

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BATNA 1 -BATNA-
INSTITUT DES SCIENCES VETERINAIRES
ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES



THESE

Pour l'obtention du diplôme de

DOCTORAT EN SCIENCES

Filière

Sciences vétérinaires

Option

Pathologie générale des ruminants

Présentée Par :

LAMINE Zinelabidine

THEME

**Utilisation de certaines plantes médicinales dans le traitement
des parasitoses gastrointestinales des ruminants**

JURY

Président : SAFSAF Boubakeur
Directeur de Thèse : TLIDJANE Majid
Examineur : MEBARKI Mounir
Examinatrice : DEGHNOUCHE Kahramen
Examineur : BENSEGHIR Hassane
Examinatrice : ALLAOUI Assia
Invité : AZIZI Abdennour

Grade et Université

Pr. Univ Batna 1
Pr. Univ Batna 1
MCA. Univ Batna 1
Pr. Univ Biskra
MCA. Univ Batna 2
MCA. Univ Constantine 1
MCB. Univ Batna 1

ANNEE UNIVERSITAIRE : 2024/2025

Dédicace

Je dédie ce travail à mes parents et ma femme.

A mes enfants

A Mon Ami de Toujours Hicham AZIZI, vous m'avez toujours considéré comme un frère. Puisse Allah nous accorder la baraka de réussir ensemble.

A Boukhalfa Djemai, Rahmani Abderrahman, Gouassmia Yacine, pour tout l'intérêt et l'affection qu'ils portent à ma personne. Trouvez ici l'expression de mes sincères remerciements.

REMERCIEMENTS

A NOTRE DIRECTEUR DE THESE

Remerciements

À notre directeur de thèse

Monsieur le Professeur Madjid Tlidjane m'a offert l'opportunité de réaliser un travail passionnant sur une parasitose. Je lui adresse toute ma reconnaissance pour m'avoir guidé, formé, et toujours poussé à donner le meilleur de moi-même. Je le remercie également pour la grande autonomie et l'indépendance qu'il m'a accordées dans mes démarches et réflexions.

À notre co-directeur de thèse

Docteur Abdenmour Azizi a codirigé ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour m'avoir transmis son expérience et ses talents en rédaction scientifique. J'ai eu la chance de bénéficier de ses points de vue critiques, de son enthousiasme et de sa générosité. Sa participation a été essentielle à l'élaboration de ce travail.

À notre jury de thèse

Merci d'avoir accepté de juger ce travail. Nous vous sommes sincèrement reconnaissants pour le temps et l'attention que vous lui avez consacrés.

Je tiens également à exprimer ma gratitude à toutes les personnes, de près ou de loin, ayant contribué à l'accomplissement de ce travail. En particulier :

- **Monsieur Rahmani Abderrahman**, pour son encadrement au sein des laboratoires du Centre de Recherche en Biotechnologie. Merci pour votre soutien constant et votre disponibilité sans faille.
- **Monsieur Boukhalfa Djemai**, pour votre aide précieuse et votre soutien tout au long de ce parcours.
- **Monsieur Gouassmia Yacine**, dont les qualités humaines et professionnelles inspirent respect et estime.
- **Monsieur Bensuissi Chaouki**, pour m'avoir accueilli dans le laboratoire de chimie du Centre de Recherche en Biotechnologie.

- **Madame Dourd Mouna**, Je vous remercie pour votre aide technique.
- **Madame Zouyed Ilhem**, Je vous remercie pour tous vos conseils.

Table de Matière	Page
Première partie : Etude bibliographique	
Introduction	01
Chapitre I- Elevage des petits ruminants dans la steppe algérienne	03
1. La steppe algérienne	03
2. Système d'élevage ovin en Algérie	05
2.1. Système extensif : Pastoral ou nomade	05
2.2. Système semi extensif : agro-pastoral	06
2.3. Système intensif	06
3. Contraintes de l'élevage des petits ruminants	07
3.1. Contraintes alimentaires	07
3.2. Contraintes sanitaires	07
Chapitre II- Les parasitoses gastro intestinales des petits ruminants	08
1. Généralité	08
2. Les nématodes gastro- intestinaux	09
3. Cycle biologique des nématodes gastro-intestinaux	10
3.1. La phase libre	11
3.2. La phase parasitaire	11
3.3. Le dégainement larvaire	12
3.4. L'hypobiose	13
4. Epidémiologie des infestations par les nématodes gastro- intestinaux	14
5. Signes cliniques des strongyloses gastro-intestinales	15
6. Pathogénie des infestations par les strongyloses gastro-intestinales	16
7. Réponses immunitaires	17
8. Diagnostic des infestations par les nématodes gastro- intestinaux	19
8.1. Méthodes parasitologiques	20
8.1.1. Coproscopie	20
8.1.2. Coproculture	22
8.1.3. Bilan parasitaire	24
8.2. Méthodes biochimiques	25
8.2.1. Dosage du pepsinogène sérique	25
8.2.2. Dosage des phosphates inorganiques	26

8.2.3. Autres analyses	26
8.3. FAMACHA	27
Chapitre- III. Les anthelminthiques	29
1. Historique	29
2. Classification des anthelminthiques de synthèse	29
2.1. Les benzimidazoles	31
2.2. Imidazothiazoles et Tétrahydropyrimidines	32
2.3. Les lactones macrocycliques	32
2.4. Le monepantel	33
3. Limites d'utilisation des anthelminthiques de synthèse	34
4. Résistance des nématodes gastro-intestinaux aux anthelminthiques	35
4.1. Mécanismes de résistance aux benzimidazoles	36
4.2. Mécanismes de résistance aux lactones macrocycliques	37
4.3. Mécanismes de résistance des dérivés d'aminoacétonitrile (AADs)	38
4.4. Mécanismes de résistance aux agonistes cholinergiques	39
5. Méthodes alternatives aux anthelminthiques de synthèse	39
Chapitre IV - Médecine ethno-vétérinaire	44
1. Définition	45
2. Historique	45
3. Diagnostic de la maladie	45
4. Pharmacopée ethno-vétérinaire	46
5. Ethnomédecine vétérinaire et médecine conventionnelle	48
5.1. Ethnomédecine vétérinaire	48
5.2. Médecine conventionnelle	48
Chapitre v- Phytothérapie et plantes étudiées	49
1. Phytothérapie	49
1.1. Définition	49
1.2. Historique	49
1.3. L'évolution de la phytothérapie	49
1.4. La phytothérapie dans le monde	51
1.5. La phytothérapie en Algérie	52
1.6. Bénéfices et limites de la phytothérapie	52
1.7. Méthode de préparation de remède	56

2. Les plantes étudiées	57
2.1. <i>Artemisia herba-alba</i>	58
2.1.1. Nomenclature et taxonomie	58
2.1.2. Description botanique	59
2.1.3. Habitat	60
2.1.4. Pharmacopée traditionnelle	60
2.2. <i>Juniperus Phoenicea</i>	60
2.2.1. Nomenclature et taxonomie	61
2.2.2. Description botanique	61
2.2.3. Habitat	62
2.2.4. Pharmacopée traditionnelle	62
Deuxième partie : Expériences réalisées	64
Expérience 1 : Utilisation traditionnelle de plantes médicinales dans le traitement des parasitoses gastro-intestinal des ovins	65
1. Présentation de la région d'étude	65
2. Matériel et méthodes de l'enquête	66
3. Analyse statistique	67
4. Résultats	67
4.1. Motivations du recours à la médecine traditionnelle par les éleveurs	67
4.2. Méthodes de Diagnostic du parasitisme chez les petits ruminants	68
4.3. Plantes médicinales utilisées contre le parasitisme des petits ruminants	69
4.4. Plantes médicinales utilisées contre les autres maladies des petits ruminants	70
5. Discussion	74
6. Conclusion	78
Expérience 2 : Activité anthelminthique in vitro des extraits hydroéthanolique d'<i>Artemisia herba aba</i> et de <i>Juniperus phoenicea</i> sur <i>Teladorsagia circumcincta</i>, nématode de la caillette du mouton	79
1. Introduction	79
2. Matériel et méthodes	82
2.1. Collecte des échantillons des plantes	82
2.2. Préparation des extraits	82
2.3. Collecte de parasites	82
2.4. Test d'inhibition de motilité des vers adultes	83

2.5. Test d'inhibition de l'éclosion des œufs	86
2.6. Analyse statistique	84
3. Résultats	85
3.1. Test d'inhibition de motilité des vers l'adulte	85
3.2. Test d'inhibition de l'éclosion des œufs	79
4. Discussion	88
5. Conclusion	91
Références	
Résumés	

LISTE DES ABREVIATIONS

ADD : Dérives d'amino-acetonitrile

AH : Anthelminthique

AMA : tests de l'inhibition la motilité des vers adultes.

ATP : adenosine tri-phosphate

°C : Degré Celsius

EHIA : tests de l'inhibition de l'éclosion des œufs

FEC : comptage des œufs dans les selles

GABA : Acide gamma aminobutyrique

GIN : Nématodes gastro-intestinales

L1 : Larves de stade 1

L2 : Larves de stade 2

L3 : Larves de stade 3

L4 : Larves de stade 4

mg : milligramme

ml : millilitre

mean : la moyenne

OMS : Organisation mondiale de la santé

OPG : Oeuf par gramme

PBS : Phosphate Buffered Saline

% : Pourcentage

Sd : erreur standard

Liste des figures	Pages
Figure 1 : La steppe Algérienne	03
Figure 2 : Cycle biologique des strongles gastro-intestinaux	11
Figure 3 : Étapes de dégainement larvaire	13
Figure 4 : Critères de diagnose de genre des strongles gastro-intestinaux	22
Figure 5 : Charte du système FAMACHA	27
Figure 6 : Les trois principaux axes de lutte contre les nématodes gastro-intestinaux et les méthodes alternatives correspondantes	40
Figure 7 : <i>L'Artemisia herba-alba</i> dans son milieu naturel	59
Figure 8 : Le Genévrier de Phénicie dans son milieu naturel	61
Figure 09 : Localisation de la région d'étude	66
Figure 10 : tranches d'âge des éleveurs participants	68
Figure 11 : Pourcentage (%) d'inhibition de l'éclosion des œufs	87

Liste des tableaux	Pages
Tableau 1 : Principales espèces de trichostrongles des ruminants.	09
Tableau 2 : Principales classes de molécules anthelminthiques utilisées contre les nématodes gastro-intestinaux des ruminants.	30
Tableau 03 : motifs de recours des éleveurs de la région de M'cif aux soins traditionnels	68
Tableau 04 : signes de parasitisme déclarés par les éleveurs	69
Tableau 05 : plantes médicinales utilisées contre les parasitoses digestives des petits ruminants	69
Tableau 06 : Pourcentage d'utilisation des plantes médicinales contre le parasitisme digestif des ruminants	70
Tableau 07 : fréquence de citation des plantes médicinales utilisées contre les maladies des ruminants	71
Tableau 08 : remèdes traditionnels utilisées contre les maladies des ruminants	72
Tableau 09 : Pourcentage de l'effet nématocide de l'extrait hydro-alcoolique d' <i>A. herba-alba</i> contre les vers adultes de la caillette.	85
Tableau 10 : Pourcentage de l'effet nématocide de l'extrait hydro-alcoolique d' <i>J. phoenicea</i> contre les vers adultes de la caillette.	86
Tableau 11 : effet des extraits d' <i>A. herba-alba</i> et de <i>J. phoenicea</i> par rapport au contrôle positive.	87

Première partie :
Etude bibliographique

Introduction

Les nématodes gastrointestinaux (NGI), communément appelés strongles gastrointestinaux (SGI), représentent un problème majeur pour l'élevage des petits ruminants en pâturage.

Depuis les années 1950, la méthode de contrôle courante repose sur l'utilisation de traitements anthelminthiques (AH) de synthèse (Waller, 2006). Cependant, cette méthode est devenue de moins en moins efficace en raison du développement de résistances aux anthelminthiques (RA) (Tsukahara et al., 2024).

À partir des années 1980, un intérêt croissant s'est manifesté pour la recherche d'alternatives aux traitements AH, afin de ralentir l'apparition des RA. Parmi ces alternatives, l'utilisation de plantes à effet anthelminthique constitue l'une des options explorées. Une des stratégies permettant de collecter ces informations est l'enquête ethnobotanique, qui étudie l'interaction entre les populations et leur environnement, notamment les plantes utilisées en médecine traditionnelle. Cette approche anthropologique prend également en compte les croyances, autrement dit "la culture locale" (Hounzangbé-Adoté, 2004 ; Githiori et al., 2006).

Malgré cet intérêt croissant pour les médecines alternatives, les recherches bibliographiques révèlent que peu d'études ont été consacrées à l'utilisation de plantes médicinales par les éleveurs algériens pour le traitement des parasitoses gastro-intestinales chez les animaux. Les travaux de Miara et al. (2019) ainsi que de Benlarbi et al. (2023) soulignent ce manque de données scientifiques concernant ces pratiques ancestrales.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail, qui vise à valoriser les savoirs traditionnels relatifs aux recettes médicinales à base de plantes, en lien avec les maladies animales en général, et les strongyloses gastro-intestinales en particulier. Plus précisément, il s'agit d'inventorier, auprès des éleveurs du Hodna, les recettes traditionnelles à effet anthelminthique, et d'évaluer *in vitro* l'efficacité de deux recettes à base de plantes médicinales couramment utilisées contre les parasites gastrointestinaux des petits ruminants.

Ce travail est subdivisé en deux grandes parties :

1. Une synthèse bibliographique sur :

- les parasitoses gastro-intestinales chez les petits ruminants ;
- les anthelminthiques et la résistance des NGI aux traitements de synthèse ;
- les méthodes alternatives aux anthelminthiques classiques ;
- la médecine vétérinaire traditionnelle ;
- la description des plantes étudiées : *Artemisia herba-alba* et *Juniperus phoenicea*.

Introduction

2. La présentation des expériences réalisées et des résultats obtenus, à travers :

- une enquête ethnovétérinaire sur l'utilisation de plantes médicinales dans le traitement traditionnel des parasitoses gastro-intestinales ovines.

- une étude de l'activité anthelminthique *in vitro* des extraits hydro-éthanoliques de *Juniperus phoenicea* et d'*Artemisia herba-alba* sur *Teladorsagia circumcincta*, nématode de la caillette du mouton, à l'aide de deux tests : le test d'inhibition de la mobilité des vers adultes et celui de l'inhibition de l'éclosion des œufs.

CHAPITRE I- Elevage des petits ruminants dans la steppe algérienne

1. La steppe algérienne

La steppe algérienne est un espace d'une grande richesse en ressources naturelles. Elle abrite une biodiversité unique, notamment végétale, avec des espèces emblématiques comme l'alfa et l'armoise blanche. Au-delà de son rôle écologique, la steppe est intimement liée à l'histoire et à la culture des populations locales. Les pratiques pastorales ancestrales, transmises de génération en génération, témoignent d'une adaptation remarquable à un environnement difficile. En s'appuyant sur les critères pluviométriques, Aïdoud et al. (2006) situent les limites de la steppe entre 100 et 400 mm de pluviométrie (Figure 1).

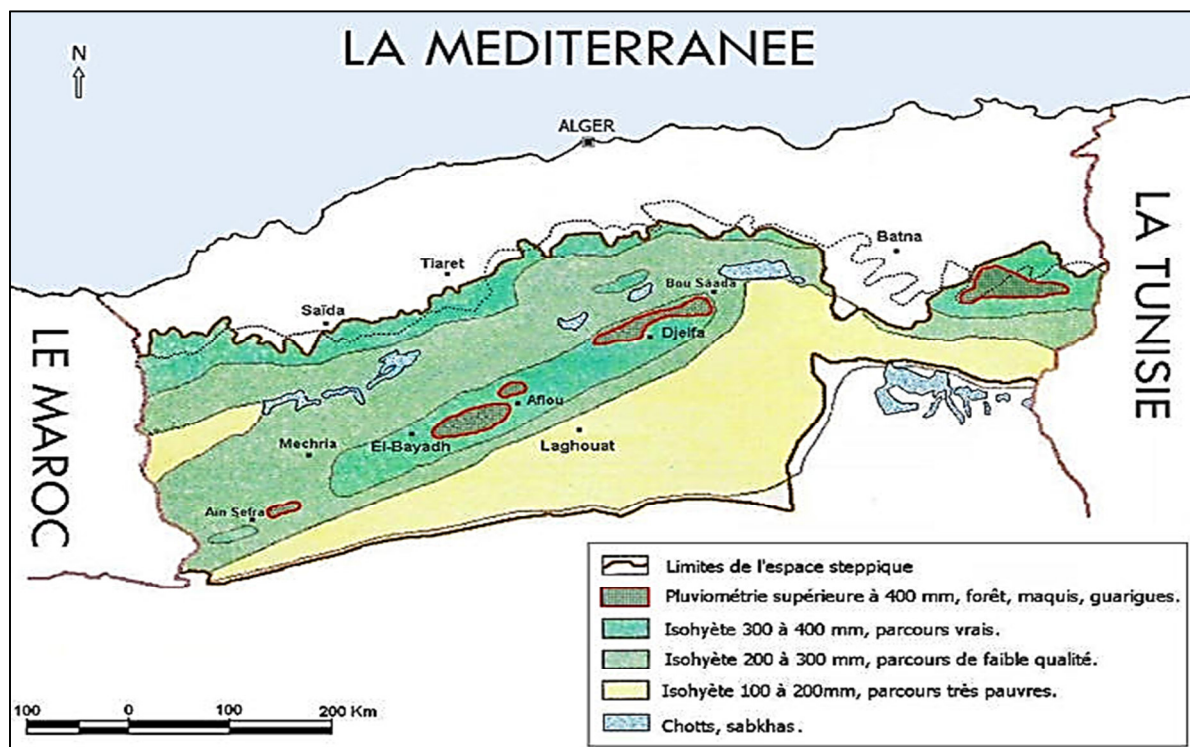


Figure 1: La steppe Algérienne (Senoussi et al., 2014)

Les steppes algériennes abritent des systèmes d'élevage adaptés aux conditions naturelles. L'élevage ovin extensif, prédominant dans certaines régions, et l'élevage caprin, bien implanté dans les zones présahariennes, témoignent d'une longue histoire d'adaptation de l'homme à son environnement. Ces activités pastorales sont non seulement une source de revenus mais aussi un élément clé du patrimoine culturel local (Boussaada, 2021). Elle a toujours été réputée pour son élevage ovin qui est une tradition ancienne. Le système pastoral, autrefois prédominant, est en recul. Les éleveurs optent de plus en plus pour un système agro-pastoral, combinant agriculture et élevage. Face à la variabilité des ressources pastorales, l'alimentation complémentaire est devenue une pratique courante, même si elle représente un coût supplémentaire (Senoussi et al., 2014). Par ailleurs, la taille des cheptels ne cesse d'augmenter ; en conséquence, les pâturages (parcours naturels et vaine pâture) se trouvent chroniquement en état de surcharge (parfois sur toute l'année).

Les éleveurs algériens gèrent près de 15 millions d'ovins et de caprins en élevage extensif. Le mouton domine largement le cheptel, tandis que la chèvre représente une part plus modeste. Bien que l'élevage du dromadaire, du bovin et de la volaille soit également présent, c'est l'élevage ovin, notamment dans les zones steppiques, qui caractérise le paysage pastoral algérien. Le mouton algérien, avec ses aptitudes spécifiques, est particulièrement adapté à ces milieux (Deghnouche, 2011).

Depuis des siècles, dans les régions arides et semi-arides aux conditions climatiques et géologiques difficiles, l'élevage ovin a joué un rôle essentiel pour répondre aux besoins alimentaires d'une population croissante. Ces animaux, parfaitement adaptés à ces milieux, contribuent également à préserver l'équilibre écologique des steppes en fournissant des produits indispensables à l'homme (Yerou et al., 2022).

2. Système d'élevage ovin en Algérie

Les races ovines locales dominent les systèmes d'élevage, qui se distinguent essentiellement par les méthodes d'alimentation utilisées (Rondia, 2006). On y retrouve:

2.1. Système extensif : Pastoral ou nomade

Les troupeaux des régions arides et semi-arides présentent des cycles de reproduction naturels, non régulés par l'homme. Les paramètres tels que le rapport béliers/brebis, la sélection génétique, l'âge de puberté et l'âge de réforme sont déterminés par les conditions environnementales et les mécanismes biologiques intrinsèques à l'espèce (Mamine, 2010), et étant donné sa forte dépendance à l'égard des ressources végétales naturelles, le système pastoral est soumis aux aléas climatiques. Les mouvements des troupeaux sont ainsi directement induits par la recherche de pâturages en fonction des conditions climatiques (Harkat et Lafri, 2007). Ce système de production pastorale est caractérisé par une transhumance saisonnière. Les troupeaux sont déplacés vers les hauts plateaux céréaliers pour profiter des pâturages d'été (Achaba), puis regagnent les régions du sud en hiver (Azzaba) (Harkat et Lafri, 2007)

Le mode de vie traditionnel des éleveurs de cette région était étroitement lié à la mobilité. Les troupeaux ovins, accompagnés de leurs propriétaires, parcouraient sans cesse de vastes étendus, s'adaptant aux variations saisonnières et aux ressources offertes par un écosystème souvent fragile. Ces populations pastorales vivaient en harmonie avec la nature, tirant leur subsistance des pâturages, des points d'eau et d'autres ressources naturelles (Bourbouze, 2000).

Les petits ruminants constituent un pilier de l'économie rurale, en fournissant des revenus, de la nourriture et des matières premières aux populations locales. De plus, la pérennité de l'élevage fournit des services environnementaux comme la prévention d'incendie et de

conservation de la biodiversité. "Les populations pastorales ont développé, au fil des siècles, des savoirs et des pratiques spécifiques pour s'adapter aux contraintes des milieux steppiques. Ce système d'élevage, véritable modèle de résilience, assure leur subsistance dans des conditions climatiques souvent difficiles et imprévisibles (Yerou et Benabdeli, 2010).

2.2. Système semi extensif : agro-pastoral

Système agraire basé sur l'alternance de cultures céréalières et de pâturage ovin sur les hauts plateaux. Les résidus de cultures servent de fourrage pour les ovins, tandis que le fumier enrichit les sols. (Rondia, 2006).

D'après Bencherif (2011), le système nomadisme a été remplacé par un système agropastoral (élevage pastoral et céréaliculture fourragère) avec transhumance occasionnelle vers le Tell ou vers le Sahara, pratiqué par des familles de cultivateurs éleveurs sédentaires, vivant ordinairement dans des habitations fixes situées dans la steppe, et vivant peu sous la tente à l'occasion de quelques déplacements.

2.3. Système intensif

Système de production ovin visant à obtenir rapidement des animaux finis pour la boucherie, à partir d'agneaux issus de systèmes extensifs ou semi-extensifs. Ce système est caractérisé par le confinement des animaux en bergerie ou en enclos d'engraissement. Ce modèle est souvent utilisé pour la finition d'agneaux issus de systèmes extensifs ou semi-extensifs des zones steppiques et céréalières. Les élevages intensifs, situés principalement autour des grandes villes du nord et dans certaines régions de l'intérieur, sont spécialisés dans la production de bétail de boucherie destiné aux consommateurs exigeants, notamment pour les occasions religieuses (Feliachi et al., 2003 ; Adamou et al., 2005).

3. Contraintes de l'élevage des petits ruminants

L'élevage de petits ruminants est confronté à un double enjeu : assurer une alimentation équilibrée aux animaux tout en maintenant un bon état sanitaire des troupeaux

3.1. Contraintes alimentaires

Les systèmes de production en zone steppique sont caractérisés par une association étroite entre les cultures, principalement destinées à l'alimentation du bétail, et l'élevage, créant ainsi un écosystème équilibré. En revanche, les pressions exercées sur l'environnement, notamment le changement climatique, la déforestation et le surpâturage, fragilisent ce système de production traditionnel en entraînant une dégradation des pâturages et une diminution de la biodiversité (Yerou, 2013 ; 2022). Les données du ministère de l'Agriculture (2018) révèlent que ces phénomènes impactent significativement les 25 wilayas à vocation pastorale de l'Algérie. Ces régions, couvrant 32 millions d'hectares, sont caractérisées par une forte densité d'ovins et jouent un rôle essentiel dans l'économie nationale, contribuant à hauteur de 42% à la valeur ajoutée du secteur agricole.

3.2. Contraintes sanitaires

Le manque d'attention sanitaire pour les petits ruminants est un problème général. Souvent, un animal malade est abattu plutôt que soigné par un vétérinaire, en partie à cause de l'éloignement des élevages des villages et d'autre part à cause de l'absence de véhicule pour le transport immédiat. De plus, l'encadrement sanitaire dans la région de M'sila est limité aux inspections vétérinaires, principalement des campagnes de vaccination. Ces facteurs rendent difficile le travail des inspections vétérinaires, les réduisant à ces actions ponctuelles (campagnes de vaccination).

CHAPITRE II- Les parasitoses gastro-intestinales chez les petits ruminants**1. Généralité**

L'élevage de petits ruminants, notamment de moutons et de chèvres, est confronté à un véritable fléau : les parasites intestinaux. Parmi les plus nuisibles, on retrouve la coccidiose, la distomatose, la téniasse et la strongylose. Ces agents s'attaquent au système digestif des animaux, provoquant divers troubles tels que la diarrhée, la perte d'appétit, l'anémie et, dans les cas les plus graves, la mort (Urquhart et al., 1996; Jacquet, 1997). Les conséquences de ces infestations parasitaires sont multiples et lourdes. Sur le plan économique, elles engendrent des pertes considérables pour les éleveurs. La baisse de la production de lait et de viande, associée à l'augmentation des coûts de traitement, réduit significativement la rentabilité des exploitations (Kaplan, 2004). De plus, la valeur marchande des animaux infestés est diminuée, ce qui représente une perte supplémentaire pour les éleveurs (Knox et al., 2006).

Pour mesurer l'ampleur du problème à l'échelle mondiale, il suffit de considérer les dépenses consacrées aux médicaments antiparasitaires. Ces ventes, qui ne reflètent qu'une partie des coûts totaux liés aux infestations, se chiffrent en dizaines de milliards de dollars chaque année. Ce chiffre vertigineux témoigne de l'importance des enjeux économiques liés aux parasites intestinaux dans l'élevage de petits ruminants (Roeber et al., 2013).

Les nématodes gastro-intestinaux représentent la principale cause de parasitisme digestif chez les petits ruminants. Les pathologies qui en résultent sont regroupées sous le terme de strongyloses (Euzéby, 1963). Les strongyloses sont des parasitoses courantes dans les élevages ovins et caprins, caractérisées par une évolution chronique et souvent subclinique, ce qui peut conduire à une sous-estimation de leur impact et à une confusion avec des troubles nutritionnels. La maîtrise des strongles gastro-intestinaux (SGI) est un enjeu majeur de la santé des petits ruminants en élevage extensif. Comme l'ont souligné Ravinet et al. (2017), ces espèces sont plus vulnérables aux infestations parasitaires que les bovins.

2. Les nématodes gastrointestinaux (NGI)

Les nématodes du tractus digestif appartiennent à deux superfamilles différentes au sein de l'ordre des Strongyloidea ; Trichostrongyloidea (capsule buccale manquante ou très réduite) et Strongyloidea (capsule buccale infundibuliforme avec ou sans lames tranchantes) ; (Euzeby, 1963)

La plupart des NGI des petits ruminants appartiennent à la famille des Trichostrongylidae, subdivisée en quatre sous-familles : Haemonchinae, Trichostrongylinae, Ostertagiinae, Cooperiinae (Tableau 1).

Tableau 1 : Principales espèces de trichostrongles des ruminants (Urquhart et al., 1996)

Sous familles	Especies	Localisation	Hôtes
Haemonchinae	<i>Haemonchus contortus</i> <i>Haimonchus placei</i> <i>haimonchus longistipes</i>	Abomasum	Ovins, Caprins Bovins Dromadaires
Trichistrongylinae	<i>Trichstongylus colubriformis</i> <i>Trichstongylus axei</i> <i>Trichstongylus vitrinus</i> <i>Trichstongylus capricola</i>	Intestin grele Abomasum Intestin grele Intestin grele	Ovins, Caprins, Bovins Ovins, Caprins, Bovins, Porcs, Chevaux Ovins, Caprins Ovins, Caprins
Ostertagiinae	<i>Teladorsagia circumincicta</i> <i>Ostertagia ostertagi</i> <i>Ostertagia occidentalis</i> <i>Ostertagia trifurcata</i>	Abomasum	Ovins, Caprins Bovins Ovins Ovins, Caprins
Cooperiinae	<i>Cooperia curtecei</i> <i>Cooperia oncophora</i> <i>Cooperia punctata</i>	Intestin grele	Ovins, Caprins Bovins Bovins
Nematodirinae	<i>Nematodirus battus</i> <i>Nematodirus helvetianus</i> <i>Nematodirus spathier</i> <i>Nematodirus fillicolis</i>	Intestin grele	Ovins, Bovins Bovins Ovins, Caprins, Bovins Ovins, Bovins
Oesophagostominae	<i>Oesophagostomum venulosum</i> <i>Oesophagostomum columbiatum</i> <i>Oesophagostomum radiatum</i>	Caecum, Colon	Ovins, Caprins Ovins, Caprins Bovins, Buffalo
Chabertilinae	<i>Chabertia ovina</i>	Colon	Ovins, Caprins, Bovins

La classification précédemment évoquée est fondée sur une approche morphotaxinomique. Elle consiste à différencier les diverses espèces de Trichostrongyles en s'appuyant sur l'étude détaillée de caractères morphologiques précis observés chez les vers adultes. Ces caractères incluent notamment la longueur totale du nématode, les particularités de l'appareil buccal (capsule buccale), de la bourse copulatrice caudale, ainsi que la morphologie des spicules, organes copulateurs mâles. La classification des trichostrongyles peut désormais être améliorée, voire révisée, à l'aide de méthodes moléculaires basées sur le polymorphisme de certaines enzymes, gènes ou ADN génomiques des trichostrongyles. Ceci est rendu possible par le développement de techniques de phylogénétique moléculaire (Gouÿ De Bellocq et al., 2001 ; Delannoy-Normand, 2010).

Chez la plupart des petits ruminants au pâturage existe un poly-parasitisme (plusieurs espèces de strongles colonisent différentes portions du tube digestif au même moment chez un même individu, constituant une communauté d'helminthes). Les nématodes : *Teladorsagia circumcincta*, *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis*, et *Trichostrongylus axei* font partie des espèces de NGI ayant une action pathogène majeure. En revanche, *Coperia curticei* et *Oesophagostomum venulosum* sont rarement pathogènes seuls mais peuvent provoquer une gastroentérite parasitaire en cas de polyparasitisme (Zajac, 2006).

3. Cycle biologique des NGI

Le cycle biologique de la NGI est monoxène, ce qui signifie qu'elle n'a qu'un seul hôte, et passe par deux phases : endogène et exogène (Figure 2).

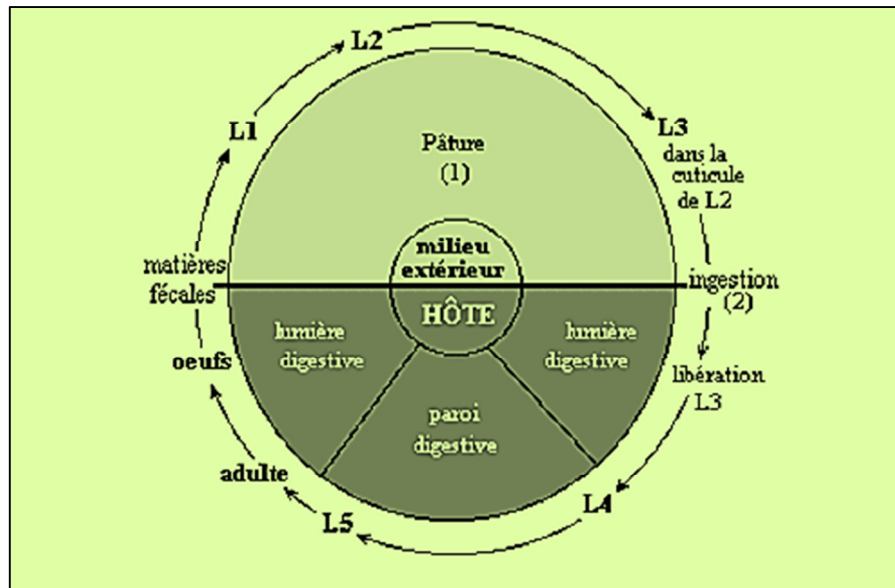


Figure 2 : Cycle biologique des strongles gastrointestinaux (Jaquet, 1997)

3.1. La phase libre (exogène)

L'élimination des œufs par les vers femelles dans les excréments de l'hôte marque le début de la phase exogène. Les œufs éclosent en larves rhabditiformes de premier stade (L1) si la température et l'humidité sont favorables. Une larve L2 se développe à partir de la larve L1. Ces stades de transition, L1 et L2, se nourrissent et sont peu résistants en milieu externe. Après avoir subi une mue, la larve L2 évolue vers le stade de larve strongyliforme (L3). Cette larve L3 ne s'alimente pas et elle est protégée par la cuticule de la L2. Comme la gaine entoure complètement la larve (L3), sa période de survie au pâturage varie considérablement selon les espèces et les conditions climatiques (par exemple 3-4 semaines en moyenne dans le cas de *Haemonchus spp.* en zones tropicales, *Teladorsagia spp.* pouvant survivre 6-12 mois en zones tempérées). Ses réserves glycogéniques et lipidiques lui permettent de vivre et de se déplacer. La L3 possède un hygrotropisme positif, un phototropisme négatif et un géotropisme négatif (Graber et Perrotin, 1983).

3.2. La phase parasitaire (endogène)

La phase endogène proprement dite commence par l'ingestion des larves L3 par l'hôte lors du pâturage. Une fois ingérées les L3 sortent de leur gaine (sous l'influence de stimuli tels que CO₂, pH et

température) dans le compartiment qui précède le site occupé par le stade adulte, puis les L3 dégainées pénètrent dans les muqueuses pour continuer leur développement en larves du 4^{ème} stade (L4). Ces dernières, avant de passer au stade adulte mature et se féconder, s'enkystent fréquemment lors de longues périodes sèches défavorables : c'est le phénomène de l'hypobiose larvaire et elles reprendront leur développement lors de la saison des pluies suivante. Après la mue, les larves 4 retournent dans la lumière du tube digestif et vont évoluer en stade 5 ou stade juvénile (S5). Les S5 sont par la suite considérés comme adultes une fois la maturité sexuelle acquise (Rogers et Sommerville, 1957). Le temps écoulé entre l'ingestion des L3s par l'hôte et la première ponte d'oeuf par les vers femelles est appelée la période prépatente (Novilla, 2005). Au terme de cette période prépatente, les œufs sont émis dans la lumière de l'appareil digestif et éliminés avec les fèces sur la pâture (Anderson et Rings, 2009). La plupart des NGI commencent à produire des œufs environ trois semaines après l'infestation.

3.3. Le dégainement larvaire

La perte de la cuticule, phénomène physiologique essentiel au développement des nématodes, est déclenchée par des signaux internes et externes. Ce processus, appelé mue, se déroule en trois étapes successives. Dans un premier temps, le nématode entre dans une phase de léthargie au cours de laquelle son activité métabolique diminue. Ensuite, l'ancienne cuticule se sépare de l'épiderme sous-jacent, phénomène appelé apolyse. Enfin, lors de l'ecdysis, la nouvelle cuticule, déjà formée sous l'ancienne, est expulsée et le nématode émerge au stade larvaire suivant (Singh et Sulston, 1978 ; Page et al., 2014).

Dans la phase extérieure, les larves subissent deux mues après l'éclosion de l'œuf. Le système endocrinien des larves (œuf, L1 et L2) régule le processus de mue. On suppose que la suspension des mécanismes endocriniens normaux est la cause du retard du dégainage de la L2 (Rogers et Sommerville, 1957 ; Hertzberg et al., 2002). Durant la phase interne, le développement nécessite un stimulus de l'hôte suite à l'ingestion de L3. Le site de libération dans le système gastrointestinal est déterminé par le liquide riche en protéases et en acétylcholinestérase qui est sécrété et excrété par les

cellules glandulaires de la larve L3 (via les pores excréteurs) en réponse à ce stimulus. L'espèce de NGI détermine ces stimuli. Selon Rogers et Sommerville (1963), La variation de température pendant l'ingestion a été mentionnée comme stimulus. Ensuite, la larve infestante se dégainé en trois étapes : 1) le développement d'un anneau indenté dans la région antérieure de la gaine ; 2) la digestion du capuchon et sa séparation du reste de la gaine ; et 3) la sortie de la L3. Le dégainement de la larve infestante s'opère ensuite en 3 étapes successives (Figure 3) : 1) la formation d'un anneau indenté dans la partie antérieure de la gaine ; 2) la digestion et la séparation de capuchon du reste de la gaine ; 3) la sortie de la L3 (Gamble et Zajac, 1992).

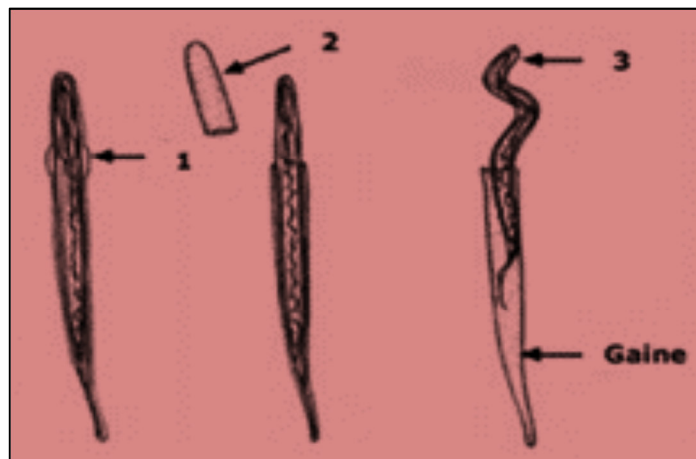


Figure 3 : Étapes de dégainement larvaire (Brunet, 2008)

3.4. Le hypobiose

Le phénomène connu sous le nom d'« hypobiose larvaire ou développement larvaire retardé » se produit dans le cycle de vie des NGI lorsque les larves s'enkystent dans la muqueuse digestive et retardent leur développement lors de la transition de L3 à L4. Le terme « hypobiose » fait référence à un stade de la vie « endormie » des larves au cours duquel elles peuvent reprendre leur développement normal mais ne maintenir qu'un très faible niveau de métabolisme (dérivé des mots grecs « hupo » signifiant sous et « bios » signifiant vie) (Bosc, 2016). Chez les nématodes parasites, on distingue essentiellement deux types d'hypobiose : l'hypobiose saisonnière est un événement annuel qui se produit au cours de la même saison et qui dépend de l'adaptation des nématodes à un environnement

particulier et de leur réceptivité aux stimuli environnementaux externes agissant sur les larves infectieuses, provoquant un arrêt à un stade ultérieur du développement. L'hypobiose non spécifique peut survenir à tout moment et ses causes peuvent être des facteurs liés à l'hôte ou au parasite qui affectent l'environnement immédiat du nématode, provoquant une inhibition du développement. L'hypobiose est considérée comme un problème dans l'élevage, car elle permet au parasite de disposer d'une multitude de formes infectieuses à des moments du cycle de vie de l'hôte (pré-post-partum) qui coïncident avec la présence de jeunes animaux sensibles. Elle assure la transmission du parasite d'une génération à l'autre. Les L4 enkystés étant moins vulnérables aux anthelminthiques, ils peuvent favoriser le développement de résistances à ces derniers (Zajac et Garza, 2020).

4. Epidémiologie des infestations NGI

Les infestations de nématodes gastrointestinaux menacent considérablement le bétail, en particulier les bovins, les ovins et les caprins. Des recherches récentes menées en Algérie ont révélé que les moutons sont infestés par diverses espèces de parasites gastrointestinales (Zouyed et al., 2018).

Il existe des variations saisonnières dans les taux d'infestation, atteignant un pic dans les régions tropicales après le début de la saison des pluies précédée par une saison sèche prolongée, par conséquent ; l'humidité élevée et les températures optimales favorisent l'éclosion des œufs et le développement des L3. L'importance de la contamination des pâturages en larves L3 dépend de plusieurs éléments :

* Le niveau d'excrétion des œufs (Par exemple, *T. circumcincta* et *T. colubriformis* présentent seulement quelques centaines d'œufs, tandis que *H. contortus* est extrêmement prolifique, produisant entre 5 000 et 10 000 œufs par femelle et par jour),

* L'oxygénation, l'humidité et la température sont des facteurs qui influencent l'éclosion, le développement et la survie des larves (les températures et les pourcentages d'humidité optimaux sont de

23 à 28°C, 60 à 70% respectivement). En période de chaleur, la majorité des larves disparaissent des pâturages en 3 mois (Rose et al., 2016).

* Le niveau de chargement et de la durée d'exploitation des parcelles par les animaux.

Les éléments suivants déterminent l'importance des infestations de petits ruminants :

* Le comportement alimentaire de l'hôte : le risque d'infestation est plus élevé chez les ovins qui ont un comportement de brouteur inféodé à l'herbe que chez les caprins qui ont également un comportement de cueilleur exploitant les plantes arbustives.

* La résistance de l'hôte : les jeunes animaux sont plus sensibles et réceptifs que les adultes, tout comme les animaux ayant de meilleurs niveaux de production (Hoste et al., 2006). Les quantités et qualités de la ration influencent également la capacité de l'hôte à acquérir puis à exprimer son immunité.

* L'excrétion fécale présente des variations saisonnières marquées chez certains animaux. On observe notamment deux pics : un pic printanier lié à la levée de l'hypobiose ("spring rise") et un pic post-partum associé à une immunosuppression temporaire ("post-parturient rise"). Ces deux phénomènes se conjuguent chez les femelles dont la mise-bas se déroule en printemps, induisant un pic d'excrétion particulièrement élevé, qualifié de "peri-parturient rise (Gibbs, 1986).

* La résilience de l'hôte, et sa capacité à continuer à produire même lors d'infestation par des parasites pathogènes (Mahieu, 2014).

5. Signes cliniques des strongyloses gastro-intestinales

Le degré d'infestation de l'hôte détermine en grande partie la gravité de ces effets. D'autres variables liées aux nématodes (comme le type ou le nombre d'espèces présentes dans les différents organes digestifs) ou à l'hôte (comme l'espèce, l'âge ou la malnutrition) jouent également un rôle.

La perturbation de la physiologie digestive par les nématodes, entraînent une réorientation des métabolismes protéique et énergétique. En conséquence, l'évolution des strongyloses gastro-intestinales se fait généralement sur un mode chronique avec une expression subclinique correspondant surtout à des retards de croissance chez les jeunes animaux (Kyriazakis et al., 1996 ; Torres-Acosta, 1999), à des pertes de production et des altérations de la qualité de la viande, du lait et de la laine chez les adultes. Les infestations massives d'animaux sensibles peuvent toutefois provoquer une manifestation clinique qui se manifeste par une perte d'appétit pouvant se traduire par une anorexie, une perte de poids, une asthénie et une diarrhée excessive et incontrôlable. Ces symptômes sont généralement non spécifiques et peuvent parfois entraîner la mort (Urquhart et al., 1996 ; Knox et al., 2006).

Les lésions de gastrite catarrhale, œdémateuse ou chronique sont découvertes après autopsie. Au niveau de l'intestin grêle, où la paroi devient parfois plus épaisse, les lésions sont moins visibles. Les nématodes hématophages, comme *H. contortus*, entraînent une anémie et un œdème plus remarqué (signe de la bouteille), si la spoliation sanguines dans la caillette est récurrente ou continue (Urquhart et al., 1996).

6. Pathogénie des infestations par les strongyloses gastro-intestinales

L'action des nématodes au niveau de la lumière du tractus digestif est caractérisée par des lésions au niveau de l'épithélium, notamment une abrasion des villosités, une altération sévère des entérocytes de l'intestin, ainsi que des modifications des cellules glandulaires et une réduction de la densité des cellules pariétales sécrétant du Hcl dans la caillette. Ces changements structurels auront donc des effets fonctionnels importants, comme l'élévation du pH de cette dernière, ce qui rendra moins efficace la conversion du pepsinogène en pepsine, la modification de l'activité enzymatique intestinale et de la perméabilité épithéliale, et la modification du péristaltisme et des hormones peptidiques gastrointestinales (cholécystokinine, gastrine) (Hoste et al., 1997).

Une diminution de l'ingestion, une mauvaise digestion et une absorption insuffisante des nutriments sont les conséquences d'une telle perturbation des structures et du fonctionnement du système digestif. La présence de vers augmente les besoins de l'hôte pour préserver l'homéostasie sanguine, l'intégrité des épithéliums digestifs et pour déclencher une réponse immunitaire, tous ces facteurs se produisant simultanément avec cette diminution de l'apport nutritionnel. En conséquence, les nutriments sont détournés des sites de synthèse habituels (muscle, mamelle et follicule pileux) vers des sites endommagés, augmentant encore les pertes de production. Ainsi, le parasitisme par les nématodes gastrointestinaux entraîne une perturbation importante des métabolismes, notamment celui des protéines (Hoste et al., 1997 ; Knox et al., 2006).

Les processus de ces perturbations physiopathologiques sont ; la spoliation directe du chyme alimentaire, des tissus pariétaux ou des vaisseaux sanguins de l'hôte, l'effet mécanique abrasif de la fixation des nématodes aux épithéliums digestifs, la libération dans leur environnement de produits d'excrétion/sécrétion au rôle encore mal connu et de nature biochimique variée (dont des protéines présentant une activité enzymatique, par exemple des protéases, acétylcholinestérases et hyaluronidases), certains étant toxiques pour les cellules de l'hôte.

7. Réponses immunitaires

Le processus par lequel se développe l'immunité aux NGI est complexe et très varié. Le développement de mécanismes de réponse est dû à une immunité innée et/ou acquise. La première ligne de défense est l'immunité innée, qui reconnaît le type et la présence d'une infection. Elle fonctionne de trois manières différentes : chimiquement, mécaniquement et cellulièrement.

Les barrières physiques innées à la création et à la survie des NGI sont particulièrement importantes. L'épithélium du tractus gastro-intestinal, qui fonctionne comme une barrière physique et reconnaît les antigènes larvaires pour déclencher la réponse immunitaire acquise, (Mcrae et al., 2015). De nombreuses études ont démontré qu'une infestation gastro-intestinale est suivie d'une augmentation de

la production de mucus par les cellules de surface du tractus gastro-intestinal. Le mucus est principalement composé de substances chimiques aux propriétés antibactériennes ainsi que de protéines appelées mucines, qui lui confèrent une consistance visqueuse. En plus de ça, l'infection modifiera la contractilité du muscle lisse entérique (Kim et Khan, 2013).

L'immunité acquise repose sur des mécanismes dont la mise en place nécessite du temps et qui, souvent, ne démontrent leur pleine efficacité que lors d'un second contact avec l'antigène. Cette capacité de reconnaissance conduit à l'établissement d'une mémoire immunitaire. Baker et al. (1993) a montré une augmentation des cellules IgM+B dans les ganglions lymphatiques drainant la caillette chez les veaux infestés par NGI. Dans l'étude de Tuo et al. (2016) sur les réponses immunitaires de la muqueuse de la caillette et l'inflammation des bovins, ses résultats indiquent que les bovins présentaient une caillette enflammée avec des ganglions lymphatiques drainants élargis, la présence de niveaux plus élevés d'anticorps spécifiques à *Ostertagia* en circulation. Le niveau de cellules B était élevé dans la muqueuse de la caillette, où les cellules B étaient 4 fois plus élevées dans la muqueuse nodulaire (présence de larves). Les cellules CD4 étaient également élevées dans la muqueuse de la caillette et dans le sang. De plus, les animaux présentaient un nombre plus élevé de mastocytes muqueux. Chez les ovins et les caprins, cette réponse immunitaire serait associée au rôle des lymphocytes T de type TH2 - CD4+ qui produisent des interleukines de type IL-4, IL-13, IL-5 et IL-9 et des lymphocytes. Une mastocytose tissulaire, des taux élevés de globules leucocytes, une éosinophilie sanguine et tissulaire et une production accrue d'anticorps ont également été décrits lors d'infestations par les trichostrongles (González-Garduño et al., 2021).

8. Diagnostic des infestations par les nématodes gastro-intestinaux

Un diagnostic clinique est difficile à établir quand une infestation parasitaire a un impact pathologique relativement faible. Un problème parasitaire peut être suspecté par le praticien sur la base de certaines caractéristiques cliniques (comme l'amaigrissement chronique de l'animal, la diarrhée ou même l'anémie) qui sont liées à des facteurs épidémiologiques (comme une saison propice à l'infection

parasitaire) (Gaillard, 2004). En plus, il faut prendre en compte tous les éléments du diagnostic différentiel. Ainsi, la parasitose doit être évoquée devant toute maladie se manifestant par des indicateurs de maigreur, de mauvaise santé générale, de diarrhée, voire, dans certains cas, d'anémie. Mais il est important de placer toutes les maladies qui provoquent la diarrhée chez les jeunes animaux dans cette catégorie, qu'elles soient bactériennes, virales, métaboliques ou provoquées par d'autres agents parasitaires (comme les coccidies) (Brugere-picoux, 1994).

L'autopsie est un autre outil de diagnostic important. La découverte directe de parasites ou de lésions potentiellement plus ou moins caractéristiques peut parfois être réalisée par l'examen nécroscopique (Brard et Chartier, 1997). Cependant, les résultats des examens cliniques et nécrosiques ne sont pas toujours concluants et demeurent difficiles à interpréter. Dans ce cas, le recours à des examens complémentaires devient nécessaire (Gaillard, 2004).

Malgré tous les éléments impliqués, le diagnostic de la strongylose gastrointestinale reste difficile et nécessite souvent des examens de laboratoire. Il existe deux principaux types d'examens ; les méthodes sérologiques, qui mesurent les paramètres circulants dont les variations indiquent la présence ou l'absence d'une infestation parasitaire récente ou en cours, et les méthodes parasitologiques, qui s'appuient sur l'identification directe des parasites (œufs, larves ou adultes) (Larsen, 2001)

8.1. Méthodes parasitologiques

8.1.1. Coproscopie

L'examen coprologique par flottation en solution dense est une technique simple et rapide permettant de mettre en évidence la présence des œufs de parasites dans les selles. Il s'agit d'une méthode simple, que le praticien peut utiliser sans difficulté (Cabaret, 2004). Elle consiste à utiliser une solution à haute densité pour observer une aliquote de matières fécales au microscope. Les œufs vont flotter à la surface grâce à cette solution dense.

La technique Mac Master modifiée par Raynaud (Raynaud, 1970) est la méthode classique employée. Trois grammes de fèces prélevés directement du rectum de l'animal sont analysés, en les mélangeant avec une solution dense (composée de 33 % de sulfate de zinc, de 1,44 de densité d'iodomercurate de potassium et de 1,2 de densité de chlorure de sodium) qui fait flotter les œufs. Après avoir mélangé les matières fécales avec la solution dense, les plus gros débris sont tamisés pour en extraire le mélange. À l'aide d'une pipette, prélevez une aliquote, puis versez-la soigneusement dans chacune des deux chambres d'une lame Mac Master.

La lecture à l'aide d'un microscope permet d'obtenir le résultat quantitatif de la coproscopie qui est estimé en œufs Par gramme de fèces (OPG) (Thys et Vercruysse, 1990).

Pour les petits ruminants, trois niveaux d'excrétion ont été définis (Brard et Chartier, 1997) :

- * Nombre d'œufs par gramme de fèces inférieur à 500 = niveaux d'excrétion Bas
- * Nombre d'œufs par gramme de fèces entre 500 et 2.000 = niveaux d'excrétion Modéré
- * Nombre d'œufs par gramme de fèces supérieure à 2.000 = niveaux d'excrétion Elevé

Cette technique présente de nombreux avantages : elle est rapide, simple d'utilisation et nécessite peu de matériel (Hansen et Perry, 1995). Pour le praticien est une méthode de routine. Si la lecture ne peut pas être effectuée immédiatement après le prélèvement, les selles peuvent être conservées au réfrigérateur pendant deux ou trois jours (+ 2 à + 6 °C).

Cette méthode présente néanmoins de nombreux inconvénients, l'un d'entre eux étant l'impossibilité de détecter les stades larvaires. Quelques œufs embryonnés peuvent parfois être visibles si l'intervalle entre le prélèvement et la lecture est trop long. Cependant, l'étendue des lésions induites par les parasites n'est pas prédéterminée par cette procédure. De plus, certains auteurs critiquent la faible relation qui existe entre la quantité d'œufs excrétés et le nombre total de vers dans le système digestif (Kerboeuf, 1980). Bien que certaines espèces qui ne sont pas très prolifiques puissent être beaucoup

présentes dans le tractus digestif, leur faible excrétion peut rendre leurs valeurs OPG relativement faibles. De plus, un traitement anthelminthique (qui inhibe la ponte) peut amener un parasite à pondre moins d'œufs, ou une hypobiose peut être présente au moment de la coproscopie ; enfin, l'hôte, son état physiologique et sa résistance jouent tous un rôle dans la ponte (Etter, 2000). Par conséquent, ne signifie jamais l'absence des vers.

Les recherches de Cabaret (1996) démontrent une forte corrélation entre la quantité d'œufs excrétés et le nombre réel de parasites. L'excrétion des œufs de strongles dans les fèces est un indicateur courant et un repère typique de la charge parasitaire chez les petits ruminants, même avec les limitations susmentionnées (Cabaret, 2004 ; Gaillard, 2004). Chacun des trois niveaux d'excrétion mentionnés ci-dessus présentent une corrélation importante avec les trois niveaux de charge parasitaire. Ainsi, Brard et Chartier (1997) admettent que :

* Nombre d'œufs par gramme de fèces inférieur à 500 = correspondent à une charge parasitaire basse (moins de 4.000 vers) ;

* Nombre d'œufs par gramme de fèces entre 500 à 2.000 OPG (excrétion modéré) = une charge parasitaire modérée (4.000 à 10.000 vers) et ;

* Nombre d'œufs par gramme de fèces supérieure 2.000 OPG = une charge parasitaire élevée (plus de 10.000 vers).

8.1.2. Coproculture

Étant donné que les différentes espèces diffèrent considérablement dans leurs niveaux de pathogénicité et de production d'œufs, il pourrait être intéressant d'identifier les espèces spécifiques d'helminthes présentes dans l'hôte. La coproculture permet de reproduire des processus naturels en laboratoire, comme le développement de l'œuf en larve de troisième stade. (Mahieu, 2005). La méthode consiste à prélever 10 à 20 grammes d'excréments directement par le rectum puis à incuber les œufs présents à

l'intérieur pendant environ 10 jours à une température comprise entre 22 et 25 °C. Pendant cette période, il est essentiel que les selles soient correctement oxygénées et humidifiées tous les deux ou trois jours avec de l'eau pulvérisée en secouant doucement le récipient qui les contient. Le récipient ne doit pas être hermétiquement fermé. Les œufs éclosent en une dizaine de jours, libérant les larves L1, L2 et enfin L3. L'échantillon est ensuite placé dans un dispositif de Baermann, qui utilise la mobilité et l'hygrotopisme positif des larves L3 pour les extraire des matières fécales au bout de 24 heures. (Mahieu, 2005).

Les larves L3 sont recueillies dans un tube en verre après leur passage dans l'appareil de filtration. Du Lugol, une solution concentrée d'iodure de potassium iodé contenant 1 % d'iode et 2 % d'iodure de potassium, est ajouté à une partie du filtrat pour immobiliser les larves. L'échantillon est ensuite examiné au microscope (X100- 200).

Les critères de différenciation du genre sont : la longueur totale de la larve, la forme de la capsule orale, la forme de la queue de la larve, l'existence d'une gaine, la longueur de la partie distale de la gaine, ou encore la quantité et l'apparence des cellules intestinales du parasite (Figure 4).

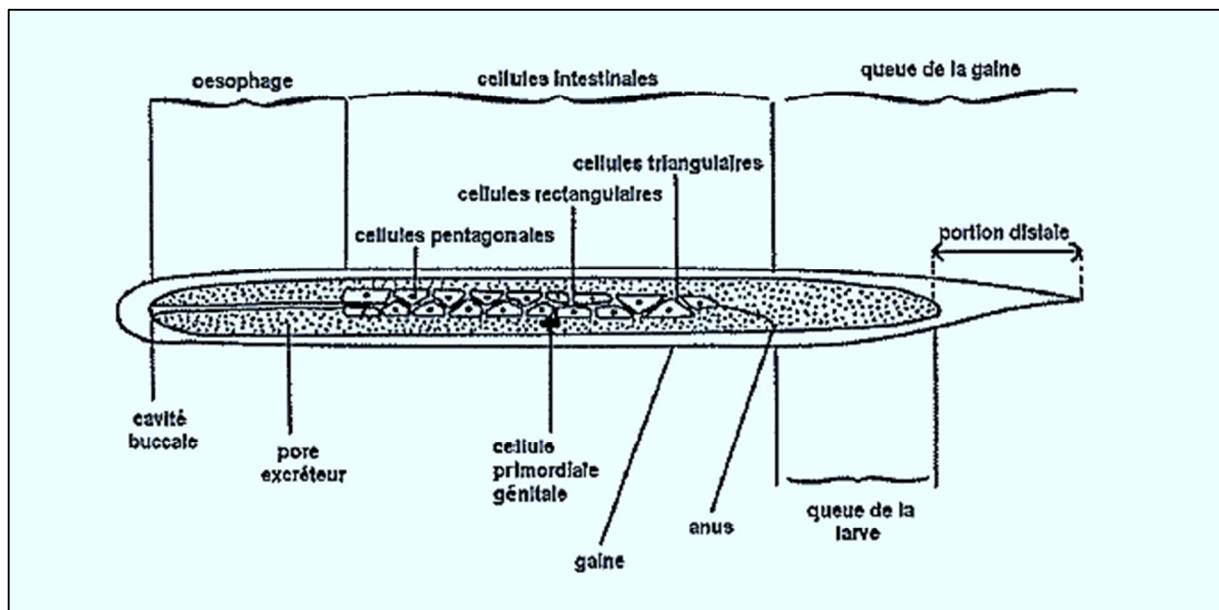


Figure 4 : Critères nécessaires à la diagnose de genre des strongles gastro-intestinaux lors de la coproculture (Chartier et al., 2001)

Il existe quatre catégories de parasites en fonction de la longueur de la portion distale :

* *Teladorsagia spp.* et *Trichostrongylus spp.* : la portion distale est courte : de 25 à 46 μm .

* *Haemonchus spp.* : la portion distale est qualifiée de moyenne, entre 50 et 80 μm .

* *Oesophagostomum spp.* et *Chabertia spp.* : la portion distale longue (100 à 170 μm).

* *Nematodirus spp.* : la portion distale très longue (jusqu'à 260 μm).

Cependant, il faut faire attention à ne pas confondre les larves L3 avec les nématodes libres. Ces derniers sont facilement identifiables grâce à leur œsophage de type rhabditoïde, en forme de « Y », et à l'absence de gaine, ce qui leur évite d'avoir un aspect plié typique des larves L3 lors de leurs mouvements.

Cette approche présente l'avantage de fournir une estimation précise de la population parasitaire d'un animal. De plus, il s'agit de la méthode générique de détection des parasites la moins coûteuse. Cependant, comme nous l'avons déjà évoqué à propos de la coproscopie, la prolificité des femelles entre en jeu et modifie les résultats. Ainsi que des conditions de culture défavorables ou le phénomène de compétition parasitaire peuvent fournir une estimation par défaut de l'infestation réelle (Gaillard, 2004).

8.1.3. Bilan parasitaire

La méthode consiste à récupérer les organes de la caillette vers le rectum des animaux sacrifiés et à procéder à une analyse qualitative et quantitative de leur contenu. Si les organes ne peuvent pas être examinés immédiatement, ils peuvent être congelés et leur contenu peut être formalisé (formol à 10 %). (Kerboeuf et al., 1997).

Après avoir récupéré le contenu des organes, le tube digestif ou l'organe concerné est lavé à plusieurs reprises avec de l'eau pour ramasser tous les parasites de la lumière. Afin d'isoler les parasites, la muqueuse est séparée et digérée avec de la pepsine si la présence de larves est indiquée. Les liquides de lavage sont ensuite divisés en plusieurs aliquotes, filtrés, formalisés et enfin examinés au microscope binoculaire.

Ensuite, un certain nombre de paramètres sont utilisés pour identifier les parasites, notamment la taille, la morphologie de l'extrémité antérieure et même l'apparence de la bourse caudale du mâle (Gaillard, 2004). Cette méthode est la seule qui mesure avec précision la charge parasitaire réelle d'un animal. Plusieurs auteurs la considèrent même comme la technique standard, par opposition à la coproscopie, qu'ils jugent beaucoup plus aléatoire (Kerboeuf, 1980 ; Kerboeuf et al., 1997 ; Gaillard, 2004). Mais cette méthode nécessite l'abattage de nombreux animaux, ce qui en fait une manière coûteuse et nécessite beaucoup de temps, difficile à mettre en œuvre dans l'élevage (Kerboeuf, 1980).

8.2. Méthodes biochimiques

8.2.1. Dosage du pepsinogène sérique

Elle permet de déterminer la quantité de parasites présents ainsi que l'étendue des lésions de la muqueuse abomasale causées par des vers de la caillette (*Teladorsagia spp.*, *Haemonchus spp.*). En effet, des recherches ont montré que l'augmentation moyenne des taux sériques de pepsinogène pour un groupe d'animaux est directement corrélée à la quantité de vers insérés (Fox, 1997 ; Kerboeuf et al., 1997). Suite à l'action mécanique des vers, il y aura une dégradation et une décomposition des cellules fundiques de la muqueuse (sécrétrices de pepsinogène), et le pepsinogène passe dans la circulation sanguine (Kerboeuf, 1980 ; Baker et al., 1993).

Pour le dosage, il faut prélever 5 à 10 millilitres de sang dans un tube sec ; la centrifugation donnera environ 0,7 millilitre de sérum. Le sang doit être prélevé dans un tube contenant du citrate de sodium (sans de l'héparine ou de l'EDTA, qui altèrent la réaction) l'analyse peut être aussi réalisée sur du

plasma. L'échantillon peut être conservé quelques semaines en le congelant à -20°C . Il doit être envoyé, enveloppé dans une glacière, au laboratoire d'analyse (Kerboeuf, 1980). Basé sur la transformation du pepsinogène en pepsine en milieu acide (avec incubation à 38°C), ainsi que sur l'action de la pepsine sur un substrat protéique riche en acides aminés aromatiques (généralement l'hémoglobine bovine), le test mesure la concentration des radicaux aromatiques libérés lors de cette protéolyse en milli-unités de tyrosine. Bien que cette approche simple permette de diagnostiquer le parasitisme de manière quantitative et précoce, elle est principalement utilisée dans les méthodes expérimentales (Kerboeuf, 1981 ; Baker et al., 1998).

8.2.2. Dosage des phosphates inorganiques

Cette technique permet d'évaluer l'étendue des lésions causées par les parasites de l'intestin grêle (et, par conséquent, la gravité de l'infection parasitaire) (Fox, 1997 ; Kerboeuf et al., 1997). Les helminthes de l'intestin proximal, comme *Trichostrongylus colubriformis*, provoquent des lésions des villosités intestinales, altérant la perméabilité de la muqueuse et conduisant à des situations de malabsorption de plusieurs minéraux, dont le phosphore. C'est la raison pour laquelle on observe une diminution du phosphore inorganique sanguin lors d'une invasion parasitaire de l'intestin grêle (Gaillard, 2004). Le principe de l'essai repose sur l'hydrolyse des phosphates de l'échantillon par un acide. Un complexe phosphomolybdate se forme lorsque l'ion orthophosphate interagit avec les ions molybdate et antimoine. Le bleu de molybdène, dont l'absorbance à 660 nm est proportionnelle à la quantité d'ion orthophosphate présente dans l'échantillon, apparaît lorsque ce dernier est réduit par l'acide ascorbique en milieu acide.

Le prélèvement nécessaire au test est d'environ 1 millilitre de sang prélevé dans un tube sec ; la centrifugation permet d'obtenir 100 μl de sérum. L'échantillon doit être congelé à -20°C et ensuite envoyé au laboratoire d'analyse directement. L'avantage de cette technique est qu'elle est quasiment la seule à pouvoir estimer le parasitisme intestinal. En revanche, le dosage du pepsinogène sérique ne semble cependant pas très utile dans la pratique quotidienne.

8.2.3. Autres analyses

Enfin, on peut noter pour mémoire que le dosage de la gastrine (par radioimmunologie avec des anticorps spécifiques indiqués par l'iode 125), hormone peptidique dont le taux sanguin s'élève au cours des helminthoses de la caillette, peut être mentionnée car ce sont des procédés assez peu utilisés. Des techniques immunoenzymatiques (par la méthode ELISA) sont également testées ; elles se sont révélées particulièrement utiles dans le diagnostic de la fasciolose chez les bovins. Selon Kerboeuf et al. (1997), leur application dans les cas d'helminthoses gastrointestinales, essentiellement l'ostertargiose et l'hémonchose, reste expérimentale.

8.3. Le FAMACHA

La coproscopie est la méthode utilisée pour déterminer l'étendue de l'infection par les strongles, mais elle est très coûteuse pour un troupeau. Étant donné qu'une petite partie seulement du troupeau est responsable de la majorité des excréments d'œufs d'helminthes, l'identification est d'autant plus intrigante. Le FAMACHA et l'indice de diarrhée sont deux méthodes alternatives pour déterminer qui est le plus infecté, car la mesure directe par coproscopie est très coûteuse (Bath et al., 1996 ; Bath et Van wyk, 2001; Cabaret, 2004).

Le système FAMACHA repose sur l'observation de la pâleur des muqueuses chez les animaux très infestés (Mala et Van wyk, 1992), et c'est la méthode d'identification la plus aboutie (Van wyk et Bath, 2002). L'examen des muqueuses oculaires peut être réalisé facilement et l'anémie peut être classée en cinq catégories à l'aide d'un schéma de couleurs pouvant être utilisé à des fins de comparaison (Bath et al., 1996) (Figure 5), car les parasites provoquent une anémie plus ou moins importante selon l'intensité de l'infestation et la mesure directe (coproscopie) n'est pas applicable en conditions d'élevage et que les appréciations par l'éleveur lui-même sont rares (Cabaret, 2004).



Figure 5: Charte du système FAMACHA (Lecasble, 2012)

Il est possible d'identifier les animaux qui ont besoin d'un traitement et de le leur administrer immédiatement grâce à cette mesure rapide, qui peut être effectuée par des travailleurs sans une grande expérience. Comme chaque espèce de nématode a un effet différent selon sa localisation dans le tube digestif (les espèces de caillette ont un impact moindre que les espèces situées dans le gros intestin pour des raisons physiologiques de métabolisme de l'eau dans le tube digestif), les infestations par les strongles peuvent être à l'origine de diarrhées. La valeur de ce critère s'étant avérée reproductible et simple à mesurer, l'indice de diarrhée, qui relie la présence d'une tache souillée sur la queue d'un agneau à la survenue de diarrhées récurrentes, apparaît comme une option diagnostique intéressante (Cabaret, 2004).

CHAPITRE- III. Les anthelminthiques**1. Historique**

Un anthelminthique, qu'il soit d'origine naturelle ou synthétique, est un agent thérapeutique utilisé pour traiter les infestations parasitaires causées par des vers. Ces molécules exercent une action néfaste sur les helminthes, entraînant leur paralysie ou leur mort, et permettant ainsi de débarrasser l'organisme hôte de ces parasites. Les anthelminthiques trouvent une large application en médecine vétérinaire et humaine.

Les origines de la vermifugation remontent à 1883 avec la découverte de la phénothiazine. Cette molécule, initialement développée pour ses propriétés insecticides, révéla rapidement des propriétés anthelminthiques prometteuses. C'est ainsi qu'en 1939, la phénothiazine fit ses premières armes en médecine vétérinaire, marquant ainsi le début de l'utilisation des anthelminthiques pour lutter contre les parasitoses internes chez les animaux domestiques, notamment les ruminants et les équidés (Lanusse et Prichard, 1993).

Depuis les premières molécules anthelminthiques (AHs) de synthèse apparues à la fin des années 1950 (Waller 2006), la maîtrise des strongyloses GI des ruminants a reposé traditionnellement sur l'emploi répété de ces anthelminthiques (AHs) administrés soit dans un but curatif (traitement tactique) ou préventif (traitement stratégique). L'AH idéal peut être défini comme un traitement multivalent, non-toxique et rapidement éliminé par l'hôte, facile d'administration et d'un coût raisonnable. Pendant de nombreuses années, les AHs de synthèse se sont avérés efficaces. Cependant, l'utilisation de ces molécules est confrontée désormais à diverses limites, comme l'apparition de résistances à ce type de composés dans de nombreux élevages.

2. Classification des anthelminthiques de synthèse

Les médicaments utilisés pour lutter contre les infestations parasitaires chez les animaux sont regroupés en différentes familles chimiques, chacune ayant un mode d'action spécifique (tableau 2). Les

benzimidazoles et leurs précurseurs, les imidazothiazoles, les lactones macrocycliques constituent les trois principales classes d'anthelminthiques de synthèse. Ces molécules agissent en ciblant différents mécanismes physiologiques des parasites. Plus récemment, l'introduction du monepantel a marqué l'émergence d'une nouvelle famille d'anthelminthiques, les dérivés de l'amino-acétonitrile, offrant ainsi de nouvelles perspectives thérapeutiques (Kaminsky et al., 2008).

Les benzimidazoles et leurs dérivés constituent une classe d'anthelminthiques largement utilisée en médecine vétérinaire. Ils sont particulièrement efficaces contre les nématodes gastrointestinaux et respiratoires, mais certaines molécules peuvent également être actives contre la douve et les tenias. Les imidazothiazoles et les tétrahydropyrimidines constituent d'autres classes d'anthelminthiques principalement actives contre les nématodes. Les lactones macrocycliques, ou endectocides, se distinguent par leur spectre d'activité élargi, incluant à la fois les nématodes et les ectoparasites tels que les acariens et les insectes. Cette classe de molécules offre ainsi une approche thérapeutique plus globale pour la gestion des parasitoses animales (Bengone-Ndong et Alvinerie, 2004 ; Urquhart et al., 1996). Certaines molécules AHs à spectre étroit, tel le closantel, dirigé contre *H. contortus* et d'autres parasites hématophages, sont également utilisées en médecine vétérinaire, mais de façon beaucoup moins large que les familles précédentes.

Tableau 2: Principales classes de molécules anthelminthiques utilisées contre les nématodes gastrointestinaux des ruminants (Brunet, 2008)

Famille	Représentants	Spectre d'activité	Cible d'action
Benzimidazoles et Pro-benzimidazoles	Thiabendazole	SGI	β -tubuline des microtubules (cellules intestinales et tégumentaires)
	Mébéndazole	SGI	
	Oxfendazole	SGI/SR	
	Fébanfel	SGI/SR	
	Fendendazole	SGI/SR	
	Nétobimin	SGI/SR/Douve	
	Albendazole	SGI/SR/Douve	
Imidazothiazoles et Tétrahydropyrimidines	Lévamisole Pyrantel Morantel	SGI/SR	Récepteurs nicotiniques à acétylcholine (cellules neuromusculaires)
Lactones macrocycliques (avermectines et milbemycines)	Ivermectine Abamectine Doramectine Eprinomectine Moxidectine	SGI/SR Insectes Acariens	Récepteurs ionotropes du glutamate (canaux ioniques CL des cellules neuromusculaires du pharynx)
Salicylanilides	Closantel Nitroxinil	Douve et Strongles hématophages	Phosphorylation oxydative

2.1. Les benzimidazoles

Cette famille de molécules, caractérisée par une structure chimique commune, offre une grande diversité de formulations pharmaceutiques adaptées aux différentes espèces animales et aux types de parasitoses. Les solutions buvables permettent une administration facile et précise, tandis que les bolus assurent une libération prolongée du principe actif. De plus, l'association avec des compléments minéralo-vitaminés facilite l'administration et améliore l'acceptation du traitement par les animaux (Smith et Sherman, 1994).

Les benzimidazoles sont des anthelminthiques qui exercent leur action directement sur les parasites, sans nécessiter de transformation préalable par l'organisme. En revanche, les pro-benzimidazoles sont des composés inactifs à l'origine. Ils sont administrés sous forme de précurseurs qui doivent être métabolisés par l'organisme pour donner naissance à la molécule active, généralement au niveau du foie (Lanusse et Prichard, 1993).

Le nétovimin, par exemple, est un médicament prodrogue de sulfure de benzimidazole qui est converti en albendazole par la microflore gastrointestinale après administration par voie orale ou intra ruminale chez des ovins et des bovins (Delatour et al., 1986). Les enzymes hépatiques des ruminants métabolisent rapidement l'albendazole en sulfoxyde d'albendazole, un métabolite actif, ainsi qu'en des métabolites sulfone dépourvus d'activité (Delatour et al., 1986). Les benzimidazoles et leurs précurseurs agissent en ciblant spécifiquement la β -tubuline des parasites. Cette interaction moléculaire inhibe la polymérisation des microtubules, des structures essentielles au cytosquelette des cellules. Cette perturbation entraîne des dysfonctionnements majeurs au niveau cellulaire, notamment en bloquant la mitose et en altérant la morphologie cellulaire des nématodes, conduisant ainsi à leur mort.

2.2. Imidazothiazoles et Tétrahydropyrimidines

Les imidazothiazoles (comme le lévamisole) et les tétrahydropyrimidines (comme le pyrantel et le morantel), malgré leurs différences moléculaires, exercent leur action antiparasitaire en interagissant avec une cible commune chez les nématodes gastrointestinaux : les récepteurs nicotiques à acétylcholine. En se liant à ces récepteurs, ces molécules imitent l'action de l'acétylcholine, un neurotransmetteur naturel qui stimule la contraction musculaire. Cette stimulation excessive et prolongée des récepteurs entraîne une dépolarisation permanente de la membrane musculaire, conduisant à des contractions musculaires intenses et continues. Ces contractions épuisent rapidement les vers, les paralysant et entraînant leur mort (Samsom-Himmelsjerna, 2007).

2.3. Les lactones macrocycliques

L'homogénéité des lactones macrocycliques réside dans leur mécanisme d'action unique et ciblé (Bengone-Ndong et Alvinerie, 2004). Cette famille regroupe les avermectines (ivermectine, doramectine, eprinomectine) et les mylbémeycines (moxidectine) (Beugnet et al., 1997). Ces molécules organiques complexes, riches en cycles lactoniques, exercent leur activité antiparasitaire en interagissant spécifiquement avec les canaux ioniques glutamate-dépendants localisés au niveau de la membrane des cellules nerveuses et musculaires des nématodes et des arthropodes. Bien que le mécanisme précis de cette interaction ne soit pas entièrement élucidé, il semble que la fixation de ces molécules aux canaux ioniques perturbe la transmission nerveuse et musculaire du parasite, entraînant sa paralysie et sa mort. (Samsom-Himmelsjerna, 2007). Cette fixation provoquerait une augmentation de la perméabilité aux ions chlorures (Bengone-Ndong et Alvinerie, 2004 ; Beugnet et al., 1997 ; Urquhart et al., 1996). Cette interaction entraîne une perturbation profonde du système nerveux du parasite, se manifestant par une paralysie des muscles essentiels à sa survie, tels que ceux impliqués dans l'alimentation, la reproduction et la locomotion. De plus, les lactones macrocycliques interfèrent avec l'action d'un neurotransmetteur inhibiteur, le GABA, renforçant ainsi l'effet paralysant (Sumano et Ocampo, 1997).

2.4. Le monepantel

Depuis leur introduction dans les années 1980, les lactones macrocycliques sont restées la référence en matière de traitement antiparasitaire. Ce n'est qu'en 2008 qu'une nouvelle classe de molécules, les dérivés d'amino-acétonitrile, représentés par le monepantel (commercialisé sous le nom de Zolvix), a été mise sur le marché, offrant ainsi une nouvelle option thérapeutique. (Kaminsky et al., 2008).

Le monepantel, en tant qu'agoniste nicotinique, interagit spécifiquement avec un complexe récepteur nicotinique-acétylcholinestérase présent chez les parasites (Kaminsky et al., 2008). Le monepantel présente un large spectre d'activité anthelminthique, ciblant aussi bien les larves de quatrième stade que

les adultes de nombreuses espèces de nématodes. De plus, ce composé s'avère particulièrement efficace contre les souches parasitaires ayant développé des résistances aux autres classes d'anthelminthiques couramment utilisées. Ces propriétés, associées à une excellente tolérance chez les mammifères, font du monepantel un outil thérapeutique de choix dans la lutte contre les infestations parasitaires. Malgré son introduction récente, des résistances du nématode *Teladorsagia circumcincta* au monépantel ont été signalées, initialement en Nouvelle-Zélande, puis en Australie. (Leathwick et al., 2013 ; Scott et al., 2013).

3. Limites d'utilisation des anthelminthiques de synthèse

Les lactones macrocycliques, bien qu'efficaces, sont confrontées à plusieurs défis. Leur utilisation répétée et parfois abusive a entraîné l'émergence de souches parasitaires résistantes à ces molécules, un phénomène désormais mondial. Par ailleurs, les résidus de ces composés dans l'environnement, notamment dans les matières fécales, soulèvent des préoccupations d'ordre écotoxicologique. Les réglementations en vigueur, qui limitent leur utilisation pendant la lactation et les excluent de l'agriculture biologique, viennent s'ajouter à ces problématiques, réduisant ainsi les options thérapeutiques disponibles pour lutter contre les infestations parasitaires.

On parle de population résistante aux anthelminthiques lorsqu'un groupe d'individus a subi des mutations génétiques leur permettant de survivre à des concentrations d'antiparasitaires qui sont normalement létales pour leur espèce (Sanger et Gill, 1999). L'émergence de résistances aux anthelminthiques est liée à la sélection naturelle agissant sur des populations parasitaires. Les porteurs de mutations leur permettant d'échapper à l'action des anthelminthiques survivent et transmettent ces mutations à leur descendance, conduisant à une augmentation de la fréquence des allèles de résistance dans la population (Jackson et Coop, 2000). L'activité humaine, notamment en matière de gestion des traitements anthelminthiques, joue un rôle prépondérant dans le développement de résistances. Le sous-dosage (ceci concerne notamment les caprins pour lesquels la biodisponibilité

est plus faible du fait d'une pharmacocinétique particulière du médicament dans cette espèce), l'utilisation répétée de la même molécule et le traitement systématique des troupeaux sont autant de facteurs qui accélèrent ce processus (Wolstenholme et al., 2004).

Dès les années 1960, peu de temps après l'introduction des benzimidazoles, les premières résistances parasitaires ont été observées chez les ovins infectés par *Haemonchus contortus*. Ce phénomène, initialement circonscrit, s'est rapidement étendu à d'autres espèces de nématodes et à d'autres espèces animales, notamment les petits ruminants et les équidés. Les décennies suivantes ont confirmé cette tendance, avec l'émergence de résistances aux imidazothiazoles-tétrahydropyrimidines, aux avermectines et aux milbémycines, souvent moins de dix ans après leur mise sur le marché. Cette chronologie illustre la rapidité avec laquelle les parasites développent des mécanismes de résistance en réponse à une pression sélective exercée par les anthelminthiques. La résistance des parasites intestinaux aux anthelminthiques utilisés pour les éliminer est devenue un problème mondial majeur dans l'élevage des petits ruminants. Les trois espèces de parasites les plus problématiques, *Haemonchus contortus*, *Trichostrongylus colubriformis* et *Teladorsagia circumcincta*, ont développés une résistance à presque tous les traitements disponibles. Cette situation menace directement la santé des animaux et la rentabilité des élevages (Kaplan, 2004). Initialement observée et étudiée de manière approfondie chez les ovins et les caprins, la résistance aux antiparasitaires a longtemps été considérée comme un problème secondaire chez les bovins. Cependant, des études récentes ont mis en évidence une augmentation significative de ce phénomène chez les bovins (Kaplan, 2004).

4. Résistance des nématodes gastrointestinaux aux anthelminthiques

Une population de nématodes GIs résistante aux AHs se définit comme une population ayant génétiquement acquis la capacité de résister à des concentrations d'AHs habituellement létales pour des individus de cette espèce (Jackson et al., 2012).

L'émergence de résistances a été un phénomène récurrent dès le début de l'utilisation des anthelminthiques. La pipérazine a été la première molécule concernée, suivie rapidement par les benzimidazoles, malgré leur spectre d'action plus large (Jackson et al., 2012 ; Kaplan, 2004). L'émergence de résistances aux anthelminthiques est un phénomène récurrent, avec un délai moyen d'environ une décennie entre l'introduction d'une nouvelle molécule et l'apparition de souches résistantes (Kaplan, 2004 ; Waller, 2006).

Les études épidémiologiques ont montré que les caprins présentent des taux de résistance aux anthelminthiques significativement plus élevés que les ovins (Chandrawathani et al., 1999 ; Jackson et al., 2012). Des résistances aux AHs ont désormais été mentionnées pour toutes les espèces de nématodes GI des petits ruminants, principalement pour *H. contortus*, *Trichostrongylus spp.* et *Teladorsagia spp.* (Kaplan, 2004 ; Besier, 2007).

En Algérie, l'émergence de résistances aux AHs chez les animaux devient de plus en plus importante. Par exemple, les strongles *Teladorsagia*, *Trichostrongylus*, *Marshallagia* et *Nematodirus* au sein de cinq fermes pilotes de l'est de l'Algérie étaient résistants à l'albendazole (Bentounsi et al., 2006), puis se sont révélés très répandus dans les fermes pilotes des zones steppiques de l'est de l'Algérie pour les benzimidazoles et l'ivermectine (Bentounsi et al., 2007).

4.1. Mécanismes de résistance aux benzimidazoles

Les études de Smeal et al. (1968) et Hotson et al. (1970) ont mis en évidence, dès les premières années d'utilisation des benzimidazoles, l'émergence de souches résistantes d'*Haemonchus contortus* et de *Trichostrongylus colubriformis*. Ces résultats ont souligné la vulnérabilité des benzimidazoles face au développement de résistances et ont constitué un signal d'alarme pour la communauté scientifique.

Les études menées sur *Haemonchus contortus* ont révélé une corrélation étroite entre le phénotype de résistance aux benzimidazoles et des modifications alléliques au niveau des gènes codant pour les isotypes I et II de la β -tubuline, suggérant un mécanisme de résistance génétique (Kwa et al., 1993).

Les analyses génétiques ont révélé la présence de polymorphismes nucléotidiques au sein du gène codant pour la β -tubuline chez les souches résistantes, suggérant que ces variations génétiques altèrent l'affinité de la molécule pour sa cible protéique.

Les positions 167, 198 et 200 du gène de la β -tubuline ont été identifiées comme des sites de mutations fréquemment associés au phénotype de résistance aux benzimidazoles, bien que d'autres polymorphismes puissent également contribuer à ce phénotype (de Lourdes Mottier et Prichard, 2008). La mutation la plus connue rend une phénylalanine (F) en position 200 de la protéine similaire à une tyrosine (Y). Ce changement est souvent observé chez les vers de l'espèce *Teladorsagia circumcincta* et *Trichostrongylus axei*, et il les rend résistants aux benzimidazoles (Palcy et al., 2010). De manière similaire à la substitution F200Y, la substitution F167Y ou F167H de la β -tubuline a été fréquemment rapportée chez *Haemonchus contortus* et *Teladorsagia circumcincta* et est associée au phénotype de résistance aux benzimidazoles (Silvestre et Cabaret, 2002). Tous ces changements d'acides aminés résultent d'une mutation point au niveau de la séquence nucléotidique.

Une étude sur *H. contortus* a révélé un mécanisme alternatif de résistance aux benzimidazoles. Les parasites résistants exprimeraient en plus grande quantité une P-glycoprotéine, une protéine capable d'expulser un large éventail de molécules, dont les benzimidazoles, hors de la cellule. Ce processus d'éjection limiterait l'action du médicament sur la β -tubuline du parasite (Blackhall et al., 2008).

4.2. Mécanismes de résistance aux lactones macrocycliques

De manière similaire aux benzimidazoles, l'émergence de populations de nématodes résistants à ces nouvelles molécules est observée. Les analyses de ces populations révèlent une complexité des mécanismes de résistance, avec l'existence de différents phénotypes résistants (Gill et al., 1998). Trois gènes (*avr-14*, *avr-15*, *glc-1*) correspondant à des sous-unités du récepteur GluCl, lorsqu'ils sont mutés, confèrent aux nématodes *C. elegans* une forte résistance aux lactones macrocycliques. Chez le nématode parasite *H. contortus*, deux mutations ont été identifiées comme potentiellement impliquées

dans la résistance aux lactones macrocycliques : la substitution d'une alanine par une valine en position 169 (A169V) sur le gène *glc-5* et la substitution d'une lysine par une arginine en position 169 (K169R) sur le gène *lgc-37*, codant respectivement pour des sous-unités des récepteurs GluCl et GABA (Beech et al., 2010). Il n'existe aucune expérience de validation fonctionnelle pour confirmer ou infirmer l'implication de ces polymorphismes dans le phénotype de résistance.

Chez les nématodes parasites, la résistance aux lactones macrocycliques a aussi été reliée à l'augmentation de l'expression d'une pompe d'efflux de type P-glycoprotéine (P-gp). Ces P-gp, de grosses protéines d'environ 140 kDa comprenant douze domaines transmembranaires, permettent de détoxifier les cellules en effluant les composés toxiques à l'extérieur de la cellule. Ce mécanisme, dit aspécifique, permet à ces P-gp d'effluer un grand nombre de composés ayant les mêmes propriétés chimiques. Chez *H. contortus*, il semble que la P-gp-A soit responsable de l'efflux des lactones macrocycliques. Cependant cette résistance peut être inversée par l'utilisation d'inhibiteur de P-gp tel que le Verapamil (Molento et Prichard, 1999).

4.3. Mécanismes de résistance des dérivés d'aminocétonitrile (AADs)

Trois gènes ont été identifiés comme étant potentiellement impliqués dans la résistance aux AADs chez des souches de *H. contortus* résistantes obtenues *in vitro* (Rufener et al., 2009). Il s'agit de trois gènes codant des sous-unités d'AChR *Hco-des-2*, *Hco-deg-3* et *Hco-mpt1-1* (MonePanTeL) ; leur expression est diminuée chez une souche résistante par rapport à la souche sensible. De plus, ces études ont montré que deux de ces gènes (*Hco-des-2* et *Hco-mpt1-1*) sont affectés par des phénomènes d'épissage alternatif provoquant des pertes d'exons et en général l'apparition d'un codon stop prématuré. Les protéines tronquées pourraient perturber l'assemblage ou le fonctionnement du récepteur. Chez *H. contortus* un récepteur composé des deux sous-unités DES-2 et DEG-3 a été reconstitué et il est sensible à la choline ; l'ajout de monepantel retarde le phénomène de désensibilisation de ce récepteur.

Bien que la composition du récepteur sensible au monepantel soit encore méconnue, une étude comparative chez différentes espèces de nématodes suggère que la sous-unité acr-23 joue un rôle déterminant dans la sensibilité aux AADs (Rufener et al., 2010). Le gène Hco-mptl-1, homologue d'acr-23, semble être un élément clé de la sensibilité au monepantel chez le nématode *H. contortus* (Rufener et al., 2009). Le rôle précis de chaque gène identifié dans la composition du récepteur au monepantel demeure encore largement méconnu.

4.4. Mécanismes de résistance aux agonistes cholinergiques

Les études menées chez *C. elegans* ont permis d'identifier onze gènes jouant un rôle crucial dans la résistance au lévamisole. Ces gènes sont impliqués non seulement dans la composition structurale du récepteur nicotinique, mais également dans sa maturation, son transport vers la jonction neuromusculaire et sa régulation fonctionnelle.

Les études menées sur les nématodes parasites ont permis de mieux comprendre les mécanismes de résistance au lévamisole et au pyrantel, en particulier ceux liés aux récepteurs nicotiniques de l'acétylcholine (L-AChR). La résistance se manifeste souvent par une diminution de l'expression de ces récepteurs à la surface cellulaire. Chez les strongles digestifs, cette résistance est fréquemment associée à une affinité réduite du lévamisole pour son site d'action ou à une diminution du nombre total de récepteurs. (Sangster et al., 1998).

Des études par PCR quantitative chez *Ancylostoma caninum* ont montré que l'expression des gènes Aca-unc-29, Aca-unc-38 et Aca-unc-63, codant pour des sous-unités potentielles du L-AChR, est significativement réduite dans un isolat très résistant, suggérant un lien étroit entre l'expression de ces gènes et la résistance aux antiparasitaires (Kopp et al., 2009).

5. Méthodes alternatives aux anthelminthiques de synthèse

Elles reposent sur trois principaux axes de lutte visant à :

- 1) stimuler la réponse de l'hôte par la vaccination, la sélection génétique ou l'immunonutrition.
- 2) diminuer le contact entre hôtes sensibles et stade parasitaire infestant par la gestion du pâturage et la maîtrise de son infestivité.
- 3) éliminer les vers au sein de l'hôte par l'emploi de substances végétales ou minérales possédant des propriétés anthelminthiques (Figure 6).

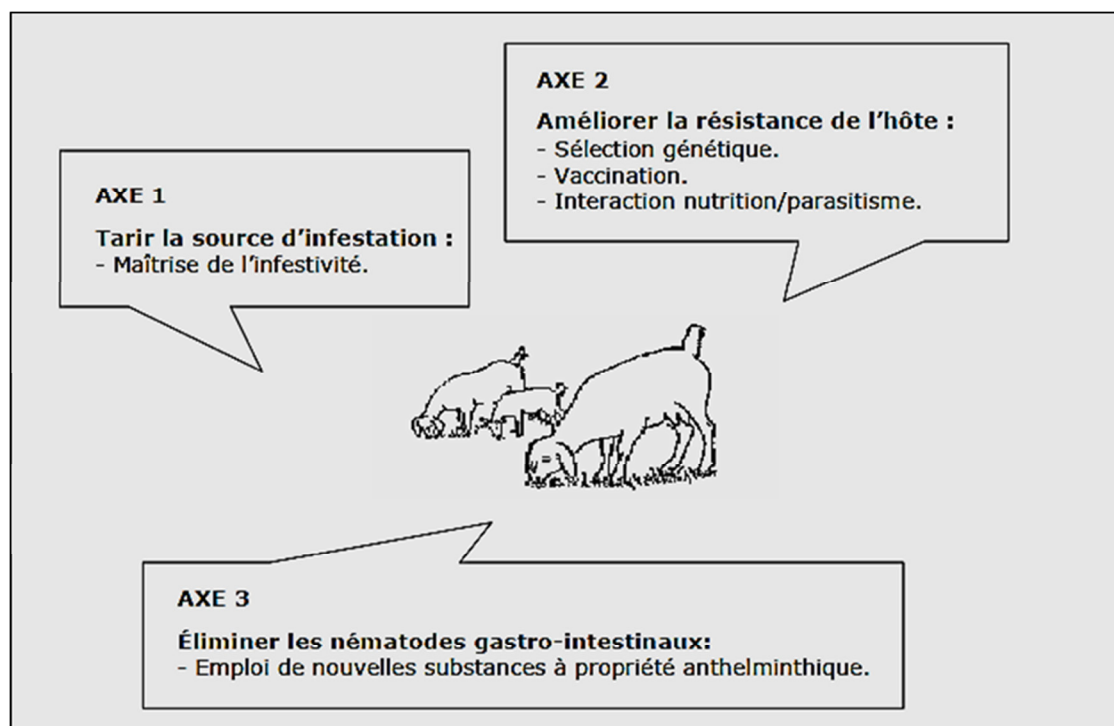


Figure 6: Les trois principaux axes de lutte contre les nématodes gastro-intestinaux et les méthodes alternatives correspondantes (Brunet, 2008).

Le contrôle intégré ne repose pas sur une approche unique, mais sur une stratégie adaptable à chaque contexte épidémiologique. Il s'agit de combiner de manière rationnelle différents outils de lutte contre les nématodes, tout en minimisant le recours aux traitements chimiques, afin d'assurer la santé et le bien-être des ruminants et d'optimiser la production (Hoste et Torres-Acosta, 2011).

Axe 1 : Tarir la source de contamination des animaux

Rotation des parcelles : En laissant les parcelles se reposer pendant une période suffisamment longue, la rotation des pâturages permet d'interrompre le cycle de vie des larves infestantes (L3) de nématodes, assainissant ainsi le sol avant d'y réintroduire les animaux (Legarto et Leclerc, 2007). Compte tenu de la longévité des L3 dans les environnements tempérés, cette méthode de gestion des pâturages se révèle particulièrement adaptée aux conditions chaudes et humides, où leur survie est généralement plus courte (Barger, 1999; Hoste et al., 2004).

Diminution de la densité animale (Etter et al., 2000). Le mélange d'animaux au sein d'un même troupeau peut constituer une stratégie efficace pour limiter la pression parasitaire. En effet, en regroupant des animaux d'âges différents, on tire parti de leurs niveaux de sensibilité variables aux parasites. Les animaux plus âgés, ayant développé une certaine immunité, peuvent contribuer à protéger les plus jeunes, plus vulnérables. De plus, le pâturage mixte d'espèces animales différentes, comme les ruminants et les chevaux, peut également être bénéfique. Ces espèces présentent des susceptibilités différentes aux nématodes, ce qui permet de diluer la pression parasitaire globale et de limiter la propagation des infections (Legarto et Leclerc, 2007; Rocha et al., 2008).

La lutte biologique contre les parasites des pâturages est une voie de recherche prometteuse. Les champignons nématophages, en particulier, ont démontré leur efficacité pour éliminer les larves de nématodes. Ces micro-organismes, une fois ingérés par l'animal, sont capables de survivre dans son tube digestif et de se développer au détriment des parasites. De plus, ils sont considérés comme sans danger pour l'environnement. Cependant, malgré ces avantages, leur utilisation à grande échelle reste limitée par des contraintes techniques et économiques liées à leur production et à leur distribution. D'autres méthodes, telles que l'épandage de produits chimiques ou les pratiques culturales, sont également utilisées pour décontaminer les pâturages, mais elles présentent souvent des inconvénients en termes d'impact environnemental (Ojeda-Robertos et al., 2009).

Axe 2 : Augmenter la résistance ou la résilience de l'hôte

Vaccination contre des antigènes parasitaires cachés (protéines des cellules digestives) (Muleke et al., 2007). Les essais de vaccination contre le nématode *Haemonchus contortus* ont mis en évidence le rôle protecteur de certains antigènes, notamment les glycoprotéines membranaires H11 et H-gal-GP. Ces protéines, essentielles à la nutrition du parasite, sont ciblées par les anticorps produits en réponse à la vaccination. En se fixant sur ces protéines, les anticorps perturbent les fonctions digestives du nématode, entraînant sa mort. Cependant, malgré ces résultats prometteurs, la production à grande échelle d'un vaccin recombinant basé sur ces antigènes reste un défi. De plus, la question de la protection croisée contre d'autres espèces de nématodes demeure ouverte, limitant ainsi l'application générale de cette stratégie vaccinale (Smith et Zarlenga, 2006).

la sélection génétique pour la résistance aux nématodes gastrointestinaux est une approche prometteuse pour réduire l'utilisation d'anthelminthiques de synthèse et améliorer la durabilité des systèmes d'élevage (Pomroy, 2006). Cette approche permettrait de diminuer la charge parasitaire des animaux et, par conséquent, de réduire la contamination des pâturages (Windon, 1996 ; Baker et al., 1998).

Améliorer la ration alimentaire en apportant les nutriments nécessaires pour couvrir les besoins supplémentaires induits par l'infection parasitaire, notamment en renforçant l'apport protéique (Kyriazakis et Houdijk, 2006). Les résultats expérimentaux ont démontré qu'un apport énergétique supplémentaire, apporté par des céréales telles que le maïs et l'orge, renforçait la réponse immunitaire des ovins infestés par *T. circumcincta* (Valderrábano et al., 2002).

Axe 3 : Éliminer les nématodes gastrointestinaux au sein de l'hôte

Des capsules contenant des aiguilles d'oxyde de cuivre sont administrées par voie orale. Ces aiguilles se dissolvent dans l'environnement acide de l'abomasum, libérant ainsi le cuivre. Ce dernier a démontré une grande efficacité contre *Haemonchus contortus* chez les ovins (Burke et al., 2005). Toutefois, son

action sur *Teladorsagia circumcincta* est moins marquée chez les petits ruminants (Chartier et al., 2000).

Les plantes, héritage de l'ethnomédecine, sont employées pour leurs propriétés anthelminthiques. Deux approches sont possibles en médecine vétérinaire pour utiliser ces plantes : médicaments phytothérapeutiques ou de nutricaments. Les premiers, appelés également plantes médicinales, sont issus de l'ethnomédecine traditionnelle (connaissance empirique d'utilisation de la pharmacopée locale) ; ils consistent en des remèdes préparés à base de plantes et appliqués aux animaux dans un but curatif, à court terme. Les nutricaments, ou alicaments, sont des composés bioactifs d'origine végétale, intégrés à l'alimentation animale, qui exercent des effets physiologiques bénéfiques au-delà de leur valeur nutritive (Waller et al., 2001). Des nouvelles stratégies de recherches sur les plantes antiparasitaires ont été développées, par des essais *in vitro* en utilisant des tests de l'inhibition de l'éclosion des œufs des nématodes (EHIA) et de l'inhibition la motilité des nématodes adultes (AMA). Ces test se révèlent un outil précieux pour évaluer l'efficacité de plantes contre les vers parasites, de manière rapide et moins coûteuse (Demeler et al., 2013 ; Andre et al., 2017) et fournissent des résultats immédiats (De Jesús-Martínez et al., 2018). Cependant, la plupart des études ont rapporté la présence de composants clés des plantes, mais ne fournissent aucune information sur les composés antiparasitaires efficaces et leur mécanisme d'action (Ali et al., 2021).

CHAPITRE IV - Médecine ethno-vétérinaire

Le bétail est au cœur de la vie de millions de personnes dans le monde. Il est une source de nourriture, de revenus, de travail et de sécurité sociale. En outre, il joue un rôle essentiel dans la culture et les traditions, renforçant les liens sociaux et les identités locales. Il joue un rôle central dans la vie sociale, familiale et religieuse de nombreuses communautés.

Les soins vétérinaires traditionnels, transmis oralement depuis des générations, ont longtemps été la seule solution pour soigner les animaux. Même si la médecine moderne s'est développée, ces pratiques restent d'une importance capitale, en particulier dans les pays en développement. L'organisation mondiale de la santé (OMS, 2003) estime que 80% de la population de ces pays dépend en grande partie de ces méthodes pour soigner leurs animaux. Ces pratiques ancestrales de soins vétérinaires, appelées ethnomédecine vétérinaire, offrent de nombreux avantages. Elle est à la fois, accessible, facile à préparer et à administrer, à faible coût ou gratuit, et intégrée à la culture traditionnelle des utilisateurs. Les systèmes traditionnels de services vétérinaires sont utiles lorsque les techniques modernes sont inexistantes ou lorsque celles qui sont disponibles sont trop chères ou difficiles d'accès pour la communauté (Wanyama, 1997; Dano et Bogh, 1999). Les préparations à base de plantes, grâce à leurs composés bioactifs, offrent un potentiel thérapeutique important en raison de leurs propriétés antimicrobiennes, anti-inflammatoires et immunomodulatrices (Laudato et Capasso, 2013).

L'Algérie, tout comme de nombreux pays en développement, dispose d'un riche patrimoine de connaissances en médecine traditionnelles (Boudjelal et al., 2010) et en médecine ethnovétérinaires (Miara et al., 2019). Quand les anciens mouraient, leur savoir disparaissait avec eux, et l'arrivée des pratiques modernes empêchait les jeunes générations d'apprécier à leur juste valeur les croyances et pratiques de leurs ancêtres et de les utiliser. En plus, il y a

seulement quelques bases de données et sites web existent sur le sujet (Ethnovetweb, 2003 ; PRELUDE, 2003 ; SEPASAL, 2004). L'intérêt pour les pratiques ethno vétérinaires a récemment augmenté parce qu'elles sont moins sujettes aux problèmes de résistance et qu'elles ont moins d'effets secondaires préjudiciables à l'environnement que les médicaments modernes (Toyang et al., 2007).

1. Définition

L'ethnovétérinaire est une discipline qui étudie de manière approfondie les systèmes de connaissances traditionnelles associés à la santé animale, en tenant compte des aspects culturels, sociaux et environnementaux. Elle vise à valoriser ces savoirs pour améliorer les pratiques d'élevage et contribuer au développement durable (McCorkle, 1995).

2. Historique

C'est dans les années 1970 que les premières études ont jeté les bases de l'ethno-vétérinaire, une discipline qui explore les connaissances et les pratiques traditionnelles en matière de santé animale. Depuis lors, l'intérêt pour ces savoirs ancestraux n'a cessé de croître, tant dans le domaine scientifique que dans celui du développement. En effet, la fin des années 1980 a marqué un tournant avec le lancement par l'OMS d'un plan d'action global sur les médecines traditionnelles, dont l'ethno-vétérinaire fait partie intégrante. Parallèlement, la FAO a intégré ces pratiques dans de nombreux programmes de santé animale, reconnaissant ainsi leur importance pour améliorer les conditions de vie des populations rurales. L'intérêt croissant pour l'ethno-vétérinaire s'explique par plusieurs facteurs. D'une part, la médecine conventionnelle se révèle souvent inadaptée aux réalités des pays du Sud, où les ressources financières et les infrastructures sont limitées. D'autre part, la demande croissante pour des produits alimentaires sains et naturels, tant dans les pays du nord que dans les pays du Sud, pousse à rechercher des alternatives aux traitements chimiques. Les pratiques

ethnovétérinaires, en proposant des solutions accessibles et respectueuses de l'environnement, répondent à ces attentes (Baerts et al., 1998 ; Polydor et al., 2017).

3. Diagnostic de la maladie

L'éleveur, en raison de sa proximité quotidienne avec les animaux, est souvent le premier à remarquer les moindres changements dans leur comportement. Cette observation attentive est primordiale, car elle permet de détecter les maladies à un stade précoce, lorsque les chances de guérison sont plus élevées (Lecointre et al., 1998). Les signes généraux de santé et de maladie sont décrits ci-dessous. La plupart des éleveurs passent beaucoup de temps avec leurs animaux, ce qui leur permet de détecter rapidement le moindre signe de maladie. Un ruminant en bonne santé se caractérise par un pelage lisse et brillant, une peau élastique, des yeux clairs et vifs, des muqueuses nasales humides, une respiration régulière, des mouvements sans contraintes, une bonne condition corporelle et un comportement alerte. Il a un appétit sain et rumine de manière normale. Les excréments sont de couleur et de consistance normale, émis régulièrement. Les femelles présentent des cycles de chaleur réguliers. Un ruminant malade peut présenter divers symptômes qui affectent différents systèmes de son organisme. Au niveau de l'apparence générale, on peut observer un pelage terne et sec, des gonflements anormaux, des yeux rouges et larmoyants, et une perte d'appétit. Les mouvements peuvent être ralentis, voire impossibles en cas de boiterie ou de raideur. La respiration peut être rapide, difficile ou accompagnée de toux. Les excréments peuvent être anormaux, avec des diarrhées, de la constipation ou la présence de sang. Chez les femelles, les cycles de chaleur peuvent être perturbés. Enfin, le comportement de l'animal peut être modifié, avec une léthargie, une agitation excessive ou une absence de réaction aux stimuli.

4. Pharmacopée ethno-vétérinaire

Les pratiques de guérison traditionnelles reposent sur l'application de produits naturels et l'appel à des forces spirituelles ou la prière. Les produits naturels utilisés sont les suivants :

plantes médicinales et produits dérivés, terre et minéraux comestibles, parties d'animaux et produits d'origine animale, autres ingrédients (Toyang et al., 2007).

4.1. Plantes médicinales et produits dérivés

Les plantes constituent les ingrédients les plus couramment utilisés dans la préparation des médicaments ethno-vétérinaire. On y trouve toutes les parties des plantes : les feuilles, l'écorce, les fruits, les fleurs et les graines.

4.2. Terre et minéraux comestibles

Les préparations ethno-vétérinaire contiennent souvent de la terre comestible et particulièrement celle qui provient des termitières ou des fourmilières. On ajoute aussi fréquemment du calcaire dans les décoctions et les concoctions.

4.3. Parties d'animaux et produits d'origine animale

Les parties d'animaux et les produits animaliers tels que la peau, les os, le lait et même l'urine et les excréments sont des ingrédients courants des médicaments ethno-vétérinaires.

4.5. Autres ingrédients

On utilise le miel, les huiles et beurres végétaux et le sel pour leurs propriétés curatives, et comme conservateurs (Mezari et al., 2016).

4.6. Forces spirituelles

Les forces spirituelles sont invoquées par des prières au cours de rituels. Pour assurer la croissance du troupeau, l'élevage est soumis à des rituels stricts. Par exemple, on invoque les dieux par la danse ou on sacrifie un animal. Ou bien on écrit une phrase du Coran sur une ardoise que l'on lave ensuite dans unealebasse. On se sert ensuite du liquide pour asperger l'animal malade (Ravaosolo, 2009).

5. Ethnomédecine vétérinaire et médecine conventionnelle

Le choix entre la médecine conventionnelle et les pratiques traditionnelles est souvent guidé par des facteurs culturels, économiques et personnels. Les individus ont tendance à combiner les deux, en fonction de la nature de la maladie et de la disponibilité des soins. Les pratiques traditionnelles sont fréquemment utilisées pour des problèmes spécifiques comme les fractures ou la fertilité, tandis que la médecine conventionnelle est privilégiée pour les maladies plus graves ou contagieuses. Néanmoins, les vaccins conventionnels restent le moyen le plus efficace de prévenir les épidémies.

5.1. Ethnomédecine vétérinaire

Les pratiques ethno-vétérinaires présentent de nombreux atouts : elles sont abordables, faciles à mettre en œuvre, respectueuses de l'environnement et souvent complémentaires à la médecine vétérinaire moderne. Elles sont également ancrées dans les cultures locales, ce qui facilite leur adoption par les éleveurs. En revanche, elle comporte également des risques : diagnostics incertains, dosages approximatifs, conditions d'hygiène parfois précaires, secret entourant les pratiques de guérison et absence de données écrites. Certains traitements peuvent s'avérer inefficaces, voire dangereux pour les animaux. (Christophe, 2014). Les connaissances scientifiques sur les maladies étant souvent limitées, les diagnostics posés peuvent être erronés (Schillhorn van Veen, 1997 ; Temba et al., 2017).

5.2. Médecine conventionnelle

La médecine conventionnelle occidentale est principalement axée sur le traitement des maladies. Elle cherche à identifier les agents pathogènes responsables et à mettre en œuvre des traitements spécifiques pour éliminer ces agents ou en atténuer les effets. Cette approche curative laisse peu de place à la prévention et à une vision plus globale de la santé. La médecine conventionnelle présente des limites en termes de durabilité. La résistance aux antibiotiques, l'impact environnemental important de certains traitements et l'inaccessibilité de

ces soins pour les populations les plus pauvres en sont des exemples étonnants. La préservation et le développement des connaissances traditionnelles en santé animale, couplés à l'innovation de la médecine moderne, sont essentiels pour assurer un avenir durable à la santé animale. Cela passe par une recherche active, une formation adaptée des vétérinaires et une protection efficace des savoirs locaux (Toyang et al., 2007).

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

Chapitre V- Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

1. Phytothérapie

1.1. Définition

Les mots grecs phuton, qui signifie « plante » et thérapie, qui signifie « traitement », sont les racines étymologiques du mot « phytothérapie » (Gayet, 2013). Selon Bezanger et al. (1986), la phytothérapie est l'utilisation des plantes pour traiter ou prévenir les maladies. Contrairement au traitement conventionnel, la phytothérapie préconise l'utilisation de la plante entière, communément appelée « Totum », par opposition aux extraits produits en laboratoire (Vigan, 2012).

1.2. Historique

L'histoire de la phytothérapie est étroitement liée à celle de l'humanité, car les hommes ont toujours eu recours aux vertus médicinales des plantes. En effet, sur les 300 000 espèces végétales connues sur terre, plus de 200 000 se trouvent dans les pays tropicaux d'Afrique et sont utiles à la médecine (Clément, 2005).

1.3. L'évolution de la phytothérapie

La phytothérapie, l'utilisation des plantes à des fins médicales, est la plus ancienne forme de médecine connue. Ses origines remontent à la préhistoire, où les connaissances étaient transmises oralement. Les premières traces écrites de cette pratique datent de la Mésopotamie, avec la Pharmacopée sumérienne de Nippur. Il s'agit d'un recueil de plantes médicinales et de remèdes issus du monde animal et minéral, gravés sur une tablette d'argile (Julien, 1958).

Les travaux d'Avicenne, notamment son "Canon de la Médecine", marquent une étape clé dans l'histoire de la phytothérapie. Deux des cinq livres composant l'ouvrage sont consacrés aux médicaments, le livre V comporte près de 600 formules de remèdes composés. Il propose également des critères pour l'expérimentation clinique des médicaments. (Guitard, 1955 ; Jazi et Asli-farouk,

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

1998). Grâce aux traductions de savants comme Constantin de Carthage, les connaissances arabomusulmanes en matière de plantes médicinales se diffusent en Occident, contribuant à l'essor de la médecine occidentale (Brossollet, 2024).

*** Phytothérapie traditionnelle**

Depuis des millénaires, les plantes médicinales constituent la principale source de ressources curatives. Sans recours à des instruments scientifiques, un corpus de connaissances s'est constitué par l'expérience et l'observation. Dans le cadre d'une stratégie internationale, certaines caractéristiques des plantes médicinales ont pu être mises en avant. En effet, des plantes ou des parties de plantes ont été utilisées dans leur état d'origine jusqu'au début du XIX^e siècle, époque à laquelle on en extrayait les composants actifs (macérations, infusions, alcoolats, etc.). De même, la seule façon d'observer les effets potentiels d'une plante sur l'organisme était de voir si les symptômes du patient changeaient. L'approche traditionnelle se distingue en effet de l'approche médico-scientifique occidentale actuelle par son caractère « intégral » et « global », davantage axé sur la purification de la substance, son isolement et l'identification précise des mécanismes d'action pharmacologique sur les récepteurs, les cellules ou les organes. Il n'en demeure pas moins que cette méthode offre un champ d'observation inégalé tant en termes de durée que de sujets (Carillon, 2009).

*** Phytothérapie moderne**

Depuis le développement de la chimie moderne, la recherche sur les plantes médicinales a permis d'utiliser des composés issus de l'extraction ou de la synthèse ainsi que d'identifier les mécanismes d'action à l'origine des bienfaits thérapeutiques conférés par l'usage traditionnel. Ces derniers montrent une activité plus importante et répétable, dans laquelle les plantes médicinales ont pu démontrer plus de variations d'efficacité en termes de qualité et de quantité. L'utilisation de composants actifs raffinés, semi-synthétisés ou synthétisés a donc progressivement remplacé les plantes médicinales comme outils thérapeutiques, les réduisant au statut de simples matières premières. Cependant, la renaissance de la

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

phytothérapie dans un cadre scientifique multidisciplinaire peut être attribuée à plusieurs facteurs, dont l'importante source d'innovation qu'elle représente, le regain d'intérêt du public pour la phytothérapie et la volonté de sauvegarder cette pratique. La promotion de l'utilisation des plantes thérapeutiques et le passage à la phytothérapie « moderne » ont été rendus possibles par la pharmacognosie et, plus récemment, par l'ethnopharmacologie et la phytothérapie clinique. Celle-ci intègre les données historiques et prend en compte les réponses physiologiques que les éléments d'une plante particulière suscitent au niveau clinique ainsi que les processus synergétiques des différentes parties d'une même plante et des plantes entre elles (Jorite, 2015).

1.4. La phytothérapie dans le monde

La phytothérapie est depuis des milliers d'années la principale source de traitement de nombreuses maladies. Des millions de personnes dans le monde entier, qui n'ont toujours pas facilement accès à la médecine occidentale, y ont recours avec succès aujourd'hui. Avec le développement de la chimie moderne à la fin du XIXe siècle et la découverte de nouveaux médicaments apparemment miraculeux (comme les antibiotiques), la phytothérapie a été réduite au statut de « remèdes de grand-mère » aux bienfaits douteux dans les pays développés. Cependant, cet écart par rapport à la réalité a été de courte durée, car les gens ont rapidement pris conscience des effets secondaires négatifs de la plupart des médicaments synthétiques et ont développé un intérêt renouvelé pour les plantes. De nos jours, les progrès réalisés dans l'identification des principes actifs, la découverte de nouvelles propriétés pharmacologiques et l'absence générale d'effets indésirables des remèdes à base de plantes ont contribué à faire de la phytothérapie une discipline médicale à part entière. Les avancées récentes dans les domaines scientifiques et techniques de la pharmacologie, de la chimie végétale et de l'agronomie ont permis le développement de formes thérapeutiques et galéniques encore plus adaptées, sûres et efficaces (Mollasiotis et al., 2005; Mulot, 2016).

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

1.5. La phytothérapie en Algérie

En Algérie et comme tout le reste dans le monde, elle fait de plus en plus d'adeptes. Beaucoup de gens pensent que la nature a la capacité de guérir. En fait, l'herboristerie, ou plus précisément la phytothérapie, est pratiquée depuis longtemps en Algérie. En tant que l'une des premières entreprises à fournir des produits naturels pour la santé, la beauté et le bien-être de tous en Algérie, une filiale des laboratoires Magpharm a créé la gamme de phytothérapie « phytopharm » en 2003. Cette gamme nécessite l'utilisation des installations les plus avancées et les mieux équipées pour la fabrication des produits à partir des plantes médicinales (Mohammedi, 2013).

1.6. Bénéfices et limites de la phytothérapie

Malgré les progrès considérables de la médecine, la phytothérapie présente de nombreux avantages. Les remèdes à base de plantes regagnent aujourd'hui en popularité parce que les produits pharmaceutiques comme les antibiotiques, considérés comme le remède quasi universel contre les infections graves, perdent leur efficacité en raison de la résistance bactérienne et virale aux médicaments résultant de l'adaptation des médicaments (Zaghad, 2009).

Selon les estimations, les effets indésirables des médicaments chimiques seraient responsables de 10 à 20 % des admissions à l'hôpital (Iserin, 2007). La phytothérapie, capable d'agir sur les fonctions et donc d'intervenir système par système (locomoteur, cardiovasculaire, etc.) et de rétablir des équilibres physiologiques importants (neuroendocriniens, immunologiques), offre un éventail de possibilités très complet que la chimiothérapie conventionnelle ne peut souvent pas égaler. De plus, chaque plante employée peut avoir une activité thérapeutique précise et ciblée sur un organe différent du corps (Chabrier, 2010).

Bien que la phytothérapie soit souvent un traitement peu toxique, mais : une bonne connaissance des plantes est indispensable, car certaines peuvent être toxiques ou déclencher des réactions allergiques lorsqu'elles sont exposées à certaines substances. Des connaissances approfondies de la pharmacologie

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

sont nécessaires (devenir des principes actifs dans l'organisme). Il convient de procéder à une vérification approfondie du diagnostic et de porter une attention toute particulière aux dosages, en particulier chez les populations vulnérables telles que les jeunes enfants, les femmes enceintes. Certaines plantes ont une toxicité particulière si le dosage est augmenté ou la durée du traitement est prolongée, ou elles ne peuvent pas être utilisées en conjonction avec d'autres traitements (Bouacherine et Benrabia, 2017).

L'idée fautive selon laquelle les produits naturels ne sont pas toxiques et sont dénués d'effets indésirables conduit souvent à une utilisation impropre et à une ingestion effrénée, qui entraînent de graves intoxications et des problèmes de santé aigus. Cette idée fautive ne se limite pas aux pays en développement. Elle existe également dans les pays développés, où le grand public recourt souvent à des produits "naturels" sans être suffisamment sensibilisé ou informé des risques associés en cas d'utilisation excessive ou chronique (UNESCO, 2013).

En réalité, « sécurité » et « naturel » ne sont pas synonymes. Les problèmes liés aux effets indésirables sont de plus en plus présents, et considérer ou classer les médicaments à base de plantes comme « sûrs » parce qu'ils sont dérivés de sources « naturelles » est une affirmation qui doit être clarifiée pour la population (Zhang et al., 2012). À cette fin, une surveillance efficace de la sécurité de la phytothérapie nécessitera une collaboration efficace entre botanistes, phytochimistes, pharmacologues et autres intervenants (Ekor, 2013).

Les exigences, ainsi que les protocoles de recherche, les normes et les méthodes requis pour l'évaluation de la sécurité et de l'efficacité des médicaments à base de plantes, sont beaucoup plus complexes que ceux requis pour les produits pharmaceutiques conventionnels (OMS, 2005 ; Zhou et al., 2013).

Les effets indésirables résultant de la consommation de médicaments à base de plantes sont imputables à plusieurs facteurs, notamment l'utilisation de mauvaises espèces, la falsification de produits à base de

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

plantes avec d'autres médicaments non déclarés, la contamination par des substances toxiques ou dangereuses, le surdosage, l'utilisation abusive de médicaments à base de plantes par des professionnels de la santé ou des consommateurs et l'utilisation de médicaments à base de plantes en concomitance avec d'autres médicaments (Ekor, 2013).

Une interaction des plantes avec les médicaments a été signalée. La consommation de gingembre peut entraîner des interactions médicamenteuses avec l'insuline, la metformine et la nifédipine. De même, la camomille peut potentiellement augmenter les effets sédatifs des benzodiazépines. Concernant les framboises, les polyphénols qu'elles contiennent pourraient théoriquement réduire l'absorption intestinale du fer, mais cette hypothèse n'est pas étayée par des preuves scientifiques suffisantes (Santos et al., 2021).

Les effets indésirables et nocifs des plantes ont été aussi signalés. La capsaïcine, présente dans les piments forts, peut provoquer des effets indésirables au niveau du système digestif chez les femmes enceintes diabétiques, tels que des irritations intestinales et de la diarrhée. Par ailleurs, le gingembre, bien qu'utilisé pour soulager les nausées, peut aggraver les symptômes de reflux gastroœsophagien, les troubles abdominaux et les nausées chez les femmes enceintes souffrant de dyspepsie du premier trimestre (Kennedy et al., 2016). Les feuilles de framboisier, utilisées pour stimuler le travail, peuvent provoquer une hypoglycémie maternelle (Santos et al., 2019).

Une consommation excessive de fenouil par les femmes qui allaitent peut entraîner une augmentation de l'absorption d'anéthole (phytoestrogène) et d'estragole (composant étherique). L'estragole, que l'on trouve également dans de nombreuses plantes et épices (basilic, estragon), s'est avérée cancérigène chez la souris (à une dose supérieure à 1 g/kg de poids corporel) (Cheang et al., 2016 ; McLay et al., 2017). L'absence d'effet bénéfique du ginkgo biloba sur les acouphènes a été démontrée (Canis et al., 2011). De plus, la médecine chinoise « traditionnelle » n'a pas réussi à se révéler bénéfique dans la perte auditive soudaine (Su et al., 2013). Le ginkgo biloba n'a pas non plus soulagé la presbyacousie (Hilton

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

et Stuart, 2004). De même, la lubrification des sondes d'intubation avec un spray à base d'extrait de camomille n'a pas réussi à réduire les taux de maux de gorge ou d'enrouement post-intubation (Charuluxananan et al., 2004).

Des céphalées peuvent être induites par des produits contenant du ginkgo biloba ou de la noix d'arec. Des vertiges peuvent être induits par l'échinacée ou le millepertuis. Ainsi, le ginkgo biloba à forte dose réduit l'efficacité de l'oméprazole, et l'échinacée celle des corticoïdes (Shakeel et al., 2017).

L'ingestion de plantes comme l'ail, ginseng, millepertuis et kava, peut altérer l'efficacité des traitements anticancéreux ORL en modifiant l'activité d'enzymes clés impliquées dans le métabolisme (notamment le cytochrome p 450) et/ou transportent (notamment la glycoprotéine P) de ces médicaments (Sparreboom et al., 2004).

Les données cliniques indiquent que plusieurs plantes augmentent le risque de saignement en chirurgie, soit : comme l'ail, la bromélaïne et le ginkgo biloba, en interférant avec les mécanismes de coagulation (notamment au niveau des plaquettes) soit, comme l'échinacée, en renforçant le traitement anticoagulant, notamment la warfarine (Javed et al., 2008).

Dans le domaine vétérinaire, les recherches ont démontré que certaines plantes possèdent des propriétés antimicrobiennes, antiparasitaires, antivirales ou encore hépto-protectrices :

-Origan (*Origanum vulgare*): l'origan a montré une activité antibactérienne ciblant spécifiquement les souches de *Pseudomonas* présentes dans le tractus digestif des lapins (Bampidis et al., 2006).

- Myrtille (*Vaccinium myrtillus*): la myrtille réduit la viabilité des trophozoïtes de *Giardia duodenalis*, inhibant ainsi le développement de la giardiose (Anthony et al., 2007).

- Camomille allemande (*Matricaria chamomilla*): la camomille allemande exerce un effet antidiarrhéique et antisécrétoire chez la souris, supérieur à celui du loperamide, un médicament de référence (Calzada et al., 2010).

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

- Cyprés (*C. sempervirens*): l'étude *in vitro* a révélé que le cyprès possède une activité antivirale contre plusieurs virus bovins, inactivant ainsi leur capacité à infecter les cellules (Guinobert et al., 2018).
- Cassis (*Ribes nigrum*): le cassis a démontré des propriétés hépato-protectrices en limitant l'infiltration de macrophages, en gardant le foie moins lourd et en diminuant les marqueurs de stéatose hépatique non alcoolique chez la souris (Lee et al., 2019).
- Ail (*Allium sativum*): l'ail, administré sur le long terme, réduit les symptômes trachéaux chez le cheval en diminuant l'accumulation de mucus et le nombre de cellules inflammatoires (Saastamoinen et al., 2019).
- Châtaignier (*Castanea sativa*): les tanins présents dans la châtaignier raccourcissent la durée des épisodes diarrhéiques chez le veau (Bonelli et al., 2018) , favorisent la prise de poids (Girard et al., 2020) et améliorent l'équilibre de la flore intestinale (Dell'Anno et al., 2021).
- Curcuma (*Curcuma longa*): le curcuma exerce une activité antibactérienne contre des souches d'*E. coli* multirésistantes isolées des veaux, inhibant ainsi leur croissance *in vitro* (Rai et al., 2023).

1.7. Méthode de préparation de remède (Nacef, 2004 ; Devan, 2005 ; Bouxid, 2012; Djerroumi, Aribi, 2012 ; Lori et Lehmann, 2013 ; Mahboubi, 2014)

* **La macération** : solution obtenue en immergeant une plante dans de l'eau froide, du vin, de l'alcool ou de l'huile pendant une durée variable afin d'en extraire les composants solubles (quelques heures à plusieurs jours, parfois plusieurs semaines).

* **L'infusion** : on verse de l'eau bouillante ou presque bouillante sur le macérât séché pour créer une infusion. L'infusion la plus connue est probablement le thé. Selon la plante utilisée et l'intensité souhaitée, l'infusion peut reposer sous un couvercle pendant quelques minutes à plusieurs heures.

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

* **La décoction** : pour préparer la plante, il faut la faire bouillir en entier ou en partie pendant quelques minutes. Le temps d'ébullition varie de 10 à 30 minutes, selon la plante ou la partie de la plante.

* **Poudre** : après séchage, les plantes sont broyées en une poudre qui peut être appliquée localement ou utilisée en cataplasme. Elle est obtenue en pulvérisant les plantes séchées ou leurs composants actifs dans un mortier ou un moulin. La poudre obtenue est mélangée à des aliments, diluée dans de l'eau ou utilisée pour fabriquer des extraits.

* **Extrait** : pour obtenir des extraits, la plante est d'abord mise dans une solution vaporisable (éther, eau, alcool, etc.), puis la plante est extraite à l'aide de plusieurs techniques (macération, décoction, infusion), et ces solutions sont évaporées jusqu'à l'obtention d'une consistance fluide, molle ou sèche. Par conséquent, ils sont classés en fonction de leur nature (extrait fluide, mou ou sec).

* **L'huile essentielle** : selon la pharmacopée Européenne, les huiles essentielles sont définies comme étant un produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, que ce soit par apprentissage à la vapeur d'eau, par distillation sèche ou par distillation par une méthode mécanique adéquate sans utilisation de chauffage. L'huile essentielle est généralement séparée de la phase aqueuse par un procédé physique qui ne modifie pas significativement sa composition.

2. Les plantes étudiées

Dans le cadre de la sélection des plantes en rapport avec pour cette thèse, on a effectué une recherche pour identifier les plantes utilisées pour le traitement des problèmes gastro-intestinales chez l'homme et chez les animaux.

Les plantes auxquelles des propriétés anthelmintiques sont attribuées étaient nombreuses et appartiennent à différentes familles botaniques (les résultats de l'enquête seront présentés dans

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

l'expérience 1). En se basant sur les résultats de cette enquête, on a sélectionné deux plantes médicinales qui ont répondu aux critères suivants :

- La popularité de son utilisation.
- Leur disponibilité et leur facilité d'obtention.

2.1. *Artemisia herba-alba*

Connue depuis des millénaires, l'*Artemisia herba-alba* (figure 7) a été décrite par l'historien grec Xénophon, dès le début du IV^e siècle av. J.-C., dans les steppes de la Mésopotamie (Joannès, 2001). L'armoise herbe blanche, plante fourragère par excellence, est très appréciée du bétail, notamment en hiver. Son goût amer et son odeur particulière, liée à la présence d'huile de thymol, confèrent à cette plante des propriétés astringentes (Nabli, 1989).

En Afrique du nord et au Moyen-Orient, on l'appelle, en communément, Al-chih. Au Maroc occidental elle porte aussi le nom de Qayssoum. L'*Artemisia herba-alba* est une espèce végétale dont l'utilisation remonte à l'Antiquité. Elle était réputée pour ses propriétés vermifuges, bénéfiques tant pour l'homme que pour le bétail.

2.1.1. Nomenclature et taxonomie

Artemisia est le nom de genre des armoises, il provient de celui de la déesse grecque de la chasse Artémis; herba-alba signifie herbe blanche, et son nom scientifique est *Artemisia herba-alba* asso.

Phylum: Angiospermeae.

Sous Phylum: Dicotylédones

Ordre: Gampanulatae

Famille: Asteraceae.

Sous-famille: Asteroideae.

Tribu: Anthemideae.

Sous-tribu: Artemisiinae.

Genre: Artemisia.

Espèce: *Herba-alba*.



Figure 7: L'*Artemisia Herba-Alba* dans son milieu naturel (photo personnelle)

2.1.2. Description botanique

Cette plante herbacée vivace développe un système racinaire robuste et une souche épaisse. Les tiges, ligneuses et ramifiées, portent un feuillage dense et argenté, constitué de petites feuilles sessiles et pubescentes. Les inflorescences, groupées en grappes compactes, sont composées de capitules ovoïdes, de petite taille, entourés d'un involucre à bractées imbriquées et pubescentes. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites (Pottier, 1981).

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

2.1.3. Habitat

L'*Artemisia herba-alba* occupe des territoires considérables en Afrique du Nord, où elle forme d'immenses steppes. Sa distribution est cependant hétérogène, avec une absence notable dans les zones côtières septentrionales et une diminution de sa densité vers le sud, en raison de conditions climatiques moins favorables (Nabli, 1989).

2.1.4. Pharmacopée traditionnelle

Depuis longtemps, l'*Artemisia herba-alba* a été reconnue par les populations pastorales et nomades pour ses vertus purgatives. On l'utilise notamment comme vermifuge chez les ovins (Nabli, 1989). Friedman et al. (1986), ont rapporté que l'infusion de l'armoise est assez employée par les bédouins du Néguev (Palestine) pour soulager les maux gastrointestinaux. En Tunisie, une enquête menée dans le milieu urbain a montré que l'armoise est, entre autres, essentiellement utilisée pour les maladies du tractus digestif et comme un traitement antidiabétique chez l'homme. D'après les cas interrogés elle donne un pourcentage d'amélioration élevé (Bouraoui, 2003). C'est la plante médicinale la plus couramment utilisé en Algérie pour traiter les maladies chez l'homme et les animaux (Benlarbi et al., 2023), sa composition a été également étudié (Zouaoui et al., 2020). Elle est reconnue pour ses propriétés antioxydantes, anticancéreuses et anti-inflammatoires (Khlifi et al., 2013), antifongiques (Abu-Darwish et al., 2015) et antibactériennes (Ouguirti et al., 2021).

2.2. *Juniperus Phoenicea*

Juniperus phoenicea (genévrier de phénicie) représente l'espèce la plus répandue en Afrique du Nord où elle est présente depuis les dunes littorales jusqu'aux limites sahariennes (figure 8). Ce genévrier, caractéristique de la végétation méditerranéenne, présente une affinité marquée pour les substrats rocheux et les sols peu profonds. Il est rarement observé dans les zones à sols profonds et à humidité élevée (Botineau, 2015 ; Quezel et Gast, 2017).

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

2.2.1. Nomenclature et taxonomie

En Algérie, le genévrier de phénicie est souvent connu sous le nom vernaculaire « aràar ».

Embranchement: Spermaphytes

Sous- Embranchement: Gymnospermes

Classe: Conifères

Ordre: Coniférales

Famille : Cupressacées

Genre: Juniperus

Espèce: *Juniperus phoenicea*



Figure 8: Le Genévrier de Phénicie dans son milieu naturel (photo personnelle)

2.2.2. Description botanique

Le Genévrier de Phénicie ou genévrier rouge (*J. phoenicea*) est un arbrisseau touffu ou un arbuste de 1 à 3 mètres de hauteur. Au jeune âge, certaines feuilles sont en aiguilles et d'autres en écailles très

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

petites, très imbriquées, opposées, formant le feuillage vert persistant de l'arbre après les premières années. Le fruit globuleux devient rouge et luisant à maturité. Cette espèce est indifférente au substrat ; elle est présente en bioclimat surtout semi-aride et aride en ambiance nettement continentale se contentant de précipitations comprises entre 200 et 400 mm (Quézel et Santa, 1962).

2.2.3. Habitat

Les genres Genévrier (*Juniperus*) et Thuya (*Callitris*) sont les seuls représentants des cupressacées spontanées en Algérie, alors que ; les Cyprès (*Cupressus*) sont fréquemment cultivés. En outre, le Genévriers de Phénicie est abondants dans le secteur saharo atlasique (monts des Ksours, Djebel Amour, monts des Ouleds Nail, monts des Zab). En poussant sur les steppes, il constitue parfois la seule végétation arborescente et ce jusqu'à 3000 m d'altitude (Jacques, 2000).

2.2.4. Pharmacopée traditionnelle

Le genévrier de phénicie devient de plus en plus rare sous l'effet de son exploitation abusive (son bois est très recherché comme comestible et fournit un charbon très apprécié). En médecine traditionnelle, plusieurs parties de cette espèce sont utilisées. Les composés chimiques des rameaux, feuilles et fruits sont incorporés dans des préparations pharmaceutiques d'usage particulièrement antiseptique attribué à la présence d'huiles essentielles (Mansouri el al., 2011). Les cônes, les rameaux, mais surtout les jeunes pousses préparées en infusion ont des effets diurétiques, stomachiques et digestifs (Bellakhder, 1997). Les feuilles de cette espèce sont employées contre les affections brochopulmonaires (Alejandro et al., 2004), sous forme de décoction pour soigner le diabète, l'ulcère, le rhumatisme et les troubles digestifs tels que la diarrhée. Les fruits (baies, cônes) séchés et réduits en poudre peuvent guérir les ulcérations de la peau et les abcès (Mansouri el al., 2011). Le décocté des fruits est employé en cas de vomissement, très utilisé par les patients algériens, tunisiens et marocains souffrants de diabète (Le Floch, 1983 ; Cheriti et al., 1995 ; Mohamed et al., 2002). En Algérie, sa composition a été étudié (Zouaoui et al., 2020) et elle est reconnue comme vermifuge, antiseptique et remède pour traiter les

Chapitre V Plantes le plus souvent utilisées par la phytothérapie

plaies (Miara et al., 2019). Elle présente des activités antioxydantes et antibactériennes (Ait-Mimoune et al., 2023) ainsi que des propriétés antiprolifératives (Kemal et al., 2023).

DEUXIÈME PARTIE :

EXPÉRIENCES RÉALISÉES

1. Utilisation traditionnelle de plantes médicinales dans le traitement de parasitoses gastrointestinales des ovins.

2. Activité anthelminthique in vitro des extraits hydroéthanoliques d'Artemisia herba alba et de Juniperus phoenicea sur Teladorsagia circumcincta, nématode de la caillette du mouton.

Expérience 1

Enquête sur l'utilisation traditionnelle de plantes médicinales dans le traitement des parasitoses gastrointestinales des ovins

1. Présentation de la région d'étude

Le territoire steppique algérien couvre 20 millions d'hectares, dont 13 millions d'hectares de parcours. Sa vocation ancestrale était l'élevage extensif d'ovins, de caprins et de dromadaires, complété par la culture épisodique de céréales (Aïdoud et al., 2006). De plus, le cheptel ovin algérien, dont la plus grande partie est cantonnée dans la zone steppique, a connu un fort accroissement (Senoussi et al., 2011). Il est passé de 5 millions de têtes à l'aube de l'indépendance (1962) à plus de 28 millions en 2017 (FAO, 2017), dont 60% (17 millions de têtes) demeurent en zone steppique.

Notre région d'étude (M'Sila) est caractérisée par ses potentialités agropastorales importantes (figure 09). La région de M'Sila a connu une extension des superficies irriguées, surtout pour les cultures fourragères ; les superficies fourragères ont quintuplé grâce à l'application de multiples programmes de mise en valeur des terres agricoles initiés à partir de l'année 2000, pour atteindre 40 000 ha en 2018 (DSA, 2018).

Le cheptel ovin a également connu un accroissement important pendant la même période ; il est passé de 1 million de têtes en 2000 à 1,65 million en 2018, enregistrant un taux moyen de croissance annuel de l'ordre de 3,34% (DSA, 2018). Ainsi, la région présente un potentiel important de production de viande ovine et de moutons d'el aïd (fête religieuse de sacrifice des moutons).

Il existe deux grands systèmes d'élevage ovin recensés dans la région de M'sila : les systèmes agropastoraux, les plus répandus, où l'association agriculture-élevage constitue le cœur de la gestion de l'exploitation ; les systèmes pastoraux, où les éleveurs pratiquent principalement l'élevage (Senoussi et al., 2014).

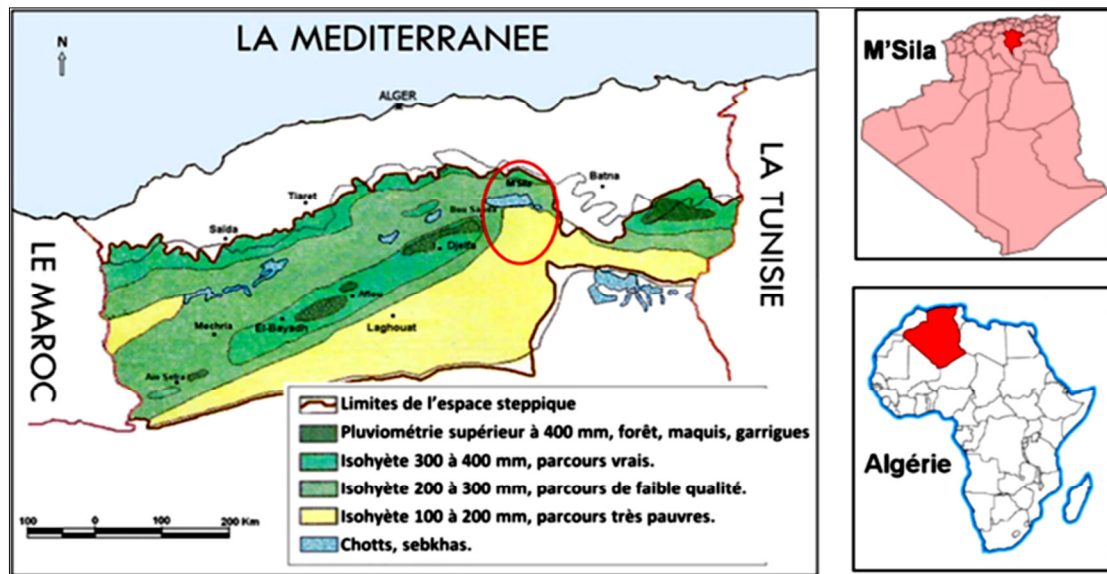


Figure 09 : Localisation de la région d'étude (Senoussi et al., 2014)

2- Matériel et méthodes de l'enquête

Des enquêtes ethno-vétérinaires ont été réalisées auprès de 64 personnes provenant d'anciennes familles qui exercent élevage des ovins depuis très longtemps, sur une période allant de l'année 2017 à l'année 2018, au niveau des marchés hebdomadaires des moutons.

Parmi eux, il y a des praticiens traditionnels non professionnels (03 personnes) très connus par les éleveurs de la zone d'étude. Ils sont souvent sollicités pour leurs savoir-faire dans le traitement des petits ruminants comme les fractures, les maladies rénales, les mises bas dystociques etc....

Les informations collectées étaient relatives à l'identification de l'âge, le niveau d'éducation et à l'inventaire des plantes médicinales utilisées pour traiter les ruminants malades : nom de la plante, techniques de préparation, modes d'administration, durée de traitement.

Le recensement des plantes utilisées contre les parasites digestifs et sur les signes de parasitisme ont été obtenues à travers des entrevues avec les éleveurs. Cependant, pour collecter les informations sur les autres pathologies on a utilisé une fiche d'enquête.

Enquête ethno-vétérinaire

Fiche enquête

Age : Niveau scolaire :

Maladie	plantes médicinales	Partie utilisée	Mode de Préparation	Durée de traitement

3- Analyse statistique

Les données collectées ont été dépouillées manuellement avant d'être saisies avec le logiciel Excel, de Windows 2010. La fréquence de citation de chaque plante médicinale pour le traitement d'une maladie est calculée par l'équation suivante : $100 \times (\text{nombre de citation de la plante} / \text{nombre total de citation de toute les plantes pour la même maladie})$.

4. RESULTATS

4.1. Motivations du recours à la médecine traditionnelle par les éleveurs

Les résultats de l'enquête indiquent que tous les éleveurs contactés traitent leurs animaux malades avec des traitements modernes. L'Age des participants dans l'enquête a été varié de 43 à 76 ans, avec une prédominance de la tranche d'âge de 51 à 60 ans (figure 10). En ce qui concerne le niveau d'éducation, 82,81% des éleveurs (53 personnes) étaient analphabètes, 17,19% des éleveurs (11 personnes) avaient un niveau d'école primaire.

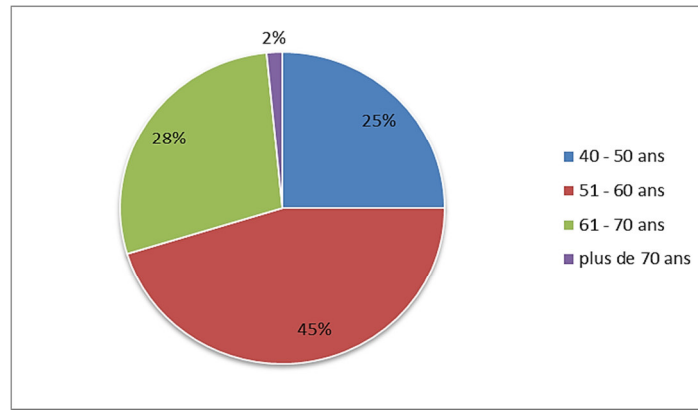


Figure 10 : tranches d'âge des éleveurs participants

Cependant, un tiers d'entre eux, soit 32,8 % des éleveurs (21 éleveurs de la commune de M'cif), déclarent recourir également aux soins vétérinaires traditionnels, pour les raisons suivantes: l'absence de vétérinaire le jour d'appel, difficulté de transport de l'animal malade, coût élevé des traitements de vétérinaire et parfois l'inefficacité de traitements de vétérinaire (tableau 03).

Tableau 03 : motifs de recours des éleveurs de la région de M'cif aux soins traditionnels

Motif de recours aux soins traditionnels	Nombre éleveurs	Pourcentage
Absence de vétérinaire le jour d'appel	07	33.33%
Absence de moyen de transport	03	14. 28%
Coût élevé des médicaments vétérinaires	05	23.8%
Inefficacité des traitements vétérinaires	06	28.7%

4.2. Méthodes de Diagnostic du parasitisme chez les petits ruminants par les éleveurs

Les principaux indicateurs cliniques cités par les éleveurs pour connaître les agneaux parasités, sont : la présence de vers dans les excréments, la diarrhée, la perte de poids, le retard de croissance et la diminution d'appétit (tableau 04).

Tableau 04 : signes de parasitisme déclarés par les éleveurs

Signes cliniques	Nombre de citation	Pourcentage
Présence de parasite dans les fèces	49	47.11%
Diarrhée	19	18.26%
Perte de poids	12	11.53%
Retard de croissance	9	8.65%
Diminution d'appétit	15	14.42%

4.3. Identification des plantes médicinales utilisées contre le parasitisme des petits ruminants

Pour traiter leurs animaux contre les parasitoses intestinales, les éleveurs ont cité six plantes médicinales, issues de six familles botaniques différentes (tableau 05).

Les parties aériennes des plantes sont les majeures parties utilisées dans la préparation de ces traitements, et la forme galéniques de remède la plus utilisée est la décoction. La solution ainsi préparée est filtrée avant l'administrer par voie orale à l'animal et la durée de traitement est variée de un à cinq jours.

Tableau 05: plantes médicinales utilisées contre les parasitoses digestives des ruminants

Nom populaire	Espèce	Famille	Partie utilisée	Modes de préparation
Chih	<i>Artemisia herba alba</i>	<i>Asteraceae</i>	partie aérienne	Décoction
Aràar	<i>Juniperus phoenicea</i>	<i>Cupressaceae</i>	partie aérienne	Décoction
Harmel	<i>Peganum harmala</i>	<i>Zygophyllaceae</i>	partie aérienne	Décoction
Thoum	<i>Allium sativum</i>	<i>Liliaceae</i>	fruit	Trituré
Meriout	<i>Maribium vulgare</i>	<i>Lamiacée</i>	partie aérienne	Décoction
Kharoub	<i>Ceratonia siliqua</i>	<i>Fabaceae</i>	fruit	Trituré

Les plantes médicinales les plus utilisés par les éleveurs sont ; Chih et Aràar, suivi par Harmel, Meriout, Thoum, Kharoub (tableau 06).

Enquête ethno-vétérinaire

Tableau 06 : Pourcentage d'utilisation des plantes médicinales contre le parasitisme digestif des ruminants

Plante médicinale	Nombre de citation	Fréquence d'utilisation
Chih	64	40.25%
Aràar	48	30.18%
Harmel	23	14.46%
Meriout	11	6.91%
Thoum	10	6.28%
Kharoub	3	1.89%

4.4. Plantes médicinales utilisées contre d'autres maladies non parasitaires des petits ruminants

Vingt-huit plantes médicinales seraient utilisées par les éleveurs dans les remèdes traditionnels pour soigner leurs animaux. Ces plantes appartiennent à quinze familles botaniques différentes, dont les plus dominantes sont: lamiaceae, apiaceae, asteraceae, fabaceae.

Les affections citées sont les affections digestives (05 plantes utilisées), les affections rénales/urologiques (6 plantes utilisées), les problèmes respiratoires (6 plantes utilisées), les diarrhées (5 plantes utilisées) et les problèmes de reproduction (3 plantes utilisées). D'autres affections ont été citées moins souvent (ectoparasite teigne : 2 plantes utilisées, teigne : 2 plantes utilisées, maladie des yeux : 3 plantes utilisées) (tableau 07).

Enquête ethno-vétérinaire

Tableau 07 : fréquence de citation des plantes médicinales utilisées contre les maladies des ruminants

Pathologie	Plante médicinale	Nombre de citation	Fréquence d'utilisation
Ecto-parasite	<i>Juniperus phoenicea</i>	9	90%
	<i>Pistacia atlantica</i>	1	10%
maladies digestives	<i>Artemisia campestris</i>	11	10,28%
	<i>Artemisia herba alba</i>	50	46,73%
	<i>Artemisia absthinum</i>	6	5,60%
	<i>Juniperus phoenicea</i>	30	28,03%
	<i>Cassia angustifolia</i>	10	9,35%
maladies d'œil	<i>Retama retam</i>	11	27,50%
	<i>Artemisia herba alba</i>	5	12,50%
	<i>Olea europea</i>	24	60%
maladies rénales	<i>Paronychia argentea</i>	25	44,64%
	<i>Camellia Sinensis</i>	3	5,35%
	<i>Hordeum vulgare</i>	9	16,07%
	<i>Ruta chalepensis</i>	4	7,14%
	<i>Cuminum Cuminum</i>	4	7,14%
	<i>Rosmarinus officinalis</i>	11	19,64%
Maladies respiratoires	<i>Nicotiana tabacum</i>	8	15,35%
	<i>Juniperus phoenicea</i>	16	30,76%
	<i>Allium Cepa</i>	12	23,07%
	<i>Eucalyptus globulus</i>	10	19,23%
	<i>Pituranthos scoparius</i>	4	7,69%
	<i>pistacia atlantica</i>	2	3,84%

Enquête ethno-vétérinaire

Mammite	<i>Allium Cepa</i>	4	11,11%
	<i>Olea europea</i>	32	88,89%
maladie de reproduction	<i>Hordeum vulgare</i>	22	78,57%
	<i>Ferula assa-foetida</i>	1	3,55%
	<i>Allium Cepa</i>	5	17,85%
la teigne	<i>Juniperus phoenicea</i>	24	80%
	<i>Allium Sativum</i>	6	20%

Les éleveurs utilisent principalement les feuilles pour les préparations à base de plantes, tandis que les racines ne sont pas utilisées dans les recettes prescrites. Le mode de préparation le plus courant est la décoction, ainsi que l'application directe. Les autres modes d'utilisation signalés sont la consommation directe, la fumigation et sous forme de cataplasme. Les remèdes sont administrés principalement par voie orale et le traitement peut durer entre un et cinq jours (tableau 08).

Tableau 08 : remèdes traditionnels utilisés contre les maladies des ovins

Pathologie	Matériels	Procédure
Ectoparasite	<i>pistacia atlantica</i>	appliqué l'huile de <i>pistacia atlantica</i> sur la lésion
	<i>junperus phoenicea</i>	appliqué le goudron sur la lésion
Maladies digestives	<i>Artemisia campestris</i> <i>Artemisia herba alba</i> <i>Artemisia absthinum</i> (Asteraceae)	Parties aérienne, décoction per os, 03 jours
	<i>Juniperus phoenicea</i> (Cupressaceae)	les feuilles, décoction, per os, 03 jours
	<i>Cassia angustifolia</i> (Fabaceae)	les feuilles, décoction, per os, 03 jours
Diarrhée	<i>Origanum glandulosum</i> (Lamiaceae)	les feuilles, décoction, per os, 03 jours
	<i>Marrubium vulgare</i> (Lamiaceae)	les feuilles, décoction, per os, 03 jours
	<i>Artemisia herba alba</i>	la partie aérienne, décoction, per os, 03 jours
	<i>Peganum harmala</i> (Zygophyllaceae)	la partie aérienne, décoction, per os, 03 jours

Enquête ethno-vétérinaire

	<i>Punica Granatum</i> (Punicaceae)	pelure, décoction, per os, 03 jours
Constipation	<i>Olea europea</i> (Oleaceae)	l'huile, per os, 02 jours
	<i>Cassia angustifolia</i> (Fabaceae)	les feuilles, décoction, per os, 02 ou 03 jours
Maladie d'œil	Sel de cuisine	dissoudre le sel dans l'eau tiède et laver l'œil puis instiller
	<i>Artemisia herba alba</i> (Asteraceae)	triturer les feuilles dans l'huile d'olive et masser l'œil
	<i>Retama retam</i> (Fabaceae)	triturer les feuilles dans l'eau, puis instiller quelques gouttes dans l'œil malades
Maladies de la bouche	<i>Punica Granatum</i>	pelure finement broyé et mélangé à l'huile d'olive et friction de l'intérieure de la bouche, la langue et les lèvres
	<i>Olea europea</i>	Appliqué l'huile sur la lésion
Maladies rénales	<i>Paronychia argentea</i> (Caryophyllaceae)	partie aérienne, décoction, per os 05 jours
	<i>Camellia Sinensis</i> (Theaceae)	les feuilles, décoction, per os, 05 jours
	<i>Hordeum vulgare</i> (Poaceae)	les grains de l'orge en décoction et donner à l'animal 03 jours
	<i>Ruta chalepensis</i> (Rutaceae)	partie aérienne, décoction, 05 jours, per os
	<i>Cuminum Cuminum</i> (Apiaceae)	les grains, décoction, per os,
	<i>Rosmarinus officinalis</i> (Lamiaceae)	partie aérienne en décoction, per os 05 jours
Fièvre	<i>Melissa officinalis</i>	partie aérienne, décoction, 02 ou 03 jours, per os
	<i>Marrubium vulgare</i>	partie aérienne, décoction, 02 ou 03 jours, per os
Maladies respiratoires	<i>Juniperus phoenicea</i> (Cupressaceae)	le broyat de fruits, décoction dans 2 litres d'eau, verser à chaud sur le dos, les cotes, encolure, pour la pneumonie
	<i>Eucalyptus globulus</i> (Myrtaceae)	les feuilles, fumigation
	<i>Pituranthos scoparius</i> (Apiaceae)	les feuilles, fumigation
	<i>Nicotiana tabacum</i> (Solanaceae)	les feuilles, infusion, instillé 02 gouttes dans les narines
	<i>pistacia atlantica</i> (Therebinthacée)	l'huile de plante, per os
	<i>Allium Cepa</i> (Liliaceae)	mélanger avec l'huile d'olive et le poivre per os/03 jours
Mammite	<i>Allium Cepa</i> (Liliaceae)	triturer le bulbe dans le beur et masser la mamelle ou cataplasme 05 jours

Enquête ethno-vétérinaire

	<i>Olea europea</i> (Oleaceae)	réchauffer l'huile, massage de la mamelle
maladie de reproduction	<i>Hordeum vulgare</i> (Poaceae)	chauffer les grains à la poêle puis servir chaud à la parturiente
	<i>Ferula assa-foetida</i> (Apiacée)	La résine extraite de la racine de cette plante, oblet vaginal 02 jours, puis la saillé
	<i>Allium Cepa</i>	l'oignon et l'ail haché, mélangé à l'huile d'olive et appliqué sur le vagin
Teigne	<i>Allium Sativum</i>	triturer l'ail dans le beur ou l'huile d'olive et masser, couvrir la lésion
	<i>Juniperus phoenicea</i>	Goudron, couvrir la lésion
	<i>Soufre jaune</i>	soufre mélangé au l'huile d'olive

5. DISCUSSION

Lors de notre enquête, seuls les hommes ont été interrogés pour leurs connaissances ethno-vétérinaires, parce que nous ne pouvions pas communiquer avec les femmes, à cause des coutumes de la région, qui gardent souvent les femmes à la maison et pas à l'extérieur.

Dans notre zone de recherche ainsi que dans d'autres régions d'Algérie, les éleveurs utilisent simultanément des thérapies vétérinaires traditionnelles et modernes pour soigner les animaux. Selon Rakotoson (2020), la thérapie traditionnelle prend encore une place importante chez les éleveurs d'animaux de rente, et elle est utilisée non seulement en traitement curatif, mais aussi en traitement préventif. Selon Torri (2013), les coûts élevés des traitements, l'inaccessibilité et les effets secondaires tels que les résidus élevés d'antibiotiques et d'hormones dans le lait sont des problèmes graves des soins vétérinaires actuels, qui motivent les éleveurs à utiliser la phytothérapie. D'après Miara et al. (2019), les principaux ingrédients de cette thérapie traditionnelle, qui repose sur des connaissances locales et utilisée pour maintenir une bonne santé animale, sont les plantes médicinales (66 espèces), appartenant à 32 familles botaniques. Les plantes des familles : lamiaceae, asteraceae, fabaceae et apiaceae, étaient les plus couramment utilisées, ce qui est similaires à ceux que nous avons trouvé. Dans l'étude d'Al-Hoshani et al. (2024), il est conclu que le mélange d'herbes de quatre plantes appartiennent à la famille des Apiacées est efficace pour lutter contre les vers gastrointestinaux.

Enquête ethno-vétérinaire

Pour le traitement de l'helminthiase chez les animaux, Hussain et al. (2008) ont rapportés 49 recettes traditionnelles, et les plantes les plus fréquemment utilisées étaient *Brassica campestris* et *Mallotus philippinensis* et les familles les plus fréquemment utilisées étaient Brassicaceae, Euphorbiaceae et Solanaceae. Selon plusieurs auteurs (Ogni et al., 2014 ; Salhi et al., 2010) les feuilles ont intérêt important en médecine traditionnelle parce que sont les plus facile à récoltés.

La préparation des remèdes traditionnelle à base de plante médicinale s'effectue surtout par décoction, ce qui est montré dans plusieurs études. Dans l'étude de Merazi et al. (2016), les plantes les plus utilisées sont *Thymus capitatus* et *Thymus vulgaris*, et ses mode d'administration sont orale et leurs l'efficacité est observés chez le des moutons.

De plus, les plantes médicinales présentent les avantages de la disponibilité, de la compatibilité avec l'organisme, de la facilité de stockage et des effets secondaires négligeables, et elles sont utilisées pour le traitement de plusieurs troubles digestifs (diarrhée, insuffisance du rumen et nématodes du tractus gastrointestinale) chez les petits ruminants (Zeineldin et al., 2018).

Dans l'étude de Strothmann et al. (2022), toutes les plantes rapportées ont une activité antiparasitaire contre les endoparasites testés, *Origanum vulgare* L. (origan) et *Thymus vulgaris* L. (thym) se distinguant comme les plantes les plus étudiées. Tandis que *Cuminum cyminum* L. (cumin) était la plante ayant le moins d'évaluations dans les études concernant l'action antiparasitaire. Dansou et al. (2021) ont identifié les plantes médicinales anthelminthiques utilisées par les éleveurs de petits ruminants pour traiter les parasites gastrointestinaux, au total : 63 espèces médicinales ayant un potentiel anthelminthique ont été répertoriées, notamment *Launaea taraxacifolia* (Asteraceae), *Napoleonaea vogelii* (Lecythidaceae).

Dans son étude sur l'utilisation ethno-vétérinaire des plantes médicinales, Khan. (2009) a rapporté des informations concernant 35 espèces de plantes collectées. Selon les résultats, *Aerva javanica*, *Ailanthus excelsa*, *Amaranthus trilocular*, *Capparis decidua* ont été utilisés contre la diarrhée et la dysenterie.

Enquête ethno-vétérinaire

Cependant, *Achyranthes aspera*, *Argemone mexicana*, *Balanites aegyptiaca*, *Butea monosperma*, *Cassia senna*, *Citrullus colocynthis* et *Vitex negundo* ont été utilisés comme vermifuge. *Pedaliium murex*, *Tribulus terrestris* et *Barleria prionites* avaient une valeur diurétique, *Barleria prionites* et *Mollugo nudicaulis* ont joué leur rôle dans la maturation de l'abcès, *Ricinus communis* et *Salvadora oleoides* ont facilité l'élimination du placenta et des lochies. *Anamitra cocculus* et *Argemone mexicana* ont été utilisés comme fébrifuges.

L'étude de Yusuf et al. (2024), a montré l'existence de plusieurs plantes à usage anticoccidien, ainsi que les fruits de *Juglans regia* et les grains de *Chenopodium Ambrosioides* sont utilisés contre les nématodes, *Allium sativum* est efficace contre les poux et *Nicotiana tabacum* est efficace contre les tiques. Kluj et al. (2023), a présenté un traitement des maladies parasitaires les plus courantes causées par des protozoaires, des vers plats, des ascaris, en utilisant des extraits de menthe, d'arbre à thé, d'ail, de gingembre, de graines de citrouille, d'armoise annuelle, de cosmos musqué, de noix, de cacao, de raisin ou de cumin noir. Le travail de Tariq et al. (2012) a démontré que *Artemisia absinthium*, *Achillea millefolium*, *Myrsine africana* et *Allium sativum* ont été scientifiquement validés pour leur prétendue action anthelminthique contre les infections par les nématodes gastrointestinaux chez les moutons.

Pour les maladies respiratoires chez les chèvres ; les liges de fer chaud utilisées pour la cautérisation avec 3 lignes horizontales et 3 lignes verticales sur les côtes et deux lignes le long de la colonne vertébrale (Abbas et al., 2002 ; Azaizeh et al., 2012b), et sur les deux côtés du cou contre la toux (Azaizeh et al., 2006a). Pour le traitement des ectoparasites, d'autres procédures excluant la phytothérapie ont été rapportées par Alyemeni et al., (2010), telles que le soufre, la roche sulfureuse broyée en poudre et saupoudrée sur les zones cutanées infestées.

Dans l'étude de Romero et al. (2022), l'utilisation et les attitudes des vétérinaires pour les petits animaux envers les plantes médicinales, a été documenté. La plupart des vétérinaires ont également montré une attitude positive envers les plantes médicinales, et ils les utilisent principalement contre les

Enquête ethno-vétérinaire

maladies musculo-squelettiques, dermatologiques et digestives. Parmi ceux qui n'avaient jamais utilisé de plantes médicinales, la majorité a attribué cela à un manque de formation dans ce domaine, le manque de formation académique dispensée par les facultés vétérinaires dans ce sujet.

L'utilisation de plantes médicinales pour gérer les parasites internes chez les petits ruminants reste l'une des principales pratiques de production, en particulier dans les pays en développement. En raison du développement croissant de la résistance des parasites internes aux produits pharmaceutiques actuellement utilisés et de la demande croissante de la société pour les produits phyto-thérapeutiques, il est urgent d'intervenir scientifiquement pour valider l'efficacité et la sécurité des plantes médicinales. De plus, de nombreuses plantes médicinales sont encore menacées d'extinction. Il est donc nécessaire de mener des recherches qui étudieront des méthodes innovantes de conservation des plantes médicinales et de leur utilisation traditionnelle (Nikelo et al., 2022).

Les plantes trouvées dans cette étude à M'sila, pourraient être évaluées scientifiquement pour leur activité anthelminthique *in vitro* contre une grande variété de groupes parasitaires chez les animaux. Cela jettera les bases et établira une plate-forme ciblée pour les études pharmacologiques et le développement de nouveaux produits anthelminthiques pour combler une lacune dans l'industrie des médicaments anthelminthiques, qui est confrontée à la crise de la résistance des anthelminthiques aux médicaments anthelminthiques conventionnels.

6. CONCLUSION

Cette étude réalisée dans la région de M'Sila confirme que la pharmacopie vétérinaire est une pratique qui a été renouvelée pour un certain nombre d'éleveurs Algérien. Cela indique le potentiel le plus important qui peut être exploité en complément de la thérapie vétérinaire moderne pour lutter contre les maladies animales en général et les parasitoses gastrointestinales en particulier. Dans ce sens, c'est l'occasion de mener des recherches expérimentales finales pour vérifier l'efficacité anthelminthique des recettes à base de plantes proposées, notamment sur celles les plus citées en vue de leurs utilisations futures dans un cadre sécurisé pour les éleveurs. Dans la présente étude, il s'agissait principalement de Chih (*Artemisia Herba Alba*), Aràar (*Juniperus phoenicea*), Harmel (*Peganum Harmala*), Meriout (*Maribium vulgare*), Thoum (*Allium sativum*) et caroubier (*Ceratonia siliqua*).

Expérience 2

Activité anthelminthique *in vitro* des extraits hydroéthanolique d'*Artemisia herba alba* et de *Juniperus phoenicea* sur *Teladorsagia circumcincta*, nématode de la caillette du mouton.

1. Introduction

Les résultats des enquêtes exploratoires ethno-vétérinaires réalisées précédemment dans la région du M'sila ont été exploités pour réaliser cette étude. A cet effet, on s'est intéressé aux résultats des traitements des parasitoses digestives des petits ruminants par les plantes: *Artemisia herba alba* et *Juniperus phoenicea*.

Les infestations de nématodes gastrointestinaux menacent considérablement le bétail, en particulier les bovins, les ovins et les caprins. Des recherches récentes menées en Algérie ont révélé que les moutons sont infestés par diverses espèces de parasites de la caillette (Zouyed et al., 2018). Malgré l'utilisation d'anthelminthiques, l'émergence de résistances aux médicaments chez les animaux devient de plus en plus importante. Par exemple, les strongles *Teladorsagia*, *Trichostrongylus*, *Marshallagia* et *Nematodirus* au sein de cinq fermes pilotes de l'est de l'Algérie étaient résistants à l'albendazole (Bentounsi et al., 2006), puis se sont révélés très répandus dans les fermes pilotes des zones steppiques de l'est de l'Algérie pour les benzimidazoles et l'ivermectine (Bentounsi et al., 2007). Une autre étude dans l'ouest de l'Algérie s'est intéressée au lien entre le développement de la résistance à l'albendazole et la présence de *Marshallagia marshalli* dans certains établissements agricoles (Boulkaboul et al., 2010).

Par conséquent, la lutte contre la résistance aux anthelminthiques est devenue un défi important qui nécessite beaucoup de recherches et des méthodes fiables pour la détection et le test de l'efficacité des agents anthelminthiques. Des tests *in vitro* sont utilisés pour sélectionner les espèces végétales, leurs métabolites secondaires et les ingrédients qui présentent une activité anthelminthique (Andre et al., 2017). Les tests *in vitro* présentent plusieurs aspects positifs par rapport aux tests *in vivo*, notamment le

Activité anthelminthique in vitro

fait qu'ils prennent moins de temps, sont moins coûteux, nécessitent un nombre plus réduit d'animaux et permettent d'évaluer l'efficacité de différents composés anthelminthiques tout au long du cycle de vie du parasite (Demeler et al., 2013). De plus, le test de motilité adulte (AMA) et le test d'inhibition de l'éclosion des œufs (EHIA) sont préférés aux approches *in vivo* car ils sont rentables, simples et fournissent des résultats immédiats (De Jesús-Martínez et al., 2018).

Les plantes médicinales sont largement utilisées comme médicaments simples ou dans des systèmes d'administration combinés. L'Organisation mondiale de la santé indique que 80 % de la population mondiale dépend de la médecine traditionnelle pour ses principaux besoins de santé (OMS, 2003). Les préparations à base de plantes médicinales contenant des composés bioactifs offrent une alternative prometteuse pour traiter et gérer divers problèmes de santé et infections. Ces préparations présentent des propriétés antimicrobiennes, antioxydantes, anti-inflammatoires, antipyrétiques et immunostimulantes (Laudato et Capasso, 2013). L'Algérie a une longue tradition d'utilisation des herbes médicinales, et les connaissances traditionnelles en matière de plantes médicinales se transmettent de génération en génération (Boudjelal et al., 2010). Dans les pays en développement, les méthodes traditionnelles de lutte contre les nématodes, utilisées par les petits agriculteurs, restent largement dépendantes des plantes médicinales. Les plantes sont une excellente source de substances naturelles qui peuvent être utilisées comme substituts aux vermifuges pour le bétail (Ahmed et al., 2023).

Les connaissances vétérinaires traditionnelles restent cruciales pour les éleveurs de moutons et de chèvres dans la steppe algérienne. De nombreuses espèces végétales sont utilisées dans les remèdes ethnovétérinaires (Miara et al., 2019). Une étude récente sur l'utilisation traditionnelle des plantes médicinales pour le traitement des parasites chez l'homme et l'animal en Algérie a révélé de nombreuses connaissances ethnopharmacologiques. La plante médicinale la plus couramment mentionnée est *A. herba-alba* Asso (Benlarbi et al., 2023), qui est reconnue pour ses propriétés antioxydantes, anticancéreuses et anti-inflammatoires (Khlifi et al., 2013), antifongiques (Abu-Darwish

Activité anthelminthique in vitro

et al., 2015). *Juniperus phoenicea*, connu localement sous le nom de « Aràar », est un arbuste naturellement répandu dans la steppe algérienne, devenu une plante couramment utilisée comme vermifuge, antiseptique et pour traiter les plaies (Miara et al., 2019), et présente des activités antioxydantes et antibactériennes (Ait-Mimoune et al., 2023) ainsi que des propriétés antiprolifératives (Kemal et al., 2023).

Plusieurs études ont documenté l'application anthelminthique des plantes médicinales, notamment *Juniperus communis* (Štrbac et al., 2020), *Azadirachta indica* (Rehman et al., 2023), *Acacia nilotica* (Zabre et al., 2023), *Combretum glutinosum* (Toklo et al., 2023), *Artemisia brevifolia* (Iqbal et al., 2004), *Juniperus pinchotii* (Armstrong et al., 2013), *J. phoenicea* (Aouadi et al., 2021) et certaines espèces d'*Artemisia L.* (Dağ et al., 2023).

À l'exception de quelques études ayant révélé une activité antiparasitaire de certains composants chimiques des plantes tels que l'artémisinine (Wang et al., 2015), le 1,8-cinéole et le camphre (Zhu et al., 2013), la carvone (Katiki et al., 2019), le cinnamaldéhyde et le limonène (Katiki et al., 2017), la plupart des études ont rapporté la présence de composants clés des plantes qui ne fournissent aucune information sur les composés antiparasitaires efficaces et leur mécanisme d'action.

Compte tenu de l'importance de l'utilisation d'*A. herba-alba* et de *J. phoenicea* dans la thérapie traditionnelle algérienne et de l'émergence de résistances antiparasitaires, notre étude est la première en Algérie visant à évaluer l'activité anthelminthique *in vitro* de ces plantes contre *T. circumcincta* à partir de moutons naturellement infectés, en utilisant des tests de l'inhibition de l'éclosion des œufs (EHIA) et de l'inhibition la motilité des vers adultes (AMA).

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Collecte des échantillons des plantes

Les feuilles de *Juniperus. phoenicea* et d'*Artemisia herba-alba* ont été collectées dans la zone de la localité de Guettatecha située dans la région de M'sila. Après la collecte, l'identification des plantes a été réalisée à l'aide d'un botaniste au niveau de département d'agronomie de l'université de Batna 1. Les plantes ont été laissées sécher à température ambiante pendant une semaine pour faciliter la récupération des feuilles. Par la suite, les matières végétales ont été broyées à l'aide d'un moulin à café, ce qui a donné une poudre fine, et ont été conservées à l'obscurité pour les tests anthelminthique *in vitro* (Iqbal et al., 2004).

2.2. Préparation des extraits

Les poudres de feuilles de *J. phoenicea* et d'*A. herba-alba* ont été extraites en utilisant la procédure de macération. En bref, les poudres de feuilles ont été mélangées avec une quantité suffisante d'éthanol à 99 % et d'eau distillée (80 %/20 %) pendant 48 heures ; ensuite, les solutions ont été filtrées sur du papier Whatman. Les filtrats ont été placés dans un évaporateur rotatif pour préparer des extraits hydroéthanoliques.

Les extraits ont été dissous dans une solution de diméthylsulfoxyde (DMSO) à 3 % pour améliorer la solubilité dans l'eau, produisant deux solutions mères à une concentration de 25 mg/ml (volume de 100 ml). Plusieurs dilutions ont été réalisées avec des concentrations variables (1,562, 3,125, 6,25, 12,5 et 25 mg/ml) (Adama et al., 2009).

2.3. Collecte de parasites

Les vers adultes ont été collectés à partir de la caillette des ovins après l'abattage et transportée au laboratoire de parasitologie vétérinaire de l'université de Batna1. La caillette a été nettoyée à l'aide d'un flux continu d'eau et les vers ont été séparés en coupant la plus grande courbe de la caillette. Les

Activité anthelminthique in vitro

parasites ont été conservés dans du tampon phosphate salin (PBS) jusqu'au début de l'évaluation *in vitro*.

L'identification du parasite était basée sur ses nombreuses crêtes cuticulaires longitudinales, qui étaient visibles postérieurement, la présence d'un cône génital avec une seule papille qui dépasse de la surface du corps et la présence de petites papilles cervicales proéminentes, ainsi que d'autres clés d'identification (Taylor et al., 2015 ; Gibbons et Khalil, 1982 ; Soulsby, 1982).

Selon la technique décrite par Cabaret et al. (1984), une découpe microscopique de l'utérus de 150 vers adultes *T. circumcincta* à l'aide d'une petite lame pour libérer les œufs a été la méthode utilisée, excluant le modèle de nématode le plus célèbre, *H. contortus* fréquemment utilisé pour les études *in vitro* car ce n'est pas un parasite abondant dans notre étage bioclimatique.

2.4. Test d'inhibition de mobilité des vers adultes (Adult Worm Motility Assay)

Ce test a été réalisé à l'aide de 96 puits de microplaque. Cinq concentrations croissantes d'extraits de plantes ont été réalisées (1,562, 3,125, 6,25, 12,5 et 25 mg/ml). Environ 560 adultes de *T. circumcincta* ont été utilisés pour évaluer l'effet vermifuge des extraits.

Huit (08) vers très mobiles ont été soumis individuellement pour à chaque test à une température ambiante du laboratoire. Le PBS (PBS : Phosphate Buffered Saline, pH:7,4) et l'albendazole (25 mg/ml) ont été préparés et utilisés comme contrôles négatif et positif, respectivement. Le test a été répété cinq fois pour chaque concentration.

L'inhibition de la mobilité des vers adultes pendant cinq (05) secondes sous l'effet des extraits a été utilisée comme critère d'activité anthelminthique. La mobilité des vers a été observée à des intervalles de 0, 1, 2, 4, 6 et 8 heures à l'aide d'une loupe binoculaire. A chaque observation, les vers immobiles ont été observés pendant cinq (05) secondes pour confirmer leur état. A la fin du test, les vers traités ont

Activité anthelminthique in vitro

été plongés à nouveau pendant 20 minutes dans le PBS pour observer la reprise éventuelle de la mobilité des vers.

2.5. Test d'inhibition de l'éclosion des œufs (Egg Hatch Inhibition Assay)

Le test d'éclosion des œufs a été réalisé selon la procédure décrite par Coles et al. (2006). Pour chaque concentration d'extrait de plante, 50 œufs de *T. circumcineta* ont été déposés dans 0,5 ml de solution à l'intérieur de tubes Eppendorf de 1,5 ml. Tous les tubes ont été incubés à 27 °C. Après 48 heures d'incubation, une goutte de solution de lugol a été ajoutée à chaque tube pour arrêter toute éclosion supplémentaire, et tous les œufs non éclos et les larves de premier stade (L1) ont été comptées sous un microscope à dissection (40x).

Le PBS et l'albendazole (25 mg/ml) ont été préparés et utilisés pour constituer respectivement les témoins négatif et positif. L'expérience a été menée avec cinq répétitions pour chaque concentration des extraits. En fin de test, le pourcentage d'inhibition de l'éclosion des œufs a été déterminé en utilisant la formule suivante :

$$\text{Pourcentage d'inhibition} = 100 \left(1 - \frac{X1}{X2} \right)$$

Où **X1** représente le nombre d'œufs éclos dans l'extrait et **X2** représente le nombre d'œufs éclos dans le PBS.

2.6. Analyse statistique

Toutes les données ont été tabulées et analysées à l'aide de statistiques descriptives, déterminant les valeurs minimales et maximales ainsi que les variables moyennes et d'écart type. L'analyse statistique a été réalisée à l'aide de SPSS version 23. Un test de Kruskal-Wallis a été réalisé avec le temps et la concentration comme variables indépendantes et les activités de la plante comme variable dépendante.

Activité anthelminthique in vitro

3. RESULTATS

3.1. Test d'inhibition de motilité des vers l'adulte (AMA)

Les pourcentages d'inhibition de motilité des vers adultes par l'extrait hydroethanolique d'*Artemisia herba-alba* sont exposés dans le tableau 09.

Suite à l'utilisation d'une concentration de 25 mg/ml d'extrait d'*Artemisia herba-alba*, la motilité de tous les vers adultes a été réduite en une heure. Après 8 heures d'exposition et à une concentration de 3,125 mg/ml ; *A. herba-alba* une inhibition de la motilité de 30 % a été constatée. En revanche, la concentration de 1,562 mg/ml, n'a pas présenté un effet d'inhibition sur la motilité des nématodes. L'évaluation des données statistiques a montré une différence statistiquement significative en termes de mortalité des vers adultes ($p < 0,05$) selon le temps et de la concentration.

Tableau 09: Pourcentage de l'effet nématocide de l'extrait hydro-alcoolique d'*A. herba-alba* contre les vers adultes de la caillette

plante	Temps (h)	Concentration d'extrait (mg/ml)							P value
		1.562 mean± sd	3.125 mean± sd	6.25 mean± sd	12.5 mean± sd	25 mean± sd	Negative mean± sd	Positive mean± sd	
<i>A. herba-alba</i>	T0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	100± 0.0	0.0001
	T1	0.0± 0.0	0.0± 0.0	22.5± 31.1	32.5± 20.9	97.5± 5.6	0.0 0.0	100± 0.0	0.0001
	T2	0.0± 0.0	0.0± 0.0	62.5± 15.3	77.5± 20.5	100± 0.0	0.0± 0.0	100± 0.0	0.0001
	T4	0.0± 0.0	0.0± 0.0	75.0± 38.5	100± 0.0	100± 0.0	0.0± 0.0	100± 0.0	0.0001
	T6	0.0± 0.0	5.0± 6.85	100± 0.0	100± 0.0	100± 0.0	0.0± 0.0	100± 0.0	0.0001
	T8	0.0± 0.0	30.0± 11.2	100± 0.0	100± 0.0	100± 0.0	0.0± 0.0	100± 0.0	0.0001

Les pourcentages d'inhibition de motilité des vers adultes par l'extrait hydroethanolique de *Juniperus phoenicea* sont présentés dans le tableau 10.

Activité anthelminthique in vitro

L'utilisation d'une concentration de 25 mg/ml, l'extrait de *Juniperus phoenicea* a entraîné un taux de mortalité de 100 % des nématodes après 4 heures d'exposition. Une concentration de 3,125 mg/ml, *J. phoenicea* a présenté une inhibition de la motilité de 15 %, en 8 heures. En revanche, la concentration de 1,562 mg/ml, n'a pas présenté un effet d'inhibition sur la motilité des nématodes.

Lors de l'évaluation des données statistiques, il existe une différence statistiquement significative en termes de mortalité des vers adultes ($p < 0,05$) selon le temps et de la concentration.

Tableau 10: Pourcentage de l'effet nématocide de l'extrait hydro-alcoolique d'*J. phoenicea* contre les vers adultes de la caillette

Plante	temps (h)	Concentrations d'extrait (mg/ml)							
		1.562	3.125	6.25	12.5	25	Negative	Positive	P value
		mean± sd	mean± sd	mean± sd	mean± sd	mean± sd	mean± sd	mean± sd	
<i>J. phoenicea</i>	T0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	100± 0.0	0.0001
	T1	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	2.5± 5.6	0.0± 0.0	100± 0.0	0.0001
	T2	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	0.0± 0.0	50± 12.5	0.0± 0.0	100± 0.0	0.0001
	T4	0.0± 0.0	0.0± 0.0	2.5± 5.6	67.5± 11.2	100± 0.0	0.0± 0.0	100± 0.0	0.0001
	T6	0.0± 0.0	5.0± 6.85	12.5± 12.5	80± 6.85	100± 0.0	0.0± 0.0	100± 0.0	0.0001
	T8	0.0± 0.0	15± 5.6	35± 18.5	95± 6.85	100± 0.0	0.0± 0.0	100± 0.0	0.0001

3.2. Test d'inhibition de l'éclosion des œufs (EHIA)

Dans l'essai d'inhibition de l'éclosion des œufs (EHIA), le taux d'inhibition variait de 85,10 à 100 % pour *A. herba-alba* et de 33,12 à 96,23 % pour *J. phoenicea*. L'effet d'inhibition maximal (100 %) de l'éclosion des œufs a été démontré par l'extrait d'*A. herba-alba* à 25 mg/ml. Les résultats rapportés dans le tableau 11 indiquent que l'efficacité des deux extraits était dose-dépendante ($p < 0,05$).

Activité anthelminthique in vitro

Tableau 11 : effet des extraits d'*A. herba-alba* et de *J. phoenicea* par rapport au contrôle positive

Concentrations	<i>A. herba alba</i>		<i>J. phoenicea</i>	
	Mean	SEM	Mean	SEM
25mg/ml	100.00	0.00	96.24	1.53
12,5mg/ml	96.63	1.72	90.39	2.47
6,25mg/ml	95.03	1.40	88.75	1.73
3,125mg/ml	92.51	0.56	53.14	5.11
1,562mg/ml	85.10	2.43	33.13	6.34
control negative	3.60	0.98	3.60	0.98
control positive	100.00	0.00	100.00	0.00
p-value	<0.001		<0.001	

Les résultats ont montré que *A. herba-alba* présentait un potentiel d'inhibition de l'éclosion 2,5 fois supérieur à celui de *J. phoenicea*, dès la concentration minimale testée (1,562mg/ml). En revanche, à la concentration maximale testée (25mg/ml), le potentiel d'inhibition de l'éclosion de *J. phoenicea* était très proche de celui d'*A. herba-alba* (figure 9).

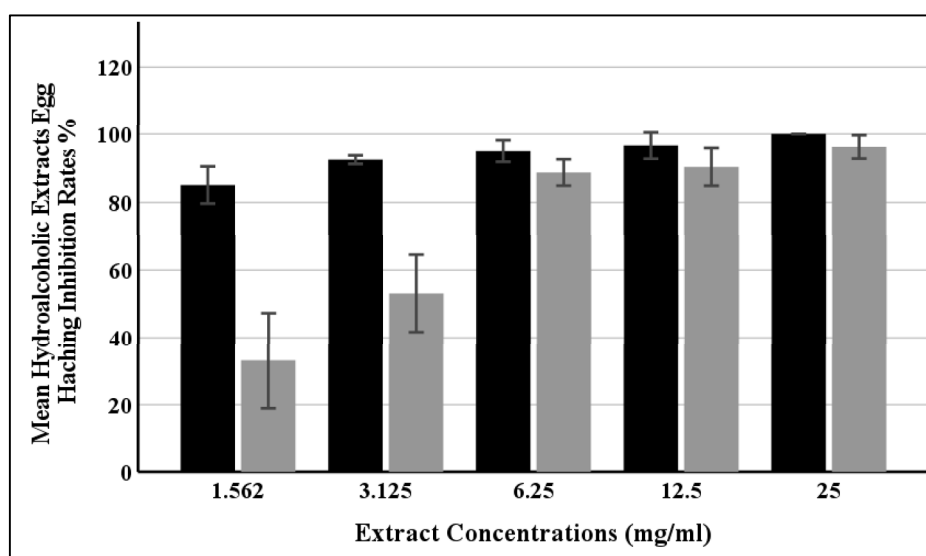


Figure 9 : Pourcentage (%) d'inhibition de l'éclosion des œufs *Teladorsagia circumcincta* par les extraits hydro-alcooliques d'*Artemisia herba-alba* (barres noires) et de *Juniperus phoenicea* (barres grises).

4. DISCUSSION

Dans la présente étude, un effet inhibiteur in vitro évident des extraits de feuilles d'*A. herba-alba* et de *J. phoenicea* sur le développement des œufs et des strongles adultes de la caillette chez des moutons naturellement infectés a été constaté. Nos résultats sont cohérents avec ceux rapportés par Iqbal et al. (2004), qui ont découvert que les extraits aqueux et méthanoliques bruts d'*A. brevifolia* avaient des effets vermifuges sur les vers adultes *H. contortus*, comme en témoignent la paralysie et/ou la mortalité 6 heures après l'exposition. Les recherches menées par Ahmed et al. (2020) ont révélé que diverses quantités d'extraits méthanoliques des fleurs et des parties aériennes d'*A. herba-alba* présentaient une activité vermifuge similaire à celle du médicament vermifuge classique (albendazole à 0,25 mg/ml), et l'activité anthelminthique des extraits de plantes a augmenté avec le temps. En conséquence, après 7 heures d'exposition des vers adultes d'*H. contortus* à la concentration la plus élevée (10 mg/ml), une mortalité absolue (100 %) a été observée. De plus, à 1 mg/ml, les extraits méthanoliques de la fleur et des parties aériennes de la plante ont montré des taux d'inhibition de l'éclosion des œufs de 98,67 % et 88,3 %, respectivement. Dans l'étude menée par Dağ et al. (2023) sur *H. contortus*, les extraits dérivés de diverses espèces d'*Artemisia* (*A. absinthium*, *A. abrotanum*, *A. annua*, *A. incana* et *A. tournefortiana*) ont montré une efficacité complète dans le test d'inhibition de l'éclosion des œufs pour toutes les concentrations testées (allant de 1,5625 à 50mg/ml) et intervalles de temps (allant de 1 à 48 heures). Parmi les espèces étudiées, il a été observé qu'*A.annua* était l'espèce la plus efficace et *A. tournefortiana* l'espèce la moins efficace contre les larves.

Irum et al. (2015) ont montré qu'après la période de post-traitement, le nombre d'œufs dans les selles (FEC) a été diminué de manière significative pour *Artemisia vestita* et *Artemisia maritima*. Au 28^{ème} jour après le traitement, la réduction maximale du nombre d'œufs dans les selles pour *A. vestita* était de 87,2 % à 100 mg/kg, tandis que pour *A. maritima*, elle était de 84,5 %. Les extraits examinés ont montré un niveau élevé d'efficacité contre les larves et les adultes.

Activité anthelminthique in vitro

Ouguirti et al. (2021) ont mis en évidence l'activité bactéricide de l'huile essentielle d'*Artemisia herba-alba* cultivée en Algérie. Cette huile est majoritairement composée de monoterpènes oxygénés (80,3 %), suivis d'hydrocarbures monoterpéniques (10,8 %) et de sesquiterpènes oxygénés en très faible proportion (0,2 %). Les principaux constituants identifiés étaient l' α -thuyone (48,0 %), la β -thuyone (13,4 %) et le camphre (13,1 %). De son côté, Kadri et al. (2023) ont également observé que la thuyone (10,55 %), le bornéol (5,98 %) et l'eucalyptol (1,63 %) figuraient parmi les composants dominants de l'huile essentielle d'*A. herba-alba*.

D'autre part, les recherches menées par Aouadi et al. (2021) sur l'huile essentielle de *J. phoenicea* ont démontré un effet inhibiteur sur la mobilité des vers. Après 8 heures d'exposition, l'huile essentielle de *J. phoenicea* a entraîné une mortalité de 76,18 % à la concentration la plus élevée testée (1 mg/ml) et a montré des activités d'inhibition de l'éclosion des œufs dose-dépendantes, ce qui est similaire aux résultats obtenus dans notre étude avec l'extrait hydroéthanolique de la même plante. Dans la même étude, l'analyse de l'huile essentielle de genévrier rouge a montré la présence d'un taux élevé de monoterpènes (75,90 %) en raison de la prédominance de l' α -pinène (74,14 %), suivi du linalol (2,97 %), de l' α -terpinéol (0,34 %) et du β -myrcène (1,05 %). Les composés sesquiterpéniques constituaient 20 % de l'huile essentielle totale, dont le germacrène B (1,4 %), le β -caryophyllène (0,8 %) et le delta-cubebène (3,5 %) comme principaux composants.

De plus, l'analyse du profil phénolique de *J. phoenicea* poussant en Algérie a révélé que la quercétine était le composé majoritaire et que l'activité antimicrobienne contre toutes les souches bactériennes était plus bactériostatique que bactéricide (Ghouti et al., 2018). Dans l'étude de Štrbac et al. (2020), les principaux composants de l'huile essentielle de *Juniperus communis* étaient l' α -pinène (40,46 %), le sabinène (14,04 %), le myrcène (8,87 %) et le limonène (4,95 %). L'huile essentielle a montré une efficacité significative contre les œufs de nématodes gastrointestinaux du mouton. À la concentration la plus élevée (50 mg/ml), l'huile essentielle a montré un effet inhibiteur de l'éclosion de 96,75 %, ce qui

Activité anthelminthique in vitro

est comparable à notre résultat de 96,238 % à 25 mg/ml. De plus, Armstrong et al. (2013) ont montré que *Juniperus pinchotii* diminuait la mobilité des larves d'*H. contortus*.

L'utilisation de plantes médicinales et de leurs produits comme compléments alimentaires ou additifs au lieu de médicaments chimiques peut être une stratégie efficace pour lutter contre les nématodes gastrointestinales des moutons. La présente étude a mis en évidence les propriétés vermifuges des extraits d'*A. herba-alba* et de *J. phoenicea* contre les nématodes gastrointestinales chez les moutons. L'efficacité démontrée est probablement attribuée à l'effet synergique des différents composés des extraits hydroalcooliques et à leur composition diversifiée, qui a été rapportée ci-dessus par Zouaoui et al. (2020).

Certains composés sont déjà reconnus comme des médicamenteusement pertinents en raison de leurs propriétés vermifuges, comme la quercétine et les acides phénoliques (Rehman et al., 2023), les alcools monoterpéniques et les hydrocarbures monoterpéniques dans les huiles essentielles (Štrbac et al., 2021). Les tannins condensés peuvent également exercer une activité anthelminthique en réduisant l'éclosion et en diminuant la motilité des larves (Molan, 2014). En outre, il a été démontré que les tannins interfèrent avec la phosphorylation oxydative couplée et bloquent la synthèse d'ATP chez *H. contortus* (Martin, 1997). Dans l'étude menée par Maestrini et al. (2020), les saponines et les prosapogénines ont montré des effets inhibiteurs concentration-dépendant sur les œufs de strongles gastrointestinaux. De plus, il a été constaté que l'activité de l'huile essentielle d'*Artemisia lancea* contre *H. contortus* est attribuée à la présence de 1,8-cinéole et de camphre (Ali et al., 2021), qui représente un taux élevé dans la composition de l'*A. herba alba* d'Algérie.

En se basant sur les données précédentes, il semble que la présence de composés chimiques efficaces contre les vers entraîne deux types de changements chez le parasite : premièrement, des altérations structurelles (dommage tégumentaire, destruction intra-utérine des œufs, accumulation de lipides, épuisement du glycogène et enfin, paralysie et mort du ver), et deuxièmement des changements

Activité anthelminthique in vitro

métaboliques (inhibition irréversible des enzymes de la cascade métabolique, perturbation du potentiel de la membrane mitochondriale ; inhibition de la phosphorylation oxydative des mitochondries, activation de l'apoptose médiée par la caspase-3) (Cavalcante et al., 2016 ; Araujo et al., 2017 ; Ali et al., 2021 ; Resendiz-Gonzalez et al., 2024).

5. CONCLUSION

A. herba-alba et *J. phoenicea* ont montré une activité anthelminthique *in vitro*. Cependant, bien que les premiers résultats soient encourageants, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour améliorer le processus de purification, identifier les composants bioactifs et comprendre leurs mécanismes d'action contre les nématodes du mouton. Ces connaissances pourraient aider à optimiser les méthodes de dosage et d'administration, garantissant ainsi l'efficacité tout en minimisant les effets secondaires potentiels.

CONCLUSION ET RECOMMANDATION

CONCLUSION GENERALE

Malgré l'existence de produits pharmaceutiques modernes pour le contrôle des maladies animales, les remèdes de la pharmacopée vétérinaire traditionnelle sont encore très utilisés pour soigner les animaux malades dans la plupart des communautés rurales Algériennes. Sur la base de ce constat, nous nous sommes intéressés aux effets biologiques réels des plantes de la pharmacopée vétérinaire traditionnelle Algériennes sur le parasitisme gastrointestinal des petits ruminants. Il s'agissait dans cette thèse d'apporter une contribution au fondement scientifique des usages des plantes médicinales préconisées et utilisées pour le traitement des strongles gastrointestinaux des petits ruminants, car ce sujet n'est pas encore exploré au niveau de l'Algérie.

Les résultats de recherche des plantes médicinales antiparasitaire inventoriées durant l'enquête a permis de retenir l'attention sur les effets bénéfiques de l'utilisation d' *A. herba alba* et de *J. Phoenicea* pour la gestion de ces maladies. En effet, les tests par les extraits des deux plantes ont montré des potentialités antiparasitaires intéressantes. Ces résultats montrent que les extraits hydroethanoliques des deux plantes possèdent des propriétés antiparasitaires *in vitro*. Ils réduisent le taux d'éclosion des œufs, immobilisent ou tuent les vers adultes de *T. circumcincta*.

Perspectives et recommandations

* Etant donné que dans notre étude, les extraits utilisés sont à l'état brut, donc mélange de plusieurs structures chimiques présentant probablement des concentrations variables. Il est impératif d'isoler et d'identifier les molécules responsables des activités ovicide et vermicide et élucider leur mode d'action. Des fractionnements successifs (HPLC et de spectrométrie atomique) couplés à des tests biologiques de chaque extrait permettraient d'obtenir des informations plus précises.

* Réaliser des tests cliniques avec les préparations sur les petits ruminants en infestation artificielle sur les principaux parasites que sont *T. circumcincta* et *Marchallagia Marshalli* afin d'évaluer leurs effets dans le tractus digestif.

REFERENCES

- Abbas, B., Al-Qarawi, A.A., Hawas, A. (2002). The ethno-veterinary knowl-edge and practice of traditional healers in Qassim region, Saudi Arabia. *J. Arid Environ.* 50, 367–379.
- Abu-Darwish, M.S., Cabral, C, Gonçalves, M.J., Cavaleiro, C., Cruz, M.T., Efferth, T., Salgueiro, L. (2015). *Artemisia herba-alba* essential oil from Buseirah (South Jordan). Chemical characterization and assessment of safe antifungal and anti-inflammatory doses. *Journal of Ethnopharmacology.*, 174:153–160
- Adama Kabore., Belem A.M. Gaston., Tamboura Hamidou, H., Traore Amadou., Sawadogo Laya. (2009). In vitro anthelmintic effect of two medicinal plants (*Anogeissus leiocarpus* and *Daniellia oliveri*) on *Haemonchus contortus*, an abosomal nematode of sheep in Burkina Faso. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (18), pp. 4690-4695, 15 September
- Adamou, S., Bourenane, N., Haddadi, F., Hamidouche, S., Sadoud, S. (2005). Quel rôle pour les fermes-pilotes dans la préservation des ressources génétiques en Algérie. *Série de Document de Travail. Algérie.*, 126, p 81.
- Ahmed, A. H., Ejo, M., Feyera, T., Regassa, D., Mummmed, B., & Huluka, S. A. (2020). In Vitro Anthelmintic Activity of Crude Extracts of *Artemisia herba-alba* and *Punica granatum* against *Haemonchus contortus*. *Journal of parasitology research*, 2020, 4950196. <https://doi.org/10.1155/2020/4950196>
- Ahmed, H., Kilinc, S. G., Celik, F., Kesik, H. K., Simsek, S., Ahmad, K. S., Afzal, M. S., Farrakh, S., Safdar, W., Pervaiz, F., Liaqat, S., Zhang, J., & Cao, J. (2023). An Inventory of Anthelmintic Plants across the Globe. *Pathogens (Basel, Switzerland)*, 12(1), 131. <https://doi.org/10.3390/pathogens12010131>
- Aïdoud, A., Le Floc'h, E., Le Houérou H.N. (2006). Les steppes arides du nord de l’Afrique. *Sécheresse*, 17(1), 19-30
- Ait-mimoune, N., Kada, F., Drider, H. (2023). Antimicrobial and antioxidant activities of Algerian *Juniperus phoenicea* and *Salvia officinalis* essential oils. *J. Mex. Chem. Soc.* 67 (2) DOI: <http://dx.doi.org/10.29356/jmcs.v67i2.1921>
- Alejandro, F.B., José, F.Q.D.M., Herrador, M.M., Mohamed, A., Ahmed, B., Said, A., et al. (2004). Oxygenated diterpenes and other constituents from Moroccan *Juniperus phoenicea* and *Juniperus thurifera* var. *Africana*. *Phytochemistry.* 65: 2507-2515.

Al-Hoshani, N., Almahallawi, R.S, Al-Nabati, E., Althubyani, S.A., Negm, S., El-Ikott, A.F., Bajaber, M.A., Soliman, M.S., Ahmed, A.E. (2024). Anthelmintic effects of herbal mixture of selected plants of Apiaceae on *Strongylus vulgaris* and *Fasciola hepatica* in donkeys. *Pak Vet J.* <http://dx.doi.org/10.29261/pakvetj/2024.148>

Ali, R., Rooman, M., Mussarat, S., Norin, S., Ali, S., Adnan, M., & Khan, S. N. (2021). A Systematic Review on Comparative Analysis, Toxicology, and Pharmacology of Medicinal Plants Against *Haemonchus contortus*. *Frontiers in pharmacology*, 12, 644027. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.644027>

André, W.P.P., Cavalcante, G.S., Ribeiro, W.L.C., Dos Santos, J.M.L., Macedo, L.T.F., De Paula, H.C.B., De Moraes, S.M., De Melo, J.V., Bevilacqua, C.M.L.(2017). Anthelmintic effect of thymol and thymol acetate on sheep gastrointestinal nematodes and their toxicity in mice. *Rev Bras Parasitol Vet.*, 26 (3): 323-330, 2017. <https://doi.org/10.1590/S1984-29612017056>

Aouadi, Meriema., Kamel, Msaada., Essia, Sebaia., Wissem Aidi, Wannes., Mohamed Salah Abbassi., Hafidh Akkaria. (2021). Antioxidant, anthelmintic and antibacterial activities of red juniper (*Juniperus phoenicea* L.) essential oil. *Journal of essential oil research.* <https://doi.org/10.1080/10412905.2021.1941338>

Araújo, S.A., Soares, A.M.D.S., Silva, C.R., Almeida Júnior, E.B., Rocha, C.Q., Ferreira, A.T.D.S., Perales, J., Costa-Júnior, L.M. (2017). In vitro anthelmintic effects of *Spigelia anthelmia* protein fractions against *Haemonchus contortus*. *PloS one*, 12(12), e0189803.

Alyemeni, M.N., Sher, H., Wijaya, L. (2010). Some observations on Saudimedicinal plants of veterinary importance. *J. Med. Plants Res.* 4,2298–2304.

Anderson, D. E., & Rings, D. M. (2009). Current Veterinary Therapy. In *Current Veterinary Therapy*. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-3591-6.X0135-2>

Anthony, J. P., Fyfe, L., Stewart, D., McDougall, G. J., & Smith, H. V. (2007). The effect of blueberry extracts on *Giardia duodenalis* viability and spontaneous excystation of *Cryptosporidium parvum* oocysts, in vitro. *Methods (San Diego, Calif.)*, 42(4), 339–348. <https://doi.org/10.1016/j.ymeth.2007.02.011>

Aribi, I. (2012). Etude ethnobotanique des plantes médicinales de la région de Jijel : étude anatomique, phytochimique, et recherche d'activités biologiques de deux espèces. Mémoire de magister. Univ. Houari Boumediène (USTHB), Algérie, 69-71 p.

Armstrong, S.A., Klein, D.R., Whitney, T.R., Scott, C.B., Muir, J.P., Lambert, B.D., Craig, T.M. (2013). Effect of using redberry juniper (*Juniperus pinchotii*) to reduce *Haemonchus contortus* in-vitro motility and increase ivermectin efficacy. *Vet. Parasitol.*, 197; 271-276.

Azaizeh, H., Saad, B., Khalil, K., Said, O. (2006) a. The state of the art of traditional Arab herbal medicine in the Eastern region of the Mediterranean: a review. *eCAM* 3, 229–235.

Azaizeh, H., Halahleh, F., Abbas, N., Markovics, A., Muklada, H., Ungar, E.D., Landau, S.Y. (2012) b. Polyphenols from *Pistacia lentiscus* and *Phillyrea latifolia* impair the exsheathment of gastro-intestinal nematode larvae. *Vet. Parasitol.* 191, 44–50.

Baerts, M., Lehmann, J., Ansay, M. (1998). L'usage de plantes en médecine traditionnelle vétérinaire en Afrique sub-saharienne. Hier, aujourd'hui et demain. Belgique : Institut Carnoy Belgique. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers09-03/010030485.pdf

Baker, D.G., Bruss, M.L., Gershwin, L.J. (1993). Abomasal interstitial fluid-to-blood concentration gradient of pepsinogen in calves with type-1 and type-2 ostertagiosis. *American journal of veterinary research*, 54(8), 1294–1298.

Baker, R.L., Mwamachi, D.M., Audho, J.O., Aduda, E.O., Thorpe, W. (1998). Resistance of Galla and Small East African goats in the sub-humid tropics to gastrointestinal nematode infections and the periparturient rise in faecal egg counts. *Vet. Parasitol.* 79 (1), 53-64.

Bampidis, V. A., Christodoulou, V., Florou-Paneri, P., & Christaki, E. (2006). Effect of dried oregano leaves versus neomycin in treating newborn calves with colibacillosis. *Journal of veterinary medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine*, 53(3), 154–156. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0442.2006.00806.x>

Barger, I.A. (1999). The role of epidemiological knowledge and grazing management for helminth control in small ruminants. *Int. J. Parasitol.* 29, 41-47.

Bath, G.F., Malan, F.S., Van Wyk, J.A. (1996). The FAMACHA ovine anaemia Guide to assist with the control of haemonchosis, In: Proceedings of the 7th Annual Congress of Livestock Health and Production Groups of the South African Veterinary Association, Port Elizabeth, 5-7, June.

Bath, G.F. et Van Wyk, J.A. (2001). Using the FAMACHA System on commercial sheep farms in South Africa, Proceedings of the 5th International Sheep Veterinary Congress, 22-25 January 2001.

Beech R. N., Levitt N., Cambos M., Zhou S. & Forrester S. G. (2010). Association of ion-channel genotype and macrocyclic lactone sensitivity traits in *Haemonchus contortus*. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 171, 74-80.

Bellakhder, J. (1997). La pharmacopée marocaine traditionnelle. Paris: Ed Ibis Press. pp : 271-272.

Bencherif, S. (2011). L'élevage pastoral et la céréaliculture dans la steppe algérienne. Évolution et possibilités de développement. (Thèse de doctorat). AgroParisTech, Paris, France, 257p.

Benlarbi, F., Mimoune, N., Chaachouay, N., Souttou, K., Saidi, R., Mokhtar, M.R., Kaidi, R., Benaissa M.H.(2023). Ethnobotanical survey of the traditional antiparasitic use of medicinal plants in humans and animals in Laghouat (Southern Algeria). *VeterinaryWorld.*,16 (2): 357–368

Bentounsi, B., Trad, R., Gaous, N., Kohil, K., Cabaret, J. (2006). Gastrointestinal nematode resistance to benzimidazoles on a sheep farm in Algeria. *Veterinary Record.*, 158 (18): 634-55

Bengone-Ndong, T., Alvinerie, M. (2004). Macrolides antiparasitaires : propriétés pharmacologiques générales et recommandations d'usage dans le contexte vétérinaire africain. *Revue Elev. Méd. Vét. Pays Trop.*, 57, 49-58.

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 (1-2):104-10

Besier, B. (2007). New anthelmintics for livestock: the time is right. *Trends Parasitol.*, 23, 21-24.

Beugnet, F., Gevrey, J., Kerboeuf, D. (1997). Les endectocides: mode d'action et utilisation. *Point Vét.*, 28, 1915-1919.

Bezanger, L., Pinkas, M., Torck, M. (1986). *Les Plantes Dans La Thérapeutique Moderne*. 2ème Edition. Maloine (Ed). Paris. P :469.

Blackhall, W.J., Prichard, R.K., Beech, R.N. (2008).P-glycoprotein selection in strains of *Haemonchus contortus* resistant to benzimidazoles. *Veterinary Parasitology.*, 152, 101-107.

Bonelli, F., Turini, L., Sarri, G., Serra, A., Buccioni, A., Mele, M. (2018). Oral administration of chestnut tannins to reduce the duration of neonatal calf diarrhea.*BMC Veterinary Research*. 28 juill;

Bosc, C. (2016). BOSC, Céline, 2016. Anthelminthiques et strongyloses digestives chez le cheval : résistances rencontrées et moyens de lutte. Enquête sur la gestion du parasitisme en Bretagne [en ligne]. Thèse d'exercice. Rennes : Université de Rennes 1 - Faculté de Pharmacie. [Consulté le 7 mai 2024]. <https://ecm.univ-rennes1.fr/nuxeo/site/esupversions/4462eabd-9ea1-4cf1-bc66-c6e8e5c1b98e>

Botineau, M. (2015). Guide des plantes à fruits charnus comestibles et toxiques. Lavoisier. pp : 128.

Bouacherine, R., et Benrabia, H. (2017). Biodiversité et valeur des plantes médicinales dans la phytothérapie : Cas de la région de Ben Srour (M'sila). Mémoire présenté pour l'obtention Du diplôme de Master Académique. Université Mohamed Boudiaf - M'sila.P.36.

Boudjelal, A., Henchiri, C., Sari, M., Sarri, D., Hendel, N., Benkhaled, A., Ruberto, G. (2013). Herbalists and wild medicinal plants in M'Sila (North Algeria): An ethnopharmacology survey. *J. Ethnopharmacol.*, 148(2): 395–402

Bouraoui N., Lafi B., 2003. Plantes Médicinales Dans Les Traitements Traditionnels (Fréquence D'utilisation, Formes De Préparation Et Pathologies Traitées), Mémoire De Fin D'études Supérieures Section Nutrition Humaine, École Supérieure Des Sciences Et Techniques De La Santé, Tunis.

Bourbouze, A. (2000). Pastoralisme au Maghreb : la révolution silencieuse. CIHEAM / IAM (Montpellier). URL / DOI : <https://afpf-asso.fr/revue/numero-non-thematique-45?a=1477>

Boulkaboul, A., Boucif, A., Senouci, K. (2010). Recherche de la résistance des strongles aux anthelminthiques chez le mouton en Algérie. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux.*, 63 (3-4) : 71-75.

Boussaada Djelloul. (2021). Compréhension de l'impact des systèmes d'élevage sur la dynamique des formations steppiques: cas de M'sila (Algérie). Thèse de doctorat en sciences, Production Animale, Université Mascara.

Bouxid, H. (2012). Les plantes médicinales et diabète de type 2. Mémoire de doctorat en medecine. Universite Sidi Mohammed Ben Abdellah : Fes, pp 81.

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

Brossollet Jacqueline. (2024). Constantin l'africain (1015-1087).*EncyclopædiaUniversalis* [en ligne], consulté le 13 septembre.

Brugere-Picoux, J. (1994). Maladies des moutons Rmanuel pratiques. Editions France Agricole (23 juillet 1997), Paris, 239 pages

Brunet, S. (2008). Analyse des mécanismes d'action antiparasitaire de plantes riches en substances polyphénoliques sur les nématodes du tube digestif des ruminants. Thèse de l'Institut National Polytechnique de Toulouse.246

Burke, J.M., Miller, J.E., Brauer, D.K. (2005). The effectiveness of copper oxide wire particles as an anthelmintic in pregnant ewes and safety to offspring. *Vet. Parasitol.* 131 (3-4), 291-297.

Cabaret, J. (2004). Parasitisme helminthique en élevage biologique ovin : réalités et moyens de contrôle. INRA Prod. Anim, 2004, 17 (2), 145-154.

Jacques Cabaret. (1996). The homeopathic cina does not reduce the egg output of digestive-tract nematodes in lambs. Revue de Médecine Vétérinaire, 1996, 147 (6), pp.445-446.

Cabaret, J., Morales, G., Gruner, I. (1984). Caracterisation de *Teladorsagia circumcincta* et *T. trifurcata*. Ann. Parasito. Hum. Comp., 59 (6); 607-617.

Calzada, F., Arista, R., & Pérez, H. (2010). Effect of plants used in Mexico to treat gastrointestinal disorders on charcoal-gum acacia-induced hyperperistalsis in rats. Journal of ethnopharmacology, 128(1), 49–51. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2009.12.022>

Canis, M., Olzowy, B., Welz, C., Suckfüll, M., & Stelter, K. (2011). Simvastatin and Ginkgo biloba in the treatment of subacute tinnitus: a retrospective study of 94 patients. American journal of otolaryngology, 32(1), 19–23. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2009.09.004>

Carillon Alain. (2009). Place de la Phytothérapie dans les systèmes de santé au XXIème siècle. Séminaire International sur les Plantes Aromatiques et Médicinales. Djerba., Mars, Mars 2009, 85 pages.

Cavalcante, G.S., De Morais, S.M., Andre, W.P., Ribeiro, W.L., Rodrigues, A.L., De Lira, F.C., Viana, J.M., Bevilaqua, C.M.(2016). Chemical composition and in vitro activity of *Calotropis procera* (Ait.) latex on *Haemonchus contortus*. Veterinary parasitology., 226: 22–25

Chabrier, J.Y. (2010). Plantes médicinales et formes d'utilisation en phytothérapie. Mémoire de docteur en pharmacie. Université Henri Poincaré - Nancy 1. pp 165.

Chandrawathani, P., Adnan, M., Waller, P.J. (1999). Anthelmintic resistance in sheep and goat farms on Peninsular Malaysia. Vet. Parasitol., 82, 305-310.

Chartier, C., Pors, I., Pellet, M.P., Chauvineau, C. (2001). Le diagnostic dans le parasitisme gastro-intestinal et pulmonaire des herbivores, stage à l'attention des vétérinaires des laboratoires vétérinaires départementaux, 16 au 18 octobre, AFFSA-laboratoire d'études et de recherches caprines, site de Niort

Chartier, C., Etter, E., Hoste, H., Pors, I., Koch, C. et Dellac, B. (2000). Efficacy of copper oxide needles for the control of nematode parasites in dairy goats. Vet. Res. Commun. 24, 389-399.

Charuluxananan, S., Sumethawattana, P., Kosawiboonpol, R., Somboonviboon, W., Werawataganon, T. (2004). Effectiveness of lubrication of endotracheal tube cuff with chamomile-extract for prevention of postoperative sore throat and hoarseness. J Med Assoc Thai. 2004 Sep;87 Suppl 2:S185-9. PMID: 16083185.

Cheang, K.I, Nguyen, T.T., Karjane, N.W., Salley, K.E.S. (2016). Raspberry Leaf and Hypoglycemia in Gestational Diabetes Mellitus. *Obstet Gynecol.* 2016 Dec;128(6):1421-1424. doi: 10.1097/AOG.0000000000001757. PMID: 27824754.

Cheriti, A., Rouissat, A., Sekkoum, K., Balansard, G. (1995). Plantes de la pharmacopée traditionnelle dans la région d'El-Bayadh (Algérie). *Fitoterapia.* LXVI (6) : 525-53

Christophe Amandine. (2014). Limites et risques de la phytothérapie, thèse d'exercice, Limoges, Université de Limoges, 2014. <https://aurore.unilim.fr/ori-oai-search/notice/view/unilim-ori-46649>

Clément, R. P. (2005). Aux racines de la phytothérapie : entre tradition et modernité (1re partie). *Phytotherapy*, 3 (4): 171-175. <https://doi.org/10.1007/s10298-005-0097-7>.

Coles, G.C., Jackson, F., Pomroy W.E., Prichard R.K., von Samson-Himmelstjerna, G., Silvestre, A., Taylor M.A., Vercruyse, J. (2006). The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet Parasitol.*, 136 (3–4):167–185,2006. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2005.11.019>

Costa, C.T., Bevilaqua, C.M., Morais, S.M., Camurça-Vasconcelos, A.L., Maciel, M.V., Braga, R.R., Oliveira, L.M.(2010). Anthelmintic activity of *Cocos nucifera* L. on intestinal nematodes of mice. *Res Vet Sci.* 88(1):101-3.

Dağ, S.R.O., Erez, M.S., Kozan, E., Özkan, A.M.G., Çankaya İ.İ.T.(2023). In-vitro Anthelmintic activity of five different *Artemisia*, L. species growing in Türkiye. *Pak Vet, J.*, 43 (4): 771-777

Dansou., C. C., Olounladé, P. A., Konmy., B. S. B., Songbé, O., Arigbo., B. K., Aboh., A. B., agnika., L., Hounzangbé-Adoté, S. M. (2021). Ethno-Veterinary Survey and Quantitative Study of Medicinal Plants with Anthelmintic Potential Used by Sheep and Goat Breeders in the Cotton Zone of Central Benin (West Africa). *J*, 4(4), 544-563. <https://doi.org/10.3390/j4040040>

Dano, A. R et Bogh, H. O. (1999). Use of herbal medicine against helminths in livestock - renaissance of an old tradition. *World Animal Review* 93, 60-67.

Deghnouche, K. (2011). Etude de certains paramètres zootechniques et du métabolisme énergétique de la brebis dans les régions arides (Biskra).Thèse de Doctorat en Science. p 234.

De Jesús-Martínez, X., Olmedo-Juárez, A., Olivares-Pérez, J., Zamilpa, A., Mendoza de Gives, P., López-Arellano, M.E., Rojas-Hernández, S., Villa-Mancera, A., Camacho-Díaz, L.M., Cipriano-Salazar, M. (2018).In-vitro anthelmintic activity of methanolic extract from *Caesalpinia coriaria* J. Willd fruits against *Haemonchus contortus* eggs and infective larvae. *BioMed research international*, 2018, 7375693. <https://doi.org/10.1155/2018/7375693>.

Delannoy-Normand, A. (2010). Recherche de gènes impliqués dans l'installation du strongle *Haemonchus contortus* par une approche transcriptomique. Thèse de doctorat Université François - Rabelais. http://www.applis.univ-tours.fr/theses/2010/alexia.delannoy_3322.pdf

Delatour, P., Cure, M.C., Benoit, E., Garnier, F. (1986). Netobimin (Totabin-SCH.): preliminary investigation on metabolism and pharmacology. *Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics* 9, 230-234.

Dell'Anno, M., Reggi, S., Caprarulo, V., Hejna, M., Sgoifo Rossi, C.A., Callegari, M.L., Baldi, A., Rossi, L. Evaluation of Tannin Extracts, Leonardite and Tributyrin Supplementation on Diarrhoea Incidence and Gut Microbiota of Weaned Piglets. *Animals (Basel)*. 2021 Jun 6;11(6):1693. doi: 10.3390/ani11061693. PMID: 34204108; PMCID: PMC8229630.

De Lourdes Mottier, M. & Prichard, R. K. (2008). Genetic analysis of a relationship between macrocyclic lactone and benzimidazole anthelmintic selection on *Haemonchus contortus*. *Pharmacogenetics and Genomics.*, 18, 129-140.

Demeler, J., Gill J.H., von Samson-Himmelstjerna, G., Sangster., N.C. (2013). The in vitro assay profile of macrocyclic lactone resistance in three species of sheep trichostrongyloids. *Int. J. Parasitol. Drugs Drug Resist.*, 3: 109–118

Djerroumi, A et Nacef, M. (2004). 100 plantes médicinales d'Algérie. Palais du livre. p. 23.

Ethnovetweb 2003. Ethnovetweb. <http://www.ethnovetweb.com/>.

DSA. (2018). Statistiques agricoles. Algérie : Direction des services agricoles de M'Sila.

Ekor, M. (2013). The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. *Front Pharmacol.* 4:177. <https://doi.org/10.3389/fphar.2013.00177>.

Elard, L., Comes, A.M., Humbert, J.F. (1996). Sequences of β -tubulin cDNA from benzimidazole-susceptible and -resistant strains of *Teladorsagia circumcincta*, a nematode parasite of small ruminants. *Molecular and Biochemical Parasitology.*, 79, 249-253.

Etter, E. (2000). Contrôle intégré des helminthoses 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, Institut National d'Agronomie Paris-Grignon, Paris

Etter, E., Chartier, C., Hoste, H., Pors, I., Lefrileux, Y., Broqua, C., Vallade, S. et Goudeau, C. (2000). Parasitisme par les nématodes du tube digestif et utilisation du pâturage: Epidémiologie de l'infestation dans les troupeaux caprins laitiers en France. *Epidémio. Santé Anim.* 37, 75-86.

Euzeby, J.A. (1963). Les maladies vermineuses des animaux domestiques et leur incidence sur la pathologie humaine.

FAO. (2017). Données statistiques du cheptel ovin 1961–2017. Bases statistiques en ligne FAOSTAT, mise à jour le : 20 décembre 2018, [8 octobre 2019]. <http://www.fao.org/faostat/fr/>

Feliachi, K., kerboua, M., Abdelfettah, M., Ouakli, K., Selhab, F., Boudjakdji, A., Takoucht, A., Benani, Z., Zemour, A., Belhadj, N., Rahmani, M., Khecha, A., Haba, A., Ghenim, H. (2003). Commission nationale angr : rapport national sur les ressources génétiques animales: Algérie. Point focal algérien pour les ressources génétiques. Direction générale de l'inraa. Ministère de l'agriculture et du développement rural (madr).

Fox M. T. (1997). Pathophysiology of infection with gastrointestinal nematodes in domestic ruminants: recent developments. *Veterinary parasitology*, 72(3-4), 285–308. [https://doi.org/10.1016/s0304-4017\(97\)00102-7](https://doi.org/10.1016/s0304-4017(97)00102-7)

Friedman, J., Yaniv, Z., Dafni, A., Palewitch, D. (1986). A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants., based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in the Negev desert. *J Ethnopharmacol.* Jun., 16(2-3):275-87.

Joannès Francis et Michel Cécile. (2001). Dictionnaire de la civilisation mésopotamienne. Ed Robert Laffont. ISBN :2-221-09207-4

Gaillard, L. (2004). Impact de la distribution de plantes riches en tannins condensés sur les helminthoses digestives et différents paramètres zootechniques chez les caprins. Thèse présentée à l'université Claude-Bernard-Lyon I, Lyon 123p.

Gamble, H. R et Zajac, A. M. (1992). Resistance of St. Croix lambs to *Haemonchus contortus* in experimentally and naturally acquired infections. *Veterinary Parasitology*, 41(3–4). [https://doi.org/10.1016/0304-4017\(92\)90081-J](https://doi.org/10.1016/0304-4017(92)90081-J)

Gayet, C. (2013). Guide de poche de phytothérapie acné, migraine, ballonnements Soignez-vous avec les plantes. Éditions Quotidien Malin Paris, France. p32

Girard, M., Hu, D., Pradervand, N., Neuenschwander, S., Bee, G. (2020). Chestnut extract but not sodium salicylate decreases the severity of diarrhea and enterotoxigenic *Escherichia coli* F4 shedding in artificially infected piglets. *PLoS One.* 2020 Feb 27;15(2):e0214267. doi: 10.1371/journal.pone.0214267. PMID: 32106264; PMCID: PMC7046202.

Ghouti, D., Rached, W., Moussaoui, A., Pires T.C.S.P., Calhelha R.C., Alves M.J., Lazzouni H.A., Barros, L., Ferreira I.C.F.R. (2018). Phenolic profile and in vitro bioactive potential of saharan *Juniperus phoenicea* L. and *Cotula cinerea* (Del) growing in Algeria. *Food Funct.*, 9: 4664–4672.

Gibbons, L.M., Khalil, L.F. (1982). A key for the identification of genera of the nematode family Trichostrongylidae Leiper., 1912. *Journal of Helminthology.*, 56: 185- 233

Gibbs, H.C. (1986). Hypobiosis and periparturient rise in sheep. *Vet. Clin. North. Am. Food Anim. Pract.*, 2(2) 345-353

Gill, J. H., Kerr, C. A., Shoop, W. L., Lacey, E. (1998). Evidence of multiple mechanisms of avermectin resistance in *Haemonchus contortus*--comparison of selection protocols. *International Journal for Parasitology*, 28, 783-789.

Githiori, J.B., Athanasiadou, S., Thamsborg, S.M. (2006). Use of plants in novel approaches for control of gastrointestinal helminths in livestock with emphasis on small ruminants. *Vet. Parasitol.* 139 (4), 308-320

González-Garduño, R., Arece-García, J., Torres-Hernández, G. (2021). Physiological, immunological and genetic factors in the resistance and susceptibility to gastrointestinal nematodes of sheep in the peripartum period: A review. *Helminthologia (Poland)*, 58(2), 134–151. <https://doi.org/10.2478/helm-2021-0020>

Gouÿ De Bellocq, J., Ferté, H., Depaquit, J., Justine, J. Lou, Tillier, A., & Durette-Desset, M. C. (2001). Phylogeny of the Trichostrongylina (Nematoda) inferred from 28S rDNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 19(3). <https://doi.org/10.1006/mpev.2001.0925>

Graber, Michel et Perrotin, C. (1983). *Helminthes et helminthoses des ruminants domestiques d'Afrique tropicale*. Maisons-Alfort : Point vétérinaire, 392 p.

Guinobert, V. Bardot, L. Berthomier, I. Ripoché, C. Faivre, et al.. *Activité virucide in vitro d'un extrait de cyprès sur des virus humains et bovins*. *Phytothérapie*, 2018, 16 (5), pp.281-289.

Guitard Eugène-Humbert. (1955). La période arabe de la science médicale : Boubaker Ben Yahia, Aperçu sur la « période arabe » de l'histoire de la médecine. *Revue d'Histoire de la Pharmacie* Année 1955 144 pp. 30-32.

Hansen, J. et Perry, B. (1995). *Epidémiologie, diagnostic et prophylaxie des helminthiases des ruminants domestiques*. Rome

Harkat, S et Lafri, M. (2007). Effet des traitements hormonaux sur les paramètres de reproductions chez des brebis «Ouled- djellal». *Courrier du Savoir*, 08, 125-132.

- Hertzberg, H., Huwyler, U., Kohler, L., Rehbein, S., & Wanner, M. (2002). Kinetics of exsheathment of infective ovine and bovine strongylid larvae in vivo and in vitro. *Parasitology*, 125(1). <https://doi.org/10.1017/S0031182002001816>
- Hilton, M et Stuart, E. (2004). Ginkgo biloba for tinnitus. *Cochrane Database Syst Rev*. 2004;(2):CD003852. doi:10.1002/14651858.CD003852.pub2
- Hoste, H., Huby, F., Mallet, S. (1997). Strongyloses gastro-intestinales des ruminants: conséquences physiopathologiques et mécanismes pathogéniques. *Le Point Vétérinaire* 28, 53-59.
- Hoste, H., Jackson, F., Athanasiadou, S., Thamsborg, S.M., Hoskin, S.O. (2006). The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends Parasitol.* 22. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.04.004>
- Hoste, H., Paolini, V., Paraud, C. et Chartier, C. (2004). Gestion non-chimique du parasitisme par les nématodes chez les petits ruminants. *Bulletin G.T.V. (Horssérie Parasitologie des ruminants laitiers)*, 131-135.
- Hoste, H and Torres-Acosta, J.F.J. (2011). Non chemical control of helminths in ruminants: adapting solutions for changing worms in a changing world. *Vet. Parasitol.* 180(1-2), 144-154.
- Hotson, I. K., Campbell, N.J., Smeal, M.G. (1970). Anthelmintic resistance in *Trichostrongylus colubriformis*. *Australian Veterinary Journal.*, 46, 356-360.
- Hounzangbe-Adote, M.S., Paolini, V., Fouraste, I., Moutairou, K., Hoste, H. (2005). In vitro effects of four tropical plants on three life-cycle stages of the parasitic nematode., *Haemonchus contortus*. *Res. Vet. Sci.* 78 (2): 155–160
- Hussain, A., Khan, M. N., Iqbal, Z., Sajid, M. S. (2008). An account of the botanical anthelmintics used in traditional veterinary practices in Sahiwal district of Punjab, Pakistan. *Journal of ethnopharmacology*, 119(1), 185–190. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.06.034>
- Iqbal, Z., Lateef, M., Ashraf, M., Jabbar, A. (2004). Anthelmintic activity of *Artemisia brevifolia* in sheep. *Journal of Ethnopharmacology.*, 93: 265–268
- Iserin, P. (2007). *Larousse des plantes médicinales, identification, préparation, soins*. Ed Larousse-Bordas .14-15, 54 p.
- Irum, S., Ahmed, H., Mukhtar, M., Mushtaq, M., Mirza, B., Donskow-Lysoniewska K., Qayyum, M., Simsek, S. (2015). Anthelmintic activity of *Artemisia vestita* Wall ex DC. and *Artemisia maritima* L. against *Haemonchus contortus* from sheep. *VetParasitol.*, 212 (3-4): 451-5

Jackson, F., Coop, R.L. (2000). The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Parasitology*. 120, 95-97.

Jackson, F., Varady, M., Bartley, D.J. (2012). Managing anthelmintic resistance in goats – Can we learn lessons from sheep? *Small Rum. Res.* 103, 3–9.

Jacques, B. (2000). *Larousse des arbres et des arbustes*. Ed. Larousse. pp : 231.

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

Javed F, Golagani A, Sharp H. Potential effects of herbal medicines and nutritional supplements on coagulation in ENT practice. *J Laryngol Otol.* 2008;122(2):116-119. doi:10.1017/S0022215107000011

Jazi Radhi., Asli-farouk Omar. (1998). La pharmacopée d'Avicenne. In: *Revue d'Histoire de la Pharmacie Année 1998* 317 pp. 8-28

Jia, J., Qin, Y., Zhang, L., Guo, C., Wang, Y., Yue, X., Qian, J. (2016). Artemisinin inhibits gallbladder cancer cell lines through triggering cell cycle arrest and apoptosis. *Mol Med Rep.*, 13(5): 4461-8,.

Jorite Sophia. (2015). *La phytothérapie, une discipline entre passé et futur : de l'herboristerie aux pharmacies dédiées au naturel*. Université de Bordeaux, Sciences pharmaceutiques. 2015. <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01188820v1>

Julien Pierre. (1958). L'histoire de la pharmacie commence au IIIe millénaire avant le Christ : Samuel-Norah KRAMER. L'Histoire commence à Sumer. *Revue d'histoire de la pharmacie*, Année 1958, 156 pp. 254-255. https://www.persee.fr/doc/pharm_0035-49_1958_num_46_156_9508_t1_0254_0000_1

Kadri, M., Mouane, A., Goubi, S., Ramdan, F., Yahia, A. (2023). Composition, antimicrobial and antioxidant activity of Artemisia Herba-Alba essential oil from northeast Algeria (Khenchela region). *Acta Periodica Technologica.*, 54: 1-335,2023. <https://doi.org/10.2298/APT2354151K>

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. (2008). A new class of anthelmintics effective against drug-resistant nematodes. *Nature*, 452, 176–U119.

Kaplan, R.M. (2004). Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends Parasitol.* 20(10), 477-481.

Katiki, L.M., Araujo, R.C., Ziegelmeier, L., Gomes A.C.P., Gutmanis, G., Rodrigues, L., Bueno M.S., Veríssimo, C.J., Louvandini, H., Ferreira J.F.S., Amarante, A.F.T.(2023). Evaluation of encapsulated

anethole and carvone in lambs artificially- and naturally-infected with *Haemonchus contortus*. *Exp Parasitol.*, 197: 36-42, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.exppara.2019.01.002>

Katiki, L.M., Barbieri, A.M.E., Araujo, R.C., Veríssimo, C.J., Louvandini, H., Ferreira, J.F.S. (2017). Synergistic interaction of ten essential oils against *Haemonchus contortus* in vitro. *VetParasitol.*,243:47-51.

Kemal, M.Er., Bakchiche, B., Kemal, M., Cheraif, K., Kara, Y., Bardaweel, SK., Miguel, MG., Yildiz, O., Ghareeb, M.A. (2023). Six Algerian plants: phenolic profile, antioxidant, antimicrobial activities associated with different simulated gastrointestinal digestion phases and antiproliferative properties. *Journal of HerbalMedicine.*,38: 100636.

Kennedy, D.A., Lupattelli, A., Koren, G., Nordeng, H. (2016). Safety classification of herbal medicines used in pregnancy in a multinational study. *BMC Complement Altern Med.* 2016;16:102. Published 2016 Mar 15. doi:10.1186/s12906-016-1079-z

Kerboeuf, D. (1979). Données récentes sur les strongyloses des ruminants. *Rec. Méd. Vét.*, 155 : 923-934.

Kerboeuf, D. (1980). Les helminthoses gastro-intestinales, données épidémiologiques et diagnostic « Les strongyloses gastro-intestinales, données épidémiologiques et diagnostic chez les caprins » *Bulletin des GTV*, 1980, 3 : 67-84

Kerboeuf, D., Hubert, J., Hoste, H. (1997). Le diagnostic de laboratoire des helminthoses des ruminants. *Le Point vétérinaire*, numéro special, 28, 1871-1876

Kim, J. J et Khan, W. I. (2013). Goblet cells and mucins: Role in innate defense in enteric infections. In *Pathogens* (2; 1), 55–70. <https://doi.org/10.3390/pathogens2010055>

Khan Fraz, M. (1997). Ethno-veterinary medicinal usage of flora of greater cholistan desert (Pakistan). *Pakistan Vet.J.*, 2009; 29(2): 75-80.

Khelifi, D., Sghaier R.M., Amouri, S., Laouini, D., Hamdi, M., Bouajila, J. (2013). Composition and anti-oxidant., anti-cancer and anti-inflammatory activities of *Artemisia herba-alba.*, *Ruta chalpensis* L. and *Peganum harmala* L. *Food and Chemical Toxicology.*, 55: 202–208.

Kluj Anna., Kosiada Maciej., Mularczyk Paulina., Robakowski Filip., Sławski Jakub., Tylkowska Katarzyna., Hadaś Edward. (2023). The use of phytotherapy in the fight against parasitic diseases. *Annals of Parasitology*, 69(3/4), 91–102.

Kopp, S. R., Coleman, G. T., Traub, R. J., McCarthy J. S. & Kotze, A. C. (2009). Acetylcholine receptor subunit genes from *Ancylostoma caninum*: altered transcription patterns associated with pyrantel resistance. *International Journal for Parasitology.*, 39, 435- 441.

Knox, M.R., Torres-Acosta, J.F., Aguilar-Caballero, A.J. (2006). Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology* 139, 385-393.

Kwa, M. S., Kooyman, F. N. J., Boersema, J. H. & Roos, M. H. (1993). Effect of Selection for Benzimidazole Resistance in *Haemonchus contortus* on β -Tubulin Isotype 1 and Isotype 2 Genes. *Biochemical and Biophysical Research Communications.*, 191, 413-419.

Kyriazakis, I., Anderson, D.H., Oldham, J.D., Coop, R.L., Jackson, F. (1996). Long-term subclinical infection with *Trichostrongylus colubriformis*: effects on food intake, diet selection and performance of growing lambs. *Veterinary Parasitology* 61, 297-313.

Kyriazakis, I., Houdijk, J. (2006). Immunonutrition: Nutritional control of parasites. *Small Rum. Res.* 62 (1-2), 79-82.

Laboratoire de Botanique Médicale de l'université de Louvain-la-Neuve. (2003). Programme for Research and Link between Universities for Development (PRELUDE). <http://www.fynu.ucl.ac.be/users/j.lehmann/index.html>.

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

Larsen, M. (2001). Méthode de contrôle biologique des helminthes, exemple de l'action de champignons prédateurs sur les larves de nématodes. *Bulletin des GTV*, 2001, Pages 76-78, 3.

Laudato, M., Capasso, R. (2013). Useful plants for animal therapy. *Alternative Medicine.*, 1(1):1.

Leathwick, D., Miller, C., McMurty, L. (2013). Resistance to monepantel in two nematode species in goats. In *World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology: The 24th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology.*, Buenos Aires, Argentina, August, 2013.

Lecasble Côme. (2012). Le marc de café comme source atypique de tanins condensés dans le contrôle intégré des nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants du Yucatán, Mexique. Thèse docteur vétérinaire d'Alfort, 102 pages.

Lecointre, G., Hofer, A., Schiestel, C. (2015). Des remèdes aux plantes pour les animaux. *AJC Nature*, 2015

Lehmann., H. (2013). Le médicament à base de plantes en Europe. Statut, enregistrement, contrôles. Thèse de doctorat. Sciences Pharmaceutiques. Université de Strasbourg. p .49.

Le Floch., E. (1983). Contribution a une étude ethnobotanique de la flore tunisienne. Ed. Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.

Lee, Y., Pham T.X., Bae, M., Hu, S., O'Neill, E., Chun O.K., et al. (2019). Blackcurrant (*Ribes nigrum*) Prevents Obesity-Induced Nonalcoholic Steatohepatitis in Mice. *Obesity* (Silver Spring). 2019;27(1):112-120. doi:10.1002/oby.22353

Legarto, J et Leclerc, M.C. (2007).Guide pour la conduite du pâturage caprin. Office de l'élevage, 2007, 207 pages. https://idele.fr/fileadmin/medias/Images/pdf_CR_040731017.pdf

Li, W., Mo, W., Shen, D., Sun, L., Wang, J., Lu, S., Gitschier J.M., Zhou, B. (2005). Yeast model uncovers dual roles of mitochondria in action of artemisinin. *PLoS Genet.*, 1(3):e36

Lori, L et Devan, N. (2005). Un guide pratique des plantes médicinales pour les personnes vivant avec VIH. Echange d'informations sur le traitement du SIDA d'Anadian. http://mediatheque.lecrips.net/docs/PDF_GED/S55213.pdf

Maestrini, M., Tava, A., Mancini, S., Tedesco, D., Perrucci, S. (2020). In Vitro Anthelmintic activity of saponins from medicago spp. against sheep gastrointestinal nematodes. *Molecules.*, 25 (2): 242.

Mahboubi, M. (2014). Plante médicinale de méditerranée et d'orient, Ed sabil, France p (139)

Mahieu, M. (2005). Coproculture et récolte des larves infestantes des helminthes gastrointestinaux, Publication didactique, Unité de Recherches Zootechniques, INRA, Guyane, 2005.

Mahieu, M. (2014). Gestion du parasitisme gastro-intestinal des petits ruminants en zone tropicale humide. Thèse Doctorat en Sciences Agronomiques de l'Université de Lorraine, 179 pages. https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01751239v1/file/DDOC_T_2014_0230_MAHIEU.pdf

Mala, F.S. et Van Wyk, J.A. (1992). The packed cell volume and colour of the conjunctiva as aids for monitoring *Haemonchus contortus* infestation in sheep. *Proceedings of the South African Veterinary Association Biennial Congress. Grahams town, South Africa. In Biennial national veterinary congress 1992 Sep 10 (Vol. 1, p. 139).*

Mamine, F. (2010). Effet de la suralimentation et de la durée de traitement sur la synchronisation des chaleurs en contre saison des brebis Ouled Djellal en élevage semi-intensif. Publibook éditions. Paris. p 98.

Mansouri, N., Satrani, B., Ghanmi, M., El Ghadraoui, L., Aafi, A. (2011). Étude chimique et biologique des huiles essentielles de *Juniperus phoenicea* ssp. *lycia* et *Juniperus phoenicea* ssp. *turbinata* du Maroc. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15 (3) : 415-424.

Martin, R.J. (1997). Modes of action of anthelmintic drugs. *Veterinary Journal.*, 154(1):11-34,.

McCorkle, C.M. (1995). Back to the future: Lessons from ethnoveterinary RD&E for studying and applying local knowledge. *Agriculture and Human Values*, 12(2), 52–80. <https://doi.org/10.1007/BF02217297>

McLay, J. S., Izzati, N., Pallivalapila, A. R., Shetty, A., Pande, B., Rore, C., Al Hail, M., & Stewart, D. (2017). Pregnancy, prescription medicines and the potential risk of herb-drug interactions: a cross-sectional survey. *BMC Complement Altern Med.* 2017;17(1):543.

Mcrae, K. M., Stear, M. J., Good, B., & Keane, O. M. (2015). The host immune response to gastrointestinal nematode infection in sheep. In *Parasite Immunology* (Vol. 37, Issue 12, pp. 605–613). *Parasite Immunol.* <https://doi.org/10.1111/pim.12290>

Merazi, Y., Hammadi, K., Fedoul Firdaous, F., 2016. Approche ethno-vétérinaire des plantes médicinales utilisées dans la région de Sidi Bel Abbès-Algérie. *Eur. Sci. J.* 12 (18), 218–231. <https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n18p218>.

Meriem, A., Msaada, K., Sebai, E., Aidi Wannes, W., Salah Abbassi, M., Akkari, H. (2021). Antioxydant., anthelmintic and antibacterial activities of red juniper (*Juniperus phoenicea* L.) essential oil. *Journal of Essential Oil Research.*,34 (2): 163–172

Miara Mohamed Djamel., Bendif Hamdi., Ouabeda Asmahane., Rebbas Khellaf., Ait Hammoua Mohammed., Amirat Mokhtar., Greenee Alex., Teixidor-Toneuf Irene. (2019). Ethnoveterinary remedies used in the Algerian steppe: exploring the relationship with traditional human herbal medicine. *Journal of Ethnopharmacology.*,244; 112164.

Mohamed, B., Hassane, M.O., Abdelkhaleq, L., Abderrahim, Z. (2002). Medicinal plants used in the treatment of diabetes in Morocco. *Int J Diabetes Metabolism.* 10 : 33-50.

Mohammedi, S. (2013). Phytothérapie : la première médecine du monde. N°18. 36-37p.

Molan, A.L. (2014). Effect of purified condensed tannins from pine bark on larval motility., egg hatching and larval development of *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis* (Nematoda: Trichostrongylidae). *Folia Parasitol (Praha).*,61(4):371-376

Molento, M.B., Prichard, R.K. (1999). Effects of the multidrug-resistance-reversing agents verapamil and CL 347,099 on the efficacy of ivermectin or moxidectin against unselected and drug-selected strains of *Haemonchus contortus*; in jirds (*Meriones unguiculatus*). *Parasitology Research.*, 85, 1007-1011.

Bruyns, I., Gudmundsdottir, G., Hummerston, S., Ahmad, A. M., Platin, N., Kearney, N., Patiraki, E. (2005). Use of complementary and alternative medicine in cancer patients: a European survey. *Annals of oncology: official journal of the European Society for Medical Oncology*, 16(4), 655–663. <https://doi.org/10.1093/annonc/mdi110>

Muleke, C., Yan, R., Sun, Y., Zhao, G., Xu, L. et Li, X. (2007). Vaccination of goats against *Haemonchus contortus* with a recombinant cysteine protease. *Small Rum. Res.* 73 (1-3), 95-102.

Mulot Rachel. (2016). Les plantes qui soignent (dossier) - Sciences et avenir - juillet, 833 - pp. 32-41

Murray., M.; Jennings., F. W.; Armour., J. (1970). Bovine ostertagiasis: structure., function and mode of differentiation of the bovine gastric mucosa and kinetics of worm loss. *Res. Vet. Sci*, 11, 5, 417-434, 1970

Nabli, M.A. (1989). Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes. tome I. Edité par Faculté des Sciences , Laboratoire de Botanique Fondamentale et Appliquée. Tunis, 1989, 247 p

Nikelo Wandile., Mpayipheli Maliviwe., McGaw Lyndy. (2022). managing internal parasites of small ruminants using medicinal plants a review on alternative remedies., efficacy evaluation techniques and conservational strategies. *American Journal of Animal and Veterinary Sciences.*, 17 (4): 228.238,2022. DOI: 10.3844/ajavsp.2022.228.238

Novilla, M.N. (2005). Book Review: Georgi's Parasitology for Veterinarians. *Veterinary Pathology.*, 42(2).<https://doi.org/10.1354/vp.42-2-237>

Ojeda-Robertos, N.F., Torres-Acosta, J.F.J., Ayala-Burgos, A.J., Sandoval-Castro, C.A., Valero-Coss, R.O., Mendoza-de-Gives, P. (2009). Digestibility of *Duddingtonia flagrans* chlamydospores in ruminants: in vitro and in vivo studies. *BMC Vet. Res.* [en-ligne] 5, 46. [<http://www.biomedcentral.com/1746-6148/5/46>] (consulté le 25/09/2011)

Ogni, C., Kpodekon, M., Dassou, H., Boko, C., Koutinhoun, B., Dougnon, J., Akoegninou, A. (2014). Inventaire ethno-pharmacologique des plantes utilisées dans le traitement des pathologies parasitaires dans les élevages extensifs et semi-intensifs du Bénin. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(3), 1089-1102.

Ouguirti, N., Bahri, F., Bouyahyaoui, A., Wanner, J. (2021). Chemical characterization and bioactivities assessment of *Artemisia herba-alba* Asso essential oil from south-western Algeria. *Nat. Volatiles & Essent. Oils.*,8(2): 27-36

Page, A.P., Stepek, G., Winter, A.D., Pertab, D. (2014). Enzymology of the nematode cuticle: A potential drug target? In *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* (Vol. 4, Issue 2, pp. 133–141). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2014.05.003>

Palcy, C., Silvestre, A., Sauve, C., Cortet, J., Cabaret, J. (2010). Benzimidazole resistance in *Trichostrongylus axei* in sheep: Long-term monitoring of affected sheep and genotypic evaluation of the parasite. *The Veterinary Journal*, 183, 68-74.

Polydor, S. (2017). Etude des pratiques vétérinaires traditionnelles des peuples ixil au Guatemala. Thèse Médecine Vétérinaire, Toulouse, 2017. https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04572129v1/file/Polydor_17632.pdf

Pomroy, W.E. (2006). Anthelmintic resistance in New Zealand : a perspective on recent findings and options for the future *N. Z. Vet. J.* 54 (6), 265-270.

Pottier, G. (1981). *Artemisia herba-alba*. Flore de la Tunisie: angiospermes–dicotylédones–gamopétales., (1981) p 1012.

Quezel, P., Gast, M. (2017). Genévrier. *Encyclopédie berbère* 20 : 1-7.

Quézel, P., Santa, S. (1962). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales.éd. CNRS., Paris., vol. 1, 1-565.

Rai, S., Kumar, M., Jas, R., Mandal, G. P., Samanta, I., Rajendar, M., Tripura, S., Das, S. K., Mondal, M., & Mandal, D. K. (2023). Antibacterial effect of kitchen herbs against pathogenic multidrug-resistant *E. coli* isolates from calf diarrhoea. *Tropical animal health and production*, 55(3), 211. <https://doi.org/10.1007/s11250-023-03628-x>

Rakotoson, Tsiriniaina Toavina. (2020). Approche ethno-vétérinaire des plantes médicinales utilisées chez les animaux de rente dans quatre communes d'ambatondrazaka. Thèse pour l'obtention du Diplôme d'État de Docteur en Médecine Vétérinaire. Université d'antananarivo faculté de médecine mention vétérinaires. Année 2020.

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. *Annales de Parasitologie humaine et comparée*, *Ann. Parasitol. Hum. Comp.*, 45 3 (1970) 321-342

Ravaosolo J. (2009). Les plantes dans la fabrication de talismans utilisés en phytothérapie dans le Sud-Ouest malgache. *Études océan Indien*, 42-43 | 2009, 339-348. <https://journals.openedition.org/oceanindien/869>

Ravinet, N., Chartier, C., Hoste, H., Mahieu, M., Duvauchelle-Wache, A., Merlin, A., Bareille, N., Jacquiet, P., & Chauvin, A. (2017). Enjeux et outils du traitement raisonné contre les strongles gastro-intestinaux chez les bovins et les petits ruminants. *In Productions Animales*, 30(1), 57–76. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2017.30.1.2233>

Rehman, T.U., El-Mansi, A.A., Alhag, S.K., Al-Shuraym, L.A., Saeed, Z., Arif, M., Rashid, M., Bhutta, Z.A., Zaman, M.A. (2023). Antiparasitic activity of methanolic and ethyl acetate extracts of *Azadirachta indica* against *Haemonchus contortus*. *Pakistan Veterinary Journal.*, 43 (1): 199-203.

Reséndiz-González, G., Olmedo-Juárez, A., González-Garduño, R., Cortes-Morales, J.A., González-Cortazar, M., Sánchez-Mendoza, A.E., López-Arellano, M.E., Mercado-Márquez, C., Lara-Bueno, A., Higuera-Piedrahita, R.I.(2024). Anthelmintic efficacy of an organic fraction from *Guazuma ulmifolia* leaves and evaluation of reactive oxidative stress on *Haemonchus contortus*. *Experimental parasitology.*, 261, 108768.

Rocha, R.A., Bresciani, K.D.S., Barros, T.F.M., Fernandes, L.H., Silva, M.B. et Amarante, A.F.T. (2008). Sheep and cattle grazing alternately: Nematode parasitism and pasture decontamination. *Small Rum. Res.* 75 (2-3), 135-143.

Rodrigues, K.A., Amorim L.V., Dias, C.N., Moraes, D.F., Carneiro, S.M., Carvalho, F.A.(2015). *Syzygium cumini* (L.) Skeels essential oil and its major constituent α -pinene exhibit anti-*Leishmania* activity through immunomodulation in vitro. *J Ethnopharmacol.*, 160:32-40.

Roeber, F., Jex, A. R., Gasser, R. B. (2013). Impact of gastrointestinal parasitic nematodes of sheep, and the role of advanced molecular tools for exploring epidemiology and drug resistance - An Australian perspective. *In Parasites and Vectors*, 6(1), 153.

Rogers, W. P et Sommerville, R. I. (1957). Physiology of exsheathment in nematodes and its relation to parasitism. *In Nature*, 179(4560), 619–621. <https://doi.org/10.1038/179619a0>

Rogers, W. P et Sommerville, R. I. (1963). The Infective Stage of Nematode Parasites and its Significance in Parasitism. *In Advances in Parasitology*, 1(C), 109–177. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60503-5](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60503-5)

Romero, B., Susperregui, J., Sahagon A.M., Diez M.J., Fernandez, N., Garcia J.J., Lopez, C., Sierra M., Diez, R. (2022). Use of medicinal plants by veterinary practitioners in Spain: A cross-sectional survey. *Front. Vet. Sci.* 9:1060738. doi: 10.3389/fvets.2022.1060738

Rondia, P. (2006). Aperçu de l'élevage ovin en Afrique du nord. Filière Ovine et Caprine n°18, octobre 2006. <http://www.ficow.be/ficow.site/wp-content/uploads/Ape18.pdf>

Rose, H., Caminade, C., Bolajoko, M. B., Phelan, P., Van Dijk, J., Baylis, M., Williams, D., Morgan, E. R. (2016). Climate-driven changes to the spatio-temporal distribution of the parasitic nematode, *Haemonchus contortus*, in sheep in Europe. In *Global Change Biology*, 22(3), 1271–1285. <https://doi.org/10.1111/gcb.13132>

Rufener, L., Maser, P., Roditi, I., Kaminsky, R. (2009). *Haemonchus contortus* acetylcholine receptors of the DEG-3 subfamily and their role in sensitivity to monepantel. *PLoS Pathogens*, 5, e1000380.

Rufener, L., Keiser, J., Kaminsky, R., Mäser, P., Nilsson, D. (2010). Phylogenomics of ligand-gated ion channels predicts monepantel effect. *PLoS pathogens*, 6(9), e1001091. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1001091>

Saastamoinen, M., Särkijärvi S., Hyypä S. (2019). Garlic (*Allium Sativum*) Supplementation Improves Respiratory Health but Has Increased Risk of Lower Hematologic Values in Horses. *Animals (Basel)*. 2019;9(1):13.

Salhi, S., Fadli, M., Zidane, L., Douira, A. (2010). Etudes floristique et ethnobotanique des plantes médicinales de la ville de Kénitra (Maroc). *Lazaroa* (31), 133-146.

Sansom-Himmelsjerna., G.V. (2007). Mode of action of current anthelmintic drug classes. In: *Anthelmintics and resistance: a review* Novartis (Ed.), Switzerland., pp. 23-27.

Sanger, N.C et Gill, J. (1999). Pharmacology of anthelmintic resistance. *Parasitology Today*.15(4), 141-146.

Sangster, N.C., Riley, F.L., Wiley, L.J. (1998). Binding of [³H]m-aminolevamisole to receptors in levamisole-susceptible and -resistant *Haemonchus contortus*. *International Journal for Parasitology.*, 28, 707-717.

Santos, S., Haslinger, C., Mennet, M., von Mandach, U., Hamburger, M., Simões-Wüst, A. P. (2019). *Bryophyllum pinnatum* enhances the inhibitory effect of atosiban and nifedipine on human myometrial contractility: an in vitro study. *BMC complementary and alternative medicine*, 19(1), 292. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2711-5>

Santos, S., Zurfluh, L., Mennet, M., Potterat, O., von Mandach, U., Hamburger, M., Simões-Wüst, A. P. (2021). *Bryophyllum pinnatum* Compounds Inhibit Oxytocin-Induced Signaling Pathways in Human Myometrial Cells. *Frontiers in pharmacology*, 12, 632986. <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.632986>.

Schillhorn van Veen, T.W. (1997). Sense or non sense? Traditional methods of animal parasitic disease control. *Veterinary Parasitology* 71, 177-194.

Scott, I., Pomroy, W.E., Kenyon, P.R., Smith, G., Adlington, B., Moss, A. (2013). Lack of efficacy of monepantel against *Teladorsagia circumcincta* and *Trichostrongylus colubriformis*. *Vet. Parasitol.*, 198, 166–71.

Senoussi, A., Chehma, A., Bensemaoune, Y. (2011). La steppe algérienne à l'aube du III^e millénaire : quel devenir ? *Annales des sciences et technologie (AST)* 3(2): 129–138.

Senoussi, A., Hadbaoui I et Huguenin, J. (2014). L'espace pastoral dans la région de M'sila, Algérie: état et perspectives de réhabilitation. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 26, Article #206. Retrieved October 1, 2024; <http://www.lrrd.org/lrrd26/11/seno26206.html>

SEPASAL, Royal Botanic Gardens, Kew. (2004). Survey of Economic Plants for Arid and Semi-Arid Lands. <http://www.rbgekew.org.uk/ceb/sepasal/internet/>. (accessed 15-12- 2003).

Shakeel, M., Trinidad, A., Ah-See, K. W. (2010). Complementary and alternative medicine use by otolaryngology patients: a paradigm for practitioners in all surgical specialties. *European archives of oto-rhino-laryngology : official journal of the European Federation of Oto-Rhino-Laryngological Societies (EUFOS) : affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*, 267(6), 961–971. <https://doi.org/10.1007/s00405-009-1098-1>

Silvestre, A. & Cabaret, J. (2002). Mutation in position 167 of isotype 1 β -tubulin gene of *Trichostrongylid* nematodes: role in benzimidazole resistance? *Molecular and Biochemical Parasitology.*, 120, 297-300.

Singh, R. N et Sulston, J. E. (1978). Some Observations on Moulting in *Caenorhabditis elegans*. *Nematologica*, 24(1), 63–71. <https://doi.org/10.1163/187529278X00074>

Smeal, M.G., Gough, P.A., Jackson, A.R., Hotson, I.K. (1968). The occurrence of strains of *Haemonchus contortus* resistant to thiabendazole. *Australian Veterinary Journal.*, 44, 108- 109.

Smith, WD et Zarlenga, DS. (2006). Developments and hurdles in generating vaccines for controlling helminth parasites of grazing ruminants. *Veterinary Parasitology*.139(4), 347-359.

Smith, M.C et Sherman, D.M. (1994). *Goat Medecine*. Lea & Febiger, Baltimore, USA (p 825).

Senoussi, A., Hadbaoui, I., Huguenin, J. (2014). L'espace pastoral dans la région de M'sila., Algérie : état et perspectives de réhabilitation. *Livestock Research for Rural Development* 26(11): 7 p.

Sommerville, R.I et Rogers, W.P. (1987). The Nature and Action of Host Signals. *Advances in Parasitology*, 26, 239–293.

Soulsby, E.J.L. (1982). *Helminths, arthropods and protozoa of domesticated animals*. Éditeur: Baillière Tindall, London, 1982, 809 p.

Sparreboom, A., Cox, M. C., Acharya, M. R., & Figg, W. D. (2004). Herbal remedies in the United States: Potential adverse interactions with anticancer agents. *Journal of Clinical Oncology*, 22(12), 2489-2503. <https://doi.org/10.1200/JCO.2004.08.182>.

Štrbaca, F., Boscob, A., Amadesib, A., Rinaldic, L., Stojanovića D., Simind, N., Orčić D., Pušiće I., Krnjajićf, S., Ratajace.(2020). In vitro ovicidal effect of common juniper (*Juniperus communis* L.) essential oil on sheep gastrointestinal nematodes. *Veterinarski Pregled*, 1 (1), 2020.

Štrbac, F., Bosco, A., Amadesi, A., Rinaldi, L., Stojanović D., Simin, N., Orčić D., Pušić I., Krnjajić S., Ratajac R (2021). Ovicidal potential of five different essential oils to control gastrointestinal nematodes of sheep. *Pak Vet, J.*, 41(3): 353-358.

Strothmann., A. L., Berne., M. E. A., Capella., G. A., Moura., M. Q., Terto., W. D. S., Costa., C. M., Pinheiro., N. B. (2022). Antiparasitic treatment using herbs and spices: A review of the literature of the phytotherapy. *Brazilian Journal of Veterinary Medicine.*, 44, e004722. <https://doi.org/10.29374/2527-2179.bjvm004722>

Su, C. X., Yan, L. J., Lewith, G., & Liu, J. P. (2013). Chinese herbal medicine for idiopathic sudden sensorineural hearing loss: a systematic review of randomised clinical trials. *Clinical otolaryngology : official journal of ENT-UK ; official journal of Netherlands Society for Oto-Rhino-Laryngology & Cervico-Facial Surgery*, 38(6), 455–473. <https://doi.org/10.1111/coa.12198>

Sumano., H., Ocampo., L. (1997). *Farmacología Veterinaria*.2ª Ed. McGraw-Hill Interamericana. Mexico, 1997, 680 pp.

Tariq Khurshid, A et Tantry Mudasir, A. (2012). Preliminary Studies on Plants with Anthelmintic Properties in Kashmir—The North-West Temperate Himalayan Region of India. *Chinese Medicine.*,

Taylor, M.A., Coop, R.L., Wall, R.L. (2015). *Veterinary Parasitology*, 4th Edition. ISBN: 978-1-119-07368-0. November 2015. Wiley-Blackwell. 1032 pages.

Temba, S., Erasto, P., Chacha, M. (2017). Utilization of African ethnoveterinary information for management of livestock diseases. *Ruf Wor, D.* 2017 ; 14(1) : 839-44.

Thys, E et Vercruyse, J. (1990). Est-il encore opportun de préconiser la vermifugation systématique des petits ruminants d’Afrique sahélo-soudanienne contre les nématodes gastro-intestinaux ?. *Revue*

d'élevage Et De médecine vétérinaire Des Pays Tropicaux, 43(2), 187–191.
<https://doi.org/10.19182/remvt.8846>

Toklo, PM., Challaton, KP., Assogba, MF., Akakpo, GA., Kifouly, AH., Alowanou, GG., Hounzangbe-Adote, S., Yayi, E C., Gbenou, J D. (2023). Phytochemical screening, in-vitro and in vivo effects of an aqueous extract of the bark of *Combretum glutinosum* Perr ex DC.(Combretaceae) on gastrointestinal strongyles. *Phytomedicine Plus.*, 3 (4): 100491

Torri Maria Costanza. (2013). Traditional Veterinary in Rural Tamil Nadu Linking Medicinal Plants with Local Livelihoods and Human Health Care. *Journal of Developing Societies* 29, 1 (2013): 23–46

Torres-Acosta, J.F.J. (1999). Supplementary feeding and the control of gastrointestinal nematodes of goats in Yucatán, México. PhD thesis. Royal Veterinary College, University of London (p 269).

Toyang, N.J., Wanyama, J., Nuwanyakpa, M., Django, S. (2007). *Ethnomédecine vétérinaire. Approche pratique du traitement des maladies du bétail en Afrique subsaharienne. Série Agrodok, éditeur Macmillan Education, No. 44, 90.*
https://publications.cta.int/media/publications/downloads/1420_PDF.pdf

Tsukahara, Y., Wang, Z., Gipson, T. A., Hart, S. P., Dawson, L. J., Puchala, R., Sahlu, T., Goetsch, A. L. (2017). Case Study: An assessment of anthelmintic resistance through in vivo fecal egg count reduction test and in vitro egg hatch test on small ruminant farms in the southcentral United States. *The Professional Animal Scientist*, 33: 627–633. <https://doi.org/10.15232/pas.2017-01645>

Tuo, W., Li, L., Lv, Y., Carrillo, J., Brown, D., Davis, W. C., Song, J., Zarlenga, D., Xiao, Z. (2016). Abomasal mucosal immune responses of cattle with limited or continuous exposure to pasture-borne gastrointestinal nematode parasite infection. *Veterinary parasitology*, 229, 118–125.
<https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2016.10.005>

UNESCO. (2013). Report of the International Bioethics Committee on Traditional Medicine Systems and their ethical implications. SHS/EGC/IBC- 19/12/3 Rev. Paris

Urquhart, G.M., Armour, J., Duncan, J.L., Dunn, A.M., Jennings, F.W. (1996). *Veterinary Parasitology*, 2nd ed., Oxford. 307 pp.

Vaarst, M., Padel, S., Younie, D., Hovi, M., Sundrum, A., Rymer, C. (2008). Animal health challenges and veterinary aspects of organic livestock farming identified through a 3 year EU network project. *The Open Veterinary Science Journal*, 2 (1): 111-116

Valderrábano, J., Delfa, R. et Uriarte, J. (2002). Effect of level of feed intake on the development of gastrointestinal parasitism in growing lambs. *Vet. Parasitol.* 104 (4), 327-338.

Van Wyk, J. A., & Bath, G. F. (2002). The FAMACHA system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Veterinary research*, 33(5), 509–529. <https://doi.org/10.1051/vetres:2002036>

Vigan, M. (2012). *Progrès Dermato- Allergologie*. John Libbey Eurotext Besancon, 368 pages. ISBN: 978-2-7420-1086-8. France.

Waller, P.J. (2006). From discovery to development: Current industry perspectives for the development of novel methods of helminth control in livestock. *Veterinary Parasitology*, 139, 1-14.

Waller, P.J., Bernes, G., Thamsborg, S.M., Sukura, A., Richter, S.H., Ingebrigtsen, K., Höglund, J. (2001). Plants as de-worming agents of livestock in the nordic countries : historical perspective, popular beliefs and prospects for the future. *Acta Vet. Scand.* 42, 31-44.

Wang, J., Zhang, C. J., Chia, W. N., Loh, C. C., Li, Z., Lee, Y. M., He, Y., Yuan, L. X., Lim, T. K., Liu, M., Liew, C. X., Lee, Y. Q., Zhang, J., Lu, N., Lim, C. T., Hua, Z. C., Liu, B., Shen, H. M., Tan, K. S., & Lin, Q. (2015). Haem-activated promiscuous targeting of artemisinin in *Plasmodium falciparum*. *Nature communications*, 6, 10111. <https://doi.org/10.1038/ncomms10111>.

Wanyama, J. B. (1997). Confidently used ethnoveterinary knowledge among pastoralists of Samburu, Kenya: Preparation and administration. Vol. 2: Preparation and Administration. Intermediate Technology Kenya, Nairobi, 109 pp. ISBN 9966960686.

Windon, R.G. (1996). Genetic control of resistance to helminths in sheep. *Vet. Immunol. Immunopathol.* 54 (1-4), 245-254

Wolstenholme, A.J., Fairweather, I., Prichard R.K., von Samson-Himmelstjerna, G., Sangster N.C. (2004). Drug resistance in veterinary helminths. *Trends Parasitology*.20(10), 469-476.

Yerou, H., Belgherbi, B., Homrani, A., Miloudi, A. (2022). Impact de la restauration par mis en défens sur les potentialités pastorales d'un parcours steppique à dominance d' *Artemisia herba alba* dans l'Algérie occidentale. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 34, Article 8. February 12, 2022.

Yerou, H., Benabdeli, K. (2010). Comportement alimentaire de la race Hamra et Ouled Djellal sur parcours steppique Cas de la région de Naama. Séminaire International sur la préservation et la mise en valeur de l'écosystème steppique M'sila 14-16 Mars.

Yerou, H. (2013). Dynamique des systèmes d'élevage ovin et leurs impacts sur l'écosystème steppique, cas de la Wilaya de Naama. Thèse doctorat Es Science. Université de Tlemcen. Algérie. 107p.

- Yusuf Kedir., Woldemichael Hailegebrael Bedada., Meresa Desalagn.(2024). Ethno veterinary approaches on control and treating parasitic diseases. *JOURNAL OF TRADITIONAL, COMPLEMENTARY AND INTEGRATIVE MEDICINE*, 2024; 1(1): 7-18.
10.5455/JTCIM.20231023083805. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4810721>
- Zabre, G., Tindano, B., Dicko, A., Bayala, B., Kabore, A., Belem, A.M.G., Tamboura, H.H. (2023). In-vitro Anthelmintic Efficacy of *Acacia nilotica* Pods on Eggs and Adult Worms of *Haemonchus contortus*. *The Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*, 19 (6): 90
- Zaghad, N. (2009). Etude du contenu poly phénolique de deux plantes médicinales d'intérêt économique (*Thymus vulgaris*, *Rosmarinus officinalis*) et évaluation de leurs activité antibactérienne, mémoire de Magister, Biotechnologie Végétale. Univ. de Constantine, 96p.
- Zajac, A. M. (2006). Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants: Life Cycle, Anthelmintics, and Diagnosis. In *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice* (Vol. 22, Issue 3). <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2006.07.006>
- Zajac, A. M., Garza, J. (2020). Biology, Epidemiology, and Control of Gastrointestinal Nematodes of Small Ruminants. *Veterinary Clinics of North America - Food Animal Practice*, 36(1), 73–87. <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.12.005>
- Zeineldin Mohamed., Abdelmegeid Mohamed., Barakat Radwa., Ghanem Mohamed. (2018). A Review: Herbal Medicine as an Effective Therapeutic Approach for Treating Digestive Disorders in Small Ruminants. *Alexandria Journal of Veterinary Sciences, AJVS*. Vol. 56 (1):33-44.
- Zhang, J., Wider, B., Shang, H., Li, X., Ernst, E. (2012). Quality of herbal medicines: challenges and solutions. *Complement Ther Med*. 20(1-2):100-106. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2011.09.004>.
- Zhou, J., Ouedraogo, M., Qu, F., Duez, P. (2013). Potential genotoxicity of traditional Chinese medicinal plants and phytochemicals: an overview. *Phytother Res*. 27(12): 1745-55. <https://doi.org/10.1002/ptr.4942>.
- Zhu, L., Dai, J., Yang, L., Qiu, J. (2013). In vitro ovicidal and larvicidal activity of the essential oil of *Artemisia lancea* against *Haemonchus contortus* (Strongylida). *Vet. Parasitol.*, 195 (1-2), 112–117
- Zouaoui, N., Chenchouni, H., Bouguerra, A., Massouras, T., Barkat, M. (2020). Characterization of volatile organic compounds from six aromatic and medicinal plant species growing wild in north African drylands. *NFS Journal*, 18; 19–28
- Zouyed, I., Cabaret, J., Bentounsi, B. (2018). Climate influences assemblages of abomasal nematodes of sheep on steppe pastures in the east of Algeria. *Journal of Helminthology*, 92 (1): 34-41

RESUME

Dans la hodna, la pratique de la médecine vétérinaire traditionnelle est une réalité dans les habitudes des éleveurs pour diverses raisons liées à leurs situations locales. Des enquêtes ethnovétérinaires conduites dans la région ont permis de constater que les éleveurs utilisaient la médecine vétérinaire traditionnelle pour soigner les animaux malades. Elles ont permis d'identifier plusieurs remèdes dont ceux à base de ; Harmel (*Peganum Harmala*), Marrube blanc (*Maribium vulgare*), Ail (*Allium sativum*) et Caroubier (*Ceratonia siliqua*), Armoise (*Artemisia herba alba*), Genévrier rouge (*Juniperus phoenicea*) couramment utilisés pour le traitement du parasitisme gastrointestinal des petits ruminants. Dans l'optique d'évaluer l'activité biologique réelle de ces deux dernières plantes, des tests de l'activité anthelminthique *in vitro* des extraits hydroethanoliques des deux plantes ont montré que les deux extraits réduisent les taux d'éclosion des œufs, inhibent ou tuent les vers adultes. Dans une heure qui suit l'administration d'une dose de 25 mg/ml d'extrait d'*A. herba-alba*, la motilité de tous les vers adultes a été réduite. En revanche, l'extrait de *J. phoenicea* a entraîné un taux de mortalité de 100 % des vers adultes après 4 heures d'administration à la même dose. Dans l'essai d'inhibition de l'éclosion des œufs, le taux d'inhibition variait de 85,10 à 100 % pour *A. herba-alba* et de 33,12 à 96,23 % pour *J. phoenicea*. L'effet d'inhibition maximal (100 %) de l'éclosion des œufs a été démontré par l'extrait d'*A. herba-alba* à 25 mg/ml. Les résultats obtenus montrent que l'extrait de *Artemisia herba alba* est plus ovicide et vermicide que celui de *Juniperus phoenicea*.

Mots clés : médecine traditionnelle vétérinaire, *Artemisia herba alba*, *Juniperus phoenicea*, activité anthelminthique *in vitro*, nématode de la caillette, les ovins.

Abstract

In the hodna, the practice of traditional veterinary medicine is a reality in the habits of breeders for various reasons related to their local situations. Ethnoveterinary surveys conducted in the region have shown that the breeders used traditional veterinary medicine to treat sick animals. They have identified several remedies including those based on; Harmel (*Peganum Harmala*), White horehound (*Maribium vulgare*), Garlic (*Allium sativum*) and carob (*Ceratonia siliqua*), Wormwood (*Artemisia herba alba*), Red juniper (*Juniperus phoenicea*) commonly used for the treatment of gastrointestinal parasitism in small ruminants. In order to evaluate the real biological activity of these last two plants, tests of the *in vitro* anthelmintic activity of the hydroethanolic extracts of the two plants have shown that both extracts reduce egg hatching rates, inhibit or kill adult worms. Within 1 hour of administration of 25 mg/ml dose of *A. herba alba* extract, the motility of all adult worms was reduced. In contrast, *J. phoenicea* extract resulted in 100% mortality of adult worms after 4 hours of administration at the same dose. In the egg hatching inhibition test, the inhibition rate ranged from 85.10 to 100% for *A. herba alba* and from 33.12 to 96.23% for *J. phoenicea*. The maximum inhibition effect (100%) on egg hatching was demonstrated by *A. herba alba* extract at 25 mg/ml. The results obtained show that *Artemisia herba alba* extract is more ovicidal and vermucidal than that of *Juniperus phoenicea*.

Keywords: traditional veterinary medicine, *Artemisia herba alba*, *Juniperus phoenicea*, *in vitro* anthelmintic activity, abomasal nematode, sheep.

ملخص

في الحضنة، ممارسة الطب البيطري التقليدي هو واقع في عادات المربين لأسباب مختلفة تتعلق بأوضاعهم المحلية. أظهرت المسوحات الإثنوفيتزية التي أجريت في المنطقة أن المربين يستخدمون الطب البيطري التقليدي لعلاج الحيوانات المريضة. لقد حددوا العديد من العلاجات بما في ذلك تلك القائمة على؛ حرمل (*Peganum Harmala*) و فراسيون أبيض (*Maribium vulgare*) و ثوم (*Allium sativum*) و خروب (*Ceratonia siliqua*) و شيح (*Artemisia herba alba*) و العرعر (*Juniperus phoenicea*) المستخدمة عادة لعلاج الطفيليات المعوية في المجترات الصغيرة. من أجل تقييم النشاط البيولوجي الحقيقي لهذين النباتين الأخيرين، أظهرت اختبارات النشاط المضاد للديدان في المختبر للمستخلصات الهيدروإيثانولية للنباتين أن كلا المستخلصين يقللان من معدلات فقس البيض، ويمنعان أو يقتلان الديدان البالغة. في غضون ساعة واحدة من إعطاء جرعة 25 مجم / مل من مستخلص *A. herba-alba* ، انخفضت حركة جميع الديدان البالغة. في المقابل، أدى مستخلص *J. phoenicea* إلى نفوق 100٪ من الديدان البالغة بعد 4 ساعات من الإعطاء بنفس الجرعة. في اختبار تشبيط فقس البيض، تراوح معدل التشبيط من 85.10 إلى 100٪ لـ *A. herba-alba* و 33.12 إلى 96.23٪ لـ *J. phoenicea*. تم إثبات أقصى تأثير تشبيط (100٪) على فقس البيض بواسطة مستخلص *A. herba-alba* بجرعة 25 مجم / مل. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن مستخلص *Artemisia herba alba* أكثر فعالية في قتل البيض والديدان من مستخلص *Juniperus phoenicea*.

الكلمات الدالة: الطب البيطري التقليدي، الشيح الأبيض، العرعر الفينيقي، النشاط المضاد للديدان في زجاج، نيماتودا المنفحة، الأغنام.

Résumé Graphique

Plante Médicinale

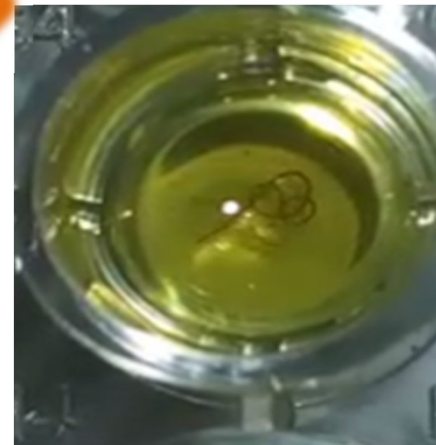
Juniperus phoenicea



Artemisia herba alba



Inhibe
Eclosion des
œuf



Inhibite
Motilité de
ver Adulte

Œuf et Ver adulte:
Teladorsagia circumcincta