

UNIVERSITÉ DE LIMOGES

Faculté de Pharmacie

2016

THÈSE N°

Les médicaments anthelminthiques équinés : vers leur gestion raisonnée et l'utilisation de plantes médicinales aux propriétés antiparasitaires

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement

le 26 février 2016

par

Mathilde MONTHIOUX

née le 17 mai 1989, à Limoges

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. le Professeur DREYFUSS GillesPrésident
Mme MOREAU JeanneJuge
M. COURTIOUX BertrandJuge
M. FAUGERON RogerJuge

UNIVERSITÉ DE LIMOGES

Faculté de Pharmacie

2016

THÈSE N°

Les médicaments anthelminthiques équinés : vers leur gestion raisonnée et l'utilisation de plantes médicinales aux propriétés antiparasitaires

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

présentée et soutenue publiquement

le 26 février 2016

par

Mathilde MONTHIOUX

née le 17 mai 1989, à Limoges

EXAMINATEURS DE LA THÈSE

M. le Professeur DREYFUSS GillesPrésident
Mme MOREAU JeanneJuge
M. COURTIOUX BertrandJuge
M. FAUGERON RogerJuge

DOYEN DE LA FACULTE : Monsieur le Professeur Jean-Luc **DUROUX**

1^{er} VICE-DOYEN : Madame Catherine **FAGNERE**, Maître de Conférences

PROFESSEURS :

BATTU Serge	CHIMIE ANALYTIQUE
CARDOT Philippe	CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE
DESMOULIERE Alexis	PHYSIOLOGIE
DUROUX Jean-Luc INFORMATIQUE	BIOPHYSIQUE, BIOMATHEMATIQUES ET
LIAGRE Bertrand	BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
MAMBU Lengo	PHARMACOGNOSIE
ROUSSEAU Annick	BIOSTATISTIQUE
VIANA Marylène	PHARMACOTECHNIE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES :

MOESCH Christian ENVIRONNEMENT	HYGIENE HYDROLOGIE
PICARD Nicolas	PHARMACOLOGIE
ROGEZ Sylvie	BACTERIOLOGIE ET VIROLOGIE
SAINT-MARCOUX Franck	TOXICOLOGIE

MAITRES DE CONFERENCES :

BASLY Jean-Philippe	CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE
BEAUBRUN-GIRY Karine	PHARMACOTECHNIE
BILLET Fabrice	PHYSIOLOGIE
CALLISTE Claude INFORMATIQUE	BIOPHYSIQUE, BIOMATHEMATIQUES ET
CLEDAT Dominique	CHIMIE ANALYTIQUE ET BROMATOLOGIE
COMBY Francis THERAPEUTIQUE	CHIMIE ORGANIQUE ET
COURTIOUX Bertrand	PHARMACOLOGIE, PARASITOLOGIE
DELEBASSEE Sylvie IMMUNOLOGIE	MICROBIOLOGIE-PARASITOLOGIE-
DEMIOT Claire-Elise	PHARMACOLOGIE
FAGNERE Catherine THERAPEUTIQUE	CHIMIE ORGANIQUE ET
FROISSARD Didier	BOTANIQUE ET CRYPTOLOGIE
GRIMAUD Gaëlle MEDICAMENT	CHIMIE ANALYTIQUE ET CONTROLE DU
JAMBUT Anne-Catherine THERAPEUTIQUE	CHIMIE ORGANIQUE ET

LABROUSSE Pascal

LEGER David

MARION-THORE Sandrine
THERAPEUTIQUE

MARRE-FOURNIER Françoise

MERCIER Aurélien

MILLOT Marion

MOREAU Jeanne
IMMUNOLOGIE

PASCAUD Patricia
BIOMATERIAUX CERAMIQUES

POUGET Christelle
THERAPEUTIQUE

TROUILLAS Patrick
INFORMATIQUE

VIGNOLES Philippe
INFORMATIQUE

BOTANIQUE ET CRYPTOLOGIE

BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
CHIMIE ORGANIQUE ET

BIOCHIMIE ET BIOLOGIE MOLECULAIRE
PARASITOLOGIE

PHARMACOGNOSIE

MICROBIOLOGIE-PARASITOLOGIE-

PHARMACIE GALENIQUE –

CHIMIE ORGANIQUE ET

BIOPHYSIQUE, BIOMATHEMATIQUES ET

BIOPHYSIQUE, BIOMATHEMATIQUES ET

PROFESSEUR DE LYCEE PROFESSIONNEL :

ROUMIEUX Gwenhaël

ANGLAIS

ATTACHE TEMPORAIRE D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE :

CHEMIN Guillaume (01.09.2015 au 31.08.2016) BIOCHIMIE FONDAMENTALE ET
CLINIQUE, CANCEROLOGIE

FABRE Gabin (01.10.2015 au 31.08.2016) CHIMIE PHYSIQUE - PHYSIQUE

PROFESSEURS EMERITES :

BUXERAUD Jacques

DREYFUSS Gilles

LOUDART Nicole

A Mamydou et Bertille

Remerciements

A Monsieur le Professeur Gilles Dreyfuss.

Je suis extrêmement honorée que vous ayez accepté la présidence de mon jury. Soyez assuré, Monsieur, de toute mon estime et de mon profond respect.

A Monsieur Bertrand Courtioux, directeur de cette thèse.

Merci, sincèrement, d'avoir permis que ma thèse puisse se terminer dans les délais qui m'étaient impartis. Je vous remercie pour votre grande disponibilité et l'intérêt que vous avez su porter à mon travail.

A Madame Jeanne Moreau.

Je vous remercie sincèrement de faire partie de mon jury de thèse. Soyez assurée, Madame, de ma profonde reconnaissance.

A Monsieur Roger Faugeron.

Je vous remercie d'avoir accepté de prendre part à cette ultime étape de ma formation. Merci de m'avoir accompagnée durant toute ma vie étudiante. Votre regard sur notre profession et votre expérience m'accompagneront au quotidien dans ma pratique.

A Madame Marion Millot.

Merci de m'avoir permis de réaliser ce projet qui me tient à cœur et de m'avoir accompagnée lors de mes recherches.

A mon papa.

Merci pour tes (heures de) corrections. Merci d'avoir pris autant de peine pour un travail si loin de toi. Merci pour tout.

A mes parents.

Merci de m'avoir permis de réaliser ces études et d'avoir été là durant ces longues années. Votre infaillible soutien m'a permis d'aller au bout de mes ambitions et de mes rêves.

A mon Vincent.

Merci pour ta patience et ton soutien durant ces années difficiles.

Droits d'auteurs



Cette création est mise à disposition selon le Contrat : « **Attribution-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de modification 3.0 France** » disponible en ligne

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Table des matières

Introduction	11
1. Les principaux parasites au tropisme digestif du cheval	12
1.1. Rappels d'anatomie et de physiologie sur l'appareil digestif équin	12
1.1.1. L'estomac	12
1.1.2. Les intestins	13
1.1.3. Le système circulatoire	13
1.2. Les principales parasitoses de l'appareil digestif équin	14
1.2.1. Les nématodes	14
1.2.1.1. Les grands strongles	15
1.2.1.2. Les cyathostomes	18
1.2.1.3. Les oxyures	21
1.2.1.4. Les ascaris	23
1.2.1.5. Les anguillules	26
1.2.2. Les cestodes : le ténia	28
1.2.3. Les gastérophiles	31
2. Les médicaments anthelminthiques équins de synthèse	35
2.1. Les molécules disponibles	35
2.1.1. La pipérazine et ses dérivés	35
2.1.1.1. Pipérazine	35
2.1.1.2. Praziquantel	36
2.1.2. Les benzimidazoles	38
2.1.2.1. Fenbendazole	39
2.1.2.2. Mébendazole	39
2.1.3. Les lactones macrocycliques	40
2.1.3.1. Ivermectine	41
2.1.3.2. Moxidectine	42
2.1.4. Le pamoate de pyrantel	43
2.2. L'émergence de chimiorésistances	44
2.2.1. Mécanismes d'apparition des chimiorésistances	45
2.2.1.1. La fréquence des traitements anthelminthiques	45
2.2.1.2. La dose administrée	46
2.2.1.3. L'alternance des molécules utilisées	46
2.2.1.4. Notion de refuge de sensibilité	47
2.2.2. Etat des lieux sur les résistances actuelles	47
2.2.2.1. Benzimidazoles	47
2.2.2.2. Lactones macrocycliques	47
2.2.2.3. Pyrantel	48
2.3. Choix, réalisation et suivi du traitement anthelminthique	48
2.3.1. Mise en place du programme de vermifugation	48
2.3.1.1. Choix du traitement en fonction de la saison et de l'étude épidémiologique du parasitisme	48
2.3.1.2. Choix du traitement en fonction de l'âge et du mode de vie du cheval ou du groupe de cheval à traiter	49
2.3.2. Protocole d'administration d'un vermifuge	51
2.3.2.1. L'administration du traitement	51
2.3.2.2. Les conseils associés	52
2.3.3. Suivi de l'état d'infestation avant et après un traitement : l'indispensable coproscopie	53
3. Gestion raisonnée des anthelminthiques de synthèse et méthodes alternatives	54
3.1. Vermifugation sélective	54
3.1.1. Choix des individus à traiter	55
3.1.2. Fréquence des coproscopies et traitements à administrer	56
3.1.3. Limites de la vermifugation sélective	56

3.2. Gestion de l'environnement	57
3.2.1. Gestion du troupeau	57
3.2.2. Gestion sanitaire des pâtures et des lieux de vie des chevaux	58
3.2.3. Stratégie d'évasion	59
3.2.4. Stratégie de dilution	60
3.3. Etude bibliographique des alternatives disponibles en phytothérapie	61
3.3.1. Plantes médicinales actives sur les parasites gastro-intestinaux équins	61
3.3.1.1. Plantes aromatiques	61
3.3.1.2. Plantes non aromatiques.....	68
3.3.2. Cas particulier des fourrages riches en tannins condensés.....	71
Conclusion	73
Références bibliographiques	74

Introduction

Le parasitisme gastro-intestinal des équidés est un sujet qui préoccupe tous les éleveurs et propriétaires de chevaux. En effet, malgré la mise en place, depuis le début du XX^{ème} siècle, d'un arsenal thérapeutique développé, les parasitoses digestives ont toujours d'importantes conséquences médicales et économiques. Elles sont, aujourd'hui encore, responsables de troubles de la croissance des poulains, de mauvais états généraux et de troubles digestifs pouvant être sévères. Si l'utilisation systématique des anthelminthiques de synthèse a permis de diminuer l'incidence de certaines des parasitoses les plus pathogènes (comme les infestations par les grands strongles), l'acte de vermifugation est devenu commun, échappant au contrôle médical des personnes habilitées à leur délivrance. Cette banalisation du traitement antiparasitaire, favorisée par la facilité et la sécurité d'emploi des dernières spécialités disponibles, s'est accompagnée d'une utilisation parfois irraisonnée conduisant à l'apparition de phénomènes de chimiorésistances. Au vu des recherches actuelles, aucune nouvelle molécule ne sera disponible dans les dix prochaines années. Ainsi, il semble indispensable de modifier nos habitudes d'utilisation et de délivrance des médicaments anthelminthiques pour enrayer ce phénomène et nous permettre de maintenir un arsenal thérapeutique suffisamment efficace.

J'ai recherché, par ce travail, à rassembler toutes les informations nécessaires à la bonne compréhension des pratiques idéales de vermifugation : de la connaissance des différents parasites majeurs du tube digestif des équidés à celle des spécialités anthelminthiques disponibles, en passant par les raisonnements nécessaires pour mettre en place un traitement réfléchi, efficace et limitant les pressions de sélection exercées sur les souches de parasites résistants. En fin de travail, j'ai également tenu à développer les différentes alternatives qui s'offrent à nous pour limiter l'usage des anthelminthiques de synthèse.

1. Les principaux parasites au tropisme digestif du cheval

1.1. Rappels d'anatomie et de physiologie sur l'appareil digestif équin

Le cheval est un herbivore non ruminant. Son système digestif, d'un aspect anatomique simple, révèle une structure interne complexe et surtout fragile. Le parasitisme digestif est un facteur de risque important des syndromes coliques, qui sont certainement une des premières causes de mortalité des chevaux. Chez les jeunes chevaux de six mois à deux ans, 20% des cas de coliques mortelles sont imputables au parasitisme. Ce pourcentage est de 10% chez les chevaux adultes. [1]

Nous évoquerons ici succinctement les éléments d'anatomie nécessaires à la bonne compréhension de la physiopathologie des parasites au tropisme digestif. D'une part, nous détaillerons successivement les principaux organes composant le système digestif (figure 1). D'autre part, nous évoquerons le système circulatoire relié au tube digestif puisqu'il est emprunté par certains parasites migrateurs.

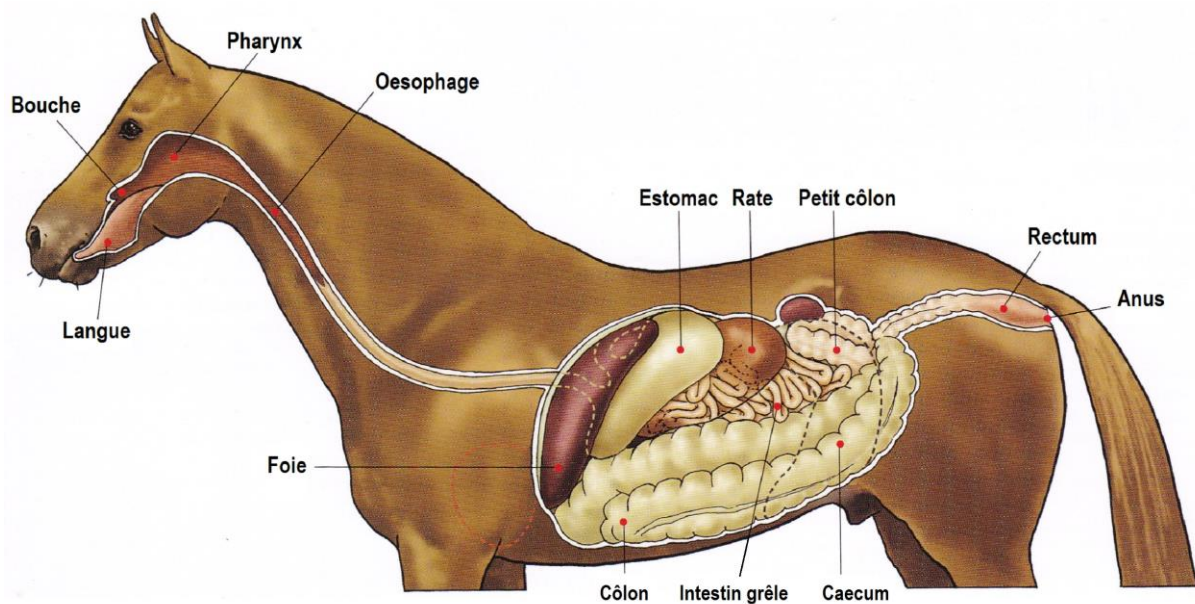


Figure 1 : schéma du système digestif du cheval – S. Gangloff [2]

1.1.1. L'estomac

Après déglutition et descente des aliments par l'œsophage, ceux-ci arrivent dans l'estomac par le cardia. Ce puissant sphincter empêche toute remontée des aliments. Il est donc impossible au cheval de vomir et de ruminer. Les aliments sont mélangés au suc gastrique acide afin de préparer leur digestion puis ils sont expulsés dans le duodénum par le pylore.

Sa capacité se situe entre 10 et 15 litres. Ce faible volume est normalement adapté au mode de vie naturel des chevaux qui mangent en continu de petites quantités. Les vidanges sont donc fréquentes et confèrent à l'estomac un rôle important dans la régulation du transit. [3] [4]

1.1.2. Les intestins

Ils sont les organes principaux de la digestion, notamment de la cellulose. Successivement, nous retrouvons : le duodénum, l'iléum et le jéjunum composant l'intestin grêle, le caecum, le côlon, le petit côlon et le rectum.

Le passage du bol alimentaire dans l'intestin grêle ne dure que deux heures. Les enzymes pancréatiques permettent la digestion des sucres, des matières grasses et azotées. Dans le gros intestin, c'est la flore microbienne qui permet, en 24 à 48 heures, le traitement des substances qui ne sont pas sensibles aux enzymes pancréatiques (figure 2).

La fragilité de ce système apparaît d'une part dans la variabilité du degré de fixation de ces organes, entraînant des risques de déplacement et de torsion, et d'autre part dans l'important nombre de variations de diamètre, de courbures et d'invaginations. Ces caractères prédisposent aux ralentissements voire aux obstructions du transit et également aux stases du bol alimentaire.[3] [4]

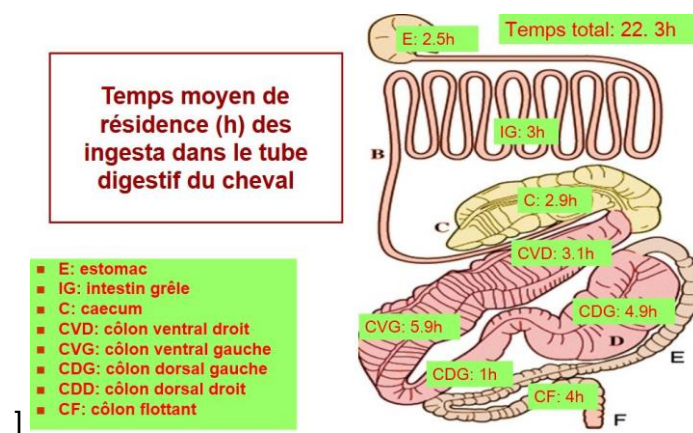


Figure 2 : schéma des temps moyens de résidence du bol alimentaire dans chaque organe du système digestif - P.L. Toutain [3]

1.1.3. Le système circulatoire

L'appareil digestif est irrigué par un important système circulatoire permettant d'une part l'oxygénation de ses organes et d'autre part l'assimilation des nutriments issus de la digestion. Les artères irrigant le système digestif affèrent principalement de l'artère mésentérique crâniale. Le système veineux effectue principalement un retour vers le foie, via la veine porte, pour permettre la métabolisation et la détoxification ainsi que le stockage des éléments provenant de la digestion. [5]

1.2. Les principales parasitoses de l'appareil digestif équin

Les parasitoses digestives équines sont des « vers » : nématodes et cestodes, des insectes : les gastérophiles, et des protozoaires. Nous n'exposerons ici que les parasites ayant une prévalence importante (figure 3). Ils représentent les espèces principalement visées par les traitements anthelminthiques courants. Nous détaillerons leurs caractéristiques, leur pouvoir pathogène mais surtout leur épidémiologie et leurs cycles de développement qui sont les éléments indispensables à connaître afin d'effectuer une vermifugation efficace et raisonnée. [6]

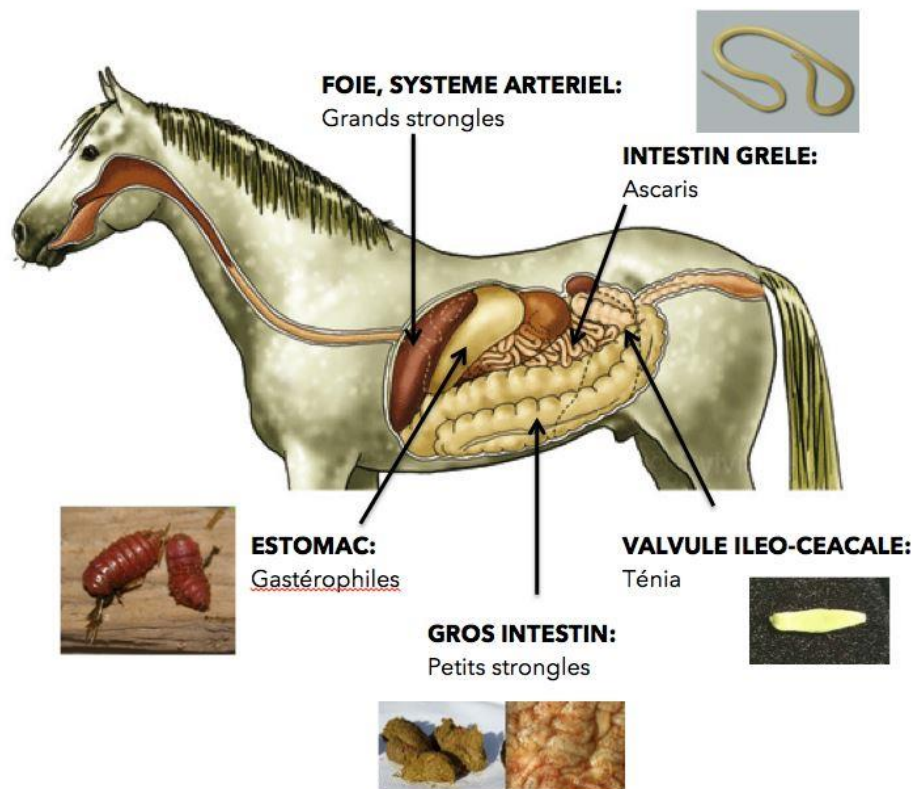


Figure 3 : principaux parasites digestifs équins- Clinique vétérinaire Grosbois

1.2.1. Les nématodes

Les nématodes, aussi appelés vers ronds, sont des métazoaires triploblastiques cœlomés de l'embranchement des Némathelminthes. Ces Protostomiens à la symétrie bilatérale sont caractérisés par un tube digestif complet comprenant une cavité buccale - pourvue ou non de dents - et un anus, un système nerveux formé d'un anneau autour de l'œsophage et de cordons nerveux situés ventralement, dorsalement et latéralement, et un système reproducteur leur permettant une reproduction dioïque ou hermaphrodite. En revanche, ils ne possèdent ni système circulatoire ni appareil respiratoire. La respiration se fait par diffusion au travers de leur cuticule imperméable, percée de pores. On retrouve au sein des nématodes des formes parasites et des formes libres dans tous types d'environnement.

1.2.1.1. Les grands strongles

Les grands strongles sont des parasites à l'état adulte du caecum. Leur prévalence est aujourd'hui réduite mais ils ont longtemps été considérés comme un des parasites équins majeurs à cause de l'important pouvoir pathogène des larves. En effet, durant leur migration, celles-ci provoquent coliques, thrombus, formations d'anévrismes. L'ensemble de ces syndromes, dus aux lésions provoquées par la migration des larves à travers les parois du tube digestif et des vaisseaux sanguins, est appelé l'artérite vermineuse.

Ces strongles de l'ordre des Strongylida, appartiennent à la famille des Strongylidés et à la sous-famille des Strongylinés. On retrouve deux genres chez les chevaux : *Strongylus* et *Triodontophorus*. Les espèces de ce dernier sont très minoritaires et ne seront plus évoqués. Le genre *Strongylus* compte trois représentants : *S. vulgaris*, *S. edentatus*, *S. equinus*.

Au stade adulte, ce sont des vers bruns rougeâtres de 1,5 à 5 cm de long et de 0,8 à 2 mm de diamètre (figure 4). Leur capsule buccale développée et munie de dents leur permet de s'accrocher à la muqueuse digestive dont ils se nourrissent ainsi que du sang de leur hôte. Au stade larvaire, ils sont exclusivement hématophages.



Figure 4 : *Strongylus vulgaris* - Mériat

- Epidémiologie :

Il s'agit d'une parasitose cosmopolite. Elle touche les chevaux de tous âges, cependant l'infestation est plus pathologique pour les sujets jeunes ou immunodéprimés.

Selon une étude réalisée en 1996 sur 824 chevaux en Normandie, la prévalence pour les trois espèces de *Strongylus* est de 22%. Elle est en constante diminution depuis une vingtaine d'année. Les infestations par *S. edentatus* et *S. equinus* sont très minoritaires. [7]

Le développement des œufs et des larves dans le milieu extérieur requiert certaines conditions : une humidité suffisante, la dessiccation entraînant la mort du parasite, une température comprise entre 18 et 25°C et une certaine oxygénation. Les pâtures surpeuplées, où les animaux piétinent beaucoup leurs crottins, permettront donc un

développement plus important des larves de strongles. Celles-ci peuvent résister dans le milieu extérieur durant plusieurs mois. Elles s'enfouissent dans le sol l'hiver pour résister aux températures négatives. Les conditions idéales d'infestations sont généralement réunies au printemps et à l'automne.

- Cycle de développement : (figure 5)

C'est un cycle monoxène dont l'hôte définitif est le cheval. Le cycle varie pour sa phase endogène selon les trois espèces.

Phase exogène : Elle débute par le rejet dans le milieu extérieur des œufs présents dans les crottins. Chaque femelle peut pondre 5000 œufs par jour. Si les conditions sont favorables, les œufs éclosent puis évoluent en larve L₁, L₂ puis L₃ en 4 à 7 jours. Les larves L₃ sont les larves infestantes. Elles se hissent au sommet des brins d'herbe pour faciliter leur ingestion par le cheval. Elles présentent également un phototropisme positif pour les faibles intensités lumineuses et ne sortent des mousses que lorsque l'humidité est suffisante. Ainsi, les infestations ont généralement lieu tôt le matin et en soirée avec la rosée.

Phase endogène : Une fois ingérées, les larves transitent jusqu'au duodénum où elles entameront alors une migration à travers la muqueuse intestinale et le système circulatoire. Ces migrations diffèrent selon les trois espèces de grands strongles. *S. vulgaris* va migrer via les artérioles irrigant l'appareil digestif jusqu'aux ramifications principales de l'artère mésentérique crâniale. *S. edentatus* va gagner le foie par le système porte puis la région péritonéale du flanc droit, et *S. equinus*, le foie et le pancréas. Les larves atteignent ces sites en 14 à 21 jours après leur ingestion. Il arrive cependant qu'elles se perdent et qu'on les retrouve alors dans d'autres artères. Au bout de cette migration, les larves vont se transformer en L₄ puis, trois mois plus tard, en L₅ avant de regagner le gros intestin. Durant ces transformations, la taille des larves augmente considérablement, ce qui implique de nombreux dommages sur les vaisseaux et tissus traversés. Les L₅ forment des nodules dans la paroi intestinale. Lors de la rupture de ces nodules, les L₅ sont libérées dans la lumière du tube digestif où elles termineront leur évolution jusqu'au stade adulte en 6 à 8 semaines. Après accouplement, les femelles adultes pondent leurs œufs qui sont emmenés par le bol alimentaire et éliminés vers le milieu extérieur dans les crottins.

La période prépatente pour *S. vulgaris* est de 6-7 mois, 9 mois pour *S. edentatus* et 9 à 11 mois pour *S. equinus*.

Strongylus vulgaris

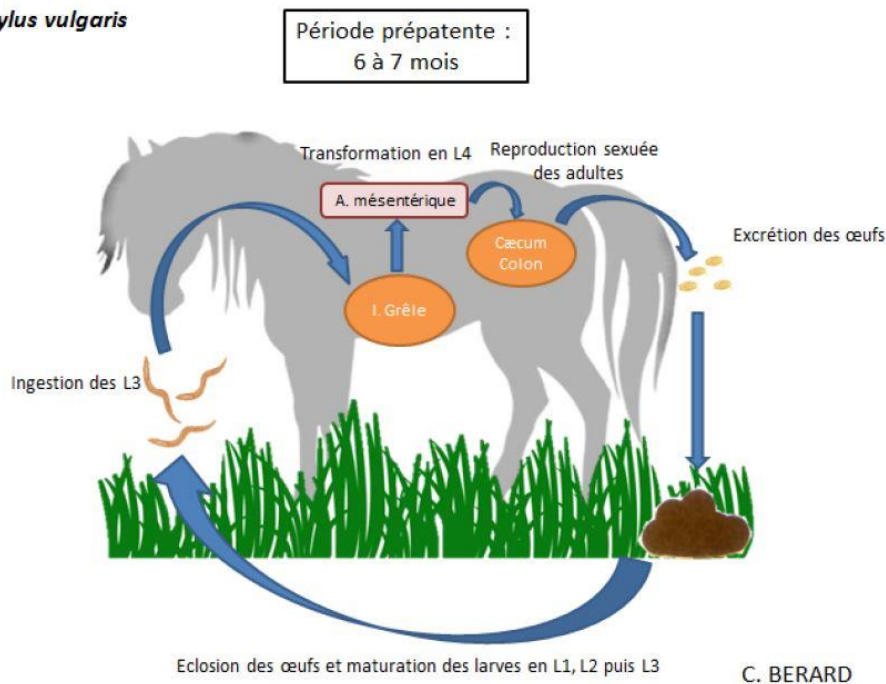


Figure 5 : cycle de développement de *Strongylus vulgaris* - C. Berard [8]

- Pouvoir pathogène :

La strongylose imaginaire (infestation par les strongles adultes) est peu pathogène. Elle peut provoquer un amaigrissement, une anémie et des retards de croissance sur le sujet jeune ou immunodéprimé par l'action spoliatrice des vers qui sont histophages et hématophages. Leur action irritante pour la muqueuse intestinale peut, elle, provoquer des douleurs abdominales, des coliques et des diarrhées hémorragiques.

La strongylose larvaire est nettement plus pathogène. Les migrations effectuées par les larves provoquent d'importantes lésions sur les tissus, souvent irréversibles surtout au niveau des parois des vaisseaux. Tout d'abord, le risque de colique est le plus important. D'une part, l'action traumatique de la traversée des larves sur la muqueuse intestinale provoque des coliques réflexes. D'autre part, l'obstruction par les larves de *S. vulgaris* des branches de l'artère mésentérique crâniale qui irriguent l'intestin va provoquer la nécrose de la paroi du tube digestif non irriguée correspondante. Ce processus aboutit à des coliques dites thromboemboliques. Ensuite, ces obstructions, quand elles interviennent au niveau des artères coronaires, carotides ou iliaques, peuvent provoquer des infarctus du myocarde, des ischémies cérébrales ou des boiteries postérieures intermittentes à chaud et, d'une manière générale, augmentent le risque de thrombose et d'embolie. Les lésions infligées sur les parois des vaisseaux impliquent la formation d'anévrysmes pouvant induire la mort brutale du cheval par rupture. Avec *S. edentatus*, on observe également des péritonites avec une douleur intense au flanc droit caractérisée par une démarche antalgique et avec *S. equinus*,

des pancréatites et hépatites pouvant évoluer vers la chronicité. [5] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14]

1.2.1.2. Les cyathostomes

Les cyathostomes, aussi appelés trichonèmes ou petits strongles, représentent actuellement la parasitose équine la plus importante. Moins pathogènes que les grands strongles, ils sont pourtant aujourd'hui problématiques car de plus en plus résistants à certaines classes d'anthelminthiques. Ils colonisent également le gros intestin.

Ces strongles appartiennent également à l'ordre des Stongylidés et à la famille des Stongyloïdés. Une cinquantaine d'espèces sont parasites du cheval. Elles appartiennent à la sous-famille des Cyathostominés et se répartissent dans 13 genres. Cinq de ces espèces représentent 80 à 90% des infestations : *Cyathostomum catinatum*, *Cylicocyclus nassatus*, *Cylicostephanus longibursatus*, *Cylicostephanus minutus* et *Cylicostephanus goldi*.

Les vers adultes de couleur gris blanchâtre mesurent 5 à 12 mm de long pour 0,18 à 0,23 mm de diamètre. Ils possèdent une capsule buccale leur permettant de se fixer à la muqueuse digestive pour certaines espèces. Les larves sont de couleur rouge (figures 6 et 7), elles sont hématophages.

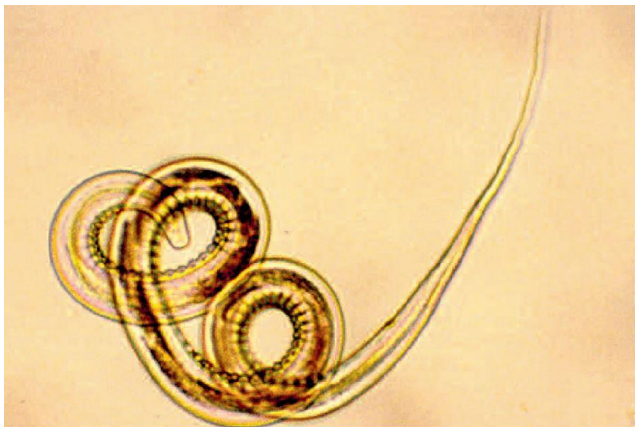


Figure 6 : larve de cyathostome – F.
Beugnet



Figure 7 : larves de cyathostomes sur
crottin

- Epidémiologie :

Cette parasitose cosmopolite est la plus fréquente et la plus pathogène chez les chevaux. Sa prévalence en France est extrêmement forte, de l'ordre de 80%. [15]

Elle touche tous les équidés quel que soit leur âge. Cependant, l'animal acquiert une immunité au fil des infestations et y sera donc de moins en moins sensible. Les populations les plus touchées sont donc les jeunes chevaux et les immunodéprimés.

Le cheval s'infeste principalement au printemps et à l'automne, pour une parasitose se manifestant surtout à la fin de l'automne et en hiver. La particularité de ces petits strongles réside dans leur capacité à se mettre en hypobiose (forme enkystée des larves) pour stopper leur développement lors d'une période où les conditions sont défavorables à leur survie. Ainsi, en région tempérée, les œufs sont évacués principalement lors de 2 périodes : au printemps, dès le réveil d'hypobiose à la fin de l'hiver, et à l'automne après un cycle d'été se déroulant sans enkystement puisque les conditions sont alors favorables à la maturation des adultes. La charge parasitaire est alors maximale à la fin de l'automne.

- Cycle de développement : (figure 8)

C'est un cycle monoxène. L'hôte définitif est le cheval. La phase exogène est identique pour toutes les espèces de cyathostomes mais la phase endogène connaît quelques petites variations.

Phase exogène : Après avoir été excrétés dans les crottins, les œufs éclosent et les larves vont subir plusieurs mues jusqu'au stade L₃ qui est le stade infestant. Ce développement nécessite des conditions environnementales favorables. Les températures optimales se situent entre 15 et 25°C et l'hygrométrie autour des 80%. La dessiccation tue les larves et retarde le développement des embryons. Les pluies importantes sont également défavorables. Enfin, une aération du milieu est indispensable, ainsi leur évolution est impossible à l'écurie. Lorsque ces trois facteurs sont réunis, la phase exogène se déroule en 6 à 7 jours. Sinon, elle est ralentie voire même stoppée, permettant également leur survie durant l'hiver.

Phase endogène : Les larves L₃ infestantes, ingérées dans les pâtures, pénètrent dans la paroi de l'iléon, du caecum ou du colon (selon les espèces) et s'enkystent dans la muqueuse ou la sous-muqueuse. Elles muent en L₄ hématophages. Elles retournent alors dans la lumière du tube digestif, évoluent en L₅ puis en adultes. Les adultes matures s'accouplent, les femelles pondent des œufs qui seront excrétés dans le milieu extérieur dans les crottins. Lors du cycle « d'été », l'enkystement et la maturation en L₄ nécessitent 8 à 10 semaines. Ce temps sera rallongé si la larve entre en hypobiose (jusqu'à 2 ans). La période prépatente minimale est de 6 à 14 semaines. En plus de permettre la pérennité de l'espèce lorsque les conditions sont défavorables, la mise en hypobiose permet également aux larves d'échapper aux réactions immunitaires de l'hôte mais aussi à l'action de la majorité des molécules anthelminthiques.

Cyathostomes

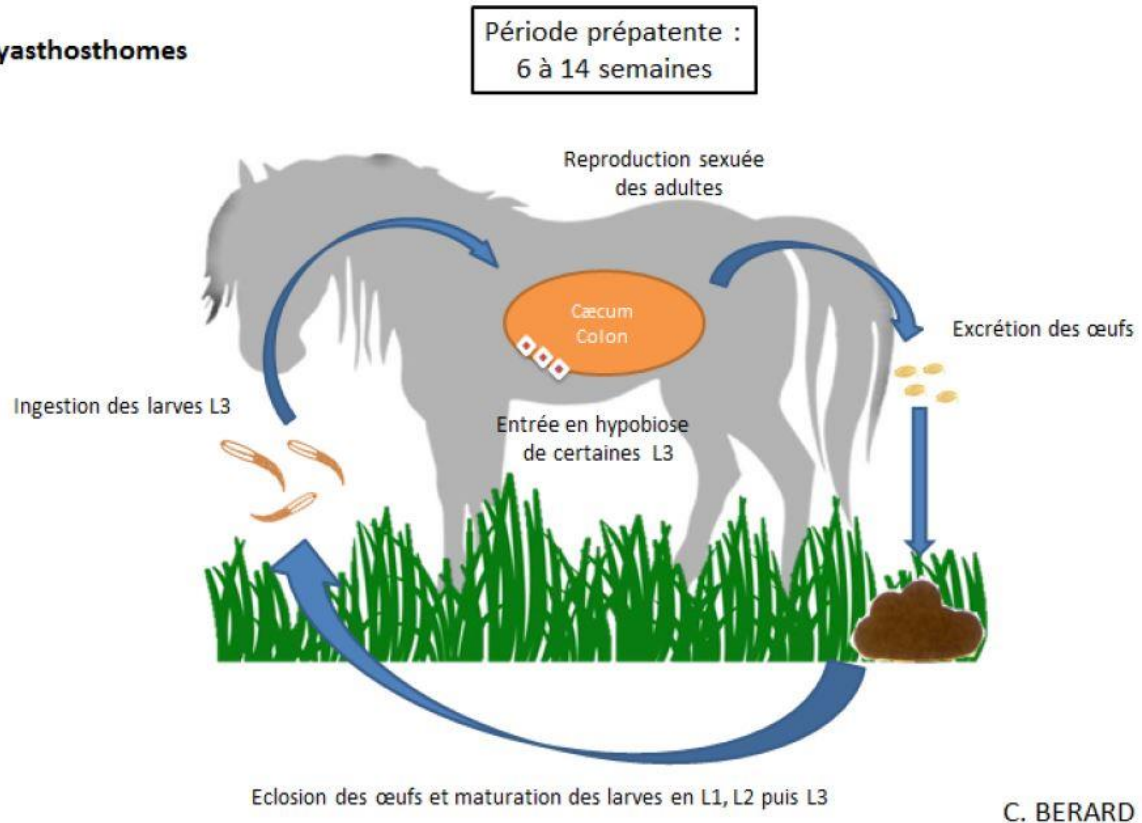


Figure 8 : cycle de développement des cyathostomes – C. Berard [8]

- Pouvoir pathogène :

La présence des adultes libres et des larves quiescentes est le plus souvent asymptomatique. Chez les individus faibles, la légère action irritante et spoliatrice des adultes peut engendrer quelques troubles du transit et un amaigrissement.

D'après une étude réalisée par Collobert, la cyathostomose larvaire est impliquée dans 2,55% des décès. [15] En effet, le réveil d'hypobiose simultané d'un grand nombre de larves à la fin de l'hiver provoque une diarrhée profuse soudaine. Caractéristiquement rouge à cause de la présence d'un grand nombre de larves dans les selles, cette diarrhée s'accompagne d'un état d'abattement, d'une déshydratation, souvent d'une anémie et de coliques. La présence des larves dans la muqueuse intestinale provoque des interférences dans ses fonctions de sécrétion/absorption et une inflammation chronique. Ces interférences conduisent à la mauvaise absorption des nutriments et entraînent des carences voire un amaigrissement. La rupture simultanée d'un grand nombre de kystes provoque une forte destruction de la muqueuse conduisant à une réaction inflammatoire importante avec infiltration cellulaire dans la muqueuse et la sous-muqueuse. Le dysfonctionnement de la muqueuse implique une forte augmentation de sa perméabilité occasionnant les diarrhées. D'autre part, des infestations répétées peuvent conduire à une destruction irréversible de la muqueuse (épaississement de la paroi, formation de nodules et de granulomes). Celle-ci

perd alors ses capacités d'absorption. L'individu est alors dénutri voir cachéxique (figure 9).
[5] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14]



Figure 9 : cheval dénutri

1.2.1.3. Les oxyures

Les oxyures sont des parasites très fréquents du colon et du caecum mais au pouvoir pathogène faible. Ils appartiennent à l'ordre des Ascarididés et à la famille des Oxyuridés. On recense une seule espèce parasite du cheval : *Oxyuris equi*. C'est une parasitose spécifique des équidés.

On observe un important dimorphisme sexuel. Les femelles adultes mesurent entre 4 à 15 cm de long contre environ 1 cm pour les mâles. Leur couleur est blanc grisâtre (figure 10). Ils sont libres dans la lumière du tube digestif. Seul le stade larvaire L₃, sous-muqueux, est histophage. Les œufs sont recouverts d'une substance collante, caractéristiquement ocrée.



Figure 10 : *Oxyuris equi* sur crottin

- Epidémiologie :

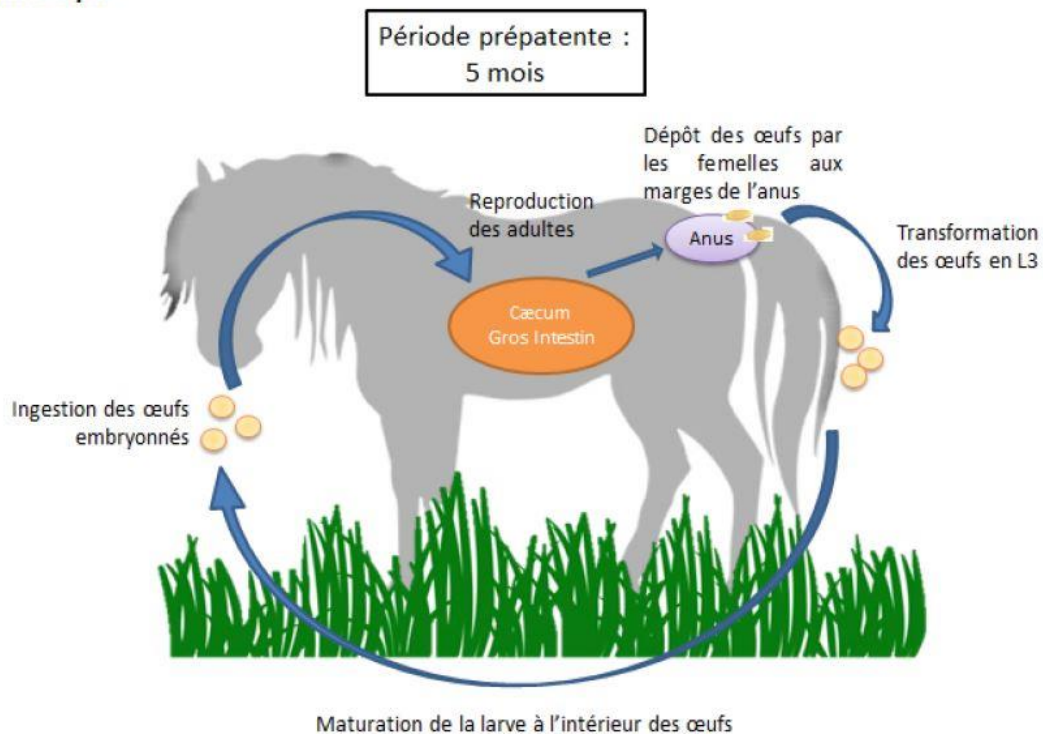
Les oxyures sont cosmopolites. Ils touchent les chevaux de tous âges. Leur prévalence, bien qu'importante, est fonction du mode de vie des chevaux et donc fortement variable selon les cheptels. En effet, les œufs sont peu résistants dans le milieu extérieur et les infestations se produisent donc sur des animaux vivant au box, le plus souvent des adultes, par l'ingestion de nourriture souillée ou léchage d'une surface sur laquelle des œufs ont adhéré (abreuvoir, mangeoire, mur...). Cette contamination « à l'écurie » peut se produire à n'importe quelle période de l'année.

- Cycle de développement : (figure 11)

La période prépatente est de 5 mois. C'est un cycle monoxène.

Les femelles oxyures pondent leurs œufs (8000 à 60000 par individu) dans le rectum et au niveau de la marge anale. Ces œufs, recouverts d'une substance collante, tombent sur le sol ou se fixent sur des surfaces contre laquelle le cheval se sera gratté. En 4 à 5 jours, la morula contenue dans l'œuf aura mué successivement en larve L₁, L₂ puis L₃. Ces dernières sont les larves infestantes. Après ingestion par l'équidé, elles vont pénétrer la muqueuse du colon ou du caecum pour former une larve L₄ en une dizaine de jour. Celle-ci mettra plusieurs mois pour évoluer en un individu adulte mature prêt à s'accoupler.

Oxyuris equi



C. BERARD

Figure 11 : cycle de développement de *Oxyuris equi* - C. Berard [8]

- Pouvoir pathogène :

Il est relativement faible. Les signes cliniques dus à l'oxyurose larvaire sont extrêmement rares et toujours induits par une charge parasitaire très importante. On observe alors des coliques réflexes, des diarrhées et une perte d'appétit.

Seul le fort prurit anal induit par la présence des œufs en région péri-anale est notable. Il peut provoquer d'importantes lésions dues au grattage et une dépilation caractéristique du couard de la queue (figure 12). Les plaies peuvent être assujetties à des infections secondaires. [5] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14]



Figure 12 : queue dépilée à cause de la présence d'oxyures - IFCE

1.2.1.4. Les ascaris

Les ascaris sont des parasites très répandus de l'intestin grêle du cheval. Toutes les tranches d'âges sont touchées mais seuls les jeunes de moins de 2 ans et les sujets immunodéprimés expriment la maladie. *Parascaris equorum* est la seule espèce d'ascaris parasite des équidés. Elle appartient à l'ordre des Ascaridés, à la famille des Ascarididés et à la sous-famille des Ascaridinés. C'est un vers rond de grande taille (figure 13). Les adultes peuvent mesurer de 15 à 50 cm le long pour 6 à 8 mm de diamètre. Les femelles sont plus longues que les mâles.



Figure 13 : pelote d'ascaris adultes dans l'intestin grêle - F. Beugnet

- Epidémiologie :

Cette parasitose cosmopolite a une prévalence très forte chez les jeunes (entre 40 et 50%). Les adultes sont moins touchés (prévalence de 10 à 20%). [15] S'ils n'expriment pas de symptômes lorsqu'ils sont parasités, les chevaux adultes représentent un important réservoir et excrètent de façon quasi-permanente des œufs dans l'environnement.

La contamination se déroule essentiellement au printemps. Mais les œufs sont extrêmement résistants, aussi les infestations sont-elles possibles toute l'année. Les œufs peuvent survivre jusqu'à 2 ans dans les pâtures comme à l'écurie. Seules les périodes de gel-dégel et les fortes chaleurs sèches peuvent détruire les œufs qui sont également résistants aux désinfectants. Il n'existe pas de contamination intra-utérine ou par le lait. Si les poulains ne mangent pas encore, ils se contaminent par léchage, les œufs pouvant être présents sur les mamelles de la mère.

- Cycle de développement : (figure 14)

Les femelles sont très prolifiques : elles peuvent pondre entre 100 000 et 200 000 œufs par jour. Excrétés dans le milieu extérieur, ils évolueront plus ou moins rapidement selon les conditions environnementales. L'embryon se développera en larve L₁ puis L₂ en 18 à 20 jours si la température se situe aux alentours de 30°C et avec une hygrométrie suffisante. Sinon le développement sera plus long voire même arrêté si les conditions sont défavorables. L'œuf contenant la larve L₂ est le stade infestant.

Le développement ne reprend qu'après l'ingestion de l'œuf qui libère la larve L₂ dans l'intestin. Celle-ci traverse la paroi intestinale pour atteindre le foie et le péritoine en 48 heures, soit par migration directe soit via le système porte. Après avoir muté en 3-4 jours en L₃, la larve atteint les poumons par voie circulatoire après environ une semaine d'infestation. Les larves sont alors expectorées puis dégluties pour terminer leur développement dans l'intestin grêle. Les adultes sont libres dans la lumière intestinale. La période prépatente est de 10 à 16 semaines.

Parascaris equorum

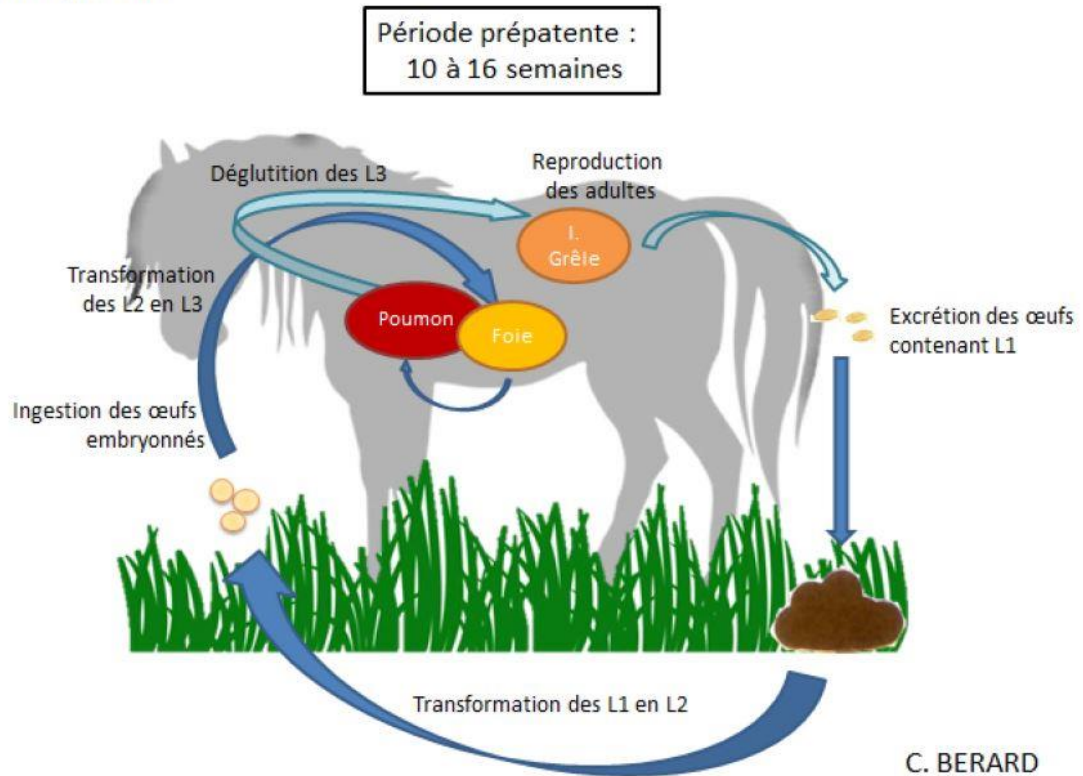


Figure 14 : cycle de développement de *Parascaris equorum* - C. Berard [8]

- Pouvoir pathogène :

Seuls les jeunes chevaux de moins de deux ans et certains individus gravement immunodéprimés expriment l'ascaridose maladie. Les poulains de moins d'un an sont les plus sensibles.

Les phénomènes de migration provoquent des troubles respiratoires : la pneumonie ascaridienne. Le poulain présente alors une toux et un jetage non caractéristique.

La spoliation engendrée par les parasites adultes provoque des retards de croissance, un amaigrissement et un rachitisme avec possibles déformations osseuses.

Chez les jeunes n'ayant pas une immunité suffisante, la charge parasitaire devient rapidement très élevée, ce qui induit des anomalies du péristaltisme et des obstructions intestinales. Cela peut conduire à des coliques importantes avec invagination, volvulus voire rupture intestinale provoquant des hémorragies ou des péritonites.

D'autre part, la mort simultanée d'un grand nombre de parasites dans l'intestin libère une quantité importante de toxines. Cette ascaridose toxémique se caractérise par un ictère et une diarrhée fétide conduisant à la mort de l'animal en 2-3 jours. [5] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14]

1.2.1.5. Les anguillules

Les anguillules sont des parasites non obligatoires de l'intestin grêle des équidés. Bien qu'ils infectent les individus de tous âges, ils sont principalement pathogènes pour les poulains de moins de 6 mois. Ils appartiennent à l'ordre des Rhabdiasidés et à la famille des Strongyloïdés. Une seule espèce parasite le cheval : *Strongyloides westeri*.

Ces vers ont la capacité de se développer dans le milieu extérieur sans être parasites. C'est seulement lorsque les conditions deviennent défavorables que les larves deviennent infestantes. Dans ce cas, seules des femelles parthénogénétiques se développent pour assurer la survie de leur espèce. Elles sont hématophages et histophages. Elles mesurent de 0,7 à 9 mm pour environ 0,05 mm de diamètre (figure 15).



Figure 15 : *Strongyloides westeri* - Merial

- Epidémiologie :

Ce vers cosmopolite peut parasiter les chevaux de n'importe quel âge mais leur présence est asymptomatique chez les adultes. En revanche, c'est une parasitose particulièrement dangereuse pour les poulains nouveaux nés.

Sa prévalence est peu connue mais considérée comme faible. Les infestations interviennent lorsque les conditions d'élevage sont mauvaises : manque d'hygiène, manque de traitement vermifuges. On les retrouve aussi bien en pâture qu'à l'écurie.

Les infestations peuvent se faire selon trois modes : ingestion des larves infectantes, passage transcutané ou via le lait maternel. C'est le seul parasite équin à transmission galactogène et son fort pouvoir pathogène sur les jeunes poulains révèle la nécessité d'établir une vermifugation suivie chez les poulinières.

- Cycle de développement : (figure 16)

Sa période prépatente est courte : de 6 à 13 jours et dépend de l'âge du poulain. Plus l'hôte est jeune, plus le cycle est rapide et plus le nombre d'œufs excrétés sera important. En effet, les tout jeunes poulains n'ont pas encore une immunité suffisante pour combattre ce parasite.

Phase exogène : Les anguillules peuvent se développer et réaliser un cycle complet sans parasiter d'équidé. Dans ce cas, les œufs se trouvant dans le milieu extérieur éclosent en larves L₁. Celles-ci vont subir une mutation sexuée pour donner des larves à potentialité mâle ou femelle. Après 4 mues, ces larves évolueront en adultes libres capables de se reproduire directement dans le milieu extérieur.

Si les conditions environnementales deviennent défavorables (température inférieure à 25°C et sécheresse), les larves L₁ subissent une mutation asexuée conduisant à la formation en quelques heures de larves L₃ infestantes.

Phase endogène : Quel que soit le mode de transmission, les larves réalisent une migration via la circulation lymphatique jusqu'au cœur et aux poumons. Une fois arrivées aux poumons, elles sont expectorées puis dégluties. Elles viennent ensuite se loger dans l'intestin grêle où elles termineront leur évolution jusqu'à la formation d'une femelle parthénogénétique qui libèrera des œufs qui seront excrétés dans le milieu extérieur.

Les L₃ peuvent également coloniser des tissus adipeux - notamment ceux des mamelles - et stopper leur évolution pendant plusieurs années. Elles resteront enkystées jusqu'à une gestation où elles gagneront le lait pour infecter le poulain.

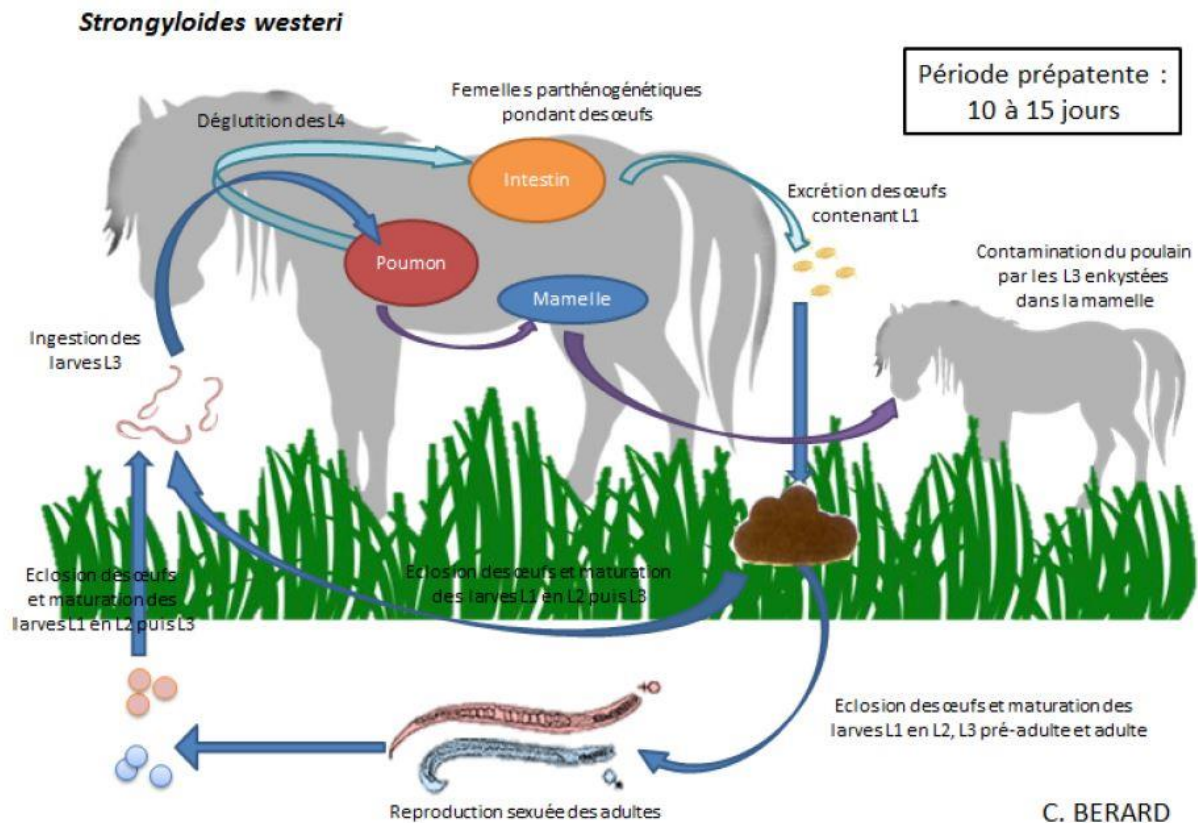


Figure 16 ; cycle de développement de *Strongyloides westeri* - C. Berard [8]

- Pouvoir pathogène :

Les symptômes n'apparaissent que chez les poulains de moins de six mois. Plus l'individu est jeune, plus les symptômes sont importants et graves. On observe des diarrhées incoercibles associées à une déshydratation sévère, un amaigrissement et un syndrome infectieux. De par leur mode de contamination transcutanée et leur migration, on observe également des dermatites pouvant se surinfecter et des troubles respiratoires (toux, surproduction bronchique). [5] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14]

1.2.2. Les cestodes : le ténia

Les cestodes sont des vers plats segmentés. Ils possèdent une partie céphalique : le scolex. Il est muni de fortes ventouses musculaires permettant sa fixation à la muqueuse intestinale autour de la valvule iléo-caecale. Chez les espèces parasitant le cheval, le scolex est dépourvu de rostre et de crochets. Elles ne sont donc pas histophages et se nourrissent simplement de chyme. Le corps est appelé le strobile et chaque segment des proglottis. Trois espèces sont parasites spécifiques des chevaux : *Anoplocephala perfoliata*, *Anoplocephala magna* et *Paranoplocephala mamillana*. Elles appartiennent à l'ordre des Cyclophyllidés et à la famille des Anoplocéphalidés. Ces ténias ont un cycle dixène nécessitant l'intervention d'une hôte intermédiaire : un acarien coprophage, l'oribate.

Leur taille varie selon les espèces : de 4 à 8 cm de long pour *A. perfoliata* (figure 18), jusqu'à 80 cm pour *A. magna* (figure 17) et seulement 1 à 5 cm pour *P. mamillana*. Ils sont tous de couleur blanche.

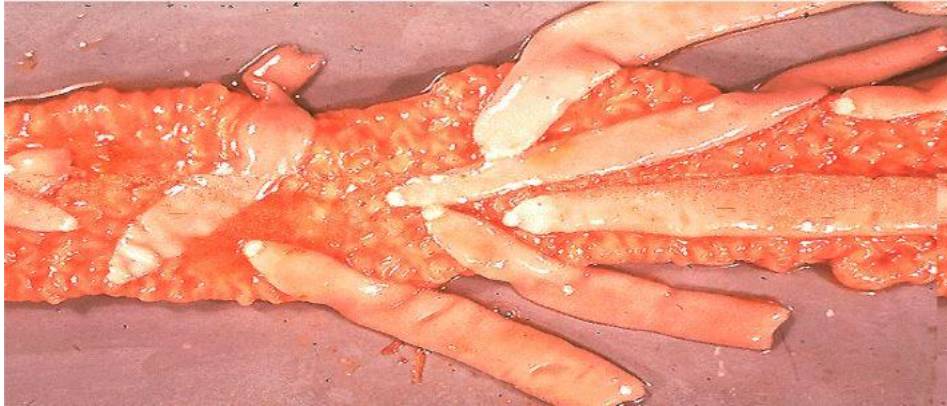


Figure 17 : *Anoplocephala magna* - F. Beugnet



Figure 18 : *Anoplocephala perfoliata*

- Epidémiologie :

Leur prévalence est largement sous-estimée car, le plus souvent, l'infestation est asymptomatique. Elle est *a priori* supérieure à 60%. *A. perfoliata* représente plus de 90% des infestations et celles par *P. mamillana* sont très rares. Les infestations débutent au printemps et la charge parasitaire atteint son maxima en octobre/novembre.

Cette parasitose cosmopolite affecte toutes les tranches d'âge et quelles que soient les conditions d'élevage mais nécessite un accès aux pâtures. En effet, l'hôte intermédiaire indispensable au déroulement du cycle, l'oribate, vit sur les débris végétaux, les mousses et les lichens. Il intervient dans le cycle de décomposition des végétaux et le recyclage des sels

minéraux. La survie du ténia en milieu extérieur dépend de celle de l'oribate. Il survit à l'hiver et aux fortes températures. Il n'est pas détruit par le froid mais meurt si dessiccation. Les oribates aiment l'humidité et sortent préférentiellement aux heures de la rosée.

- Cycle de développement : (figure 19)

Phase exogène : Les segments contenant les œufs (100 à 4000 œufs par proglottis) sont éliminés dans les crottins. Cette élimination est irrégulière, ainsi les coproscopies ne sont pas forcément positives même en cas d'infestation importante. Les œufs peuvent survivre libres dans le milieu extérieur 1 à 2 mois. Ils sont ingérés par les oribates. La larve est alors libérée et s'enkyste dans la cavité générale de l'acarien. Elle deviendra infestante pour le cheval en 2 à 4 mois et le restera pendant toute la durée de vie de l'oribate (10/18 mois)

Phase endogène : Les oribates sont à leur tour ingérés lorsque le cheval pâture. La larve est alors libérée dans l'intestin. Elle se fixe à sa muqueuse et évolue en adulte en 6 à 10 semaines, correspondant à sa période prépatente. Le ténia adulte a une espérance de vie de 4 à 6 mois. Il y a donc une sommation des infestations pendant plusieurs mois pour atteindre un parasitisme maximal à la fin de l'automne qui va progressivement diminuer au cours de l'hiver. La persistance des oribates infestants dans les pâturages permet une recontamination possible dès la sortie de l'hiver.

Anoplocephala perfoliata

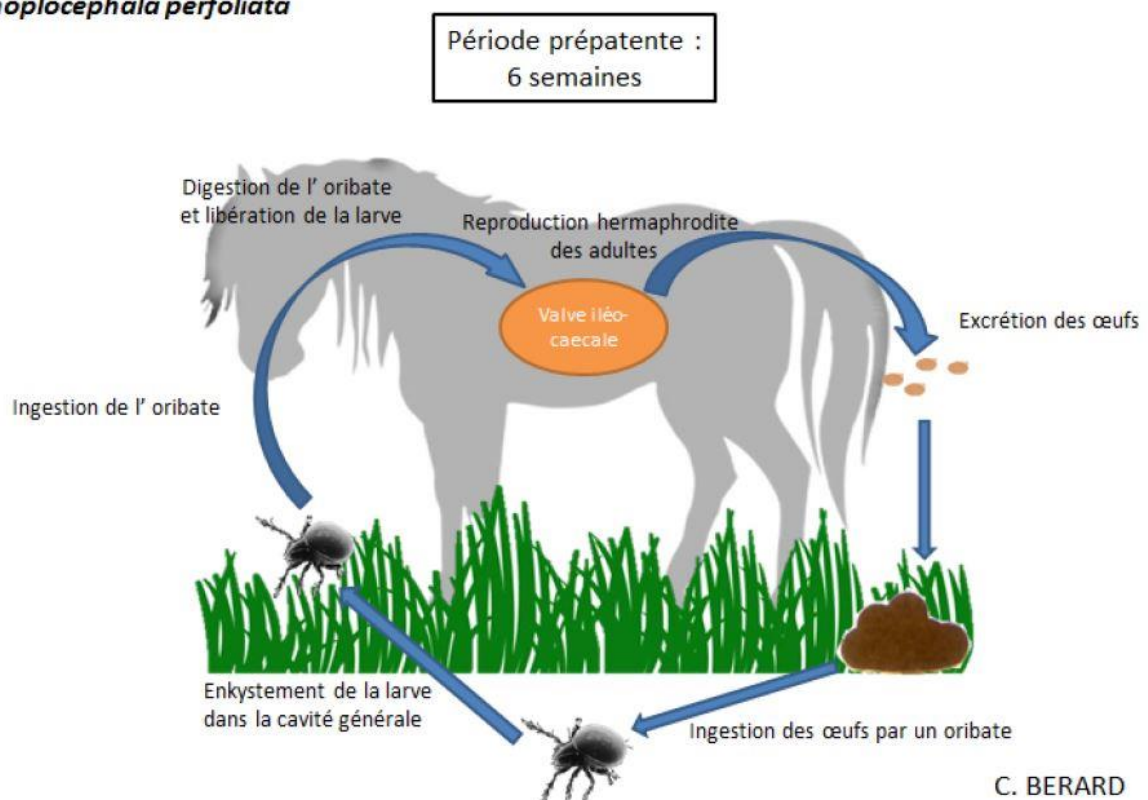


Figure 19 : cycle de développement *Anoplocephala perfoliata* - C. Berard [8]

- Pouvoir pathogène :

Leur pathogénicité est fonction de la charge parasitaire. Leur grand nombre provoque alors des obstructions digestives et l'irritation au point de fixation provoque des coliques réflexes. Leur localisation autour de la valvule iléo-caecale peut induire dans ce cas des impactions de l'iléon et des intussusceptions iléo-caecales. Le ténia est responsable de 80% des coliques iléales.

D'autre part, les irritations au point de fixation peuvent aussi provoquer une inflammation et des ulcérations chroniques évoluant en tumeur. [5] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14]

1.2.3. Les gastérophiles

Les gastérophiles sont des arthropodes diptères ayant l'aspect d'une grosse mouche brune velue. Ils sont présents dans les pâtures de mai à octobre et leur larve est un parasite obligatoire de l'estomac des équidés. L'espèce majoritaire (plus de 90% en France métropolitaine) est *Gasterophilus intestinalis* (ou *equi*). La suite du développement se concentrera sur cette espèce. *G. haemorrhoidalis*, *G. nasalis* et *G. pecorum* sont aussi des espèces parasites des équidés.

Les larves sont brunes-rouges avec des anneaux. Elles mesurent 1 à 2 cm de long (figures 20 et 21). Elles se fixent à la paroi stomacale grâce à des crochets.



Figure 20 : larve de gastérophile



Figure 21 : larves de gastérophiles dans l'estomac - F. Beugnet

- Epidémiologie :

Leur prévalence est élevée, de 30 à 60%. Cette parasitose affecte toutes les tranches d'âge. Elle est cosmopolite, les espèces énoncées précédemment se répartissent dans différentes régions du monde (*G. intestinalis* en Europe, *G. pecorum* en Europe centrale et en Asie).

Les adultes inoffensifs ont une durée de vie extrêmement courte, de quelques jours, uniquement dédiée à leur reproduction puisqu'ils ne peuvent pas se nourrir. Ils sont actifs à l'extérieur aux heures chaudes de la journée. Les pupes ne peuvent évoluer dans les litières. De ce fait, il s'agit exclusivement d'une parasitose du cheval vivant au pré. Les femelles pondent de mai à octobre pour un développement parasitaire des larves en hiver. Les pupes sont très sensibles au gel et à l'humidité.

- Cycle de développement : (figure 23)

Les gastérophiles adultes femelles pondent leurs œufs (400 à 1000 œufs par femelle et par jour) sur l'extrémité des poils des chevaux, surtout au niveau de la face interne des antérieurs mais aussi sur les flancs, l'encolure, le poitrail, les postérieurs et la tête (figure 22).



Figure 22 : œufs de gastérophiles sur les membres d'un cheval - IFCE

Environ 5 à 10 jours après la ponte, les larves L_1 sont libérées par la salive équine lorsque le cheval se gratte ou se lèche. Une fois dans la cavité buccale, la larve L_1 s'enfonce dans la muqueuse au-dessus de la langue puis gagne la gencive derrière les molaires où elle mue en L_2 . Ensuite, elle s'accroche momentanément vers la racine de la langue avant d'être déglutie. Une fois dans l'estomac, elle se fixe à sa muqueuse où elle va poursuivre son développement durant 8 à 10 mois. Une fois matures, les larves se détachent entre mai et juillet et sont emportées par le transit pour être éliminées dans les crottins. La période prépatente est de 9 à 12 mois. Arrivées dans le milieu extérieur, les larves s'enfoncent dans le sol pour évoluer en puce en quelques jours puis en adulte un mois plus tard. La sortie des adultes du sol sera retardée si les températures sont faibles.

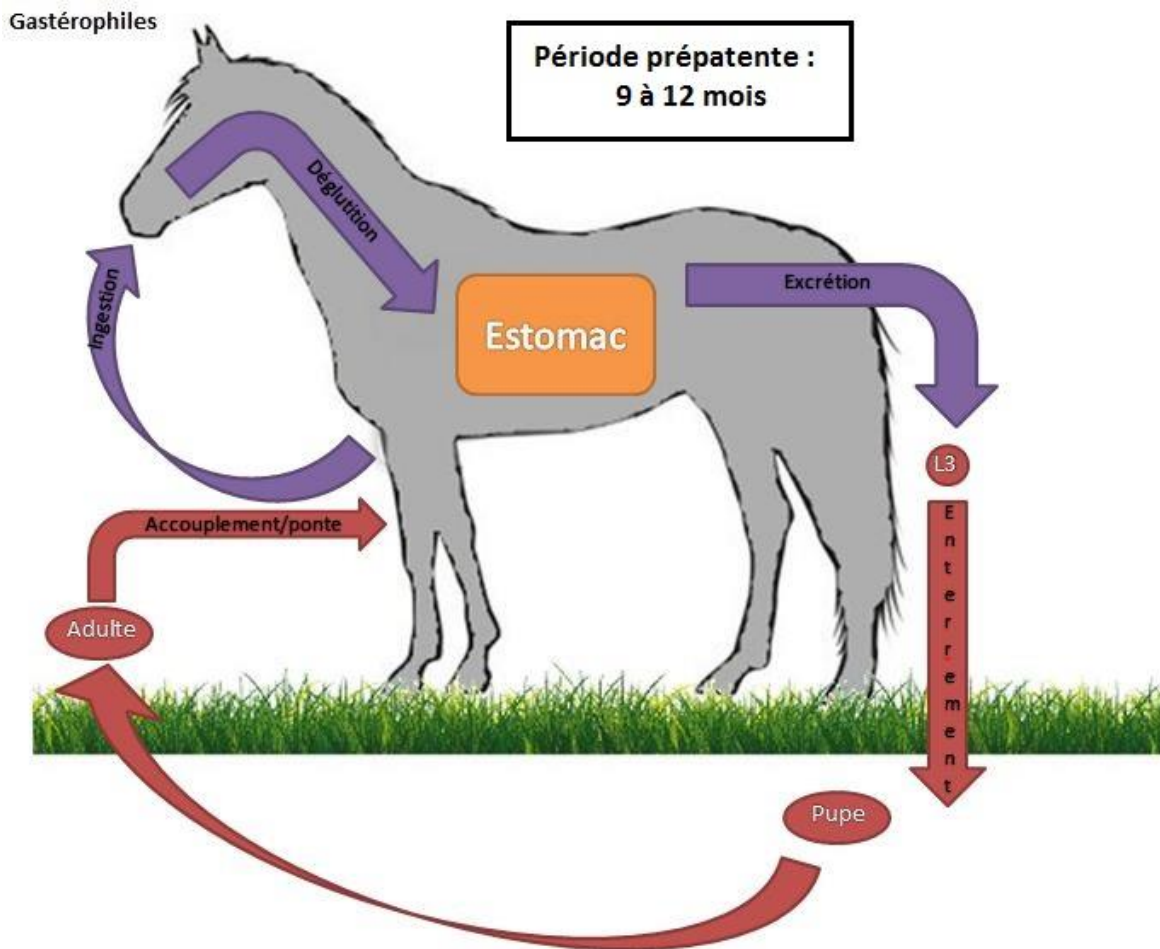


Figure 23 : cycle de développement des gastrophiles

- Pouvoir pathogène :

Les symptômes apparaissent lorsque la charge parasitaire devient importante. Mais il s'agit d'une parasitose le plus souvent asymptomatique.

La fixation des larves sur la muqueuse gastrique et leur cheminement dans la cavité buccale provoquent des inflammations et des ulcérations aboutissant à des gastrites, gingivites, stomatites et dysphagies. Les gastrites peuvent se compliquer en coliques post-prandiales chroniques occasionnant des pertes d'appétit. Lorsque la charge parasitaire est massive, on observe des obstructions du pyllore dégénérant en graves coliques.

Les très jeunes individus peuvent également souffrir d'un retard de croissance. [5] [8] [9] [10] [11] [12] [13] [14]

2. Les médicaments anthelminthiques équins de synthèse

En France, la prise en charge des maladies parasitaires équine s'effectue par des traitements à visée curative et prophylactique. A l'heure actuelle, quatre classes thérapeutiques sont disponibles : la pipérazine et ses dérivés, les benzimidazoles, les lactones macrocycliques et les tétrahydropyrimidines. Nous ne détaillerons ici que les caractéristiques des molécules disposant d'une AMM (Autorisation de Mise sur le Marché) en France en 2015. [16] [17]

Toutes ces molécules ne sont pas équivalentes. Chacune possède son propre spectre d'activité et ses conditions d'utilisation. Ainsi, il est important de connaître ces caractéristiques afin d'utiliser ces médicaments à bon escient. En effet, le mésusage des molécules les plus anciennes et leur emploi répété a conduit à l'apparition de phénomènes de résistance. Nous en discuterons également dans cette partie et essayerons, en dernier lieu, de proposer une synthèse permettant le choix du traitement anthelminthique le plus adapté en fonction de la saison, de l'âge de l'équidé et de son mode de vie.

2.1. Les molécules disponibles

2.1.1. La pipérazine et ses dérivés

2.1.1.1. Pipérazine



Figure 24 : structure chimique de la pipérazine
(diéthylènediamine)

La pipérazine a été l'une des premières molécules utilisée comme anthelminthique équin. Depuis, son utilisation est très minoritaire et largement supplantée par les molécules plus récentes et avec un spectre d'activité beaucoup plus intéressant.

Elle agit comme un antagoniste de l'acétylcholine sur les récepteurs nicotiniques des cellules musculaires. Son action entraîne une hyperpolarisation de ces cellules, responsable d'une paralysie atonique. Le parasite est alors évacué par le transit et expulsé rapidement avec les crottins.

- Spectre d'activité et posologie :

Afin de déterminer l'efficacité d'une molécule sur les différentes espèces de parasites et donc son spectre d'activité, on peut effectuer le test de réduction du nombre d'œufs. Pour cela, on réalise deux coproscopies quantitatives : une avant et une après le traitement anthelminthique. On considère que la molécule est efficace lorsque le pourcentage de réduction du nombre d'œufs pour chaque espèce atteint au moins les 90%.

La pipérazine est exclusivement active sur les stades matures des ascaris et des cyathostomes. Elle est aussi partiellement efficace contre les adultes de grands strongles et des oxyures.

Son utilisation seule est recommandée à une posologie de 88 mg/kg de poids vif et de 55 mg/kg en association avec une benzimidazole dans le traitement des infestations par des cyathostomes résistant aux benzimidazoles.

- Toxicité, contre-indications et précautions d'emploi :

La pipérazine est facilement absorbée par le tube digestif. Elle peut provoquer des réactions bénignes type diarrhées ou urticaire.

Son utilisation est contre-indiquée en cas d'atteinte rénale ou hépatique sévère. Dans le cas d'infestations massives par les ascaris, son emploi est déconseillé. En effet, la mort simultanée d'un grand nombre de vers peut induire des obstructions digestives voire des ruptures et des chocs toxémiques. [13] [18] [19]

- Spécialité disponible :

Aucune spécialité ne dispose d'une AMM pour l'utilisation de la pipérazine chez les équidés. Cependant, la PIPERAZINE 35 COOPHAVET® (solution buvable 350 mg/mL, laboratoire Merial) qui dispose d'une AMM pour les porcins et les volailles est encore utilisée.

2.1.1.2. Praziquantel

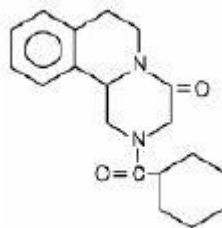


Figure 25 : structure chimique du praziquantel

(2-(cyclohexylcarbonyl)-1,2,3,6,7, 11b-hexahydro-4H-pyrazino [2, 1-a] isoquinolin-4-1)

Le praziquantel s'insère entre les couches lipidiques des membranes cellulaires du parasite. Ceci provoque, d'une part, une augmentation de la perméabilité aux ions calcium entraînant une hyperpolarisation des cellules musculaires et donc la paralysie du parasite. D'autre part, ce phénomène conduit à la destruction tégumentaire qui rend le parasite sensible aux enzymes digestives et à la réaction immunitaire de l'hôte. Ainsi, le parasite est lysé et ses résidus sont entraînés par le transit.

- Spectre d'activité et posologie :

En raison de leur cuticule épaisse empêchant la diffusion de la molécule dans leur organisme, tous les nématodes sont insensibles au praziquantel. Son spectre se limite donc uniquement aux ténias.

La posologie recommandée est de 1 à 1,5 mg/kg de poids vif.

- Toxicité, contre-indications et précautions d'emploi :

En l'absence de données, son usage est déconseillé chez les juments gestantes et allaitantes. L'utilisation d'une dose supérieure à cinq fois la dose recommandée pendant trois jours n'induit pas d'effet toxique.

L'usage du praziquantel peut entraîner de faibles coliques passagères chez un individu fortement parasité à cause de la lyse simultanée d'un grand nombre de cestodes. [13] [18] [19]

- Spécialités disponibles :

Praziquantel seul : DRONCIT[®] gel oral 9%, seringue permettant de traiter un animal de 600 kg, laboratoire Bayer Healthcare

Association de praziquantel et d'ivermectine :

- EQUIMAX[®] gel oral 140,3 mg/g et 18,7 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 600 kg ou 700 kg, laboratoire Virbac ;
- EQUIMAX TABS[®] comprimés à croquer 150 mg/20 mg, un comprimé pour 100 kg de poids vif, laboratoire Virbac ;
- EQVALAN DUO[®] pâte orale 77,5 mg/g et 15,5 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 600 kg, laboratoire Merial ;
- FUREXEL COMBI[®] pâte orale 77,5 mg/g et 15,5 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 600 kg, laboratoire Merial ;
- HIPPOPRAZ DUO[®] 100 mg/mL et 20 mg/mL, seringue permettant de traiter un animal de 700 kg, laboratoire Audevard ;

- IVERPRAZ[®] pâte orale 140,3 mg/g et 18,7 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 700 kg, laboratoire Norbrook Laboratories ;
- NOROMECTIN PRAZIQUANTEL DUO[®] pâte orale 140,3 mg/g et 18,7 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 700 kg, laboratoire Norbrook Laboratories.

Association de praziquantel et de moxidectine :

- EQUEST PRAMOX[®] gel oral 121,7 mg/g et 19,5 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 700 kg, laboratoire Zoetis France.

2.1.2. Les benzimidazoles

La première benzimidazole utilisée a été le thiabendazole en 1961. Cette famille a regroupé de nombreuses molécules, comportant toutes le noyau benzimidazole. Aujourd'hui, seules deux d'entre elle dispose encore d'une AMM en France : le fenbendazole et le mébendazole. Si leur spectre d'activité diffère quelque peu, leur mécanisme d'action est le même. Elles interviennent sur le métabolisme énergétique. D'une part, elles se fixent à la tubuline et provoquent une désorganisation complète de la cellule et de son fonctionnement dont l'absorption du glucose. D'autre part, elles bloquent certaines enzymes du cycle de Krebs ou des mécanismes fermentatifs. Ainsi, tout le métabolisme énergétique est bloqué par défaut d'utilisation du glucose. Le parasite utilise alors ses réserves en glycogène jusqu'à la mort. Ce processus est donc lent, la lyse et l'expulsion des vers s'effectuent deux à trois jours après le traitement.

- Toxicité, contre-indications et précautions d'emploi :

La structure supramoléculaire des protéines cibles chez les parasites est différente de celle de l'hôte, le rendant insensible à l'action des benzimidazoles. Cela en fait une classe thérapeutique sûre avec une faible toxicité et un index thérapeutique large. On peut donc les utiliser chez tous les équidés, quels que soient leur âge et leur stade physiologique (femelle gestante, allaitante, jeunes poulains).

Seule leur utilisation chez les animaux fortement débilisés nécessite une précaution d'emploi particulière. En effet, la mort simultanée d'un grand nombre de parasites peut entraîner une réaction toxique importante que l'hôte extrêmement faible ne sera pas capable de supporter. [13] [18] [19]

2.1.2.1. Fenbendazole

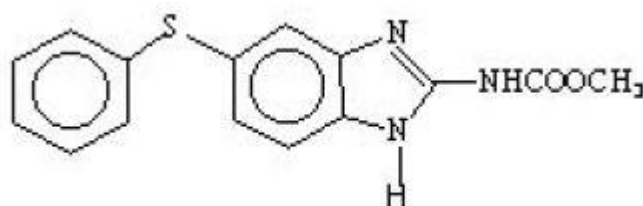


Figure 26 : structure chimique du fenbendazole
(méthyl [5-(phénylsulphanyl)-1H-benzimidazol-2-yl] carbamate)

- Spectre d'activité et posologie :

Cette molécule est active, à raison de 7,5 mg/kg de poids vif en prise unique, sur les formes matures des petits et grands strongles, les ascaris, les anguillules et les adultes oxyures. Son efficacité sur les formes larvaires des oxyures est moins importante. Pour une même posologie utilisée en traitement cinq jours consécutifs, le fenbendazole devient actif sur les formes larvaires des grands strongles et des cyathostomes, y compris les stades L₃ enkystées en hypobiose.

Pour une posologie de 30 à 60 mg/kg de poids vif, le fenbendazole devient actif sur les cestodes. [13] [18] [19]

- Spécialités disponibles :
 - PANACUR[®] suspension buvable 10%, laboratoire Intervet ;
 - PANACUR EQUINE GARD[®] suspension buvable 100 mg/mL, laboratoire Intervet ;
 - PANACUR PATE[®] pâte orale 187,5 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 600 kg, laboratoire Intervet.

2.1.2.2. Mébendazole

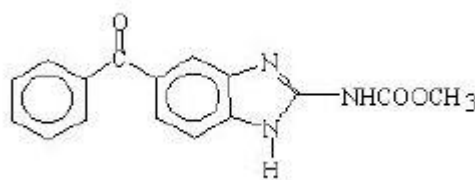


Figure 27 : structure chimique du mébendazole
(méthyl-N-[5(6)-benzoyl-2-benzimidazole]carbamate)

- Spectre d'activité et posologie :

On recommande son usage pour une posologie de 5 à 10 mg/kg de poids vif. Il est actif sur les adultes et les stades larvaires terminaux des ascaris, oxyures et strongles. [13] [18] [19]

- Spécialités disponibles :
 - TELMIN[®] granulés 10%, laboratoire Lilly France ;
 - TELMIN PATE[®] pâte orale 200 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 450 kg, laboratoire Lilly France.

2.1.3. Les lactones macrocycliques

Les molécules de cette famille sont des antibiotiques du groupe des macrolides. Elles sont produites par héli-synthèse à partir de composants d'origine naturelle. Elles font partie des dernières molécules mises sur le marché. Elles possèdent un spectre d'activité très large et leur rémanence leur confère des propriétés intéressantes.

Les lactones macrocycliques agissent comme GABA (acide γ amino-butérique) mimétiques. Elles bloquent les canaux chlore-glutamate et chlore-amino-butyrates des jonctions neuro-musculaires entraînant une paralysie atonique permettant l'élimination des parasites avec le transit.

Deux molécules sont actuellement disponibles : l'ivermectine, appartenant à la sous-famille des avermectines, et la moxidectine qui est une milbémycine.

- Toxicité, contre-indications et précautions d'emploi :

Trois cas d'intoxication ont été recensés aux Etats-Unis pour trente millions de doses utilisées. Ces cas touchaient tous des poulains de moins de deux semaines ou des chevaux miniatures à qui on avait administré des doses très supérieures aux doses recommandées. Leur utilisation n'est donc pas conseillée chez les poulains de moins de quatre mois. Du reste, ces molécules sont très peu toxiques pour l'organisme et peuvent être utilisées chez les femelles gestantes et allaitantes. La moxidectine a prouvé son innocuité sur des poulains de quatre mois pour une dose trois fois supérieure à la dose usuelle et l'ivermectine sur des poulains de trente jours pour cinq fois la dose recommandée.

L'emploi de l'ivermectine nécessite une attention particulière au printemps car elle est néfaste pour l'environnement (insectes, poissons ...). En effet, ces molécules sont facilement absorbées par le tube digestif mais peu métabolisées. Elles sont principalement éliminées sous forme libre par voies biliaire et fécale. Ainsi, l'ivermectine se retrouve relarguée en

quantité non négligeable dans les crottins. Elle empoisonne ainsi les insectes coprophages, et même éventuellement des pâtures et cours d'eau. [13] [18] [19]

2.1.3.1. Ivermectine

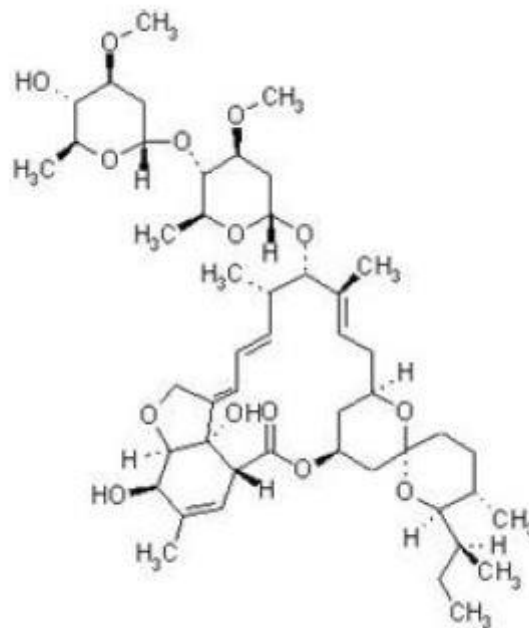


Figure 28 : structure chimique de l'ivermectine
(22,23-dihydroavermectine B_{1a} + 22,23-dihydroavermectine B_{1b})

- Spectre d'activité et posologie :

Elle est efficace sur les adultes de strongles et des anguillules, sur les oxyures et sur les ascaris. Elle est également active sur les larves de gastérophiles. Elle ne possède par contre aucune activité sur les cestodes.

Elle est utilisée à raison de 0,2 mg/kg de poids vif.

Du fait de sa forte absorption intestinale et de sa grande liposolubilité, l'ivermectine se concentre dans les tissus adipeux et est relarguée petit à petit dans le sang. Ainsi, on observe une importante rémanence de ces molécules. Sa présence plasmatique perdure pendant 28 à 56 jours et permet l'absence d'excrétion d'œufs pendant au moins quatre semaines. [13] [18] [19]

- Spécialités disponibles :

Ivermectine seule :

- ALVERIN[®] pâte orale 18,7 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 600 kg, laboratoire Zoetis France ;

- BIMECTINE® pâte orale 18,7 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 600 kg, laboratoire Cross Vetpharm Group ;
- DIVAMECTIN® pâte orale 18,7 mg/g, seringues permettant de traiter un animal de 600 kg ou 700 kg, laboratoire Eco Animal Health ;
- ECOMECTIN® pâte orale 18,7 mg/g, seringues permettant de traiter un animal de 600 kg ou 700 kg, laboratoire Eco Animal Health ;
- EQVALAN® pâte orale 18,7 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 600 kg, laboratoire Merial ;
- ERAQUELL® pâte orale 18,7 mg/g, seringues permettant de traiter un animal de 600 kg ou 700 kg, laboratoire Virbac ;
- ERAQUELL TABS® comprimés à croquer 20 mg, un comprimé pour 100 kg de poids vif, laboratoire Virbac ;
- FUREXEL® pâte orale 18,7 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 600 kg, laboratoire Merial ;
- HIPPOMECTIN® gel oral 12 mg/g, seringues permettant de traiter un animal de 600 kg ou 800 kg, laboratoire Audevard ;
- NOROMECTIN® pâte orale 1,87%, seringue permettant de traiter un animal de 700 kg, laboratoire Norbrook laboratories.

Association d'ivermectine et de praziquantel : cf. 2.1.1.2

2.1.3.2. Moxidectine

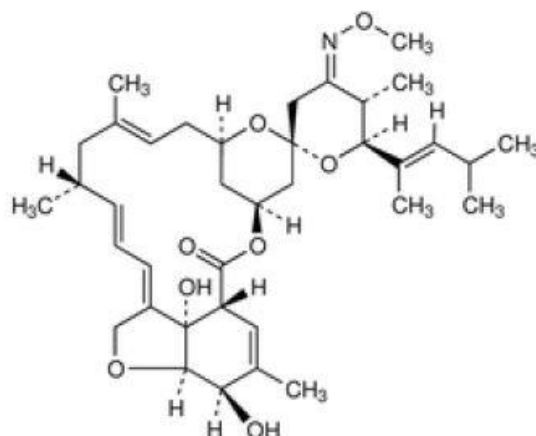


Figure 29 : structure chimique de la moxidectine

((10E,14E,16E,22Z)-(1R,4S,5'S,6R,6'S,8R,13R,20R,21R,24S)-6'-[(E)-1,3-dimethylbut-1-enyl]-21,24-dihydroxy-4'-methoxyimino-5',11,13,22-tetramethyl-3,7,19-

trioxatetracyclo[15.6.1.14,8.020,24]pentacosa-10,14,16,22-tetraene-6-spiro-2'-tetrahydropyran-2-one(6*R*,23*E*,25*S*)-5-O-demethyl-28-deoxy-25-[(1*E*)-1,3-dimethyl-1-butenyl]-6,28-epoxy-23-(methoxyimino)milbemycin B)

- Spectre d'activité et posologie :

Son spectre est pratiquement identique à celui de l'ivermectine. Il s'élargit aux larves de strongles, y compris les L₃ enkystées en hypobiose de cyathostomes. Il n'a par contre qu'une activité très réduite sur les gastérophiles.

La moxidectine est utilisée à raison de 0,4 mg/kg de poids vif.

Comme l'ivermectine, la moxidectine perdure dans le sang pendant 75 jours et permet l'absence d'excrétion d'œufs pendant au moins huit semaines. [13] [18] [19]

- Spécialités disponibles :

Moxidectine seule :

- EQUEST[®] gel oral 18,92 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 700 kg, laboratoire Zoetis France ;
- MOXIQUEST[®] gel oral 18,92 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 700 kg, laboratoire Zoetis France.

Association de moxidectine et de praziquantel : cf. 2.1.1.2

2.1.4. Le pamoate de pyrantel

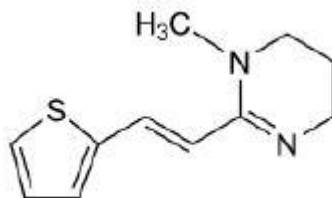


Figure 30 : structure chimique du pyrantel

(E-1,4,5,6-tétrahydro-1-méthyl-2[2-(2-thiényl)vinyl]-pyrimidine)

Le pyrantel est une molécule de la famille des tétrahydropyrimidine. Dans les vermifuges équins, on utilise le sel pamoate. Il existe également un sel tartrate mais il est fortement toxique pour les équidés.

Le pamoate de pyrantel est un cholinomimétique. Son mode d'action s'oppose donc à celui de la pipérazine. Ils ne doivent donc jamais être utilisés en association. La fixation aux récepteurs nicotiques des cellules musculaires provoque une contraction des muscles irréversible puisqu'il n'y a pas d'inactivation par les acétylcholinestérases. Ce processus conduit à une paralysie spastique du parasite. Ce mode d'action n'est pas spécifique aux

parasites, le pamoate de pyrantel pourrait donc théoriquement induire cet effet chez l'hôte également mais cela nécessiterait des doses très importantes.

- Spectre d'activité et posologie :

A la posologie de 6,6 mg/kg de poids vif, le pamoate de pyrantel est actif sur les ascaris, les formes matures des grands strongles et des cyathostomes et plus faiblement sur les oxyures adultes.

Pour une posologie doublée (13,2 mg/kg de poids vif), cette molécule est également très efficace contre les cestodes.

- Toxicité, contre-indications et précautions d'emploi :

Son insolubilité lui confère un coefficient de sécurité élevé. Il ne devient toxique que pour une dose cent fois supérieure à la dose conseillée. Il n'est que très peu absorbé par l'intestin et n'a donc quasiment aucune rémanence.

Le pamoate de pyrantel peut être utilisé chez les femelles gestantes et allaitantes et chez les poulains de plus de huit semaines. Il doit cependant être utilisé avec précaution chez les animaux débilisés. [13] [18] [19]

- Spécialité disponible :

–STRONGID® pâte orale 152,30 mg/g, seringue permettant de traiter un animal de 600 kg, laboratoire Zoetis France.

2.2. L'émergence de chimiorésistances

« Une population chimiorésistante est une population de parasites ayant génétiquement acquis la capacité de résister à des concentrations d'antiparasitaires habituellement létales pour des individus de cette espèce. » OMS (Organisation Mondiale de la Santé), 1957.

Depuis les années 1980, l'utilisation plus répandue des anthelminthiques de synthèse dans le traitement des parasitoses équine a abouti à l'apparition de résistances chez certains nématodes. Une dizaine d'espèces de cyathostomes seraient maintenant résistantes à une ou plusieurs molécules dont la pipérazine, le pyrantel et certaines benzimidazoles. L'émergence de ces résistances intervient alors que la majorité des molécules disponibles sont déjà utilisées depuis de très nombreuses années et qu'aucune nouveauté thérapeutique n'est en cours de développement. De plus, si par le passé l'élimination systématique des vers était recherchée, impliquant des traitements fréquents, l'apparition de multi-résistances nous oblige à réfléchir à leur utilisation pour nous permettre de maintenir un arsenal thérapeutique efficace.

Tous les mécanismes d'apparition des résistances reposent sur une sélection génétique. Les individus génétiquement non sensibles au traitement se retrouvent sélectionnés et transmettent leurs gènes aux générations suivantes alors que les individus sensibles sont éliminés. Les mutations génétiques apparaissent avec une fréquence de l'ordre d'un individu muté pour 1 à 10 millions. Ce phénomène est irréversible, les nématodes devenus chimiorésistants ne redeviennent pas sensibles après une période de non exposition au traitement. Ainsi, plus la période prépatente pour une espèce est courte plus le renouvellement générationnel se fait rapidement et plus une résistance peut s'installer rapidement.

Les mécanismes de résistance mettent en général en jeu soit une élimination plus rapide du principe actif soit une modification de leur cible d'action. Ainsi, lorsqu'une population devient non sensible à une molécule, elle devient aussi résistante à celles appartenant à la même famille puisqu'elles possèdent un mode d'action et une pharmacocinétique identiques. Ce phénomène réduit donc considérablement les alternatives thérapeutiques disponibles en cas d'apparition avérée d'une chimiorésistance. Il convient cependant de différencier une chimiorésistance de famille d'une variation d'efficacité possible entre les molécules d'une même famille, liée à une différence de posologie thérapeutique ou d'affinité pour leur cible d'action. [13] [20]

2.2.1. Mécanismes d'apparition des chimiorésistances

Divers mécanismes sont à l'origine de l'émergence des chimiorésistances. Leur compréhension nous permet de modifier les recommandations et les habitudes dans la réalisation des traitements anthelminthiques. En effet, ce sont les mésusages de ces médicaments qui permettent la sélection des vers résistants : traitements trop fréquents, sous-dosages ou utilisations prolongées d'une même molécule. La limitation de la propagation des chimiorésistances passe donc par une utilisation plus raisonnée des différentes molécules disponibles selon ces nouvelles recommandations et par un choix du traitement en fonction de la saison, de chaque type d'élevage et même de chaque animal. [13] [20]

2.2.1.1. La fréquence des traitements anthelminthiques

La majorité des molécules n'éliminent que 95 à 99% des helminthes présents. Parmi les survivants, certains vers vont subir une mutation formant la base génétique de la résistance qui sera transmise aux générations suivantes. Ainsi, le nombre de parasites porteurs du ou des gènes résistants augmente à chaque nouvelle génération et permet l'installation d'une population non sensible au traitement. Donc plus la période prépatente du parasite est courte plus la résistance s'installe et se propage rapidement.

Plus la fréquence d'utilisation d'un anthelminthique de synthèse est élevée plus la pression de sélection qu'il exerce sur les parasites est importante. Avant l'apparition des premières résistances et des dernières molécules mises sur le marché, il était recommandé d'utiliser une benzimidazole toutes les six à huit semaines dans le traitement des cyathostomoses, alors que la période prépatente des petits strongles en cycle rapide est de six semaines. Ainsi, les souches sensibles n'ont pas eu le temps de se reproduire et seuls les cyathostomes résistants ont été sélectionnés. De la même façon, la rémanence d'une molécule peut également être un facteur de sélection des gènes de résistance si son activité s'exerce sur plusieurs générations successives de parasites.

2.2.1.2. La dose administrée

La taille des équidés ne permet pas de réaliser des pesées individuelles exactes. Le poids de l'animal est le plus souvent estimé. Une erreur sur cette estimation, mais également une mauvaise administration du produit impliquant le rejet d'une partie du vermifuge, peuvent conduire à un sous-dosage exerçant une pression de sélection des individus résistants. On observe ce phénomène pour une dose supérieure à 50% de la dose létale. Pour un sous-dosage inférieur à 50% de la dose létale, le traitement est simplement inefficace mais sans sélections des individus chimiorésistants puisque les individus sensibles ne sont pas tous éliminés non plus.

De plus, des variations de doses sont aussi observées selon l'état physiologique des animaux traités puisqu'il influe sur la pharmacologie de la molécule utilisée (état de la fonction rénale ou hépatique différente, gestation...). C'est pourquoi chaque animal doit faire l'objet d'un traitement au cas par cas. Il convient également d'être vigilant sur l'utilisation de spécialités hors AMM. Dans ce cas, la pharmacologie du produit n'a pas été étudiée pour cette utilisation et leur usage peut alors conduire à un sous-dosage et donc à une sélection d'individus chimiorésistants.

2.2.1.3. L'alternance des molécules utilisées

A l'heure actuelle, deux théories s'opposent sur la rotation à effectuer entre les différentes molécules disponibles afin d'éviter l'émergence de résistances.

Certaines études révèlent qu'un changement de molécule à chaque vermifuge permet d'éliminer au traitement suivant les parasites potentiellement devenus résistants au premier traitement. Cette méthode permet d'éviter l'accumulation de parasites résistants au cours de l'année. Il semblerait que cette méthode soit intéressante pour les helminthes possédant une période prépatente courte et nécessitant des traitements fréquents. Cependant, cette méthode risque également de sélectionner d'emblée des parasites multirésistants à tous les composés employés. Ainsi, une alternance lente avec un principe actif dominant pour une

année, voire même deux ans, est également préconisée. Cette méthode est alors applicable pour des traitements suffisamment éloignés pour permettre le renouvellement des parasites sensibles entre deux vermifuges. Des études sont actuellement en cours afin d'essayer de départager ces deux méthodes. L'utilisation simultanée d'au moins deux molécules en association est également à l'essai.

2.2.1.4. Notion de refuge de sensibilité

Le refuge de sensibilité se définit par la partie de la population non exposée au traitement (larves dans les pâtures, stades enkystés ou en migration). Cette part ne subit pas les pressions de sélection et permet de maintenir la présence d'individus non résistants au sein de la population totale et de transmettre cette sensibilité aux générations suivantes. Ainsi, si un traitement est réalisé à une saison ne permettant aucun refuge, on augmente le risque d'apparition de résistances.

2.2.2. Etat des lieux sur les résistances actuelles

2.2.2.1. Benzimidazoles

Le Dr C. Collobert a observé 62,5% de cyathostomes résistants aux benzimidazoles lors d'une étude réalisée dans 16 écuries en Normandie. [13] Ce pourcentage varie en fonction des régions puisque l'utilisation des vermifuges varie selon les types d'élevages mais elle confirme l'existence d'une chimiorésistance des petits strongles aux benzimidazoles. En effet, la pression de sélection exercée par leur utilisation fréquente et systématique pendant de nombreuses années a permis la mise en place chez les cyathostomes de deux mécanismes de résistance. D'une part, leur β -tubuline s'est modifiée ne permettant plus de liaisons avec les benzimidazoles et empêchant ainsi leur action. D'autre part, l'activité des enzymes de dégradation s'est retrouvée augmentée permettant une détoxification enzymatique accélérée de ces composés, diminuant leur durée d'action. Ce phénomène est largement favorisé si l'animal est traité en sous-dosage. [21]

2.2.2.2. Lactones macrocycliques

De fortes suspicions d'apparition de petits strongles résistant aux avermectines/milbémycines sont étudiées à l'heure actuelle. En effet, outre leur utilisation très fréquente au cours des quinze dernières années, deux autres caractéristiques semblent favoriser la mise en place d'une population de cyathostomes non sensibles à ces molécules. D'une part, l'absence de refuge de sensibilité pour les vers face au traitement par la moxidectine exerce une importante pression de sélection. Ainsi, son utilisation doit être évitée avant l'installation des larves en hypobiose. En effet, la réalisation de ce traitement à la fin de l'automne ou au début de l'hiver favorise l'installation des larves les plus résistantes alors qu'elles forment la base des nouvelles générations émergentes au printemps. D'autre part, l'importante rémanence d'activité de l'ivermectine et de la moxidectine favorise également, comme

expliqué précédemment, l'apparition d'individus non sensibles au traitement. De plus, la persistance de ces molécules dans les tissus continue au-delà de la rémanence d'activité, laissant les vers au contact d'une dose non active favorisant encore plus la mise en place de chimiorésistances. [21]

Parascaris equorum semble également développer une résistance aux lactones macrocycliques chez les jeunes chevaux traités toutes les six à huit semaines systématiquement par de l'ivermectine. A l'heure actuelle, on observerait cette résistance chez 10 à 15% de poulains de moins de un an. [22]

2.2.2.3. Pyrantel

Près de 50% des cyathostomes sont également non sensibles au traitement par le pyrantel après une modification de leurs récepteurs nicotiques. Cette résistance provient également d'un usage intensif de cette molécule durant de nombreuses années. Elle s'est cependant moins répandue que celle aux benzimidazoles de par son activité uniquement adulticide. [21]

2.3. Choix, réalisation et suivi du traitement anthelminthique

2.3.1. Mise en place du programme de vermifugation

Il y a quelques années, les recommandations proposaient des traitements très fréquents afin de maintenir un minimum d'infestation et de rompre les cycles parasites. Depuis, l'émergence des chimiorésistances nous a obligés à revoir nos pratiques de vermifugation. L'objectif n'est donc plus d'obtenir une élimination totale des vers mais de maintenir un niveau d'infestation non pathogène pour l'individu, afin de diminuer le nombre de vermifuges administré et de continuer à stimuler les défenses immunitaires de l'équidé. Les programmes de vermifugation sont alors basés sur des traitements systématiques à visée prophylactique choisis en fonction de l'individu, de son mode de vie et du risque saisonnier. On peut rajouter à ces traitements des vermifuges curatifs ciblés en cas d'apparition d'une parasitose-maladie. [23] [24] [25] [26] [27]

2.3.1.1. Choix du traitement en fonction de la saison et de l'étude épidémiologique du parasitisme

Le traitement est à réaliser au moment où l'excrétion des œufs est la plus importante afin de limiter la dissémination des parasites dans le milieu extérieur et ainsi modérer le taux de recontamination. Le moment du traitement devra donc être choisi en fonction des cycles parasites et nécessitera un raisonnement espèce par espèce. Il est cependant primordial de noter que tout animal présentant des signes de parasitose doit être traité rapidement de façon curative et cela quelle que soit la période de l'année.

- Fin de l'hiver/début du printemps :

Il faut traiter les infestations par les strongles y compris les larves enkystées de cyathostomes pour éviter les effets du réveil simultané d'un nombre important de larves, si aucun traitement n'a été prévu à l'automne pour limiter leur mise en hypobiose. De la même façon, il faudra choisir un vermifuge actif sur les larves de gastérophiles pour empêcher la contamination des pâtures, si le traitement d'automne n'a pas non plus été réalisé.

- Été/saison de pâturage :

Du mois de mai à septembre, durant la saison de pâturage, on cherche surtout à diminuer les pics de production des œufs de petits et de grands strongles. On utilise, à cette période uniquement, des vermifuges adulticides comme le pyrantel pamoate en prophylaxie pour conserver les molécules à plus large spectre pour l'automne et l'hiver. Cependant, en cas d'importante infestation, la rémanence des lactones macrocycliques peut être intéressante pour limiter le nombre de traitements. L'excrétion des œufs de cyathostomes est maximale en septembre/octobre. Celle des œufs de grands strongles vers le mois de mai.

- Fin d'automne/début de l'hiver :

A la fin de la saison de pâturage, il est nécessaire d'éliminer les parasites qui se sont accumulés durant cette période : petits et grands strongles, larves de gastérophiles et ténias. Le choix d'un traitement larvicide est intéressant à cette saison pour limiter le nombre de larves de petits strongles entrant en hypobiose et limiter l'utilisation des deux molécules actives sur les larves dormantes enkystées. Pour permettre le maintien d'un refuge de sensibilité, le traitement contre les larves de strongles devra se dérouler soit à cette période soit à la fin de l'hiver (février/mars) mais pas les deux fois.

Les traitements contre les oxyures peuvent se réaliser toute l'année. Toutes les molécules, excepté le praziquantel spécifique des cestodes, étant actives sur les oxyures, il est conseillé de choisir le traitement en fonction des autres parasitoses saisonnières puisqu'il sera également actif contre l'oxyurose.

2.3.1.2. Choix du traitement en fonction de l'âge et du mode de vie du cheval ou du groupe de cheval à traiter

Quel que soit le mode de vie du cheval, il est nécessaire de traiter au moins une fois par an contre les larves de strongles enkystés, le ténia et les larves de gastérophiles. Ainsi, l'utilisation des lactones macrocycliques et du praziquantel est inévitable au moins une fois dans l'année.

Afin d'améliorer la gestion du parasitisme, il est conseillé de regrouper les individus selon leur âge et leur mode de vie.

- Les poulinières :

Les poulinières doivent être vermifugées contre les anguillules et les ascaris pour limiter les contaminations de leur poulain mais aussi contre les parasites classiques des chevaux adultes, pour les maintenir dans un état de santé optimal et garantir une bonne qualité de lait. Dans les élevages entretenant une qualité de soin correcte et ayant un programme de vermifugation adapté, il n'est pas forcément nécessaire de réaliser de traitement spécifique aux alentours de la mise bas. Il est alors simplement recommandé de traiter les mères en même temps que leur poulain. En revanche, si les vermifuges ne sont pas correctement suivis durant la gestation, et qu'il existe un risque important de portage d'anguillules et/ou d'ascaris, on conseillera un vermifuge actif sur ces parasitoses dans les deux mois à quinze jours avant la date du terme puis immédiatement après le poulinage (le lendemain).

- Les poulains (de la naissance au sevrage) :

Un premier vermifuge est possible dès huit à quinze jours après la naissance du poulain s'il présente une importante diarrhée avec suspicion d'infestation par *Strongyloides westeri*. Sinon, il est conseillé de réaliser un traitement toutes les six à huit semaines à partir de un mois. Si les conditions d'élevage sont optimales, on peut se contenter d'un vermifuge tous les trois mois. Il est recommandé de privilégier les molécules de faible efficacité pour limiter la mort brutale d'un trop grand nombre de vers pouvant induire une réaction toxique secondaire.

- Les yearlings (jeunes poulains sevrés de moins de deux ans) :

Avant deux ans, les jeunes chevaux n'ont pas encore développé une immunité suffisante contre les différents parasites. Ils sont encore sensibles aux ascarides et sont également parasités, comme les adultes, par les strongles, les gastérophiles et le ténia. Certains conseillent une vermifugation toutes les six à huit semaines. Cependant, cette méthode ne permet pas de stimuler leur immunité pour qu'elle s'installe de façon efficace. Cette fréquence de traitement est à réserver aux cas de forts risques d'infestation (yearlings mélangés avec des adultes sur une pâture réduite par exemple). Sinon, un programme basé sur quatre traitements par an est suffisant (mars/avril, juin, septembre, novembre/décembre).

- Les chevaux âgés, convalescents à l'immunité réduite :

Comme les yearlings, ces individus sont plus sensibles aux parasitoses. Il faut également se baser sur un vermifuge quatre fois par an voire jusqu'à tous les deux mois pour les chevaux les plus fragiles.

- Les adultes vivant au pré :

Il est indispensable de les traiter au moins une fois par an contre les infestations par les larves de gastérophiles et les cestodes (préférentiellement en novembre/décembre lorsque le parasitisme atteint son maxima). Les recommandations actuelles sont au minimum de trois vermifuges par an : mars/avril, juillet et novembre/décembre. Un quatrième vermifuge peut être ajouté en septembre pour diminuer l'infestation par les adultes de strongles. Si les chevaux sont rentrés au box l'hiver, le premier traitement devra être réalisé un mois avant la mise en pâturage.

- Les adultes vivant au box :

Pour des chevaux vivant principalement au box, deux vermifuges par an sont suffisants : au printemps et à l'automne. Des traitements ponctuels contre les oxyures peuvent être ajoutés si nécessaire. S'ils sortent au paddock en journée, on recommande alors trois vermifuges par an car le risque d'infestation par les strongles, les gastérophiles et les cestodes n'est alors pas négligeable.

- Les chevaux pâturant avec des ânes ou des mulets :

Les ânes et les mulets peuvent être infestés par des strongles pulmonaires : *Dictyocaulus arnfieldi*. Si cette parasitose est peu pathogène pour eux et passe inaperçue, elle peut être extrêmement dangereuse pour les chevaux. Ainsi, si ces espèces sont amenées à cohabiter sur les mêmes pâtures, il faut inclure un vermifuge actif sur ces strongles au printemps et à l'automne. Seules l'ivermectine et le fenbendazole disposent d'une AMM pour le traitement de cette parasitose.

2.3.2. Protocole d'administration d'un vermifuge

2.3.2.1. L'administration du traitement

Les pâtes et gels oraux sont à administrer directement dans la bouche de l'animal à traiter. Les formes liquides peuvent également suivre ce protocole grâce à une seringue ou être distribuées dans l'eau de boisson. Ces formes sont également utilisées pour une administration par sondage nasogastrique, réalisé par un vétérinaire. Les granulés ou comprimés sont à mélanger dans la ration habituelle.

Il n'est pas nécessaire que le cheval soit à jeun avant de réaliser le traitement. Au contraire, la présence d'aliments dans le tractus digestif permet d'augmenter le temps de

contact entre la molécule et les parasites. Ainsi, il est même conseillé de nourrir après l'administration d'une benzimidazole puisque leur mode d'action est lent.

Pour une administration directe des formes pâtes, gels ou liquides, il est recommandé d'isoler le cheval dans un endroit calme. Il faut s'assurer que sa bouche est vide afin d'éviter qu'il ne recrache une partie de la dose. On règle préalablement la seringue pour obtenir la dose nécessaire. On insère la seringue à la commissure des lèvres et on applique le produit le plus loin possible, à la base de la langue. On retire la seringue et on maintient la tête du cheval en l'air jusqu'à la déglutition de l'entièreté du produit. [13]

2.3.2.2. Les conseils associés

Le calcul de la dose à administrer doit être le plus précis possible pour éviter tout sous-dosage. Ainsi, l'estimation du poids de chaque animal à traiter doit se faire précisément s'il est impossible de réaliser une pesée. On peut réaliser cette estimation grâce à un ruban barymétrique étalonné selon les caractéristiques de l'individu (âge, sexe, race) (figure 31) ou grâce à différentes formules (cf. annexe 4). [28]



Figure 31: ruban barymétrique - L. Marnay

Il est conseillé d'administrer une dose correspondant au poids estimé majoré de 15%. Si la quantité de produit contenue dans une seringue est insuffisante, il est indispensable d'entamer une seconde seringue. Si l'animal recrache une partie du vermifuge, il est recommandé d'administrer à nouveau une dose complète. [13]

Lors de la réalisation d'une vermifugation systématique à visée prophylactique, il faut traiter tous les animaux de l'effectif simultanément. Les nouveaux individus devront être vermifugés à leur arrivée et maintenus quarante-huit heures en quarantaine avant d'être intégré dans le troupeau. [13] [29]

Après un vermifuge, les vers sont massivement éliminés dans les crottins y compris les stades contaminants. Il est donc conseillé de maintenir les chevaux au box quarante-huit à soixante-douze heures après le traitement et de les désinfecter après cette période. Si c'est impossible, les crottins devront être ramassés durant la période d'élimination ou les chevaux changés de pâture à la fin de celle-ci. [13]

2.3.3. Suivi de l'état d'infestation avant et après un traitement : l'indispensable coproscopie

La réalisation régulière d'un examen coproscopique va permettre : d'identifier les espèces incriminées en cas de suspicion d'une parasitose-maladie, de contrôler le statut parasitaire de chaque individu et de détecter les forts excréteurs dans un groupe, de contrôler l'efficacité d'un programme de vermifugation et de déceler l'apparition éventuelle de résistances. Il est recommandé de réaliser au moins une coproscopie par an. Le prélèvement doit s'effectuer sur des crottins frais ou directement dans le rectum du cheval. Du fait de la variation d'excrétion des œufs au cours de la journée, il sera nécessaire d'effectuer plusieurs prélèvements (au moins deux) pour réaliser une coproscopie. Il faut proscrire les échantillons collectifs. Le prélèvement doit être conservé dans des conditions d'anaérobiose et de préférence au réfrigérateur, et être envoyé pour analyse le plus rapidement possible. Pour les cyathostomes, le seuil de positivité communément admis nécessitant l'administration d'un vermifuge est de 200 œufs par gramme de fèces (OPG).

Afin de déterminer l'efficacité d'un traitement, on peut calculer le pourcentage de réduction du nombre d'œufs par gramme de fèces. Pour cela, on réalise un prélèvement juste avant le traitement puis dix à quatorze jours après. En raison de la variabilité d'excrétion selon les individus au sein d'une population, les résultats ne semblent pas interprétables à l'échelle individuelle. Un minimum de six chevaux peut permettre de réaliser l'étude au sein d'un effectif. Si le pourcentage de réduction du nombre d'œufs est inférieur à 90%, il est admis que cela correspond à une baisse d'efficacité du traitement et permet de suspecter alors l'apparition d'une résistance à la molécule utilisée. [13] [29]

3. Gestion raisonnée des anthelminthiques de synthèse et méthodes alternatives

Au vu de l'apparition croissante des chimiorésistances et de l'impasse dans laquelle se trouve aujourd'hui le développement de nouvelles molécules anthelminthiques, les seules bonnes pratiques de vermifugation ne sembleront pas suffisantes pour maintenir l'efficacité de notre arsenal thérapeutique. De nouvelles stratégies de lutte sont éprouvées à l'heure actuelle afin de limiter au maximum l'utilisation des vermifuges chimiques. Certains pays européens, comme le Danemark, la Suède, les Pays-Bas et la Finlande, sont devenus particulièrement prudents sur l'usage des anthelminthiques de synthèse et ont mis en place d'importantes restrictions sur leur délivrance. Leur administration ne s'effectue que pendant certaines périodes de l'année, sur prescription, après résultat d'une analyse coproscopique, et selon l'âge et le statut physiologique de chaque cheval. La vermifugation sélective s'inscrit dans un processus similaire en ne visant à traiter qu'une partie d'un effectif selon son taux d'infestation. De plus, des mesures d'hygiène et de gestion des surfaces de vie des équidés semblent primordiales afin de limiter les ré-infestations et donc de maintenir l'efficacité du traitement le plus longtemps possible. Enfin, le retour à l'utilisation de thérapeutiques naturelles se développe de plus en plus à l'heure actuelle. Si les données disponibles ne semblent pas permettre de rajouter directement les plantes dans la liste des traitements disponibles, leur usage peut permettre de réduire les infestations et de diminuer le nombre de traitements chimiques administrés.

3.1. Vermifugation sélective

De nombreuses études sur la répartition de la charge parasitaire au sein d'un effectif convergent toutes vers le même résultat : 80% des parasites intestinaux sont hébergés par 20% des chevaux d'un groupe. Ces individus sont identifiés comme de forts excréteurs. Dans le reste du groupe, environ 10% sont des excréteurs intermédiaires et les autres de faibles excréteurs. Ces différents niveaux d'excrétion sont déterminés via la réalisation du comptage des œufs lors d'une coproscopie. En effet, le nombre d'œufs contenus dans les fèces est un bon indicateur du taux d'infestation par les parasites adultes. Ainsi, les animaux forts excréteurs sont aussi normalement les plus parasités. A partir de ces observations - et étant donné la pression exercée par l'usage des vermifuges saisonniers systématiques sur l'évolution des chimiorésistances - les chercheurs sont en train de développer de nouvelles techniques de vermifugation visant à ne plus traiter l'ensemble de l'effectif en prophylaxie mais seulement les individus forts excréteurs et/ou malades afin de maintenir un taux de parasitisme non pathogène pour l'ensemble du troupeau. Cette vermifugation sélective permet d'une part de diminuer le nombre de traitements à administrer au sein d'un effectif (de 75 à 82%) et d'autre part de maintenir un refuge de sensibilité pour les parasites au sein

des individus non traités. Cet important refuge permet la dilution des allèles de résistances et donc le maintien d'une population sensible au traitement, mais également la stimulation de l'immunité permettant aux individus de maintenir un équilibre avec les parasites. Il n'est plus question de chercher à éliminer l'ensemble des parasites ou de maintenir un taux d'infestation minimal, mais de garder la charge parasitaire en-dessous du niveau entraînant des symptômes ou des baisses de performances pour le cheval. [29] [30]

3.1.1. Choix des individus à traiter

A l'origine, la vermifugation sélective se définit comme le traitement sélectif des chevaux identifiés comme de forts excréteurs. En effet, l'excrétion des œufs est largement corrélée avec le taux de présence des parasites adultes. Ainsi, le traitement des forts excréteurs permet d'une part d'éviter pour eux les effets pathogènes d'une importante parasitose mais aussi de limiter leur capacité à contaminer leur environnement et donc les autres individus du troupeau.

Les conditions préalables à la mise en place d'une vermifugation sélective sont :

- La stabilité du troupeau : les rotations continues des individus au sein d'un groupe ne permettent pas de maintenir un taux global d'infestation stable. Ainsi, seuls les troupeaux fixes sur plusieurs années peuvent être candidats à la vermifugation sélective.
- L'âge et l'état de santé des individus du groupe : en général, il faut exclure d'emblée les jeunes chevaux de moins de deux ans, les juments après le poulinage et les individus âgés ou possédant des maladies intercurrentes. En effet, ces chevaux ne possèdent pas une immunité suffisante pour vivre en équilibre avec leurs parasites digestifs. Ainsi, au sein d'un élevage, il est important et intéressant de regrouper les individus en fonction de ces caractéristiques.
- Leur mode de vie : la vermifugation sélective portant essentiellement sur le taux de contamination par les strongles, elle ne semble intéressante que pour les groupes vivant en grande partie à l'extérieur.

La mise en place d'une vermifugation sélective nécessite donc la réalisation d'un examen coproscopique sur chaque individu composant le troupeau. Le comptage du nombre d'œufs contenus dans les fèces de chacun permettra de déterminer quels seront les individus à traiter. Le seuil déterminant peut varier d'un élevage à l'autre selon les objectifs (chevaux de sport, au repos, poulinières...) et les risques de chacun (conditions d'hygiène, surpâturage, terrain sableux, irrigation de la pâture, âge des chevaux...). Cependant, il est communément admis de traiter tous les chevaux dépassant le seuil de 500 OPG et de ne

pas traiter les chevaux en dessous de 200 OPG. Pour les chevaux présentant un résultat compris entre ces deux valeurs, il faudra étudier le cas selon les conditions d'élevage citées précédemment.

D'autre part, tous les individus présentant des symptômes cliniques suggestifs d'une parasitose digestive devront également être traités.

3.1.2. Fréquence des coproscopies et traitements à administrer

D'après les premières expérimentations réalisées en vermifugation sélective, il serait nécessaire de réaliser une coproscopie sur chaque individu tous les mois lors de la saison de pâturage (d'avril à octobre). Il faudra alors traiter chaque cheval présentant un résultat au-dessus du seuil déterminé pour l'élevage. En réalité, ceci est difficilement réalisable en raison du coût des examens coproscopiques. Il a été démontré que si le mode et le milieu de vie restent identiques, les chevaux demeurent constants dans leur importance d'infestation puisqu'elle est déterminée par leur immunité et une certaine prédisposition génétique. Ainsi, il devient possible de diminuer le nombre de coproscopies en se basant sur un comptage antérieur. On peut alors proposer, l'année de la mise en place de la vermifugation sélective, trois examens de selles pour tous les individus du troupeau : un premier au printemps (un mois avant la mise en pâturage ou en mars si le troupeau y vit à l'année), un deuxième en juin et un dernier en octobre. On traitera après chacun des individus présentant un résultat supérieur au seuil choisi. L'année suivante, seuls les individus identifiés comme forts excréteurs seront contrôlés. Il reste cependant nécessaire de réaliser au moins une coproscopie par an sur l'ensemble des individus du groupe. Il est également conseillé de réaliser au moins une fois par an un contrôle de l'efficacité de la molécule choisie avec un test de réduction du nombre d'œufs dans les fèces.

Il faut également prendre en compte le fait qu'il est important de ne pas retraiter les individus avant la période de réapparition des œufs dans les selles (six semaines pour les benzimidazoles et le pyrantel, huit semaines pour l'ivermectine et seize à vingt semaines pour la moxidectine). Cependant, si l'animal est à nouveau fort excréteur après ce délai, il risque de fortement recontaminer le milieu extérieur et le reste du troupeau. En effet, un cheval de 500 kg présentant un résultat à 500 OPG libère environ quatre millions d'œufs de strongles par jour. Ainsi, le nombre de contrôles à réaliser, et donc le nombre de traitements, seront aussi à déterminer en fonction de la molécule choisie.

3.1.3. Limites de la vermifugation sélective

La vermifugation sélective se base entièrement sur l'analyse quantitative des crottins. Le comptage des œufs ne référence que les strongles. Ainsi, les autres parasitoses ne sont pas prises en compte. Il paraît donc indispensable de maintenir, au moins une fois par an

pour l'ensemble du troupeau, un vermifuge ciblant les larves de gastérophiles et les cestodes. Ce vermifuge annuel permettra également d'éviter l'émergence d'une parasitose maladie chez des individus non traités après les examens coproscopiques. En effet, sans traitement régulier, ces individus sont plus exposés aux risques d'émergence de certaines helminthoses comme les infestations par les grands strongles, extrêmement pathogènes. De plus, les méthodes de comptage peuvent manquer de sensibilité. Dans le cas d'une sous-estimation, il est donc possible de passer à côté d'un cheval fort excréteur au sein du troupeau. Enfin, ces coproscopies ne sont pas représentatives de la population larvaire présente au sein de l'individu alors qu'elle est le plus souvent responsable des effets pathogènes. Il est alors possible de ne pas traiter un individu pourtant fort infesté par les larves si sa contamination est récente et qu'il n'y a donc pas encore de parasites adultes matures pour pondre des œufs.

La réalisation d'examens coproscopiques réguliers n'est pas encore suffisamment développée en France. C'est pourquoi, le coût de ces examens reste élevé et peut constituer un frein à la mise en place de la vermifugation sélective au sein d'un élevage. Il est cependant important de noter que cette méthode permet de réaliser d'importantes économies en limitant le nombre de traitements anthelminthiques administrés. Plusieurs études ont été menées sur la possibilité de réaliser un échantillonnage composite sur l'ensemble du troupeau pour permettre de diminuer le nombre de coproscopies. Cela nécessite au départ la réalisation d'un examen de selles sur chaque individu afin d'identifier les forts excréteurs. Ensuite, on choisit au hasard quelques individus que l'on estime représentatifs du groupe pour réaliser les coproscopies de contrôle et décider si les forts excréteurs nécessitent un nouveau traitement.

3.2. Gestion de l'environnement

La gestion du parasitisme ne peut pas passer uniquement par l'utilisation de traitements anthelminthiques. En effet, seuls 10% de la population parasitaire se trouve au sein des équidés. Leur environnement renferme donc les 90% restants. Si les crottins représentent la première source de contamination, l'importante résistance des œufs et des formes larvaires primaires permet leur dissémination à l'ensemble de la pâture au fil du temps. Devant ces éléments, il paraît donc indispensable d'associer aux traitements chimiques des mesures d'hygiène et de gestion des pâturages afin de limiter les risques de recontamination. [13] [31] [32]

3.2.1. Gestion du troupeau

Avant toute chose, il est important de rappeler que la meilleure façon de prévenir les infestations des sujets à risque est de constituer des lots selon les classes d'âge. Ainsi, il faudra séparer les juments suitées et leurs poulains nouveau-nés, les jeunes jusqu'à deux

ans, les chevaux adultes de plus de deux ans et les sujets convalescents ou généralement de plus de seize ans. Il est primordial de séparer les poulains non sevrés et les jeunes de moins de deux ans. En effet, ces derniers n'ont pas encore une immunité suffisante et sont généralement de forts excréteurs. Ils représentent donc une source très importante pour les jeunes poulains encore très sensibles aux infestations.

Dans un environnement non clos, les chevaux maintiennent des zones non broutées autour de leurs déjections. Ces zones de refus leur permettent de limiter eux-mêmes l'ingestion de larves infestantes. En effet, celles-ci se situent dans un périmètre d'environ 30 cm autour de leur lieu d'émission avec près de 89% dans les 15 cm autour du crottin. Cependant, ce comportement naturel est souvent mis à mal si les conditions d'élevage placent un nombre trop important d'équidés selon la surface disponible. En conditions de surpâturage, les chevaux sont forcés d'aller brouter dans leurs zones de refus pour se nourrir. Ils s'exposent alors à une ingestion massive de larves infestantes. De plus, ils piétinent alors beaucoup plus ces aires de défécation, ce qui favorise la dissémination des parasites à l'ensemble de la pâture. Le ratio optimum est de un cheval par hectare. Nous verrons un peu plus loin que certaines techniques, comme le ramassage régulier des crottins, peuvent permettre d'augmenter légèrement ce rapport. Il est cependant admis qu'il ne faut pas dépasser 2,5 chevaux par hectare.

3.2.2. Gestion sanitaire des pâtures et des lieux de vie des chevaux

Concernant l'hygiène des box, les crottins devront être retirés si possible quotidiennement. Il est conseillé de réaliser un curage complet hebdomadaire avec désinfection. La méthode la plus efficace reste l'utilisation d'un jet d'eau à haute pression et à haute température. En effet, les œufs d'*ascaris* restent résistants à la majorité des antiseptiques disponibles. Il faudra également penser à la désinfection des mangeoires, abreuvoirs, aires de pansages, douche et camion/van de transport. Afin de limiter au maximum l'ingestion des formes contaminantes, les rations et les fourrages devront être distribués en hauteur afin de ne pas être souillés par les déjections contenues dans la litière. De même, le choix d'une litière non comestible est à privilégier si l'animal n'a pas de fourrage à volonté.

Pour l'entretien des prairies entre deux périodes de pâturage, l'usage de traitements à la chaux ou à la cyanamide calcique n'a démontré qu'une faible efficacité. De plus, ils nécessitent un temps de repos important avant le retour des animaux et souvent ceux-ci refusent l'herbe ainsi traitée pendant plusieurs mois. Le hersage est également à proscrire car il dissémine les crottins et augmente donc le développement des parasites, sauf s'il est pratiqué par un temps chaud (> 30°C) et sec. En effet, la majorité des œufs et des larves ne

résistent pas à ces conditions alors qu'ils se développent plus facilement sur les aires humides. Il faudra donc privilégier des terrains drainés non humides et sans eau stagnante.

La technique de lutte la plus efficace contre la contamination des pâtures - et donc des chevaux - reste le ramassage régulier des crottins. L'idéal est un ramassage quotidien. Cependant, un ramassage bihebdomadaire est suffisant pour limiter la dispersion des œufs et ne leur laisse pas le temps de se transformer en larves capables de migrer au sein de la pâture. L'intérêt du ramassage des crottins est surtout important pour les petits paddocks où passent un grand nombre de chevaux par jour et où la quantité d'herbe est souvent très limitée. En effet, cela permet leur assainissement mais également d'augmenter les aires broutées en éliminant les zones de refus.

Le fumier constitué par les crottins doit être stocké pendant un an pour permettre sa décontamination. En effet, seules la température élevée au cœur du fumier et la privation d'oxygène pendant une durée prolongée aboutissent à la destruction des larves. Il pourra alors être épandu sur les pâturages où vivent les chevaux. Si ce délai ne peut être respecté, le fumier ne devra pas être utilisé sur des aires abritant des équidés. Les crottins récoltés après un traitement anthelminthique devront être mis à part et détruits par incinération.

La production de fourrage ne devra également pas se faire sur des parcelles contaminées. Il faudra privilégier des prairies nouvellement semées ou assainies. Ces pâtures pourront, après le fauchage, être réservées aux individus les plus sensibles car elles sont en général exemptes de parasites si ces règles ont été respectées.

Ces techniques permettent de gérer les infestations par les nématodes mais sont inefficaces contre les gastérophiles. L'usage d'insectifuges peut permettre de limiter la présence des adultes mais seule l'exérèse régulière des œufs présents sur le pelage des chevaux avant leur éclosion empêchera une infestation massive.

3.2.3. Stratégie d'évasion

La rotation entre plusieurs parcelles peut permettre leur assainissement, si celles-ci sont laissées libres durant une période suffisamment longue et lors de conditions défavorables pour les parasites (saison chaude et sèche ou alternance de gel/dégel). En effet, sur une pâture laissée libre en été, 80 à 85% des parasites sont tués si la température atteint les 30°C. Ainsi un terrain mis en jachère à la fin de l'été et tout un hiver est idéal pour accueillir des juments suitées au printemps.

Une pâture se recontamine en 3 à 4 semaines. Le transfert du troupeau durant la saison de pâturage sur une parcelle jusqu'alors inoccupée peut permettre de réduire la charge parasitaire. Cependant, il doit intervenir tous les quinze jours à toutes les trois

semaines. De plus, le terrain libéré doit être inoccupé au minimum pendant trois mois pour permettre un assainissement si les crottins ne sont pas ramassés toutes les semaines.

La technique du « treat and move » consiste à traiter l'effectif sur la pâture déjà occupée depuis quelques temps et de déplacer le troupeau dans son nouveau pré 48h après. Cela permet de limiter la contamination de la nouvelle pâture et de la maintenir saine durant quelques semaines. Cependant, cette technique est à utiliser avec précaution lorsque les molécules à risque de résistance sont administrées. En effet, s'il existe une population de parasites chimiorésistants au sein de l'effectif traité, seuls ceux-ciensemenceront la nouvelle pâture. Il n'y aura plus d'effet de dilution sur l'allèle résistante et les parasites deviendront alors définitivement insensibles à la molécule utilisée. Dans le cas d'une suspicion de résistance, il ne faudra donc traiter qu'une fois les chevaux déplacés sur la nouvelle pâture et ramasser les crottins post-traitement.

3.2.4. Stratégie de dilution

La succession ou le co-pâturage de différentes espèces (équins/bovins, ovins ou caprins) permet de diminuer le risque parasitaire. En effet, les différents parasites, excepté le strongle *Trichostrongylus axei* et la grande douve du foie, sont spécifiques de leur hôte. Ainsi, il leur est impossible de se développer au sein d'une espèce différente. Ce phénomène d'impasse épidémiologique permet d'interrompre les cycles parasites et ainsi de limiter les infestations. Du fait de leurs différences de comportements alimentaires, il est conseillé de privilégier le pâturage des ruminants après le passage des chevaux au lieu du co-pâturage ou du passage des équins après eux. En effet, les ruminants consomment plutôt des herbes hautes provoquant un enrichissement en parasites dans les dix premiers centimètres d'herbe alors que les chevaux préfèrent une prairie plus rase.

Cette technique permet de diminuer considérablement le parasitisme spécifique au sein des différentes espèces mais conduit au développement des parasites communs. Il sera donc plus prudent de vérifier le statut parasitaire de chaque groupe vis-à-vis de *Trichostrongylus axei* régulièrement lors de la mise en place de ce type de stratégie.

Le pâturage alterné entre plusieurs espèces permet également une meilleure gestion de la nourriture grâce à une diminution des zones de refus.

3.3. Etude bibliographique des alternatives disponibles en phytothérapie

L'usage de plantes médicinales dans le traitement des parasitoses digestives repose en majorité sur l'ethnomédecine : une utilisation empirique et traditionnelle des ressources naturelles localement disponibles. En élevage, les plantes sont utilisées comme remèdes médicaux à visée curative mais également comme « nutriment ». Des plantes sont alors incorporées dans la ration des animaux pour leurs propriétés préventives. En effet, dans la nature, les animaux ont accès à une flore diversifiée et consomment aux périodes les plus propices au parasitisme certaines plantes permettant d'augmenter leur résistance face aux infestations.

Leur utilisation alternative en élevage présente actuellement de nombreux avantages. Premièrement, il n'existe actuellement aucune résistance connue des vers digestifs aux composés actifs provenant des plantes. Deuxièmement, leurs restrictions d'utilisation sont relativement peu importantes : ces traitements sont sans résidus, utilisables sur les jeunes animaux, polyvalents avec des spectres d'activité larges et généralement peu toxiques. Enfin, le coût de ces traitements est faible et peut être particulièrement intéressant pour le traitement d'effectifs importants. Cependant, la phytothérapie reste une thérapeutique active qui nécessite des normes d'utilisation. Ces normes constituent aujourd'hui la plus grande limite à l'utilisation des plantes actives contre le parasitisme. En effet, les études précises sur leurs composés actifs, leur mode d'action et les facteurs influençant leur efficacité ne sont souvent pas réalisées. Ainsi, les posologies adéquates, les durées de traitement, les contre-indications et interactions possibles sont quasiment inconnues à l'heure actuelle. De plus, la phytothérapie nécessite également une standardisation de modes de cultures et de traitements des plantes pour garantir leur composition en principe actif et permettre leur utilisation médicale.

Les plantes aromatiques, les plantes amères et les plantes à tannins représentent les principales espèces actives contre les parasites intestinaux. En dehors de celles-ci, les propriétés vermicides ou vermifuges sont rares et les plantes utilisées possèdent plutôt un rôle préventif par soutien du système immunitaire ou des fonctions de drainage et d'élimination. [33]

3.3.1. Plantes médicinales actives sur les parasites gastro-intestinaux équin

3.3.1.1. Plantes aromatiques

De nombreuses plantes à huiles essentielles sont actives sur les parasites digestifs. Leurs propriétés sont intéressantes pour une utilisation à visée curative. Ces extraits sont non seulement concentrés mais leur composition est connue et contrôlée et permet donc

une bonne fiabilité d'emploi. De plus, les huiles essentielles possèdent de multiples indications et donc des propriétés souvent complémentaires et intéressantes dans le traitement des parasitoses digestives : stimulants immunitaires, toniques ou antispasmodiques.

Cependant, pour être réellement efficaces contre les vers présents, il est souvent nécessaire d'employer des concentrations élevées, proches des doses toxiques ou irritantes. Les huiles essentielles sont des extraits concentrés et doivent donc être utilisées avec de grandes précautions et en connaissance de cause, avec un strict respect des posologies et des excipients recommandés. Une difficulté supplémentaire dans l'usage de ces traitements réside dans la grande sensibilité du cheval (du moins pour certaines races de chevaux de sang et de selle). Nous l'avons vu, le système digestif équin est extrêmement fragile. Une irritation de la muqueuse digestive par une huile essentielle mal utilisée peut entraîner de graves coliques réflexes. Il sera donc préférable, avant tout traitement, de tester la tolérance de chaque animal en utilisant des doses réduites de moitié et de les augmenter progressivement jusqu'aux doses conseillées.

Les plantes possédant les propriétés antiparasitaires les plus intéressantes sont des plantes à cétones ou à phénols. Ces molécules ont une activité puissante et nécessitent des précautions d'emploi particulières. Premièrement, les phénols sont irritants et caustiques pour la peau et les muqueuses. Le choix de l'excipient sera donc particulièrement important. L'utilisation en association de plusieurs huiles essentielles à phénols devra être limitée car leur action irritante se cumule. En usage prolongé, les phénols sont hépatotoxiques. Deuxièmement, les cétones sont extrêmement neurotoxiques et sont souvent abortives. Leur indice thérapeutique est très inférieur à celui des anthelminthiques chimiques. Leur utilisation est donc souvent déconseillée ou, alors, on préférera administrer des préparations à bases d'extraits hydro-alcooliques (teintures, extraits fluides, extraits hydro-alcooliques glycinés...) beaucoup moins concentrés que les huiles essentielles.

Le plus souvent, les molécules actives contenues dans les huiles essentielles présentent une grande polyvalence au niveau de leur spectre d'activité à l'exception parfois des cestodes et des douves. [34]

3.3.1.1.1. Plantes à huiles essentielles utilisables pour leurs propriétés antiparasitaires et complémentaires

D'un point de vue historique, deux plantes ont largement été utilisées pour leurs propriétés anthelminthiques mais ne sont plus conseillées aujourd'hui en raison de leur importante toxicité : le chénopode anthelminthique et le semen-contra. Le premier est une plante d'Amérique du Nord dont l'huile essentielle est riche en ascaridol (figure 32) et très efficace sur l'ensemble des vers ronds. Elle est cependant extrêmement neurotoxique. Le

boldo, plus connu pour ses propriétés cholagogues, hépatotoniques et diurétiques, possède également une huile essentielle composée, en quantité bien moindre, d'ascaridol. De par ses propriétés de soutien des fonctions d'élimination et son activité anthelminthique, il peut être très intéressant à utiliser dans le traitement des infestations par les strongles, les ascaris et les oxyures. On évitera cependant son administration chez la femelle gestante.

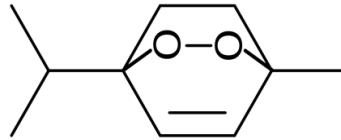


Figure 32 : structure chimique de l'ascaridol

Le semen-contra (*Artemisia cina*) est une plante de la famille des Astéracées. Son utilisation est totalement révolue de nos jours mais d'autres plantes de la même famille, possédant une huile essentielle riche en lactones et en cétones, peuvent être proposées pour leurs propriétés antiparasitaires mais nécessitent des précautions d'emploi importantes. L'absinthe (figure 34), l'armoise et la tanaïse contiennent de la thuyone (figure 33), cétone interdisant leur usage prolongé et chez la femelle gestante. La santoline, elle, est composée d'artémisia-lactone. Elle possède des propriétés voisines et requiert autant de précaution. L'usage de l'ensemble de ces plantes de la famille des Astéracées est fortement déconseillé en huile essentielle. Qui plus est leur coût est relativement élevé. Les extraits moins concentrés, voire même la plante sèche, seront à privilégier.

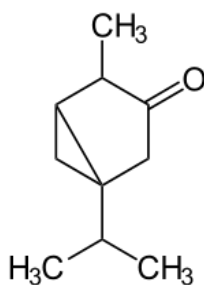


Figure 33 : structure chimique de la thuyone



Figure 34 : *Artemisia absinthium* - Köhler

Les extraits issus des feuilles et des boutons floraux du giroflier (figure 36) sont riches en eugénol (figure 35). Ce phénol possède des propriétés antibactériennes, antivirales et antiparasitaires d'un spectre d'activité très large mais dermocaustique. L'huile essentielle provenant des feuilles de la cannelle de Ceylan contient également de l'eugénol. Celle extraite de l'écorce de la cannelle de Ceylan et de la cannelle de Chine contient du cinnamaldéhyde aux propriétés anthelminthiques comparables et il est également irritant. De plus, ces huiles essentielles possèdent des propriétés complémentaires intéressantes. Ce sont des toniques, des stimulants de l'état général et du système immunitaire, et des antispasmodiques. Elles ne doivent, par contre, pas être employées chez la femme gestante.

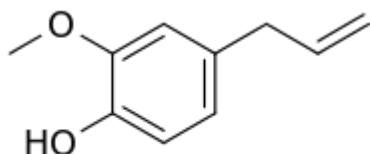


Figure 35 : structure chimique de l'eugénol



Figure 36 : *Eugenia caryophyllus* - Köhler

Le thym est connu pour ses vertus antiseptiques puissantes. Certains chémotypes sont également intéressants dans la lutte contre le parasitisme digestif. Le thym à linalol (figure 38) est actif contre les nématodes mais également contre le ténia. Ce phénol est également présent en concentration supérieure dans l'huile essentielle du laurier du Japon (figure 40). Le thym à thymol (figure 37) et l'ajowan, plus riche en ce phénol, possèdent un spectre d'activité similaire. Enfin, un dernier phénol présent dans certains chémotypes du thym, le carvacrol (figure 39), possède une activité antiparasitaire étendue mais est également un tonique général et un stimulant des défenses immunitaires. Les huiles essentielles d'origan compact et de la sarriette des montagnes sont également riches en carvacrol.

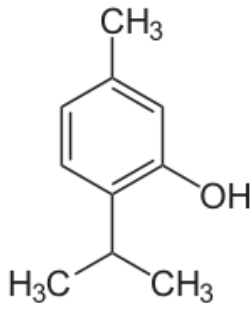


Figure 37 : structure chimique du thymol

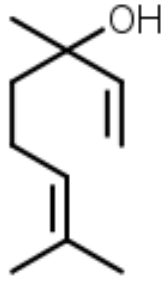


Figure 38 : structure chimique du linalol

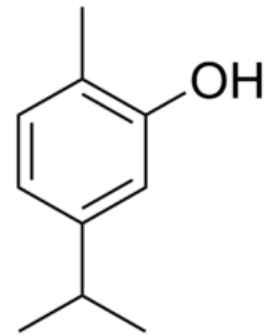


Figure 39 : structure chimique du carvacrol



Figure 40 : laurier du japon

L'allicine (figure 41) contenue dans différentes espèces d'ail est un tonique, un spasmolytique digestif mais également un antiparasitaire efficace contre les strongles, les ascaris et les oxyures. En effet, elle provoquerait des modifications du tégument de ces vers et dérèglerait ainsi leur fonctionnement. L'enveloppe extérieure des parasites joue un rôle primordial dans les fonctions de nutrition, d'osmo-régulation, d'immuno-protection et est indispensable au soutien structurel du vers. [35] Les extraits d'ail ne sont pas toxiques dans le respect des doses recommandées mais provoquent une forte aromatisation de la sueur et du lait des animaux traités. Cet inconvénient peut cependant se révéler utile en été puisqu'il permet alors d'éloigner les insectes. L'ail en poudre, très fréquemment donné aux chevaux pour cet usage, ne semble pas exercer d'activité antiparasitaire notable mais peut permettre de limiter les infestations d'un point de vue préventif. Il faudra cependant rester prudent sur les doses utilisées et les durées de traitement. En effet, l'ail peut être responsable d'intoxications aiguës, pour une dose supérieure à 0,2 gramme d'ail séché par kilo de poids

vif, ou chroniques dès une durée d'utilisation de plus de deux mois successifs. Ces intoxications sont marquées par une apathie, une tachypnée, une tachycardie accompagnée d'anémie et d'hémoglobinurie. [36]

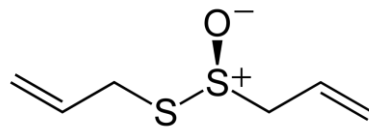


Figure 41 : structure chimique de l'alicine

L'huile essentielle de tea tree possède une activité antiparasitaire relativement faible en comparaison aux autres extraits cités précédemment. Cependant, son utilisation en synergie avec d'autres huiles essentielles va permettre d'élargir leur spectre d'activité mais également de renforcer l'organisme du cheval pour l'aider à éliminer les parasites grâce à ses propriétés de puissant stimulant du système immunitaire.

La camomille romaine (figure 42) possède également une activité contre les parasites digestifs grâce à la présence d'une cétone : la pinocarvone (figure 43). Les vertus antispasmodiques, météorifuges, antidouleurs, anti-inflammatoires et légèrement sédatives de son huile essentielle sont très intéressantes, en complémentarité d'un traitement vermifuge. Cependant, son coût peut être fortement prohibitif.



Figure 42 : *Chamaemelum nobile* - Köhler

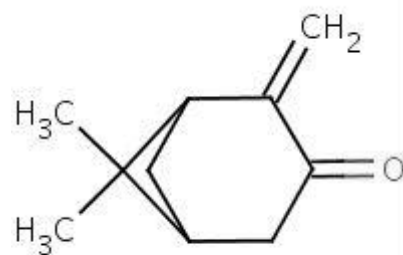


Figure 43 : structure chimique du pinocarvone

L'eucalyptus chémotype à cryptone, qui est une cétone, possède également des propriétés antalgiques et anti-inflammatoires et une activité antiparasitaire. [34]

3.3.1.1.2. Choix de l'excipient et posologies

Toutes les huiles essentielles sont insolubles dans l'eau. Elles sont solubles dans les excipients huileux et les solutés hydro-alcooliques possédant un titre fort (>70°). La voie d'administration pour un effet sur les parasites digestifs est forcément orale.

L'huile de paraffine liquide représente ici l'excipient de choix. Elle n'est pas résorbable par le tube digestif. Elle permet donc une action des composés actifs uniquement sur les parasites présents dans la lumière intestinale, en empêchant leur passage dans la circulation générale et, donc, en limitant considérablement leur possible toxicité. Pour une quantité de 3 cuillères à soupe (environ 45 mL), l'huile de paraffine n'exerce pas d'effet laxatif sur les gros animaux.

Les huiles végétales alimentaires peu pénétrantes (olive, arachide et ricin) peuvent également être employées. Leur utilisation pourra permettre d'atteindre les larves présentes dans la muqueuse digestive mais devra alors être associée à des huiles essentielles peu irritantes ou en dosage limité. Seules les huiles végétales résorbables (sésame, noisette, tournesol) peuvent permettre une action sur les strongles en migration, les strongles pulmonaires ou la grande douve du foie. Cependant, les doses alors nécessaires en huile essentielle sont trop proches des doses toxiques et ces préparations ne présentent alors aucun avantage face aux anthelminthiques chimiques, beaucoup plus performants et inoffensifs.

Le miel présente un intérêt supplémentaire pour faciliter l'administration d'une préparation à base d'huiles essentielles. En effet, leur fort parfum aromatique provoque la plupart du temps un refus du cheval en prise spontanée. Le miel permet alors de masquer le goût et l'odeur de la préparation, et donc de sécuriser et faciliter son administration. Les huiles essentielles seront alors toujours diluées dans une base d'huile puis mélangées à une quantité équivalente de miel liquide.

Les associations ne posent généralement pas de problèmes de compatibilité chimique. Il faudra cependant veiller à ne pas associer plusieurs huiles essentielles à phénols sans diminuer les doses. Les mélanges d'extraits hydro-alcooliques de plantes et d'huiles essentielles sont possibles et peuvent même permettre de réaliser des préparations intéressantes pour leur complémentarité d'action. Cependant, ces mélanges ne sont pas stables. Ils forment une émulsion qui nécessitera d'être remélangée avant chaque administration.

Les doses recommandées pour un cheval de selle de 500 kg sont de :

- 20 à 30 gouttes par prise pour une huile essentielle non toxique et non irritante ;
- 10 à 15 gouttes par prise d'huile essentielle phénolée ou toxique (maximum total en cas d'association de plusieurs huiles essentielles phénolées).

On peut associer plusieurs huiles essentielles. Il sera alors possible d'administrer 100 à 120 gouttes maximum pour un cheval par prise dans trois cuillères à soupe d'huile. Il n'existe pas de contre-indication à l'utilisation de l'aromathérapie sur les jeunes animaux même nouveau-nés. Il faudra cependant veiller à adapter les posologies. Les doses recommandées pour un poulain de quelques semaines sont de :

- 6 à 8 gouttes par prise pour une huile essentielle non toxique et non irritante ;
- 2 à 4 gouttes pour les huiles essentielles phénolées ou toxiques pour un maximum de 30 gouttes au total dans une cuillère à soupe d'huile.

Le traitement sera administré durant 3 à 5 jours, une fois par jour. Comme pour les anthelminthiques chimiques, la présence d'aliments dans le tractus digestif permettra d'augmenter le temps de contact entre les composés actifs et les parasites. De la même façon également, la préparation sera administrée grâce à une seringue, après avoir vérifié que la bouche du cheval est correctement vide. [34] [37] [38]

3.3.1.2. Plantes non aromatiques

Les plantes ne possédant pas d'huile essentielle sont nettement moins intéressantes dans le traitement des affections parasitaires, ou, du moins, les données disponibles à l'heure actuelle sont insuffisantes pour les utiliser en traitement curatif. De plus, les mécanismes d'action restent également inconnus. Il est donc difficile de parler d'une réelle action antiparasitaire ou d'un effet limitant l'installation des vers en agissant sur l'immunité de l'hôte par exemple. L'utilisation de plantes aux vertus immunostimulantes bien connues sera alors d'autant plus intéressante dans la mise en place d'une complémentation préventive. L'échinacée pourpre (*Echinacea purpurea*) (figure 44), par exemple, est un excellent immunostimulant. Elle permet d'augmenter la production de leucocytes, d'interférons et de globulines. Elle accroît également le nombre de phagocytoses. Cette stimulation immunitaire non spécifique est tout à fait bénéfique pour l'hôte dans sa lutte contre les parasites. Une teinture d'échinacée pourpre diluée au 1/5^{ème} ou au 1/10^{ème} peut être administrée à raison de 15 mL matin et soir. [34]



Figure 44 : *Echinacea purpurea*

De nombreuses préparations commerciales à base de différentes plantes aux propriétés antiparasitaires, immunostimulantes ou utiles à l'élimination des parasites sont disponibles. On retrouve fréquemment dans ces formulations des plantes aromatiques citées précédemment accompagnées d'autres plantes. Une étude roumaine a révélé qu'un de ces mélanges était effectivement efficace contre les strongyloses équine en inhibant l'éclosion des œufs de strongles et le développement de leurs larves *in vitro* [39]. Ces complexes peuvent paraître plus intéressants à utiliser qu'une plante seule. En effet, l'action synergique des différents composés permet de diminuer les doses à administrer alors que leur index thérapeutique en administration simple est souvent faible.

D'autres études, cette fois réalisées *in vivo*, ont démontré l'efficacité de préparations à base de graines de courges (*Curcubita pepo*) (figure 45) ou de papaye (*Carica papaya*) sur les parasites intestinaux de petits ruminants [40] [41]. En effet, la curcubitrine ou la papaïne semblent permettre la diminution de l'excrétion des œufs de strongles, d'oxyures mais également de cestodes. Cependant, ces effets ne perdurent pas dans le temps et le nombre d'œufs contenus dans les fèces réaugmente rapidement quelques jours après le traitement. Une dose de 300g de graines de courge décortiquées et moulues n'entraîne aucune toxicité pour l'individu traité. Son utilisation requiert cependant une association avec un traitement laxatif quelques heures après afin d'éliminer les parasites. [34]



Figure 45 : *Curcubita pepo*

La fougère mâle (*Dryopteris filix mas*) (figure 46) fait partie des remèdes antiparasitaires ancestraux. Son rhizome contient de la filicine. Cette molécule agit sur les cestodes en les paralysant. Il sera donc aussi nécessaire de lui associer un traitement laxatif. Son usage n'est plus conseillé à l'heure actuelle hors préparations titrées. En effet, de graves intoxications marquées par des symptômes digestifs (spasmes, diarrhées) puis nerveux, pouvant entraîner la mort par dépression du système respiratoire, ont été rapportées en cas de surdosage. [34]



Figure 46 : *Dryopteris filix mas* - Köhler

3.3.2. Cas particulier des fourrages riches en tannins condensés

Les tannins sont des composés phénoliques d'un poids moléculaire pouvant aller jusqu'à 20 000 Da. Ils ont la capacité de précipiter les protéines. Ces molécules sont largement représentées dans le règne végétal. On les retrouve, par exemple, chez des Fagacées (chêne, châtaigner), des Rosidées (acacias), des Rosacées (pommier, fraisier) et des Fabacées (lotier pédonculé ou corniculé, sainfoin, sulla). Ces molécules sont des métabolites secondaires de la plante. Ils ne sont pas indispensables à son métabolisme mais constituent un mécanisme de défense contre les bactéries, les champignons, les parasites, les insectes mais également les herbivores car ils sont inappétents. Il existe deux types de tannins : les tannins hydrolysables et les tannins condensés. Les tannins hydrolysables sont toxiques s'ils sont consommés en quantité trop importante car ils sont hépato et néphrotoxiques. Les tannins condensés sont des polyphénols de haut poids moléculaire dont la structure correspond à un polymère d'un ou plusieurs flavonoïdes (figure 47).

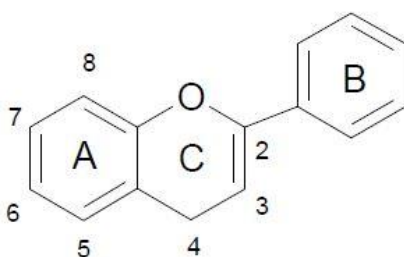


Figure 47 : structure chimique de base des flavonoïdes

Leur ingestion massive peut également être néfaste mais de nombreux effets positifs leur sont tout de même attribués. En améliorant le traitement des protéines et l'assimilation des acides aminés, ils ont un effet positif sur la croissance des jeunes animaux et sur la digestion. Ils permettent également d'améliorer la production de lait, de laine et les performances reproductives. Ces effets positifs sont constatés pour une consommation de plantes dont la teneur en tannins condensés est comprise entre 2 et 5%. Au-delà de 7%, les effets deviennent délétères. [42] [43]

Quelques études cherchent à confirmer que l'utilisation de plantes à tannins condensés pourrait apporter un moyen de lutte supplémentaire contre les parasites intestinaux des mammifères herbivores. *In vitro*, l'efficacité certaine des plantes contenant des tannins a été démontrée. De nombreuses espèces australiennes du genre *Acacia* ont révélé une importante activité anthelminthique en inhibant le développement de larves de cyathostomes jusqu'à 100% [44]. Cependant, ces plantes contiennent d'autres métabolites secondaires et l'action n'est donc pas toujours imputable à la seule présence des tannins. *In*

vivo, peu d'études ont été réalisées sur le cheval. Une étude française menée sur 30 chevaux de selle en croissance n'a montré qu'une diminution discrète du nombre d'œufs de cyathostomes excrétés pour les chevaux ayant eu une ration riche en sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) (figure 48) [8]. Cependant, les coprocultures réalisées sur ces chevaux ont montré une forte réduction du pourcentage d'éclosion des œufs. La consommation de sainfoin pourrait ainsi permettre de diminuer le taux de contamination des prairies. Le sainfoin est actuellement la légumineuse fourragère la plus intéressante à utiliser car il ne contient pas de tannins hydrolysables. [42]



Figure 48 : sainfoin

Une autre étude française a démontré l'action directe des tannins condensés sur l'installation des larves infestantes de nématodes dans la muqueuse digestive de petits ruminants. En effet, au contact de ces molécules, les processus de dégainement et de pénétration dans la muqueuse intestinale se retrouvent perturbés. Ce processus constitue l'étape charnière entre la vie libre du vers et sa vie parasitaire. Au-delà d'un délai de 2 à 3 heures après l'ingestion des larves infestantes, si ce processus ne s'est pas déroulé, l'infestation est alors compromise. Cependant, il est possible que ce mode d'action ne s'étende pas à l'ensemble des nématodes et que certaines espèces n'y soient pas sensibles. A nouveau, des recherches plus poussées avec de nouvelles études *in vitro* et *in vivo* sont indispensables pour pouvoir développer l'utilisation de ces fourrages chez les équidés. De plus, un effet indirect par amélioration des performances du système immunitaire reste envisageable. [42]

Ces effets anthelminthiques ne semblent se manifester que pour une teneur minimale en tannins. Là encore, il sera indispensable de déterminer les doses minimales efficaces et de veiller à ce qu'elles restent en-dessous des doses pouvant entraîner un effet toxique.

Conclusion

Les anthelminthiques équins sont majoritairement utilisés comme traitement prophylactique afin de limiter les symptômes cliniques éventuels. Leur utilisation systématique a conduit à l'émergence de phénomènes de chimiorésistances importants. En France, 94% des élevages testés hébergent des cyathostomes résistants aux benzimidazoles. Une réduction de l'efficacité des lactones macrocycliques aux Etats-Unis, au Brésil et dans certains pays européens, dont la France, a également été observée. Ainsi, les programmes de vermifugation ne doivent plus seulement être construits pour maintenir un parasitisme minimal mais également pour limiter l'apparition des chimiorésistances. Si l'utilisation raisonnée des anthelminthiques constitue déjà un point important, l'association avec d'autres techniques pourra permettre de diminuer encore plus leur usage. Si la vermifugation sélective semble intéressante pour certains types d'effectifs, c'est surtout la gestion de l'environnement des équidés qui peut permettre de limiter les recontaminations. Par le ramassage régulier des crottins, la source d'infestation est tout simplement éliminée. L'usage de plantes aux propriétés antiparasitaires ou stimulantes immunitaires est également possible. Les huiles essentielles, pour leur sûreté de composition, constituent le choix le plus intéressant. Cependant, leur toxicité et leur utilisation sur un animal aussi sensible que le cheval nécessitent d'importantes précautions et une connaissance avisée des extraits utilisés. En outre, le manque de données précises sur les compositions en molécules actives, la toxicité éventuelle, le spectre d'activité et les doses à administrer des plantes antiparasitaires limitent énormément leur utilisation à l'heure actuelle. La majorité des études réalisées s'effectue *in vitro* et ne modélise donc pas leur efficacité et leur toxicité possibles *in vivo*. Enfin, si le développement de la phytothérapie anthelminthique permet son utilisation en traitement prophylactique et curatif à la même place que les vermifuges chimiques, cet élargissement de l'arsenal thérapeutique doit rester associé à une pratique raisonnée et limitée de la vermifugation. En effet, des mécanismes d'apparition de résistances restent possibles avec les molécules naturelles, surtout si des protéines particulières sont impliquées dans leur mode d'action.

Références bibliographiques

- [1] LAFON Maud. « Vermifuger pour prévenir les coliques liées au parasitisme ». *Cheval santé*, 2014, n°93, p. 38-43.
- [2] GANGLOFF Sylviane. « Le système digestif ». *Cheval magazine*, 2015, n°526, p. 61.
- [3] TOUTAIN Pierre-Louis, ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE, *La physiologie digestive chez les animaux domestiques* [en ligne]. Toulouse, 2012. Disponible sur : < <http://physiologie.envt.fr/spip/spip.php?article74>> (consulté le 11.04.15).
- [4] MARCHAND Stéphanie, PICOT (dir.). *Le parasitisme digestif, facteur de risque des coliques chez les équidés : enquête cas-témoin réalisée auprès des écoles vétérinaires d'Europe*. 140 p. Thèse de doctorat : vétérinaire. Lyon, 2000.
- [5] CHENEBIN Marina, CASTEL Olivier (dir.). *Le pharmacien et les médicaments anthelminthiques chez les chevaux*. 93 p. Thèse de doctorat : Pharmacie. Poitiers, 2005.
- [6] SADET-BOURGETEAU S., JULLIAND V. « La diversité de l'écosystème microbien du tractus digestif équin », *INRA Productions Animales*, 2012, 25, 5, p. 407-418.
- [7] COLLOBERT C, TARIEL G, BERNARD N, LAMIDEY C. « Prévalence d'infestation et pathogénicité des larves de cyathostominés en Normandie. Étude rétrospective à partir de 824 autopsies. » *Rec Med Vet*, 1996, 172, 3-4, p.193-200.
- [8] MOREL Charlotte, GUILLOT Jacques (dir.). *Suivi de l'infestation par des strongles chez un troupeau de Tarpan dans le cadre d'une étude pilote à propos de l'automédication du cheval*. 134 p. Thèse de doctorat : Vétérinaire. Maisons-Alfort : Créteil, 2015.
- [9] TROIN Thomas, DELARBRE Jean-Louis (dir.). *Les principaux aspects du parasitisme gastro-intestinal du cheval, conseil à l'officine*. 104 p. Thèse de doctorat : Pharmacie. Montpellier, 2013.
- [10] KAEFFER Anne. *Mode d'emploi pour vermifuger son équidé 1 : les parasites* [en ligne]. Nantes : Techniques d'élevage, 2012. Disponible sur : <<http://www.techniquesdelevage.fr>> (consulté le 02.06.2015).
- [11] GROSJEAN Hélène, BEUGNET F. (dir.). *Epidémiologie des parasitoses intestinales équinées : étude de quatre établissements du nord de la Loire. Mise au point d'un plan de vermifugation*. 188 p. Thèse de doctorat : Vétérinaire. Maisons-Alfort : Créteil, 2003.
- [12] LAJOIX-NOUHAUD Emmanuelle, DREYFUSS Gilles (dir.). *Epidémiologie, diagnostic et traitement de quelques parasitoses équinées. Etude expérimentale menée en Limousin*. 97 p. Thèse de doctorat : Pharmacie. Limoges, 2011.
- [13] IROLA Emilie, GUILLOT Jacques (dir.). *Le diagnostic et le traitement des parasitoses digestives des équidés. Synthèse bibliographique et conclusions de la réunion d'experts*

organisée par l'AVEF à Reims le 8 octobre 2008. 179 p. Thèse de doctorat : Vétérinaire. Maisons-Alfort : Créteil, 2010.

[14] KAEFFER Anne. *Mode d'emploi pour vermifuger son équidé 1 : les parasites* [en ligne]. Nantes : Techniques d'élevage, 2012. Disponible sur : <<http://www.techniquesdelevage.fr>> (consulté le 02.06.2015).

[15] COLLOBERT-LAUGIER C. « Rôle du parasitisme dans les coliques du cheval: prévalence et pouvoir pathogène des principales espèces parasitaires. » *Prat Vét Equine*, 1999, 31, p. 123-134.

[16] AGENCE NATIONALE DE SECURITE SANITAIRE DE L'ALIMENTATION, DE L'ENVIRONNEMENT ET DU TRAVAIL. *Index des Médicaments vétérinaires autorisés en France* [en ligne]. Disponible sur : <<http://www.ircp.anmv.anses.fr>> (consulté le 01.09.2015).

[17] KAEFFER Anne. *Comparaison des vermifuges équins autorisés en France* [en ligne]. Nantes : Techniques d'élevage, 2012. Disponible sur : <<http://www.techniquesdelevage.fr>> (consulté le 02.06.2015).

[18] HUCHARD Elise, DORCHIES Philippe (dir.). *Connaissance actuelle sur les méthodes de lutte contre les helminthoses digestives du cheval*. 91 p. Thèse de doctorat : Vétérinaire. Toulouse, 2004.

[19] MEMAIN Elodie, ALDEBERT Delphine (dir.). *La vermifugation du cheval*. 85 p. Thèse de doctorat : Pharmacie. Grenoble, 2010.

[20] CONGRES AVEF (2007, Deauville). *Vermifugation : Dose, Absorption, Résistances*. LHERETE-BONNEAU Aude. 5 p.

[21] BEUGNET Frédéric, « La résistance aux antiparasitaires chez les parasites des chevaux », *Bulletin Académie Vétérinaire France*, 2006, 159, 1, p. 77-87.

[22] PRUNEL Marie, LAUGIER Claire. « Des ascaris résistants à l'ivermectine ». *Cheval Santé*, 2011, n°76, p. 16-17.

[23] KAEFFER Anne. *Vermifuger son équidé : une année résumée* [en ligne]. Nantes : Techniques d'élevage, 2013. Disponible sur : <<http://www.techniquesdelevage.fr>> (consulté le 02.06.2015).

[24] LUSSOT-KERVEN Isabelle. « Vermifuges et parasites, le bon compromis ». *Cheval magazine*, 2014, n°509, p. 89-92.

[25] COUROUCE-MALBLANC Anne. « Vermifugez de manière responsable ! ». *Cheval santé*, 2015, n°97, p. 66-67.

[26] BEUGNET F. « Printemps : une recrudescence de parasites ». *Cheval santé*, 2012, n°79, p. 37-42.

- [27] BEUGNET F. « Comment vermifuger intelligemment ? ». *Cheval santé*, 2009, n°61, p. 50-57.
- [28] BARLETTA Johanna, MARNAY Laetitia. « Outils d'estimation du poids d'un cheval » [en ligne], *équ'idées*. IFCE, 2013. Disponible sur : <<http://www.haras-nationaux.fr>> (consulté le 01.10.15).
- [29] CARON Yannick, BORDE Laura, LOSSON Bertrand, AMORY Hélène. « La vermifugation régulière systématique des chevaux est-elle vraiment nécessaire ? » [en ligne]. *Veterinaria (Bruxelles) : Bulletin d'Information de l'Union Syndicale Vétérinaire Belge*, Belgique, 2013. Disponible sur : <<http://hdl.handle.net/2268/168891>> (consulté le 07.06.2015).
- [30] DEBERGE Estelle, GUILLOT Jacques (dir.). *La vermifugation sélective chez les équidés*. 111 p. Thèse de doctorat : Vétérinaire. Maisons-Alfort : Créteil, 2013.
- [31] CABARET J. « Gestion durable des strongyloses chez le cheval à l'herbe : réduire le niveau d'infestation tout en limitant le risque de résistance aux anthelminthiques », *Fourrages*, 2011, n°207, p. 215-220.
- [32] MARTIN-ROSSET W., TRILLAUD-GEYL C. « Pâturage associé des chevaux et des bovins sur des prairies permanentes : premiers résultats expérimentaux », *Fourrages*, 2011, n°207, p. 211-214.
- [33] KAEFFER Anne. *Les vermifuges naturels expliqués : les bienfaits* [en ligne]. Nantes : Techniques d'élevage, 2014. Disponible sur : <<http://www.techniquesdelevage.fr>> (consulté le 28.07.2014).
- [34] LABRE Philippe. *Médecines naturelles en élevage*. Tome 2. Phytothérapie et aromathérapie chez les ruminants et le cheval. Thônes : Femenvet, 2012. 352 p.
- [35] SHALABY Hatem A., FARAG Tarek K. « Body surface changes in gastrointestinal helminthes following in vitro treatment with allium sativum oil » [en ligne], *Veterinary Science and Technology*, 2014, 5, 1. Disponible sur : <<http://dx.doi.org/10.4172/2157-7579.1000153>> (consulté le 01.08.15).
- [36] KAEFFER Anne. *L'ail pour les équidés : ses effets indésirables* [en ligne]. Nantes : Techniques d'élevage, 2013. Disponible sur : <<http://www.techniquesdelevage.fr>> (consulté le 02.06.2015).
- [37] KAEFFER Anne. *Produits naturels, phytothérapie, huiles essentielles ... Attention aux dosages* [en ligne]. Nantes : Techniques d'élevage, 2014. Disponible sur : <<http://www.techniquesdelevage.fr>> (consulté le 02.06.2015).

- [38] KAEFFER Anne. *Les vermifuges naturels expliqués : leur mode d'emploi* [en ligne]. Nantes : Techniques d'élevage, 2014. Disponible sur : <<http://www.techniquesdelevage.fr>> (consulté le 28.07.2014).
- [39] CERNEA M., CERNEA L.C., OGNEAN L., NĂSTASA V., MAREȘ M., RĂILEANU Ș., Madeira de CARVALHO L.M. *Phytotherapy in equine strongylidosis* [en ligne]. [s.l.], [s.d.]. Disponible sur : <www.usamvcluj.ro> (consulté le 06.04.15).
- [40] OKOMBE V.E., MBUMBA T., PONGOMBO C.S. « Efficacité antiparasitaire de la poudre de graines de courge (*Cucurbita moschata* L.) sur les helminthes gastro-intestinaux de la chèvre locale élevée à Lubumbashi en République Démocratique du Congo », *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 2013, 7, 3, p.953-960.
- [41] HOUNZANGBE-ADOTE M.S., ZINSOU F.E., AFFOIGNON K.J., KOUTINHOIN B., ADAMOU N'DIAYE M., MOUTAIROU K. « Efficacité antiparasitaire de la poudre de graines de papaye (*Carica papaya*) sur les strongles gastro-intestinaux des moutons Djallonké au sud du Bénin », *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*, 2001, 54, 3-4, p. 225-229.
- [42] BRUNET S., HOSTE H. (dir.). *Analyse des mécanismes d'action antiparasitaire de plantes riches en substances polyphénoliques sur les nématodes du tube digestifs des ruminants*. 246 p. Thèse de doctorat : Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries. Toulouse, 2008.
- [43] MANOLARAKI F., HOSTE H. (dir.). *Propriétés anthelminthiques du sainfoin (*Onobrychis viciifoliae*) : Analyse des facteurs de variations et du rôle des composés phénoliques impliqués*. 185 p. Thèse de doctorat : Institut National Polytechnique de Toulouse. Toulouse, 2011.
- [44] PAYNEA S.E., KOTZEB A.C., DURMICA Z., VERCOEA P.E. « Australian plants show anthelmintic activity toward equine cyathostomins in vitro », *Veterinary Parasitology*, 2013, 196, p. 153-160.

Table des annexes

Annexe 1. Spectre d'activité des anthelminthiques disponibles	79
Annexe 2. Tableau récapitulatif des spécialités en pâte/gel disponibles	80
Annexe 3. Programme de vermifugation en fonction de la saison, de l'âge et du mode de vie du cheval	81
Annexe 4. Estimation du poids d'un cheval par l'utilisation de formules baryométriques	82
Annexe 4.1. mensurations et longueurs utilisées dans les formules baryométriques	82
Annexe 4.2. formules baryométriques pour le cheval adulte.....	82
Annexe 4.3. formules baryométriques pour le poulain en croissance.....	83
Annexe 5. Tableau récapitulatif des huiles essentielles aux propriétés antiparasitaires.....	84

Annexe 1. Spectre d'activité des anthelminthiques disponibles

Molécule	Spectre d'activité									
	Grand strongles		Cyathostomes		Oxyures		Anguillules	Ascaris	Ténias	Gastérophiles
	Adulte	Larve	Adulte	Larve	Adulte	Larve				
Pipérazine	Grise		Noire		Grise			Grise		
Praziquantel								Noire		
Fenbendazole	Noire	Noire	enk			Grise	Noire	Noire		
Mébendazole	Noire		Noire		Noire			Noire		
Ivermectine	Noire	Noire	Noire	Noire	Noire	Noire	Noire	Noire		Noire
Moxidectine	Noire	Noire	enk		Noire	Noire	Noire	Noire		Grise
Pyrantel	Noire		Noire		Grise	Grise		Noire	++	

Case blanche : inactif
Case grise : efficacité moyenne (<90%)
Case noire : bonne efficacité (≥90%)
enk : actif sur les stades larvaires enkysté
++ : actif pour une double dose

Annexe 2. Tableau récapitulatif des spécialités en pâte/gel disponibles

Molécule	Spécialité	Poids de l'animal pouvant être traité avec une unité de prise	Prix moyen
praziquantel	DRONCIT®	600 kg	20 €
praziquantel + ivermectine	EQUIMAX®	600 ou 700 kg	25 €
	EQVALAN DUO®	600 kg	25 €
	FUREXEL COMBI®	600 kg	15 €
	HIPPOPRAZ DUO®	700 kg	15 €
	IVERPRAZ®	700 kg	-
	NOROMECTIN PRAZICUANTEL DUO®	700 kg	15 €
praziquantel + moxidectine	EQUEST PRAMOX®	700 kg	25 €
ivermectine	ALVERIN®	600 kg	-
	BIMECTINE®	600 kg	15 €
	DIVAMECTIN®	600 ou 700 kg	15 €
	ECOMECTIN®	600 ou 700 kg	10 €
	EQVALAN®	600 kg	15 €
	ERAQUELL®	600 ou 700 kg	15 €
	FUREXEL®	600 kg	10 €
	HIPPOMECTIN®	600 ou 800 kg	10 €
	NOROMECTIN®	700 kg	10 €
moxidectine	EQUEST®	700 kg	17 €
	MOXIQUEST®	700 kg	-
fenbendazole	PANACUR®	600 kg	15 €
mébendazole	TELMIN®	450 kg	10 €
pamoate de pyrantel	STRONGID®	600 kg	15 €

Annexe 3. Programme de vermifugation en fonction de la saison, de l'âge et du mode de vie du cheval

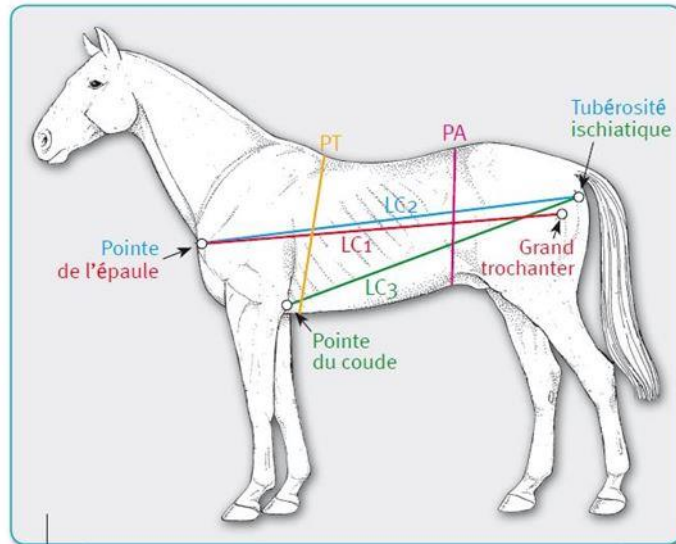
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Poulinière			Grands strongles (A)	Cyathostomes (A)		Cyathostomes (A)			Grands strongles (A, L) Ténias	Gastérophiles		
			A la mise bas : Ascaris - Anguillules								Cyathostomes (A, L)	
Poulain			Ascaris - Anguillules			Cyathostomes (A, L) - Ascaris			Anguillules Grands strongles (A, L) Ténias	Cyathostomes (A, L)		
										Gastérophiles		
Yearling		Ascaris Cyathostomes (A, L)				Grands strongles (A) Cyathostomes (A)			Grands strongles (A) Cyathostomes (A)		Grands strongles (A, L) Cyathostomes (A, L) Ténias Gastérophiles	
Cheval âgé			Grands strongles (A)	Cyathostomes (A)						Grands strongles (A, L) Ténias	Gastérophiles	
											Cyathostomes (A, L)	
Cheval au pré				Grands strongles (A) Cyathostomes (A)				Grands strongles (A) Cyathostomes (A)		Ténias Gastérophiles Grands strongles (A, L) Cyathostomes (A, L)		
Cheval au box			Grands strongles (A) Cyathostomes (A) Oxyures					Grands strongles (A) Cyathostomes (A) Oxyures		Ténias Gastérophiles Grands strongles (A, L) Cyathostomes (A, L) Oxyures		

A : stade adulte
L : stade larvaire

Annexe 4. Estimation du poids d'un cheval par l'utilisation de formules barymétriques [28]

Annexe 4.1. mensurations et longueurs utilisées dans les formules barymétriques

- Hauteur au garrot (HG) : à l'aide d'une toise à niveau au point le plus haut du garrot
- Périmètre thoracique (PT) : au niveau du passage de sangle et à l'arrière du garrot pendant la phase expiratoire
- Périmètre abdominal (PA) : autour du périmètre ombilical du cheval en phase expiratoire
- Longueur du corps 1 (LC1) : de la pointe de l'épaule jusqu'au grand trochanter
- Longueur du corps 2 (LC2) : de la pointe de l'épaule jusqu'à la tubérosité ischiatique (pointe de la fesse)
- Longueur du corps 3 (LC3) : de l'olécrane (pointe du coude) jusqu'à la tubérosité ischiatique



Annexe 4.2. formules barymétriques pour le cheval adulte

Nom de la formule	Type de chevaux	Équation
Crevat (Marcenac & Aublet 1964)	Tous types de chevaux	$PV (kg) = 80 \times PT^3 (\text{mètre})$
Milner et Hewitt 1969	Tous types de chevaux	$PV (kg) = PT^2 (cm) \times LC1 (cm) / 10815$
Ensminger 1977	Tous types de chevaux	$PV (kg) = (PT^2 (cm) \times LC3 (cm) / 10815) + 22,7$
Carroll & Huntington 1988	Tous types de chevaux	$PV (kg) = PT^2 (cm) \times LC2 (cm) / Y$ Y = 12 265 si la note d'état < 3 Y = 11 706 si la note d'état ≥ 3
Jones <i>et al.</i> 1989	Tous types de chevaux	$PV (kg) = PA^{1,78} (cm) \times LC3^{0,97} (cm) / 3011$
Martin Rosset 1990	Poulinières	$PV (kg) = (5,2 \times PT) + (2,6 \times HG) - 855$
Martin Rosset 1990	Cheval au travail (hongre, étalon, jument)	$PV (kg) = (4,3 \times PT) + (3 \times HG) - 785$
Martin Rosset 1990	Races de trait	$PV (kg) = (7,3 \times PT) - 800$
Martin Rosset 1990	Poneys	$PV (kg) = (3,56 \times HG) + (3,65 \times PT) - 714,66$
Hapgood 2002	Tous types de chevaux	$PV (lb) = PT^{1,64} (in) \times HG^{0,95} (in) \times LC2^{0,40} (in) / 278$

La note d'état corporelle est déterminée à partir du système de notation de l'INRA. Elle s'étend sur une échelle de 0 (cheval émacié) à 5 (cheval obèse) avec un optimum de 3.

Les formules de Hapgood (2002), Milner & Hewitt (1969) et Carroll & Huntington (1988) se sont révélées les plus corrélées au poids réel des chevaux mais font appel aux mensurations LC1 et LC2 plus difficiles à bien estimer. Les formules de Crevat (1964) et Martin Rosset (1990), peut être moins précises, semblent plus rapides et faciles à estimer.

Annexe 4.3. formules baryométriques pour le poulain en croissance

<p>Formule ne faisant pas intervenir la hauteur au garrot (INRA) PT = Périmètre Thoracique en cm</p>	$PV(\text{kg}) = 4,5PT - 370$
<p>Formules faisant intervenir le périmètre thoracique (PT en cm), la hauteur au garrot (HG en cm) et l'âge (A en jours)</p>	<p>Male :</p> $PV(\text{kg}) = 0,20A + 1,72HG + 2,15PT - 327$
	<p>Femelle :</p> $PV(\text{kg}) = 0,21A + 1,85HG + 2,01PT - 330,2$

Annexe 5. Tableau récapitulatif des huiles essentielles aux propriétés antiparasitaires

Nom français	Nom latin	Famille	Partie(s) utilisée(s)	Composé(s) actif(s)	Activité complémentaire
Absinthe	<i>Artemisia absinthium</i>	Astéracée	feuilles, sommités fleuries	cétone : thuyone	
Ail/Ail des ours	<i>Allium sativum</i> <i>Allium ursinum</i>	Liliacée	bulbe	allicine	insectifuge
Ajowan	<i>Carum copticum</i>	Apiacée	fruits	phénols : thymol, carvacrol	tonique digestif, stimulant immunitaire
Armoise	<i>Artemisia vulgaris</i>	Astéracée	feuilles, sommités fleuries	cétone : thuyone	spasmodique digestif, tonique
Boldo	<i>Peumus boldus</i>	Monimiacée	feuilles	ascaridol	soutien des fonctions d'élimination
Camomille romaine	<i>Chamaemelum nobile</i>	Astéracée	fleurs	cétone : pinocarvone	antispasmodique, antidouleur, anti-inflammatoire
Cannelle de Ceylan	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	Lauracée	feuilles/écorce	phénols : eugénol/cinnamaldéhyde	antispasmodique, stimulant général et immunitaire
Cannelle de Chine	<i>Cinnamomum cassia</i>	Lauracée	écorce	cinnamaldéhyde	antispasmodique, stimulant général et immunitaire
Eucalyptus à bractées multiples	<i>Eucalyptus polybractea</i>	Myrtacée	feuilles	cétone : cryptone	
Giroflier	<i>Eugenia caryophyllus</i>	Myrtacée	bouton floral	phénol : eugénol	tonique, stimulant immunitaire
Origan compact	<i>Origanum compactum</i>	Lamiacée	sommités fleuries	phénols : thymol, carvacrol	stimulant immunitaire, soutien des fonctions d'élimination
Santoline	<i>Santolina chamaecyparissus</i>	Astéracée	graines	artémisa-lactone	
Sarriette des montagnes	<i>Satureja montana</i>	Lamiacée	sommités fleuries	phénol : carvacrol	stimulant immunitaire, soutien des fonctions d'élimination
Tanaisie	<i>Tanacetum vulgare</i>	Astéracée	feuilles	cétone : thuyone	spasmodique digestif, tonique
Tea tree	<i>Melaleuca alternifolia</i>	Myrtacée	feuilles	monoterpènes	stimulant immunitaire
Thym	<i>Thymus vulgaris</i>	Lamiacée	sommités fleuries	phénols : thymol, carvacrol, linalol	stimulant immunitaire

Table des figures

Figure 1 : schéma du système digestif du cheval – S. Gangloff [2]	12
Figure 2 : schéma des temps moyens de résidence du bol alimentaire dans chaque organe du système digestif - P.L. Toutain [3].....	13
Figure 3 : principaux parasites digestifs équin- Clinique vétérinaire Grosbois	14
Figure 4 : <i>Strongylus vulgaris</i> - Merial	15
Figure 5 : cycle de développement de <i>Strongylus vulgaris</i> - C. Berard [8]	17
Figure 6 : larve de cyathostome – F. Beugnet	18
Figure 7 : larves de cyathostomes sur crottin	18
Figure 8 : cycle de développement des cyathostomes – C. Berard [8].....	20
Figure 9 : cheval dénutri	21
Figure 10 : <i>Oxyuris equi</i> sur crottin	21
Figure 11 : cycle de développement de <i>Oxyuris equi</i> - C. Berard [8]	22
Figure 12 : queue dépilée à cause de la présence d'oxyures - IFCE	23
Figure 13 : pelote d'ascaris adultes dans l'intestin grêle - F. Beugnet.....	23
Figure 14 : cycle de développement de <i>Parascaris equorum</i> - C. Berard [8]	25
Figure 15 : <i>Strongyloides westeri</i> - Merial.....	26
Figure 16 ; cycle de développement de <i>Strongyloides westeri</i> - C. Berard [8]	28
Figure 17 : <i>Anoplocephala magna</i> - F. Beugnet.....	29
Figure 18 : <i>Anoplocephala perfoliata</i>	29
Figure 19 : cycle de développement <i>Anoplocephala perfoliata</i> - C. Berard [8]	30
Figure 20 : larve de gastérophile	31
Figure 21 : larves de gastérophiles dans l'estomac - F. Beugnet.....	32
Figure 22 : œufs de gastérophiles sur les membres d'un cheval - IFCE	33
Figure 23 : cycle de développement des gastérophiles	34
Figure 24 : structure chimique de la pipérazine	35
Figure 25 : structure chimique du praziquantel	36
Figure 26 : structure chimique du fenbendazole	39
Figure 27 : structure chimique du mébendazole	39
Figure 28 : structure chimique de l'ivermectine.....	41
Figure 29 : structure chimique de la moxidectine.....	42
Figure 30 : structure chimique du pyrantel.....	43
Figure 31 : ruban baryométrique - L. Marnay.....	52
Figure 32 : structure chimique de l'ascaridol.....	63
Figure 33 : structure chimique de la thuyone	63
Figure 34 : <i>Artemisia absinthium</i> - Köhler	63
Figure 35 : structure chimique de l'eugénoïl	64
Figure 36 : <i>Eugenia caryophyllus</i> - Köhler	64
Figure 37 : structure chimique du thymol.....	65
Figure 38 : structure chimique du linalol	65
Figure 39 : structure chimique du carvacrol	65
Figure 40 : laurier du japon.....	65
Figure 41 : structure chimique de l'allicine	66
Figure 42 : <i>Chamaemelum nobile</i> - Köhler	66

Figure 43 : structure chimique du pinocarvone	66
Figure 44 : <i>Echinacea purpurea</i>	69
Figure 45 : <i>Curcubita pepo</i>	70
Figure 46 : <i>Dryopteris filix mas</i> - Köhler	70
Figure 47 : structure chimique de base des flavonoïdes	71
Figure 48 : sainfoin	72

SERMENT DE GALIEN

Je jure en présence de mes Maîtres de la Faculté et de mes condisciples :

- d'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement ;
- d'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement ;
- de ne jamais oublier ma responsabilité, mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine, de respecter le secret professionnel.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères, si j'y manque.

**Les médicaments anthelminthiques équins : vers leur gestion raisonnée
et l'utilisation de plantes médicinales aux propriétés antiparasitaires**

Résumé :

L'utilisation systématique d'anthelminthiques chimiques dans le traitement des parasitoses digestives équine depuis les années 1980 a conduit à l'apparition de multirésistances préoccupantes car aucune nouveauté thérapeutique n'est en cours de développement.

Après un bref rappel des principaux parasites digestifs équins et des traitements disponibles, ce travail propose différentes clefs pour améliorer leur utilisation, limiter les infestations en agissant sur l'environnement des chevaux et présente les alternatives possibles en phytothérapie.

A la lecture de l'ensemble des données rassemblées, il paraît indispensable de modifier les habitudes de vermifugation pour maintenir un arsenal thérapeutique efficace. De plus, les connaissances actuelles sont insuffisantes pour permettre l'utilisation de plantes médicinales aux propriétés antiparasitaires en remplacement des anthelminthiques de synthèse.

Mots-clés : parasitoses, équins, anthelminthiques, phytothérapie.

Abstract : Since the 1980's, the systematic use of chemical anthelmintics for the treatment of digestive equine parasitosis induced the development of multiresistances and no any therapeutic innovation is being developed.

After an overview of the main equine digestive parasites and available treatments, this work explain different solutions to improve their use, to limit infestation by acting on the horse environment and suggest alternatives in phytotherapy.

With all the data collected, it seems essential to change the habits of deworming to maintain an effective therapeutic arsenal. Furthermore, current knowledges are insufficient to allow the use of medicinal plants with antiparasitic properties in replacement of synthetic anthelmintics.

Keywords : parasitosis, equines, anthelmintics, phytotherapy.