratégies de traitements. Renc. Rech. Ruminants. 8, 175-180.

**Silvestre A., Cabaret J., Humbert J.F., (2001)** Effect of benzimidazole underdosing on the resistant allele frequency in *Teladorsagia circumcincta* (Nematoda), Parasitol. 123, 103-111.

**Silvestre A., Chartier C., Sauvé C., Cabaret J., (2000)** Relationship between helminth species diversity, intensity of infection and breeding management in dairy goats. Vet. Parasitol. 94, 91-105.

**Silvestre A., Leignel V., Berrag B., Gasnier N., Humbert J.F., Chartier C., Cabaret J., (2002)** Sheep and goat nematode resistance to anthelmintic, pro and cons among greeding management factors .Vet. Res .33, 465-480.

**Sissay M., Asefa A., Ugglä A., Waller P.J., (2006)** Anthelmintic resistance of nematode parasites of small ruminants in eastern Ethiopia: exploitation of refugia to restore anthelmintic efficacy. Vet. Parasitol. 135, 337-346.

**Sissay M.M., Ugglä A., Waller J., (2007)** Epidemiology and seasonal dynamics of gastrointestinal nematode infections of sheep in a semi-arid region of eastern Ethiopia. Vet. Parasitol. 143, 311-321.

**Skrjabin K.I., Shikobalova N.P., Shultz R.S., (1954)** Trichostrongylids of animal and man. Natural Sciences foundation, Department of Agriculture, Washington, 483p.

**Slimani H., Aidoud A., Roze F., (2010)** 30 Years of protection and monitoring of a steppic rangeland undergoing desertification. J. Arid Environments 74, 685-691.

**Smith W.D., (1999)** Prospect for vaccines of helminth parasites of grazing ruminants. Inter. J. Parasitol. 29, 17-24.

**Sotomaïor C., Milczewski V., Morais F.R., M.G. Schwartz., (2003)** Evaluation of FAMACHA<sup>®</sup> system: accuracy of anaemia estimation and use of the method on commercial sheep flocks, Proceedings, Vth Inter Seminar in Animal Parasitology Merida, Yucatan, Mexico, 1-3 October, 61-65.

**Soulsby L., (2007)** New concepts in strongyle control and anthelmintic resistance: the role of refugia. Vet. J. 174, 6-7.

**Stafford K. A., Morgan E.R., Coles G.C., (2009)** Weight-based targeted selective treatment of gastro-intestinal nematodes in a commercial sheep flock. Vet. Parasitol. 164, 59- 65.

**Stear M.J., Doligalska M., Donskow-Sghmelter K., (2007)** Alternative to anthelmintics for the control of nematodes in livestock. *Parasitol.* 134, 139-151.

**Suarez., Cabaret J., (1991)** Similarities between species of the Ostertaginae (Nematoda : Trichostrongyloidea) in relation to host-specificity and climatic environment. *Syst. Parasitol.* 20, 179-185.

**Suryahadi., (1986)** Effets de l'irrigation par submersion des pâturages sur l'écologie des strongles gastro-intestinaux et la localisation spatio-temporelle du risque d'infestation des ovins. Thèse Doctorat de troisième cycle, Université des sciences et Techniques du Languedoc, Acad. De Montpellier, 137p.

**Sutherland I.A., Moen I.C., Leathwick D.M., (2002)** Increased burdens of drugs resistant nematodes due to anthelmintic treatment. *Parasitol.* 125, 375-381.

**Swan G.E., (1999)** The pharmacology of halogenated salicylanilides and their anthelmintic use in animals. *J.S. Afr. Vet. Assoc.* 70, 61-70.

**Sykes A.R., McFarlane R.G., Familton A.S., (1992)** Parasites, immunity and anthelmintic resistance, in: *Progress in sheep and goat research*, CAB Inter. Wallingford, UK, 179- 191.

**Tabel J., Sauvé C., Cortet J., Tournadre H., Thomas Y., Cabaret J., (2009)** Fonder l'évaluation de la thérapeutique sur l'individu ou sur le groupe? Un exemple : homéopathie et strongles digestifs des ovins. *Innovations Agronomiques.* 4, 61-65.

**Tarik K.L., Chishti M. Z., Ahmad F., (2010)** Gastro-intestinal nematodes infections in goats relative to season, host sex and age from Kashmir valley, India. *J. Helmin.* 84, 93-97.

**Taylor M., Feyereisen R., (1996)** Molecular Biology and Evolution of Resistance to Toxicans. *Mol. Biol. Evol.* 13, 719-730.

**Thomas D. Rh., Pobert A. J., (1993)** A Key to the identification of arrestedgastrointestinal nematode larvae of sheep in Britain. *Vet. Parasitol.* 47, 77-80.

**Triki-Yamani R.R., Bachir- Pacha M., (2010)** Cinétique mensuelle du parasitisme ovin en Algérie : résultats de trois années d'enquêtes sur le terrain (2004-2006). *Rev. Méd. Vét.* 161, 4, 193-200.

**Uhlinger C., Fleming S., Moncol D. (1992)** Survey for drug-resistant gastrointestinal nematodes in 13 commercial sheep flocks. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 201, 77-80.

**Urquhart G. M., Armour J., Duncan J.L., Dunn A.M., Jennings F.W., (1996)** *Veterinary Parasitology*, 2<sup>nd</sup> Ed. Oxford, UK, Blackwell Science, 292p.

**Van Wyk J.A., (2001)** Refugia - overlooked as perhaps the most important factor concerning the development of anthelmintic resistance. *Onderstepoort. J. Vet. Res.* 68, 55-67.

**Van Wyk J.A., Bath G.F., (2002)** The FAMACHA© system for managinghaemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatments. *Vet. Res.* 33, 437-640.

**Van Wyk J.A., Hoste H., Kaplan R.M., Besier R.B., (2006)** Targeted selectivetreatment for worm management- How do we sell rational programs to farmers? *Vet. Parasitol.* 139, 336-346.

**Van Wyk J.A., Malan F.S., Randles J.L., (1997)** How long before resistance makesit impossible to control some field strains of *Haemonchus contortus* in South Africa with any of the anthelmintics? *Vet. Parasitol.* 70, 111-122.

**Van Wyk J.A., Van Schalkwyk P.C., (1990)** A novel approach to the control of anthelmintic-resistant *Haemonchus contortus* in sheep. *Vet. Parasitol.* 35, 61-69.

**Velu H., (1938)** Les anémies vermineuses du bétail. *Rev. Path. Comp. Hyg. Gén* N° 496 (I), 124-142.

**Vercruyse J., Knox D.P., Schetters T.P., Willadsen P., (2004).** Veterinary parasitic vaccines: pitfalls and future directions. *Trends. Parasitol.*20, 488-492.

**Viegi L., Pieroni A., Guarrera P.M., Vangelisti R., (2003)** A review of plants used in folk medicine in Italy as a basis for a databank. *J. Ethnopharmacol.* 83, 221-244.

**Viers G., Vigneau J.P., (1990)** *Eléments de climatologie.* Nathan, Paris, 224p.

**Wallace H. R., (1961)** The bionomics of the free-living stages of zoo-parasitic and phyto-parasitic nematodes, a critical survey. *Helmin. Abstracts.*30, 313-326.

**Waller P., Faedo M., (1996)** The prospect of the free-living stages of nematode parasites of livestock. *Inter. J. Parasitol.*26, 915-925.

**Waller P.J. (1997)** Nematode parasite control of livestock in the tropics/subtropics: the need for novel approaches. *Int. J. Parasitol.* 27, 1193-1201.

**Waller P.J., Knox M.R., Faedo M., (2001)** The potential of nematophagous fungi to control the free-living stages of nematode parasites of sheep: feeding and block studies with *Duddingtonia flagrans*. *Vet. Parasitol.* 102, 321-330.

**Whitlock J.H., Crofton H.D., Gregori J.R., (1972)** Characteristics of parasite populations in endemic trichostrongylidosis. *Parasitol.* 64, 413-427.

**Witty D., (1999)** Society for Anti-infective Pharmacology. Ninth International Symposium. 3-4 July, Birmingham, UK, *IDrugs.* 2, 874-876.

**Wolstenholme A.J., Fairweather I., Prichard R., Von Samson-Himmelstjerna G., Sangster N.C. (2004)** Drug resistance in veterinary helminths. *Trends. Parasitol.* 20, 469-473.

**Yatsuda A.P., Krigsveld J., Cornelissen A.W., Heck A.J., Devries E., (2003)** Comprehensive analysis of the secreted proteins of the parasite *Haemonchus*

*contortus* reveals extensive sequence variation and differential immune recognition. J. Biol.Chem.278, 16941-16951.

**Zaffaroni E., Manfredi M. T., Citterio C., Sala M., Piccolo G., Lanfranchi P., Host (1990)** specificity of abomasal nematodes in free ranging alpine ruminants. Vet. Parasitol. 90, 221-230.

# Annexes

## Annexe n°1 : Table de SNEDECOR

Utilisation de la Table :

- Calculer  $v_1$  et  $v_2$ .
- Lire la valeur limite de F à la croisée de  $v_1$  et  $v_2$  ( les chiffres de la table sont pour un intervalle de confiance de 95%)
- Si le rapport des variances est plus grand que cette valeur limite de F, les variances diffèrent de façon significative.

$v_1 \rightarrow$ $v_2 \downarrow$	1	2	3	4	5	6	8	12	24	$\infty$
1	161,4	199,5	215,7	224,6	230,2	234,0	238,9	243,9	249,0	254,3
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,41	19,45	19,50
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,74	8,64	8,53
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,91	5,77	5,63
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,68	4,53	4,36
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,00	3,84	3,67
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,57	3,41	3,23
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,28	3,12	2,93
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,07	2,90	2,71
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,91	2,74	2,54
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	2,95	2,79	2,61	2,40
12	4,75	3,88	3,49	3,26	3,11	3,00	2,85	2,69	2,50	2,30
13	4,67	3,80	3,41	3,18	3,02	2,92	2,77	2,60	2,42	2,21
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,70	2,53	2,35	2,13
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,64	2,48	2,29	2,07
16	4,49	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,59	2,42	2,24	2,01
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,55	2,38	2,19	1,96
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,51	2,34	2,15	1,92
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,48	2,31	2,11	1,88
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,45	2,28	2,08	1,84
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,42	2,25	2,05	1,81
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,40	2,23	2,03	1,78
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,38	2,20	2,00	1,76
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,36	2,18	1,98	1,73
25	4,24	3,38	2,99	2,76	2,60	2,49	2,34	2,16	1,96	1,71
26	4,22	3,37	2,98	2,74	2,59	2,47	2,32	2,15	1,95	1,69
27	4,21	3,35	2,96	2,73	2,57	2,46	2,30	2,13	1,93	1,67
28	4,20	3,34	2,95	2,71	2,56	2,44	2,29	2,12	1,91	1,65
29	4,18	3,33	2,93	2,70	2,54	2,43	2,28	2,10	1,90	1,64
30	4,17	3,32	2,92	2,69	2,53	2,42	2,27	2,09	1,89	1,62
40	4,08	3,23	2,84	2,61	2,45	2,34	2,18	2,00	1,79	1,51
60	4,00	3,15	2,76	2,52	2,37	2,25	2,10	1,92	1,70	1,39
120	3,92	3,07	2,68	2,45	2,29	2,17	2,01	1,83	1,61	1,25
$\infty$	3,84	2,99	2,60	2,37	2,21	2,09	1,94	1,75	1,52	1,00

Annexe n°2 : Calcule de l'indice de diversité de Shannon-Weaver (H).

$H = - \sum p_i \log_2 p_i$  ( $p_i$  est la proportion de l'espèce parasitaire  $i$ ).

$\log_2 p_i = \ln p_i / \ln 2$

$H = 3,88$  bits

**Annexe n°3 : Résultats des analyses necropsiques et coproscopiques**

PARASITES DIGESTIFS							SCORES CLINIQUES		
N°/Animaux	autres strongles	<i>Nematodirus spp</i>	<i>M.marshalli</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Eimeria spp</i>	<i>M. expansa</i>	Poids	FAMACHA©	DISCO
85	7	90	7	0			7,3	1	1
86	135	105	15	0	oui	oui	5,2	1	1
87	30	7	0	0			8,2	1	1
88	165	30	15	0		oui	7,5	1	1
89	15	15	0	0			8,8	1	1
90	75	15	0	0			9,7	1	1
91	15	15	7	45		oui	6,8	1	1
92	0	75	0	7	oui		5,2	1	1
93	45	0	15	0	oui		5	1	1
94	30	60	0	0	oui	oui	6,4	1	1
96	45	15	7	0			6,2	1	1
k18909	7	30	15	0			8,3	1	1
18967	30	60	7	0			7,4	1	1
18982	45	7	0	0	oui		8,8	1	1
18985	30	7	7	0		oui	7,5	1	1
18960	45	15	7	0		oui	9	1	1
18964	105	45	7	0	oui	oui	6,9	1	1
18954	120	90	0	0			8,1	1	1
18935	75	60	7	0	oui		9	1	1
18957	7	30	0	0			5,3	1	1
18947	60	7	0	0			5,9	1	1
18940	45	45	7	0	oui		6,5	1	1
20666	45	90	15	0	oui	oui	7,2	1	1
20670	15	90	7	0			8,8	1	1
25061	15	0	0	0			6,5	1	1
20695	15	45	0	0			8,3	1	1
20699	15	15	7	0			5,4	1	1
20643	45	30	15	0			9,2	1	1
20653	30	15	30	0		oui	8,4	1	1
20641	15	45	0	0			7,5	1	1
<b>MOYENNE</b>	<b>44</b>	<b>38</b>	<b>7</b>	<b>2</b>			<b>7,3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

N°/Animaux	PARASITES DIGESTIFS						SCORES CLINIQUES		
	<i>autres strongles</i>	<i>Nematodirus spp</i>	<i>M.marshalli</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Eimeria spp</i>	<i>M. expansa</i>	Poids	FAMACHA©	DISCO
85	360	150	30	0			8,3	1	1
86	180	75	7	0		oui	5,8	1	1
87	30	7	7	0			7,6	2	1
88	150	75	15	0	oui		8,3	1	3
89	45	15	7	0		oui	9,8	1	1
90	150	135	0	0	oui	oui	10,9	1	1
91	180	45	45	0			7,7	2	1
92	30	15	7	0	oui		5,8	1	1
93	315	7	15	0	oui	oui	8,9	1	1
94	630	90	45	0	oui	oui	7,3	1	1
96	300	75	7	0		oui	6,8	1	1
k18909	45	7	7	0			9	2	1
18967	90	15	7	0		oui	8,5	1	1
18982	120	45	7	0		oui	10	1	1
18985	90	45	7	0			8,4	2	1
18960	120	75	15	0			9,8	1	3
18964	360	60	15	0	oui	oui	8	1	1
18954	240	60	15	0	oui	oui	9	1	1
18935	105	30	7	0		oui	10	1	1
18957	15	15	0	0	oui	oui	6	1	1
18947	180	7	7	0	oui		6,8	2	1
18940	210	120	15	0	oui		7,3	2	1
20666	75	75	45	0	oui		9	1	1
20670	30	45	7	0		oui	9,8	1	1
25061	75	30	0	0		oui	7,3	1	1
20695	105	30	7	0		oui	9	2	3
20699	105	45	7	0		oui	6,5	2	1
20643	465	45	15	0			10,3	1	1
20653	90	15	15	0		oui	9,4	1	1
20641	15	15	7	0	oui	oui	8,6	1	1
<b>MOYENNE</b>	<b>164</b>	<b>49</b>	<b>13</b>	<b>0</b>			<b>8,3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

PARASITES DIGESTIFS							SCORES CLINIQUES		
N°/Animaux	<i>autres strongles</i>	<i>Nematodirus spp</i>	<i>M.marshalli</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Eimeria spp</i>	<i>M. expansa</i>	Poids	FAMACHA	DISCO
85	285	120	7	0	oui		9,6	2	1
86	165	75	15	0			6,8	1	1
87	7	60	7	0			8,7	2	1
88	480	75	15	7	oui		9,5	1	1
89	105	45	7	0		oui	11,3	1	2
90	345	45	0	0	oui		12,4	2	1
91	285	105	7	0	oui	oui	9,1	2	1
92 autopsie	75	15	0	0	oui		6,9	1	1
93	195	135	0	0	oui	oui	10,3	1	1
94	210	60	7	0			9	1	1
96	225	30	7	0		oui	8,3	2	2
k18909 autopsie	150	75	7	0		oui	10,6	1	1
18967	90	15	7	0		oui	9,4	1	1
18982	150	15	0	0		oui	11	1	1
18985	60	30	7	7		oui	9,6	2	1
18960	165	60	7	0			11,5	1	1
18964	165	105	15	0	oui	oui	9,1	1	1
18954	90	45	0	0		oui	10,6	1	1
18935	390	90	15	0		oui	11,9	2	1
18957	165	60	7	0			7,3	1	1
18947	195	7	7	0	oui	oui	8	2	1
18940	150	60	7	0		oui	8,5	1	1
20666	120	15	15	0		oui	10,3	2	3
20670	45	15	7	0	oui		11,3	2	1
25061	90	30	15	0			8,3	2	1
20695	15	90	7	0			10,1	2	1
20699	150	7	7	0		oui	8	2	1
20643	195	75	30	7		oui	11,5	1	1
20653	405	120	0	0	oui	oui	10,8	1	1
20641	90	30	7	0	oui	oui	9,9	1	1
<b>MOYENNE</b>	<b>175</b>	<b>57</b>	<b>8</b>	<b>1</b>			<b>9,7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

PARASITES DIGESTIFS							SCORES CLINIQUES		
N°/Animaux	autres strongles	<i>Nematodirus spp</i>	<i>M.marshalli</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Eimeria spp</i>	<i>M. expansa</i>	Poids	FAMACHA	DISCO
85	120	30	15	0	oui		11,5	2	2
86	105	60	7	0			8,5	2	2
87	135	75	30	0		oui	10,6	2	1
88	495	90	30	0	oui		11,5	1	2
89	120	0	15	0			13,4	2	2
90	525	75	7	0	oui		14,3	2	2
91	420	60	7	0			10,8	2	2
93	405	45	7	0	oui	oui	12,4	2	2
94	320	30	45	0		oui	10,6	2	2
96	420	75	7	0		oui	9,8	3	2
18967	105	60	7	0	oui		11,1	3	2
18982	90	7		0		oui	13,1	2	2
18985	300	90	7	0			11,4	2	1
18960	270	30	15				13,5	1	1
18964	285	45	15	0			10,7	2	1
18954	375	60		0	oui		12,5	2	2
18935	135	75	7	0			13,9	2	1
18957	135	45	7	0	oui	oui	8,6	2	1
18947	165	30	7	0			9,4	3	1
18940	270	15	7	0		oui	10	2	1
20666	495	120	7	0	oui	oui	12	2	2
20670	90	60	7	0		oui	13,1	2	2
25061	195	90	15	0		oui	9,9	3	1
20695	210	75	7	0			12,1	3	2
20699	225	60	7	0			9,4	2	1
20643	570	45		0			13,6	2	3
20653	240	45	7	0	oui	oui	12,7	3	2
20641	255	30	7				11,6	2	2
<b>MOYENNE</b>	<b>267</b>	<b>54</b>	<b>12</b>	<b>0</b>			<b>11,5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

PARASITES DIGESTIFS							SCORES CLINIQUES		
N°/Animaux	autres strongles	Nematodirus spp	M.marshalli	Trichuris ovis	Eimeria spp	M. expansa	Poids	FAMACHA	DISCO
85	165	30	7	0	oui	oui	14	3	1
86	225	120	7	0		oui	10,5	3	1
87	330	90	7	0		oui	13,2	3	1
88	285	7	7	0		oui	14,3	2	1
89	300	90	7	0			15,9	1	1
90 autopsie	435	7	0	0	oui	oui	16,5	2	1
91	270	45	7	0			13,2	2	1
93	345	7	7	0	oui	oui	15,2	3	3
94	435	150	15	0	oui	oui	12,9	2	2
96 autopsie	195	105	7	0		oui	12	2	1
18982	225	90	0	0	oui	oui	13,8	2	1
18985	195	75	0	0		oui	15,9	2	1
18954	150	165	0	0		oui	13,9	2	1
18935	270	60	7	0		oui	16,2	2	1
18957	300	90	0	0		oui	13,5	2	1
18947	195	60	7	0		oui	15,3	3	1
18940	75	7	0	0		oui	16,8	2	1
20695	210	15	7	0			10,6	2	1
20643	60	75	0	0		oui	11,7	3	1
20653	360	120	0	0			12,4	2	1
20641	180	105	7	0		oui	14,7	3	1
18934	75	30	0	0		oui	15,9	3	1
45118	240	15	0	0			13,3	2	1
20686	345	75	0	0	oui	oui	14,9	2	1
45134	165	15	7	0			11,3	2	1
20636	30	0	0	0		oui	16,5	3	1
18945	195	7	0	0			15,4	2	1
20501	210	15	0	0		oui	14,1	2	1
<b>MOYENNE</b>	<b>231</b>	<b>60</b>	<b>4</b>	<b>0</b>			<b>14,1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Juillet 2008

PARASITES DIGESTIFS							SCORES CLINIQUES		
N°/Animaux	autres strongles	<i>Nematodirus spp</i>	<i>M.marshalli</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Eimeria spp</i>	<i>M. expansa</i>	Poids	FAMACHA	DISCO
85	585	90	30	0	oui	oui	16	2	1
86	255	60	15	0			12,7	3	2
87	555	105	45	0		oui	15,3	3	1
88	1050	75	30	0	oui		16	3	2
89	675	165	7	0			17,7	3	1
91	1275	75	7	0		oui	15,4	2	1
93	555	30	7	0	oui		17,4	2	1
94	435	60	30	0	oui	oui	15,1	3	1
45163	750	90	0	0		oui	16	3	1
45175	435	150	7	0		oui	18	3	1
45180	780	165	7	0		oui	16,1	3	2
45103	525	105	15	0		oui	18	3	1
18916	300	60	0	0	oui		15,4	3	2
20637	105	60	7	0			17	3	1
20634	360	30	7	0			18,6	3	1
18975	375	15	7	0	oui		12,5	3	1
18934	240	90	0	0	oui		13,4	3	1
20664	510	45	0	0		oui	14,2	3	1
28727	420	30	15	0		oui	16,5	3	1
20678	225	30	7	0	oui		18	2	1
45156	1335	105	7	0			15,5	3	1
18989	90	60	7	0			17	3	1
18967	435	150	0	0	oui	oui	13,3	2	1
20679	255	15	7	0			18,6	3	1
18983	360	15	0	0		oui	17	3	1
18990	945	30	0	0		oui	16	3	2
<b>MOYENNE</b>	<b>532</b>	<b>73</b>	<b>10</b>	<b>0</b>			<b>16,0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

PARASITES DIGESTIFS							SCORES CLINIQUES		
N°/Animaux	autres strongles	<i>Nematodirus spp</i>	<i>M.marshalli</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Eimeria spp</i>	<i>M. expansa</i>	Poids	FAMACHA	DISCO
85 autopsie	630	60	60	0		oui	18	2	2
86	390	90	15	0		oui	14,7	3	3
87 autopsie	750	60	7	0		oui	17,2	4	3
88	1410	270	30	0		oui	18	3	2
89	540	105	15	0			19,6	3	1
91	1185	135	30	0		oui	17,4	3	2
93	720	30	15	0	oui	oui	19	3	1
94	525	90	7	0	oui		17	3	1
45163	930	120	0	0		oui	17,9	4	1
45175	645	90	30	0		oui	20	3	1
45180	495	45	75	0		oui	18	3	3
45103	900	60	60	0			20	3	2
18916	540	105	7	0			17,4	3	1
20637	165	60	45	0			19	3	1
20634	180	75	15	0			20	3	2
18975	345	105	15	0	oui		14	3	1
18934	120	45	45	0			15	3	1
20664	750	120	15	0		oui	16,5	4	3
28727	450	60	7	0		oui	18,5	4	2
20678	510	75	45	0	oui		20	2	1
45156	900	120	60	0			17,3	4	2
18989	435	60	15	0			19,1	3	2
18967	285	30	0	0		oui	15	4	1
20679	210	105	45	0			20,6	3	1
18983	615	90	7	0			19	3	2
18990	570	90	45	0		oui	18,1	4	2
<b>MOYENNE</b>	<b>584</b>	<b>88</b>	<b>27</b>	<b>0</b>			<b>17,9</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

Septembre 2008

PARASITES DIGESTIFS							SCORES CLINIQUES		
N°/Animaux	autres strongles	<i>Nematodirus spp</i>	<i>M.marshalli</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Eimeria spp</i>	<i>M. expansa</i>	Poids	FAMACHA	DISCO
86	570	30	7	0		oui	16,7	3	2
88	915	105	60	0		oui	19,3	3	2
89	180	45	7	0			21,2	2	1
91	435	0	45	0			19	3	1
93	375	60	45	0	oui		21	2	1
94	630	105	30	0			19	3	1
45163	360	90	30	0		oui	20	3	1
45175	255	45	30	0			22,2	3	1
45180	780	45	120	0		oui	20	2	1
45103	690	7	7	0		oui	21,5	2	1
18916	600	15	60	0			19,2	3	1
20637	480	60	15	0			21	2	1
20634	330	45	30	0			22,3	3	1
18975	675	30	45	0			15,9	2	1
18934	405	75	45	0			16,9	3	2
20664	330	75	60	0			18,6	4	1
28727	270	15	30	0		oui	20,9	4	2
20678	615	0	75	0			21,5	3	2
45156	600	30	15	0			19	4	2
18989	60	7	30	0			21	3	1
18967	495	45	0	0		oui	17,3	3	1
20679	240	120	60	0			22,6	2	1
18983	285	60	45	0		oui	21,3	3	2
18990	120	15	45	0		oui	20	4	2
<b>MOYENNE</b>	<b>446</b>	<b>47</b>	<b>39</b>	<b>0</b>			<b>19,9</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Octobre 2008

PARASITES DIGESTIFS							SCORES CLINIQUES		
N°/Animaux	autres strongles	<i>Nematodirus spp</i>	<i>M.marshalli</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Eimeria spp</i>	<i>M. expansa</i>	Poids	FAMACHA	DISCO
86 autopsie	330	45	75	0			18,6	3	2
88 autopsie	120	165	240	0		oui	21,5	3	2
89	75	7	15	0	oui		22,5	2	1
91	195	30	15	0		oui	20,3	1	2
93	240	30	45	0			22,8	3	1
94	330	45	30	0			20,7	2	1
45163	570	7	90	0			21,5	2	1
45175	360	30	60	0		oui	23,9	3	2
45180	465	15	30	0			21,8	1	1
45103	360	30	30	0			23	2	1
18916	600	105	15	0			20,6	2	1
20637	405	7	30	0			22,2	2	2
20634	225	15	90	0			23,4	2	1
18975	75	7	15	0			17,2	1	2
18934	240	0	7	0			18,9	4	2
20664	465	45	30	0			20,8	3	1
28727	300	30	15	0			22,6	2	1
20678	135	7	45	0			23	3	1
45156	240	15	15	0			20,9	2	1
18989	360	45	30	0			22,8	3	1
18967	435	7	45	0			19,2	4	2
20679	270	15	60	0			24	3	1
18983	450	15	45	0			23	2	2
18990	330	45	75	0			21,6	4	1
<b>MOYENNE</b>	<b>316</b>	<b>32</b>	<b>48</b>	<b>0</b>			<b>22</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Novembre 2008

PARASITES DIGESTIFS							SCORES CLINIQUES		
N°/Animaux	<i>autres strongles</i>	<i>Nematodirus spp</i>	<i>M.marshalli</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Eimeria spp</i>	<i>M. expansa</i>	Poids	FAMACHA	DISCO
89	210	15	30	0			24	1	1
91	255	7	30	0		oui	22	2	1
93	135	7	45	0		oui	24	3	1
94	180	30	60	0		oui	23	1	1
45163	330	30	255	0	oui		23	2	1
45175	270	0	180	0		oui	26	1	1
45180	195	45	30	0			23	1	1
45103	105	15	90	0			24	2	1
18916	180	30	45	0			22	1	1
20637	240	45	90	0			24	3	1
20634	75	7	45	0			25	2	1
18975	90	15	30	0			19	1	1
18934	165	7	60	0			20	4	2
20664	345	30	7	0	oui		22	1	1
28727	90	30	75	0			24	3	1
20678	210	75	105	0			25	2	1
45156	120	45	30	0			23	2	1
18989	60	15	15	0			25	3	1
18967	150	7	45	0			21	4	1
20679	195	45	30	0			25	2	1
18983	165	30	30	0			24	3	1
18990	630	30	195	0			23	2	1
<b>MOYENNE</b>	<b>200</b>	<b>25</b>	<b>69</b>	<b>0</b>			<b>23,2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Janvier 2009

PARASITES DIGESTIFS							SCORES CLINIQUES		
N°/Animaux	<i>autres strongles</i>	<i>Nematodirus spp</i>	<i>M.marshalli</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Eimeria spp</i>	<i>M. expansa</i>	Poids	FAMACHA	DISCO
93	210	30	7	0	oui		26,3	3	1
Fx	180	7	60	0	oui	oui	28	1	1
45163	375	30	165	0	oui	oui	26	2	1
45175	450	15	150	0		oui	27,9	2	1
45180	150	7	30	0			25,2	1	1
45103	30	0	105	0			26,3	3	1
18916	75	0	30	0			25,6	1	1
20637	120	7	45	0			26	2	1
20634	15	7	45	0			28	2	1
18975	120	7	15	0			22,9	1	1
18934	60	15	7	0			23,5	4	1
20664	240	7	30	0			25	2	1
28727	30	7	75	0			26	3	2
20678	150	7	15	0			27,4	2	1
45156	45	7	30	0			25,8	2	1
18989	60	7	15	0			27,4	3	1
18967	75	7	15	0			23,3	3	1
20679	15	7	0	0			27,8	1	1
18983	135	7	60	0			27,3	3	1
18990	1050	0	255	0			26,3	2	3
<b>MOYENNE</b>	<b>179</b>	<b>9</b>	<b>58</b>	<b>0</b>			<b>26,1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

Février 2009

PARASITES DIGESTIFS							SCORES CLINIQUES		
N°/Animaux	<i>autres strongles</i>	<i>Nematodirus spp</i>	<i>M.marshalli</i>	<i>Trichuris ovis</i>	<i>Eimeria spp</i>	<i>M. expansa</i>	Poids	FAMACHA	DISCO
93 autopsie	270	0	15	0	oui		27,5	3	1
Fx autopsie	120	7	7	0	oui	oui	29,8	1	1
26845	135		15	0			27	3	1
45101	480	7	30	0			29,6	2	1
45509	7	7	15	0			26,8	1	1
26818	30	0	30	0			27	3	1
26829	45	7	7	0			27,1	1	1
26823	7	7	15	0	oui		27,4	2	1
45191	60	7	7	0			29	2	1
18976	15	0	15	0			24	1	1
41830	75	7	45	0			24,6	4	1
20672	540	7	30	0	oui	oui	26,5	2	1
18937	30	7	15	0			27,1	3	1
27825	7	7	7	0			28,4	2	1
26824	60	7	30	0			27,2	2	1
26825	105	7	7	0			28,4	3	1
18978	120	45	30	0			24,3	3	1
26820	60	0	150	0			29,5	1	1
26828	15	7	7	0			28,6	3	1
45102	165	0	15	0			27,8	2	1
<b>MOYENNE</b>	<b>117</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>0</b>			<b>27,4</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

		1ère autopsie Avril 2008 (4 - 5 mois)			2ème autopsie Juin 2008 (6 - 7 mois)		
		F18909	M092	Moy	F096	M090	Moy
Parasites digestifs	<b>Caillette</b>						
	<b>Adultes</b>	222	312	267	2115	820	1468
	<b>Mâles</b>	97	127	112	555	350	453
	<i>Marshallagia marshalli</i>	40	47	44	100	130	115
	<i>Teladorsagia circumcincta</i>	45	62	54	450	220	335
	<i>Teladorsagia trifurcata</i>	12	18	15	0	0	0
	<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Trichostrongylus axei</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Haemonchus spp.</i>	0	0	0	0	0	0
	<b>Femelles</b>	125	185	155	1560	470	1015
	<i>Marshallagia marshalli</i>	48	64	56	580	110	345
	<i>Teladorsagia spp.</i>	60	95	78	980	260	620
	<i>Trichostrongylus spp.</i>	17	26	22	0	100	50
	<i>Haemonchus spp.</i>	0	0	0	0	0	0
	Boutonnée	0	0	0	0	0	0
	Lisse	0	0	0	0	0	0
	linguiforme B	0	0	0	0	0	0
	linguiforme C	0	0	0	0	0	0
	linguiforme A	0	0	0	0	0	0
	linguiforme I	0	0	0	0	0	0
	<b>Larves</b>						
	Ostertaginae L4	124	120	122	0	20	10
	<i>Trichostrongylus axei</i> L4	7	0	4	0	320	160
	<b>Intestin grêle</b>						
	<b>Adultes</b>	418	250	334	324	232	278
	<b>Mâles</b>	147	76	112	132	110	121
	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	3	0	2	0	0	0
	<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	23	3	13	0	6	3
	<i>Trichostrongylus probolurus</i>	0	0	0	0	0	0
	<i>Nematodirus helvetianus</i>	52	49	51	76	67	72
	<i>Nematodirus filicolis</i>	27	3	15	24	4	14
	<i>Nematodirus spathiger</i>	42	21	32	32	39	36
	<b>Femelles</b>	271	174	223	192	122	157
<i>Trichostrongylus spp.</i>	28	7	18	10	14	12	
<i>Nematodirus spp.</i>	243	167	205	182	108	145	
<b>Larves</b>							
L5 <i>Nematodirus</i> mâles	41	17	29	210	20	115	
L5 <i>Nematodirus</i> femelles	116	27	72	600	80	340	
L4 <i>Nematodirus spp.</i>	0	10	5	420	80	250	
L4 <i>Trichostrongylus spp.</i>	10	10	10	30	100	65	
L5 <i>Trichostrongylus</i> mâles	0	0	0	30	0	15	
L5 <i>Trichostrongylus</i> femelles	0	0	0	30	0	15	
<i>Moniezia expansa</i> adultes	P	P		P	P		
<b>Gros intestin</b>							
Adultes mâles <i>Trichuris ovis</i>	7	0	4	0	0	0	

	Adultes femelles <i>Trichuris ovis</i>	12	0	6	0	0	0
Autres	<i>Dictyocaulus filaria</i>	N	N		P	P	
	<i>Protostrongylidés spp.</i>	N	N		P	P	
	Poux	N	N		N	N	
	larves d'oestrus	N	N		P	P	
	<i>Cysticercus tenuicollis</i>	P	P		P	P	

P: Présence

N : Non Présence

		3ème autopsie Août 2008 ( 8 - 9 mois )			4ème autopsie Octobre 2008 ( 10 - 11 mois )			
		F085	M087	Moy	F086	M088	Moy	
Parasites digestifs	<b>Caillette</b>							
	<b>Adultes</b>	3640	8638	6139	602	3679	2141	
	<b>Mâles</b>	1477	3136	2307	270	1975	1123	
	<i>Marshallagia marshalli</i> (jeunes)	623	476	550	125	1436	781	
	<i>Teladorsagia circumcincta</i>	490	1876	1183	55	160	108	
	<i>Teladorsagia Trifurcata</i>	91	0	46	0	60	30	
	<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	0	140	70	35	34	35	
	<i>Trichostrongylus axei</i>	0	0	0	0	69	35	
	<i>Haemonchus spp.</i>	273	644	459	55	216	136	
	<b>Femelles</b>	2163	5502	3833	332	1968	1150	
	<i>Marshallagia marshalli</i>	910	1176	1043	189	1388	789	
	<i>Teladorsagia spp.</i>	1008	2527	1768	48	190	119	
	<i>Trichostrongylus spp.</i>	154	1092	623	7	126	67	
	<i>Haemonchus spp.</i>	91	707	399	88	264	176	
	Boutonnée	35	315	175	29	105	67	
	lisse	7	70	39	5	0	3	
	linguiforme B	0	0	0	9	0	5	
	linguiforme C	28	182	105	20	105	63	
	linguiforme A	21	140	81	20	54	37	
	linguiforme I	0	0	0	5	0	3	
	<b>Larves</b>							
	Ostertaginae mâles L5	0	20	10	0	0	0	
	Ostertaginae femelles L5	210	120	165	0	0	0	
	Ostertaginae L4	210	200	205	0	0	0	
	<i>Trichostrongylus spp</i> L4	0	0	0	30	0	15	
	<i>Trichostrongylus axei</i> L4	0	100	50	0	0	0	
	<i>Haemonchus spp</i> L4	60	40	50	0	11	6	
		<b>Intestin grêle</b>						
		<b>Adultes</b>	1218	512	865	1018	994	1006
		<b>Mâles</b>	688	212	450	643	539	591
		<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	0	0	0	47	74	61
		<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	160	0	80	131	207	169
	<i>Trichostrongylus probolurus</i>	0	0	0	0	20	10	

	<i>Nematodirus helvetianus</i>	470	160	315	358	181	270
	<i>Nematodirus filicolis</i>	30	20	25	43	24	34
	<i>Nematodirus spathiger</i>	28	32	30	64	33	49
	<b>Femelles</b>	530	300	415	384	455	420
	<i>Trichostrongylus spp.</i>	30	40	35	102	110	106
	<i>Nematodirus spp.</i>	500	260	380	282	345	314
	<b>Larves</b>		N		N		
	<i>Nematodirus spp</i> mâles L5	30	0	15	0	0	0
	<i>Nematodirus spp</i> femelles L5	180	0	90	0	30	15
	<i>Nematodirus spp</i> L4	0	0	0	0	0	0
	<i>Trichostrongylus spp</i> L4	20	0	10	0	15	8
	<i>Trichostrongylus spp</i> mâles L5	30	0	15	0	0	0
	<i>Trichostrongylus spp</i> femelles L5	40	0	20	0	0	0
	<i>Trichostrongylus axei</i> L4	0	0	0	0	15	8
	<i>Moniezia expansa</i> adultes	P	P		P	P	
	<b>Gros intestin</b>						
	Adultes mâles <i>Trichuris ovis</i>	0	0	0	0	13	7
	Adultes femelles <i>Trichuris ovis</i>	0	0	0	0	52	26
<b>Autres</b>	<i>Dictyocaulus.f/Protostrongylidés</i>						
	<i>spp</i>	P/P	P/P		P/P	P/P	
	Poux	N	N		P	P	
	larves d' oestrus / <i>C. tenuicolis</i>	P/P	P/P		P/P	P/P	

		5ème autopsie Décembre 2008 ( 12 - 13 mois )			6ème autopsie Février 2009 ( 14 - 15 mois )		
		F085	M087	Moy	F086	M088	Moy
<b>Parasites digestifs</b>	<b>Caillette</b>						
	<b>Adultes</b>	234	1465	850	72	952	512
	<b>Mâles</b>	93	739	416	28	256	142
	<i>Marshallagia marshalli</i>	42	647	345	0	188	94
	<i>Teladorsagia circumcincta</i>	12	25	19	8	4	6
	<i>Teladorsagia Trifurcata</i>	0	22	11	0	16	8
	<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	0	0	0	8	0	4
	<i>Trichostrongylus axei</i>	6	0	3	0	0	0
	<i>Haemonchus spp.</i>	33	45	39	12	48	30
	<b>Femelles</b>	141	726	434	44	696	370
	<i>Marshallagia marshalli</i>	111	622	367	9	398	204
	<i>Teladorsagia spp.</i>	4	64	34	27	16	22
	<i>Trichostrongylus spp.</i>	4	13	9	4	66	35
	<i>Haemonchus spp.</i>	22	27	25	4	216	110
	Boutonnée	6	3	5	0	64	32
	lisse	1	12	7	0	20	10
linguiforme B	2	6	4	0	8	4	
linguiforme C	4	3	4	0	64	32	

	linguiforme A	4	3	4	4	56	30
	linguiforme I	1	0	1	0	4	2
	<b>Larves</b>		N		N	N	
	Ostertaginae L4	10	0	5	0	0	0
	<i>Trichostrongylus axei</i> femelle L5	10	0	5	0	0	0
<b>Intestin grêle</b>							
	<b>Adultes</b>	257	555	406	325	860	593
	<b>Mâles</b>	153	255	204	225	492	359
	<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	23	36	30	20	116	68
	<i>Trichostrongylus vitrinus</i>	41	155	98	35	344	190
	<i>Trichostrongylus probolurus</i>	19	29	24	0	28	14
	<i>Nematodirus helvetianus</i>	54	16	35	70	4	37
	<i>Nematodirus filicolis</i>	0	19	10	10	0	5
	<i>Nematodirus spathiger</i>	16	0	8	90	0	45
	<b>Femelles</b>	104	300	202	100	368	234
	<i>Trichostrongylus spp.</i>	83	270	177	15	328	172
	<i>Nématodirus spp.</i>	21	30	26	85	40	63
	<b>Larves</b>	N			N	N	
	L5 <i>Nematodirus</i> mâles	0	0	0	0	0	0
	L5 <i>Nematodirus</i> femelles	0	0	0	0	0	0
	L4 <i>Nematodirus spp.</i>	0	0	0	0	0	0
	L4 <i>Trichostrongylus spp.</i>	0	40	20	0	0	0
	L5 <i>Trichostrongylus</i> mâles	0	0	0	0	0	0
	L5 <i>Trichostrongylus</i> femelles	0	0	0	0	0	0
	<i>Moniezia expansa</i> adultes	P	P		P	P	
<b>Gros intestin</b>							
	Adultes mâles <i>Trichuris ovis</i>	5	17	11	12	8	10
	Adultes femelles <i>Trichuris ovis</i>	14	81	48	48	13	31
<b>Autres</b>	<i>Dictyocaulus filaria</i>	P	P		P	P	
	<i>Protostrongylidés spp.</i>	P	P		P	P	
	Poux	P	P		P	P	
	larves d' oestrus	P	P		N	P	
	<i>Cysticercus tenuicollis</i>	P	P		P	P	

## Valorisation du travail : communications nationales et internationales.

### Communications à l'étranger :

Zouyed I., Bentounsi B., **Meradi S.**, Cabaret J. Les nématodes parasites de la caillette des ovins dans les zones steppiques 18. Rencontres Recherches Ruminants. Paris (FRA), 07-08/12/2011, Institut de l'Elevage, 2011: 275. (Communication affichée). - Session : Santé. <http://www.journees3r.fr/spip.php?article3294>.

Bentounsi B., **Meradi S.**, Cabaret J. La typicité des nématodes gastro-intestinaux des ovins en zones steppiques: réalités et conséquences. 55eme Journées Internationales de Biologie, Journées scientifiques de la SFBC/JIB : résumés (deuxième partie), Paris (France), 2-5 Novembre 2010, *Ann. Biol. Clin.*, 2011, 69 (1), 85-115, (Communication affichée).  
[http://www.jle.com/fr/revues/bio\\_rech/abc/sommaire.phtml?cle\\_parution=3460](http://www.jle.com/fr/revues/bio_rech/abc/sommaire.phtml?cle_parution=3460)

Bentounsi B., **Meradi S.** Cabaret J. Des indicateurs simples (anémie et diarrhée) sont liés à l'infestation par les strongles des agneaux en région semi-aride. Congrès de la société française de parasitologie, Poitiers (France), 17-18-19 juin 2009. (Communication orale). <http://medphar.univ-poitiers.fr/paramyc2009/index.htm>

### Communications nationales:

Bentounsi B. **Meradi S.** Zouyed I. Cabaret J. Les nématodes gastro-intestinaux de la steppe (*Marshallagia sp.*), un exemple comparatif en Algérie. 21eme congrès national Vétérinaire, SAMV, 18-19 déc. 2010, Institut Pasteur, Delly Brahim (Alger).

Bentounsi B. **Meradi S.** Dynamique saisonnière des nématodes digestifs sur agneaux traceurs en Algérie. 3ème journées d'épidémiologie animale, 21-22 nov. 2010, Univ. Blida.  
[http://www.univblida.dz/fac\\_agro/seminaireJea3/pdf/BENTOUNSI%20Dynamique%20saisonnier%20des%20nematodes%20digestifs%20sur%20agneaux%20traceurs%20en%20Alg%20rie.pdf](http://www.univblida.dz/fac_agro/seminaireJea3/pdf/BENTOUNSI%20Dynamique%20saisonnier%20des%20nematodes%20digestifs%20sur%20agneaux%20traceurs%20en%20Alg%20rie.pdf).

## Résumé

Les bilans helminthologiques réalisés sur les agneaux d'une ferme pilote de la région steppique d'El Mader (Batna) ont révélé un parasitisme digestif prévalant à 100%. L'importance réside aussi dans la diversité de 11 espèces de strongles répertoriées sur 12 agneaux traceurs utilisés. L'analyse de variance de la dynamique parasitaire annuelle a montrée un effet significatif de la saison pour certaines espèces. L'indice de Krushall et Wallis varie pour *Nematodirus helvetianus* (0.12), *Trichostrongylus colubriformis* (0.09), *Teladorsagia circumcincta* (0.07), *Trichostrongylus vitrinus* (0.12), *Haemonchus contortus* (0.06). Les autres espèces (*Marshallagia marshalli*, *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus probolorus*, *Teladorsagia trifurcata*, *Nematodirus filicolis*, *Nematodirus spathiger* et *Trichuris ovis*) ne varient pas. Les premiers infestant les jeunes, les derniers infestant l'adulte.

Le pic de charge parasitaire est dominant, en Août avec la présence significative de parasites prolifiques et pathogènes: *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta* et *Nematodirus helvetianus* et en automne avec *Marshallagia marshalli* et les espèces du genre *Trichostrongylus*.

L'évaluation des marqueurs physiopathologiques de l'infestation dans ces conditions steppiques a montré que l'indice de diarrhée (DISCO) apparaît comme le meilleur indicateur dans le classement des agneaux selon leur degré d'infestation (80% de classement correcte). Le FAMACHA<sup>©</sup>, l'indice d'anémie, apparaît comme un indicateur faible dans le classement des agneaux selon leur degré d'infestation (50% de classement correcte). Par contre, le gain de poids n'a pas été intéressant, conformément aux études réalisées précédemment. L'indice de diarrhée (DISCO) peut être utilisé localement pour valoriser les nouvelles approches thérapeutiques des traitements ciblés ou *Targeted Selective Treatment* (TST) et *Targeted Treatment* (TT). Pour relier la distribution géographique des nématodes gastro-intestinaux des ruminants aux caractéristiques du climat (et de la végétation) steppique. Une méta-analyse comparative des données de la littérature et par des indices climatiques simples ou sophistiqués, a montré que la distribution de *Marshallagia* parmi les cinq genres rencontrés était surtout concentrée dans les zones steppiques. Alors que les autres espèces étaient présentes dans d'autres régions. Chez les hôtes sauvages, la distribution était beaucoup plus large. La présence de *Marshallagia* a été recensée de manière plus intense et plus constante dans les zones initiales de domestication chez

les petits ruminants domestiques. La distribution de ce parasite, est reliée à de faibles taux de précipitations, à l'inverse de ce qui est noté pour les autres nématodes.

## Summary

Helminthological balances performed on lambs of a pilot farm of the steppe region (El Mader, Batna) revealed a prevalent gastrointestinal parasitism to 100%. The importance also resides in the diversity of 11 species of strongyles listed on 12 tracer lambs used. Analysis of variance of annual parasite dynamics has shown a significant effect of the season for some species. The index of Krushall and Wallis varies for *Nematodirus helvetianus* (0.12), *Trichostrongylus colubriformis* (0.09), *Teladorsagia circumcincta* (0.07), *Trichostrongylus vitrinus* (0.12), *Haemonchus contortus* (0.06). Other species (*Marshallagia marshalli*, *Trichostrongylus axei*, *Trichostrongylus probolorus*, *Teladorsagia trifurcata*, *Nematodirus filicolis*, *Nematodirus spathiger* and *Trichuris ovis*) do not vary. The first infesting young, the last infesting adults.

The peak parasite load is dominant, in August with the significant presence of pathogens and prolific parasites: *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta* and *Nematodirus helvetianus* and in Autumn with *Marshallagia marshalli* and *Trichostrongylus spp.*

The evaluation of physiological markers of infection in these steppe conditions showed that the index of diarrhea (DISCO) appears as the best indicator in the classification of lambs according to their degree of infestation (80% correct classification). The FAMACHA<sup>®</sup>, index of anemia, appears as a low indicator in the ranking of lambs according to their degree of infestation (50% correct classification). On the other hand, weight gain was not interesting either, according to previous studies. The index of diarrhea (DISCO) can be used locally to develop new therapeutic approaches of targeted treatments or *Targeted Selective Treatment* (TST) and *Targeted Treatment* (TT).

To relate the geographic distribution of gastrointestinal nematodes of ruminants to climate characteristics (and vegetation) steppe. The meta analysis of literature data and simple or sophisticated climate indices, showed that the distribution of

Marshallagia among the five encountered was concentrated in the steppe zones. While other species were also present in other regions. In wild hosts, the distribution was much broader. In small domestic ruminants, the presence of Marshallagia was identified more intense and more constant in the initial zones of domestication. The distribution of this parasite is linked to low rainfall, unlike what is observed for other nematodes.

### ملخص:

دراسة مميزات التطفل المعوي الذي يصيب الأغنام في المزرعة النموذجية المعذر باتنة (منطقة سهبية) تكشف بإجراءات التشخيص المباشر (التشريح) أن له أهمية كبيرة تتمثل في نسبة الإصابة العامة بهذه الطفيليات التي تصل إلى 100% أيضا أهميته تكمن في تنوع الطفيليات الموجودة : 11 نوع من الخيطيات المعوية على جانب *Moniezia expansa*.

دراسة الديناميكية الفصلية لهذه الخيطيات المعوية سمحت بتحديد مواسم التفشي الخطرة مثل موسم الربيع الذي ينتهي في شهر أوت بذروة الشحن الطفيلي مع وجود معتبر للخيطيات الآتية: *Haemonchus contortus*, *Teladorsagia circumcincta* وأنواع الطفيليات *Nematodirus spp* لذلك يتطلب هذا الموسم تدخل بمعالجة الأغنام وهذا قبل تطور الشحن الطفيلي فيها الذي ينتج عليه أضرار وخيمة. فصل ثاني يحتاج إلى عناية خاصة يمتاز بتطور الخيطيات الخاصة بفصل الخريف والشتاء مثل: *Marshallagia marshalli*, *Trichostrongylus spp*.

تقدير المؤشرات الفيز ومرضية للعدوى بهذه الخيطيات وفقا للشروط المحلية المستعملة في تربية الأغنام في المزرعة النموذجية كان مهما جدا بالنسبة لمؤشر الإسهال (DISCO) الذي يبدو أفضل مؤشر من بين المؤشرات المستعملة والذي رتب بنسبة 80% الأغنام حسب درجة إصابتها بالطفيليات المفحوصة بطريقة الفحص البرازي (خيطيات أخرى، *Nematodirus spp*, *Marshallagia marshalli*) ويعود ذلك أساسا إلى هيمنة الطفيليات المسببة للإسهال دون التغافل على حساسية الأغنام المحلية من الإسهال، من جهة أخرى يبدو مؤشر فقر الدم (FAMACHA©) ضعيف جدا حيث لم يستطع تصنيف الأغنام إلا بنسبة 50% حسب درجة إصابتها بالطفيليات بينما مؤشر الوزن لم يعط نتائج إيجابية.

في الأخير يمكن استخدام مؤشر (DISCO) لتقويم الطرق الجديدة للعلاج مثل TST و TT لمكافحة خطر انتشار مقاومة الطفيليات للأدوية الكيميائية المستعملة في العلاج.

جانب آخر من الأهداف يتمثل في ربط التوزيع الجغرافي للخيطيات المعوية للحيوانات المجترة بخصائص المناخ والغطاء النباتي السهبي لذلك استخدمت معلومات المراجع الموجودة في هذا المجال وأخرى حديثة تتمثل في مؤشرات بسيطة ومعقدة للتعرف على خصائص المناخ السهبي. أيضا تحاليل استخدمت من أجل تقويم الروابط المتواجدة بين الخيطيات الطفيلية والعوامل المناخية.

النتائج تدل على أن توزيع *Marshallagia marshalli* مقتصر على المناطق السهبية بينما الأنواع الأخرى من الطفيليات تنتشر في مختلف المناخات. بالنسبة للعوائل البرية المتمثلة في الحيوانات البرية فإن انتشار *Marshallagia marshalli* غير محدود تماما بينما عند الحيوانات المجترة الأليفة وجوده منحصر في مناطق التربية الأصلية أيضا انتشار هذا الطفيل مرتبط بقلّة تساقط الأمطار عكس ما لوحظ بالنسبة للطفيليات الأخرى.