



HAL
open science

Mise au point d'une technique d'estimation de la charge parasitaire chez la chèvre

Yann-Téva Christian

► **To cite this version:**

Yann-Téva Christian. Mise au point d'une technique d'estimation de la charge parasitaire chez la chèvre. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. hal-02957964

HAL Id: hal-02957964

<https://hal.inrae.fr/hal-02957964>

Submitted on 5 Oct 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université des Antilles : UFR des sciences exactes et naturelles

Master 2EME ANNEE

BIOLOGIE SANTE EN MILIEU TROPICAL

RAPPORT DE STAGE

**Mise au point d'une technique d'estimation de la
charge parasitaire chez la chèvre**

CHRISTIAN Yann-Téva

Tuteurs : Mr Mathieu BONNEAU et Mr Jean-Christophe BAMBOU

Organisme : INRAE Unité de recherche zootechnique

Période : 3 Février au 20 juin 2020

Date de soutenance : 22 juin 2020

Année universitaire 2019-2020

SOMMAIRE

<u>Remerciements</u>	p.4
<u>I Introduction</u>	P.5
.Caprin en Guadeloupe.....	P.5
. <i>Haemonchus Contortus</i>	P.6
. <i>Trichostrongylus Colubriformis</i>	P.7
.Les Méthodes de diagnostic.....	P.8
.Résistance, Tolérance, Résilience.....	P.9
.Les stratégies de lutte.....	P.10
.Stratégie n°1.....	P.11
.Gestion de la contamination des pâturages :.....	P.11
.Aide à l'automédication :.....	P.11
.Stratégie n°2.....	P.12
.Vaccin :.....	P.12
.Résistances génétiques.....	P.13
.Stratégies nutritionnel.....	P.14
.Stratégie n°3.....	P.15
.L'utilisations de plantes.....	P.15
.Propriétés du cuivre.....	P.16
.Objectif du Stage.....	P.16
<u>II Matériels et méthodes</u>	P.17
.Animaux et gestion des échantillons :.....	P.17
. <u>NIRS</u>	P.17
. <u>Rstudio et traitement des données statistiques</u> :.....	P.18
. <u>Coproscopie</u>	P.19

SOMMAIRE

<u>III Résultats et discussion :</u>	P.20
<u>.1 Visualisation des spectres</u>	P.20
<u>.2 Les stratégies d'apprentissage du modèle</u>	P.21
<u>.Conclusion :</u>	P.23
<u>.Références</u>	P.24-27

.Remerciements :

Pour ce stage je tiens à remercier avant tout mes encadrants Mr Mathieu Bonneau et Mr Jean-Christophe Bambou. Ayant répondu à leur offre de stage, ils m'ont permis d'avoir l'opportunité à travers ce stage d'obtenir de l'expérience et des connaissances dans le domaine de la parasitologie. Je remercie Calif Brigitte Suzitte qui m'a encadré au labo formé sur l'utilisation du NIRS, et fourni une aide précieuse dans l'accomplissement de mes manipulations. Ensuite je voudrais également remercier l'ensemble des professionnels de l'URZ pour leur accueil et le temps que certains m'ont accordés pour répondre à mes questions. Enfin, je voudrais remercier Mr Oliver Gros pour son travail dans la gestion et la prise en charge des élèves de master 2 de biologie santé en milieu tropical.

I Introduction :

Les nématodes gastro-intestinaux sont des parasites que l'on retrouve à l'état naturel au sein des pâturages. Une trop grande ingestion de parasites peut compromettre la bonne croissance des animaux, diminuer leur bien-être, voir conduire à la mort lorsque rien n'est fait pour aider l'animal. Le parasitisme représente une part importante des pertes chez les élevages des animaux en plein air, plutôt qu'en bâtiment, car en en bâtiment, les fèces et donc les parasites ne sont pas en contact avec la nourriture. Et donc de cette manière le parasite ne peut pas boucler son cycle dans les élevages en bâtiment. La mesure du niveau d'infestation permet de mieux gérer le parasitisme en ne traitant que les animaux infestés et ainsi diminuer les risques d'apparition de résistances aux médicaments (anthelminthiques pour le traitement des parasites)

De nos jours, l'estimation du niveau d'infestation des animaux passe par le comptage des œufs de parasites présents dans les fèces. Cette technique reste coûteuse en temps, mais peut également s'avérer peu fiable, compte tenu du fait qu'un grand nombre d'œufs dans les fèces peut à la fois être la conséquence d'un grand nombre de parasites chez l'animal ou d'une forte fécondité des parasites présents dans l'animal. Les erreurs de comptages sont à prendre en compte avec cette méthode et de plus cela doit se faire en laboratoire, donc les éleveurs sont pour la plupart n'ont pas ces moyens à disposition et ce retrouve donc dans l'incapacité de mettre en place ce système de prévention.

Les pathologies engendrées par les strongles gastro-intestinaux (SGI) provoquent d'importantes pertes dans les élevages de petit ruminant partout à travers le monde. En particulier dans les régions intertropicales où les conditions climatiques sont plus favorables au développement de SGI que dans les régions à climat tempéré. La mortalité des jeunes caprins des suites d'une infestation par des SGI atteint 40% en Guadeloupe ([Aumont 1997](#)). Et cette même mortalité sans traitement anthelminthique atteindrait 16% chez les caprins créole entre le sevrage et 260 jours post-sevrage d'après une étude réalisée à l'INRA Antilles-Guyane ([Mandonnet et al., 2003](#))

.Caprin en Guadeloupe :

Le cheptel caprin en Guadeloupe est estimé à 7 109 têtes comportant 1 263 chevrettes, 3 238 chèvres ayant mis bas et 2 608 autres caprins en 2018. Contre 39 012 têtes pour le cheptel bovin, 14 495 têtes pour le porcin, 1 370 pour l'ovin et 507 000 pour la volaille la même année ([Agreste 2019](#)).

La chèvre créole est une race de viande locale bien adaptée à l'environnement tropical de la Guadeloupe. En mai 2008. De plus contrairement à d'autres races que l'on retrouve en climat tempérés, elle résiste plutôt bien aux parasitismes. Une enquête de 47 fermes de chèvres a été menée afin de décrire le

système d'élevage Caprin Guadeloupéen. La moyenne est de 31 chèvres par éleveurs. 4% n'ont que des chèvres créoles. La majeure partie soit 62%, ont un troupeau mixte de créole et métis. Un tiers, 34%, n'ont que des métis. Les éleveurs apprécient la rusticité et la résistance de la chèvre créole mais trouvent qu'elles grandissent trop lentement. Les principaux traits recherchés par ces derniers sont la conformation et la croissance des mâles (Gunia M. *et al.*, 2010).

. Haemonchus Contortus :

C'est le parasite ayant la prévalence la plus importante dans les élevages à travers le monde (Kearney *et al.*, 2016).

Haemonchus Contortus fait partie de la famille des trichostrongles qui est découpée en quatre sous familles comprenant les principales espèces parasites de ruminants domestiques. *Haemonchus Contortus* appartient à la sous famille des *Haemonchinae* regroupant des espèces ayant pour particularité d'être hémato-phages. *Haemonchus Contortus* parasite les ovins et les caprins (Saulai M. *et al.*, 2019).

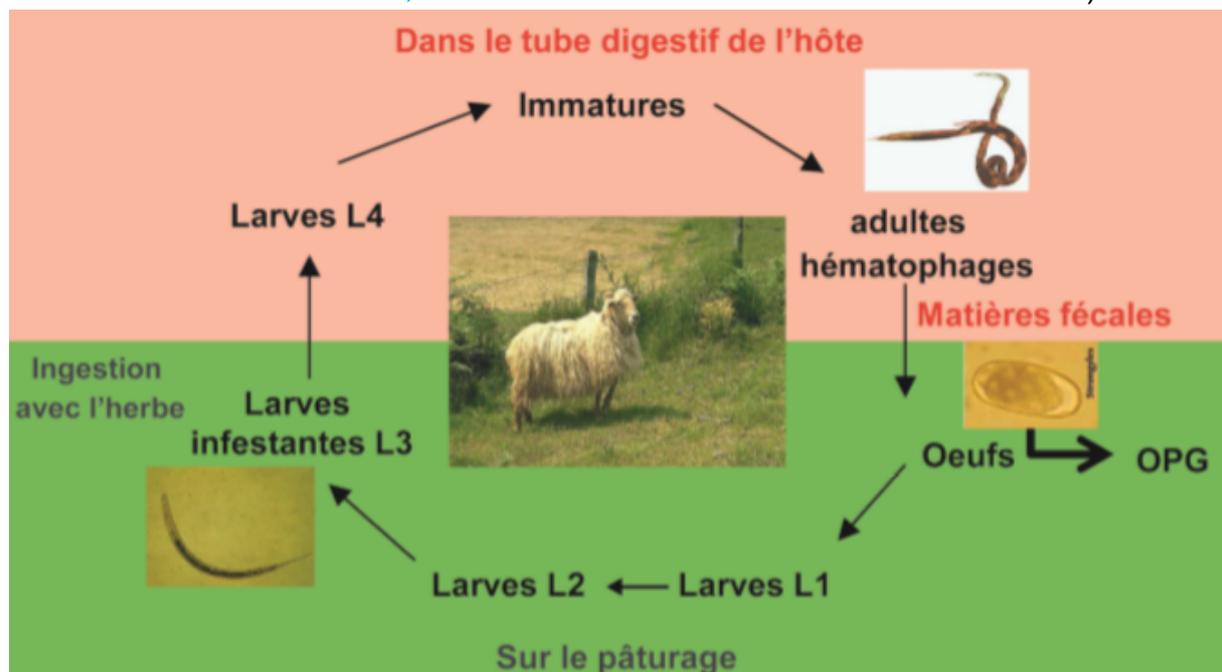


Figure 1 : cycle de vie de *Haemonchus contortus* (C. MORENO-ROMIEUX *et al.*, 2017).

Le cycle de vie de ce parasite comme présenter avec la figure 1 est composé d'une phase en pâturage et une autre dans le tube digestif. Les œufs sont aux sols et ce développe lorsque les conditions sont favorables. Puis le parasite passe par 3 stades larvaires de L1 à L3 où elle peut à présent infester l'hôte et passer dans le tube digestif. Elle y passera le stade larvaire L4 et terminera en atteignant l'âge adulte pouvant alors ce reproduire. Les œufs sont alors excrétés dans le pâturage et le cycle recommence. Ce cycle ce déroule sur une durée d'environ 20 jours.

Il s'agit d'un parasite qui infecte la caillette des petits ruminants (ovins et caprins). De par sa nature hématophage à partir du stade L4 il entraîne des pertes importantes de productions dans les élevages de petits ruminants ainsi que de la mortalité par anémie (Poppi *et al.* 1990).

Avec ses grandes capacités d'adaptation il a une distribution géographique mondiale et ce malgré les variations climatiques de certaines régions. Entre autres ses œufs sont excrétés dans les matières fécales et ont une température optimale de développement de 20-30°C (Veglia, 1915) De plus les œufs embryonnés sont plus résistants que les non embryonnés (Silverman et Campbell, 1959), cependant une température hivernale de 5°C ou moins empêche leur développement (Coyne et Smith, 1992). En effet, elles sont capables de stopper leur développement en début de stade L4 afin de survivre à la période hivernale. Aussi les femelles ont une forte fécondité par rapport aux autres espèces de strongle avec une moyenne de 5000 à 7000 œufs par jour.

En raison des conditions d'humidités et de température optimale aux Antilles, ce strongle est particulièrement répandu dans cette zone géographique et d'autres ayant les mêmes propriétés climatiques. Il est notamment responsable de 45% de la mortalité des jeunes agneaux en région tropical (Ceriac S. *et al.*, 2018).

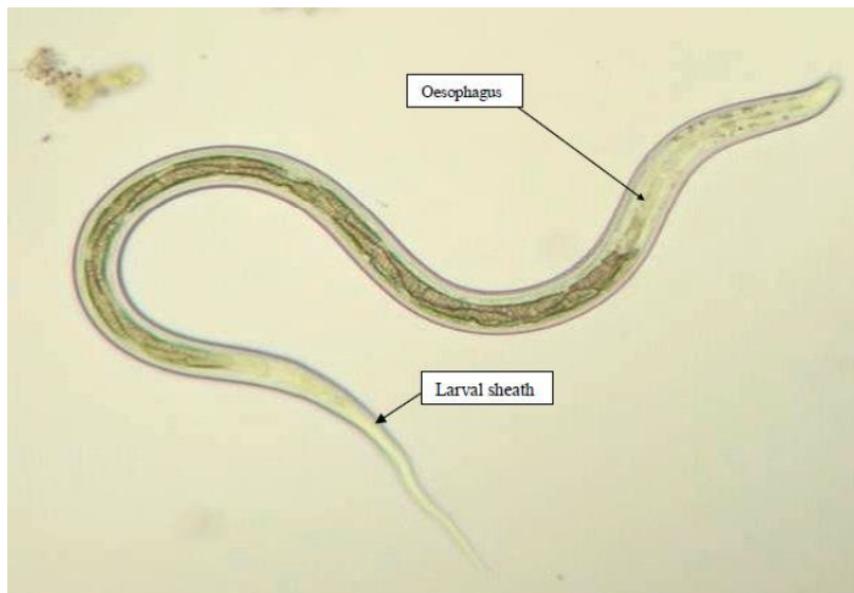


Figure 2 : Observation d'*Haemonchus Contortus* au microscope optique (Mahmoud M. *et al.*, 2017).

.Trichostrongylus Colubriformis :

C'est un nématode également présent dans de nombreuse région du monde. Il s'installe dans l'intestin grêle. Au stade adulte *T ; Colubriformis* mesure entre 5 et 10 mm. Il a une forme allongée et est de couleur brunâtre. Il possède un système digestif tubulaire, qui le traverse de la bouche à l'anus. Toutes les espèces de

Trichostrongylus ont un cycle de développement direct. Les ruminants sont infestés par l'ingestion des L3. Ces dernières peuvent survivre jusqu'à 6 mois dans l'environnement. Après leur ingestion, les L3 vont arriver dans l'intestin grêle entre 2 et 5 jours. Ces L3 vont perdre leurs graines dans la caillette, puis pénétrer les muqueuses de l'intestin grêle pour se transformer en L4 entre les 7^{ème} et 8^{ème} jours d'infestation. Le 16^{ème} jour, les L4 muent en L5. Les premiers vers atteindront le stade adulte 3 semaines après l'infestation. *T.Colubriformis* parasite surtout la partie antérieure de l'intestin grêle en entraînant parfois des pertes partielles de microvillosités du duodénum (Ceria S. et al., 2018)

Les méthodes de Diagnostic :

Les éleveurs utilisent deux principales méthodes pour déterminés plus ou moins le niveau d'infestations de leurs animaux, cela représentant un enjeu majeur dans la lutte contre les strongles gastro-intestinaux du fait du développement rapide de résistance aux anthelminthiques (Papadopoulos, 2008).

Lorsque l'on traite tous les animaux, les parasites résistant vont être sélectionné très facilement d'autant que la répartition des parasites n'est pas homogène dans la population de chèvre. En fait les larves ce retrouvant au sol seront donc majoritairement résistant et donc la nouvelle génération de parasites qui va suivre aussi. C'est pourquoi on change souvent de pâturage lorsque l'on traite les animaux.

La technique FAMACHA qui consiste à observer la couleur de la muqueuse oculaire et à décider s'il y a traitement ou non selon un gradient de rouge, permettant de déterminé approximativement le niveau d'anémie de l'animal. Cette méthode a été développé spécialement pour lutter contre *H.Contortus* et a pour objectif de permettre de repérer et de ne traiter que les animaux les plus infestés (Mahieu et al., 2005).



Figure 3 : Guide de la méthode FAMACHE : les deux premiers stade on ne traite pas, le 3^{ème} on s'interroge sur la nécessité de traité l'animal, 4^{ème} il faut traité et dernier stade, la mort de l'animal est imminente (source : <https://attra3.ncat.org/viewhtml/?id=602>).

La deuxième technique, c'est la détermination de l'OPG par comptage des œufs au microscope en utilisant des lames Mc master modifiées. Les éleveurs prélèvent des échantillons de fèces et les envoient en labo pour comptage. La lame Mc master modifiées est le moyen le plus courant et efficace pour obtenir un compte d'œufs de fèces de petit ruminant. Cette lame permet de jouer sur la densité des œufs afin de les faire flotter en surface de la lame qui grâce à une grille permet d'organiser le comptage. L'OPG (sensibilité de détection 8 OPG) est ensuite déterminé par calcul (voir matériel et méthode),

([how to do the modified Mc master fecal egg counting procedure \(web.uni.edu/sheepngoat/files/Mcmaster-Test_Final3.pdf\)](http://web.uni.edu/sheepngoat/files/Mcmaster-Test_Final3.pdf)).

Il existe quand même d'autres méthodes que l'utilisation de lame McMaster modifier pour la détermination de l'OPG :

_Le Wisconsin modifié : Le principe est de faire en sorte que les œufs ce retrouve en surface par centrifugation et utilisation d'une solution de « sheater ». On place alors une lamelle directement sur le ménisque puis après 5 minutes on la place sur une lame pour comptage (sensibilité de détection 5 OPG)

_Le Mini-FLOTAC : Composé d'un disque de lecture et de deux accessoires, la clé et l'adaptateur du microscope, deux chambres de flottaison de 1 mL en combinaison avec fill-FLOTAC (récipient en plastique qui permet d'homogénéiser les fèces). Donc une fois les fèces homogénéisées, les œufs sont compté via les chambres de lecture (sensibilité de détection 5 OPG) (Kesley L. *et al.*, 2018).

.Résistance, tolérance, résilience :

Les ovins et caprins peuvent être classés en animaux sensibles, résistants et résilients aux infestations par les SGI. La résistance génétique aux SGI est la capacité de l'animal à limiter l'installation et par conséquent le niveau d'infestation.

La résilience est la capacité à limiter les effets physiopathologiques des SGI et par conséquent à maintenir un certain niveau de production, contrairement aux animaux sensibles (Ceriak S. *et al.*, 2018).

Les animaux résilients ont la capacité d'atténuer les effets délétères du parasitisme sans pour autant limiter le niveau d'infestation (Ceriak S. *et al.*, 2018).

La sensibilité est l'incapacité à contrôler le niveau d'infestation et ses effets délétères et peut conduire à la mort de l'animal en l'absence d'un traitement anthelminthique efficace (Ceriak S. *et al.*, 2018).

La résistance, la résilience et la sensibilité des animaux sont influencées essentiellement par leur stade physiologique, leur alimentation et leur génotype. A noter qu'aucun animal n'est résistant ou résilient à 100%, il y aura toujours un certain degré d'expression de ces caractéristiques. Ainsi, les jeunes animaux en croissance qui n'ont pas encore de système immunitaire habitué aux parasites et les mères en fin de gestation qui subissent une dépression physiologique de leur système immunitaire sont les plus vulnérables à une infestation. Il est généralement admis que les caprins sont plus sensibles aux infestations par les SGI que les ovins (Ceriak S. *et al.*, 2018).

On peut donc retenir que la résilience et la résistance sont deux termes utilisés pour décrire la réponse des petits ruminants à l'infection aux SGI. Pour étudier la résistance on s'attardera donc sur le nombre d'œufs dans les fèces voir la charge parasitaire. Et la résilience elle, est étudiée via la mesure du taux de PCV (pour Packet Cells Volume, ou volumes de cellules sanguin, ce taux sert à déterminer si l'animal est en anémie ou non), lorsque l'on étudie la résilience à *H. contortus* et via l'ADG (pour Average Daily Gain) pour les SGI en général chez des animaux en croissance, ou pour la production de lait ou de laine...etc (Ceriak S. *et al.*, 2019).

De cette façon des auteurs rapportent que l'excrétion fécale d'œufs serait plus élevée chez le caprin comparativement à l'ovin consommant la même prairie. Cette différence serait due à une réponse immunitaire des caprins moins efficace que celle des ovins (Ceriak S. *et al.*, 2018).

Les Stratégies de lutte :

Pendant longtemps, la principale stratégie contre le parasitisme gastro-intestinal a été l'éradication des nématodes gastro-intestinaux par l'utilisation de molécules chimiques (anthelminthiques). En grande partie parce que le développement de résistances contre ces molécules n'a été pris en compte qu'au

moment où les parasites commençaient être résistant à la majorité de ces molécules. D'où l'importance de changé d'approche (Ploeger et Everds, 2018).

De plus l'impact négatif de ces médicaments sur la biodiversité des sols couplé aux inquiétudes sur la présences de résidus dans ces produits animales ont conduits certains états du monde à préconiser une réduction significative de l'utilisation de molécules chimiques dans la production animale (Alder *et al.*, 2016).

Cela développe la nécessité de développer des stratégies de contrôles alternatives en compléments d'une utilisation parcimonieuse des pratiques classiques pour le contrôles des infections des SGI qui restent une préoccupation majeure dans l'élevage des petits ruminants.

Avec l'apparition de résistance aux anthelminthiques toujours plus nombreuses chez les SGI, l'importance de trouver une alternative non chimique c'est révélé être des plus important.

Les efforts de recherches se sont concentrés sur trois aspects principaux :

_la réduction du risque de contact entre les ruminants et le SGI principalement par des stratégies de gestions des pâturages.

_L'amélioration de la résistance de l'hôte par sélection génétique, l'utilisation de vaccin efficaces et de stratégies nutritionnelles

_L'amélioration de l'efficacité des anthelminthiques par la réduction de leur utilisation avec une administration ciblé et l'utilisation de ressources végétales.

(Van Wyk et Bath, 2002).

.Stratégie n°1 :

.La gestion de la contamination des pâturages :

La gestion des pâturages a été utilisée à des degrés divers durant des décennies. Stratégiquement utilisée avec les anthelminthiques et le concept de refuge. Ce concept repose sur le fait d'isolé une partie de la population de vers et de l'abstraire de tout traitement anthelminthiques. L'objectifs est que les chèvres porteuses de ces vers encore sensibles, permettent d'homogénéisé le taux de résistance de la population de parasite à la generation suivante. Cela permet alors lors d'une nouvelle infestation d'obtenir une population de vers plus homogène entre sensible et résistant (Kearmey P.E., *et al.*, 2016).

La gestion réussi et durable des pâturages nécessite la connaissance et la compréhension de la répartition saisonnières des larves de parasites, de l'origine des larves engendrant les pics, et les conditions climatiques requise pour l'éclosion des œufs, pour le développement des larves ainsi que pour leur survie (Kearmer P.E., *et al.*, 2016).

Après un traitement anthelminthique, les chèvres sont déplacées si nécessaire dans un nouveau pâturage plutôt que sur l'ancien contaminé. Le nouveau pâturage est choisi dépendamment du climat (tropical ou tempéré) et de la saison. On évite comme ça la réinfection immédiate des animaux, réduisant le besoin d'utilisation de produit chimiques et le taux de contamination du nouveau pâturage donc le taux de réinfections des bêtes ([Burke et al., 2009](#)).

Pour les éleveurs n'ayant pas suffisamment d'espace et de ressources, cette technique est appliquée en rotation avec d'autres espèces.

.Aide à l'automédication :

Les petits ruminants, comme tous les autres petits ruminants, préfèrent les aliments qui leur fournissent les nutriments dont ils ont besoins quand ils en ont besoin ([Junhke et al., 2012](#)).

Par conséquent avec la capacité des animaux à sélectionner les aliments en fonctions de leur état interne, la préférence alimentaire des chèvres pendant l'infection à *H. Contortus* représente un certain intérêt. Des chevreaux ont montré une tendance à augmenter leur consommation d'arbuste riche en tanin en réponse à l'infection à *H. Contortus*. En comparaison des chevreaux non infectés ont minimiser leur consommation ([Amit et al., 2013](#)).

Des agneaux ayant un aliment riche en tanins ce sont habituer aux effets anthelminthiques de ceux-ci. Une fois infecté, leur consommation c'est orienté préférentiellement sur cet aliment. Lorsque l'on traite ces agneaux aux anthelminthiques, leur orientation préférentielle diminue. D'après ces observation, il serait possible et appliquer un système de gestion qui permettrait aux animaux infectés de s'automédiquer ([Juhnke et al., 2012](#)).

Une étude mené par [Marie-Magdeleine C. et al., \(2010\)](#) a notamment permis de mettre en évidence plusieurs propriété intéressante de la feuille de manioc pour soigner les chèvres. Divers extraits ont été testés aqueux, méthanolique et de dichlorométhane. Les résultats éclairent sur la probable activité anthelminthique du manioc contre *H. Contortus*. Une activité qui viendrait des terpénoïdes et des TC contenus dans la feuille.

L'étude expliqué précédemment a été mené sur des moutons, mais d'après [Hoste et al.,\(2010\)](#) les chèvres sont beaucoup plus susceptibles d'afficher ce comportement d'automédication.

.Stratégie n°2 :

.Vaccin :

L'immunisation spécifique est actuellement une des approches mobilisant le plus de recherche pour le contrôle non chimique de *H. Contortus*. De nombreuse

études ont été mené sur les ovins à partir de protéines de la membrane intestinales de *H.Contortus* adultes (exemple : [Le Jambre et al., 2008](#)). Il s'agit en fait d'utilisé les antigènes basé sur cette protéine. Cette méthode jusqu'à présent abouti aux résultats les plus élevée chez les moutons.

En 2016, [Lorena M. et al.](#), ont testé cette approche chez les chèvres. Malheureusement leur résultats bien que montrant une charge parasitaire moins importante chez les chèvres vaccinés, aucune corrélation n'a été observer entre les titres individuels et la charge de vers à l'autopsie et ce malgré que les titres moyens en anticorps 14 jours pré-autopsie soient révélatrices d'une intensité plus élevé d'anticorps pour la vaccination.

Il serait indispensable de développer un vaccin efficace pour toutes les classes d'âge en ce qui concerne les chèvres. Cela est dû au fait que les chèvres n'acquièrent pas d'immunité à *H.Contortus* en grandissant et en atteignant la maturité ([Hoster et al., 2010](#)) Cette approche reste tout de même prometteuse et mérite d'être approfondi, elle permettrait par exemple de réduire la mortalité des jeunes caprins avec un vaccin ciblé sur cette classe d'âge.

.Résistances génétiques :

Il a été démontré que les moutons peuvent développer une résistance à *Trichostrongylus Colubriformis* de 5 à 6 mois ([Chiejina et Sewell, 1974](#)). Cette résistance s'exprime initialement pendant 1 période de 4 à 8 semaines lorsque la plupart des larves entrantes ne parviennent pas à s'établir alors que le nombre de vers adultes n'est pas affecté. Ensuite, C'est une période pendant laquelle les vers adultes sont expulsés ([Chiejina et Sewell, 1974](#)).

Les autres effets observés du développement d'une résistance à *T.Colubriformis* sont :

_une diminution de la fécondité des nématodes femelles

_une diminution du rapport des vers mâles femelles ([Dineen et Widon, 1980](#)).

Lorsque l'on examine l'excrétion des œufs de nématodes et que l'on compare les résultats Ovin et Caprins, le constat revient, les chèvres ont une capacité moins importante à développer une résistance aux *Trichostrongyles*. Cette différence est expliqué par une différence de comportement alimentaire ([Jallow et al., 1994](#)), plus le développement moins efficace de la résistance aux nématodes chez les chèvres([Le Jambre , 1984](#)).

Bien que de la majorité des études sur les résistances à *T.Colubriformis* sont focalisé sur la résistance des moutons, en 1988, [Pamray W.E et al.](#), ont permis de mettre en évidence une capacité à développer des résistances à *T.colubriformis* par

certaines chèvres, laissant ainsi entendre que les chèvres ne sont pas dénuées d'espoir en ce qui concerne cette stratégie de contrôle des SGI.

De plus en ce qui concerne la résistance à *H. Contortus*, certaines chèvres comme les chèvres naines d'élevage de l'Afrique de l'ouest sont dotées d'une résistance et d'une résilience naturelle inhabituellement forte aux souches natives d'*H. Contortus*. On dit qu'elles sont Haémonchotolérante (Samuel N. *et al.*, 2015).

Au niveau local, les chèvres créoles présentent également de l'intérêt, avec notamment une sélection du caractère de résistance qui a permis de constater sur ces chèvres une diminution de 32% du nombre d'œufs excrétés. De plus une meilleure croissance des chevreaux a pu être constatée pour ceux sevrés par une mère résistante (Mandonnet N. *et al.*, 2014).

Stratégies nutritionnelles :

Les ruminants puisent leur nutriments dans 3 sources d'alimentation principales, la digestion des aliments, la synthèse de population microbiennes gastro-intestinales et leur réserves. Ces 3 sources de nutriments permettent un apport énergétique et protéique aux animaux conséquent. C'est pourquoi tous deux impactent la résistance et la résilience aux SGI. (Ceria S. *et al.*, 2018).

Accroître l'apport alimentaire de nutriment conduit à une meilleure résilience et/ou résistance aux SGI par un effet indirect dû à cette alimentation qui est liée à une satisfaction des besoins accrus en nutriments qui résulte de l'infection (Haste H. *et al.*, 2005). Ainsi en 2015 Leslie G-G *et al.*, ont suggéré via leur étude qu'un tel contrôle des SGI par l'alimentation pourrait être renforcé en ajustant la stratégie de supplémentation aux caractéristiques des fourrages disponibles dans la zone de pâturage. Par conséquent, dans les pelouses où les herbes tropicales sont le principal fourrage disponible, la supplémentation en sources de protéines s'est avérée être une stratégie valable (Nolan JV, *et al.*, 1999).

D'autre part, lorsque les animaux broutent une végétation riche en protéines, la supplémentation avec sources d'énergie fermentescible par le rumen (comme le grain de maïs) peut être une bonne stratégie pour améliorer la résilience contre les SGI.

Le grain de maïs pourrait alors aider à profiter de l'abondance d'azote dégradable par le rumen en exploitant son énergie fermentescible par le rumen des chèvres et permettra alors d'obtenir 4 effets positifs chez les animaux :

_ Augmentation de la production de protéine microbienne du rumen atteignant la caillette.

_ Hausse de la production d'acide gras volatile.

_ baisse du coût énergétique de l'excrétion de nématodes du corps de la chèvre.

_ une partie de l'amidon du maïs contournerait la fermentation du rumen et atteindrait la digestion post-ruminale.

La conséquence de tout cela est une augmentation de la quantité de nutriment disponible pour l'animal ([Leslie G-G et al., 2015](#)).

Pour aborder un exemple local, une étude a été menée à l'Inra de Guadeloupe a permis de mettre en évidence une résistance des chèvres créoles. Des jeunes caprins Créoles ont été infectés artificiellement par des *H. Contortus* afin d'étudier l'effet de la supplémentation sur la résistance des enfants créoles génétiquement résistants et sensibles à l'infection des SGI. Cette alimentation a alors été associée à une augmentation de la résilience et de la résistance à l'infection au GIN. Cela a été prouvé par une hausse du taux de croissance, une baisse de l'excrétion des œufs de SGI dans les fèces et l'absence d'anémie aiguë dans des groupes supplémentés.

Il y aurait corrélation avec l'équilibrage apporté dans l'apport de protéine et de nutriment par la supplémentation. Donc les enfants caprins sensibles sont plus influencés par une supplémentation accrue, aboutissant à l'absence de différence de résistance à l'infections entre les animaux résistants et sensibles lorsque que tous deux sont supplémentés ([J.C Bambou et al., 2011](#)).

Stratégie n°3 :

L'utilisation des plantes :

Les plantes bioactives contenant des tanins condensés (TC) peuvent jouer un rôle essentiel dans le contrôle des SGI chez les ovins et les caprins ([Hoste et al., 2006](#)). L'effet des TC correspondrait à un endommagement de la cuticule des SGI adulte, le degré de dommage dépendant de la durée du temps d'exposition entre le vers et la TC dans la caillette ([Samuel N. et al., 2015](#)).

Les propriétés des anthelminthiques de TC ont été étudiées plus intensivement. La consommation de ces molécules est associée à une altération de l'établissement des larves infectieuses de troisième stade (L3) chez les hôtes, voire à une amélioration de la réponse immunitaire de ces derniers, entraînant ainsi une réduction de la contamination des pâturages et charges de vers chez les animaux ([Mueller-Harvey 2006, Oliveira et al., 2013, Hoste et al., 2015](#)).

Un autre avantage de l'utilisation de la réponse immunitaire des TC omis les propriétés anthelminthiques vu précédemment, c'est leur capacité à réduire les émissions de méthanes (CH₄) entérique (Hristone *et al.*, 2013). Les émissions de ce gaz par les ruminants constituant l'une des sources les plus importantes de gaz à effet de serre, une bonne utilisation des TC pourrait représenter un enjeu majeur concernant les impacts de l'élevage et de l'agriculture sur le changement climatique et l'environnement (Gerber *et al.*, 2013)

L'*Acacia mearnsii* est un exemple de plante utilisable pour exploiter les propriétés du tanin condensé. L'extrait de poudre d'écorce de cette plante les propriétés anthelminthiques ont pu être prouvées en 2019 par Lima. P. *et al.*

Un autre exemple de plante montrant un intérêt pour le traitement et la gestion des infections aux SGI est *Lespedeza Cuneata*. Cette plante est originaire d'Asie d'Australie orientale. Elle fait partie des plantes à fleurs de la famille des légumineuses et est également connue sous le nom de « trèfle chinois ». On la retrouve aussi dans d'autres régions du monde en tant que plante envahissante. Son utilisation en tant qu'alternative aux anthelminthiques porte alors un second intérêt en permettant de s'en débarrasser et de limiter sa propagation. En 2014, Tommuru D.S *et al.*, ont montré que cette plante utilisée sous forme de farine de feuille en boulettes permettrait de réduire considérablement les niveaux d'infections des jeunes chevreaux nourris avec par rapport à d'autres nourris avec des pastilles dite « commerciale ». L'intérêt de *Lespedeza cuneata* est donc avéré, que ce soit pour l'intérêt environnemental ou pour la santé des jeunes chevreaux (Kommuru D.S *et al.*, 2014).

.Propriétés du Cuivre :

Les composés contenant du cuivre sont connus depuis longtemps (Wright *et Boziceich*, 1931). Les particules de cuivre se sont révélées avoir un effet anthelminthique en particulier contre *H. Contortus* (Bang *et al.*, 1990). Cependant un manque de persistance (<28 jours) de l'efficacité de ce traitement a été démontré. Heureusement, son utilité a quand même été confirmée pour réduire la contamination des pâturages en périodes de forte transmission de nématodes. Couplés au système FAMACHA, cette méthode pourrait pallier aux manques de disponibilité des nouveaux anthelminthiques monepantel et derquantel dans certaines fermes (Vatta A.F. *et al.*, 2012).

.Récapitulatif :

L'utilisation intelligente des anthelminthiques consiste à utiliser les connaissances sur la physiologie de l'hôte, la pharmacocinétique des anthelminthiques, la biologie des parasites et la connaissance de l'état de la résistance aux anthelminthiques à la ferme pour maximiser l'efficacité du traitement et réduire la sélection de la résistance aux médicaments (Kaplan, 2014).

L'erreur qui a été produite entraînant cette résistance importante résistances des SGI c'est l'utilisation des anthelminthiques sur TOUT le troupeau. Alors qu'il aurait suffi de tout simplement ne traité qu'une petite partie de celui-ci. Puisque les vers ne sont pas uniformément répartis avec 20% des animaux regroupant environs 80% des SGI de l'ensemble du troupeau (Barger, 1985).

C'est pourquoi la recherche c'est étendu sur les 3 différentes stratégies énoncé précédemment.

.Objectifs du stage :

En vue de pouvoir plus facilement traité les animaux infesté et évité l'apparition de résistances chez les SGI, l'objectif principal lors de ce stage est donc de mettre au point une nouvelle méthode d'estimation reposant sur la technologie proche infrarouge (NIRS). Il sera donc nécessaire d'également approfondir les connaissances sur l'estimation du niveau d'infestation des animaux à partir de l'OPG (œufs par gramme de fèces) afin de pouvoir fournir et s'appuyer sur un modèle viable lors des estimations.

Problématiques : Le NIRS est-il un moyen suffisamment précis et fiable afin de déterminer le taux d'infestation par des strongles gastro intestinaux chez les caprins ?

II Matériel et méthodes :

.Animaux et gestion des échantillons :

L'étude a été menée à partir de 5 chevreaux créoles infestés artificiellement avec 10 000 larves de *Haemonchus Contortus* au stade L3 de leur développement. Des jeunes chevreaux ont été privilégiés pour cette étude car nous devons être certains que les échantillons présentes des quantités suffisantes d'œufs, et donc il fallait minimiser leur résistance au parasite en sélectionnant des animaux naïfs.

Avant le début des expérimentations un des animaux est mort, nous faisant commencer les manipulations avec 4 animaux. Un autre est mort après la première semaine d'expérimentation. Les fèces ont été prélevées par les éleveurs du centre Duclos en utilisant de longues chaussettes attachées à l'arrière des animaux de sorte à former des sacs ouvrable et refermable à volonté. Ainsi les sacs étaient fermés la veille de récupérations d'échantillons pour les prélèvements, soit le lundi, mardi et mercredi. Les échantillons étaient ensuite ramenés au labo pour effectuer des analyses via NIRS (Near Infrared Spectroscopie) et via coproscopie.

.NIRS :

Le NIRS repose sur la spectroscopie. Il s'agit de l'étude de l'interaction de la lumière avec la matière. On exploite la capacité des molécules à absorber de

l'énergie dans les infra-rouges qui correspondent aux longueurs d'onde comprises entre 800 et 11 000nm. Le NIRS comme son nom l'indique (Near Infrared) s'attarde sur les infra-rouge proches ici de 800 à 2500 nm environs.

Ainsi puisque chaque molécule absorbe plus ou moins d'énergie pour chaque longueur d'onde, on obtient en soumettant une molécule à nos différentes longueurs d'onde un spectre d'absorbance qui lui est caractéristique. Il est alors possible d'identifier et de reconnaître différents spectre d'absorbance en utilisant le NIRS et ainsi d'associer à ce spectre une molécule un produit et même d'y déceler un, voir des agents étranger. Ici l'objet qui renvoie un spectre est les fèces et l'agent étranger les œufs de parasites. Ainsi en étudiant via logiciel les variations engendrées dans le spectre par les œufs il est possible d'obtenir une quantification de ceux-ci.

Les échantillons étaient broyé et peser sur plus ou moins 150g de fèces par échantillons. Cela suffisait afin de procéder à nos expérimentations. Une fois pesé puis broyé, on procédait au remplissage des cellules de NIRS avec 20 cellules par échantillons, soit un total de 80 cellules.

Les cellules étaient ensuite placées dans le NIRS pour lecture. La machine lisait les spectres et retranscrivait les données à l'aide du logiciel ISIScan.

A raison de 80 cellules par jours on arrive à 240 spectres par semaine.

.Coproscopie :

La coproscopie est la méthode de référence pour l'estimation de l'OPG et a pour objectifs d'obtenir le nombre d'œufs par grammes de fèces des échantillons afin d'avoir une idée de la quantité d'œufs qui correspond à nos résultats avec le NIRS.

D'abord entre 4 et 5 grammes de fèces sont pesé dans 3 tubes eppendorf par échantillons. On remplit d'eau puis agite manuellement ou par vortex. On procède alors à 15 min de centrifugations à 2800 tours/min, pour éliminer le plus gros des débris dans les fèces. L'eau est vidée et remplacé par 35ml d'eau saturé en sel, cela permettra que les œufs soit en surface lors de la lecture. On re-centrifuge encore 15 min à 2800 tous/min. Une fois cette dernière centrifugation terminé le contenu de chaque tube eppendorf est mis sous agitation magnétique pour permettre un prélèvement homogène. Le prélèvement est alors placé sous lame McMaster modifié, il s'agit de lame sur lesquels il y a deux cellules, comportant chacune un réseau de 6 colonnes de comptages.

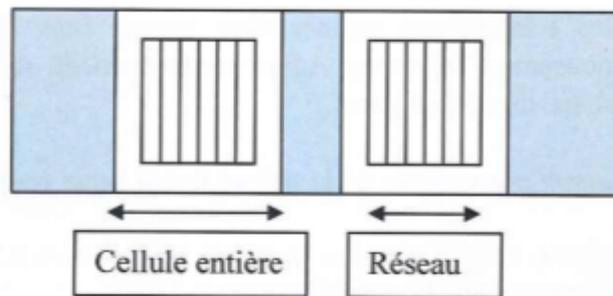


Figure 4 : schéma d'une lame McMaster modifié avec ces 2 réseaux

Le comptage est effectué sous microscope à grossissement x40 selon les critères suivant :

_si il y a moins de 10 œufs sur le total des deux réseaux de la lame le comptage doit être effectué sur le total des cellules, et on précise alors que le comptage a été effectuer en champ total (CT).

_la présence d'œufs d'autres espèces doit être relevé si possible

_lorsque certain œufs sont déjà embryonnées le précisé également.

_ Le total d'œufs est noté par échantillons et avec le poids pesé par échantillons.

L'OPG (Œufs par grammes de fèces) est calculé de la manière suivante :

Sachant que le volume d'une cellule est de 0.5ml et d'un réseau de 0.3ml on a :

_si le comptage a été réalisé sur les 2 réseaux la formule est :

$$\text{OPG} = ((n : V1) \times (V2 + [P : d])) / P \text{ avec } d = m/V \approx 1$$

$$\Rightarrow \text{OPG} = ((n : 0.3) \times (35 + P)) / P$$

Avec n : nombre d'œufs lus

V1 : volume total lu (ml)

V2 : volume de Nacl rajouté (ml)

P : poids des fèces utilisé (g) D : densité des fèces approximée à 1

_si le comptage a été réalisé sur toute la lame la formule sera alors :

$$\text{OPG} = ((n : 1) \times (35 + P)) / P$$

Rstudio et traitement des données statistiques :

Rstudio est un logiciel de codage permettant de traiter des données statistiques. On l'utilise pour de nombreuses manipulations statistiques, ici nous l'utiliserons pour établir un modèle linéaire permettant de prédire l'OPG d'un animal en fonction du spectre d'absorbance de ses fèces.

L'objectif est de pouvoir obtenir à partir de nos spectres, donc notre jeu de donnée, une estimation de l'OPG. Pour cela on utilise une partie de ce jeu de données qui servira de base au modèle, ce sont les données d'apprentissage. L'autre partie servira à tester le modèle ainsi construit. Pour faire simple, le modèle est estimé à partir des données d'apprentissage, on l'utilise ensuite pour faire une estimation de l'OPG à partir des données de test. Cette OPG est alors comparée à celle obtenue lors des coproscopies pour valider ou non le modèle.

Pour obtenir ce que l'on veut c'est-à-dire l'OPG à partir de nos spectres, on se base alors sur un modèle simple, un modèle linéaire. Ainsi à partir d'une régression linéaire on obtient les valeurs des paramètres de notre modèle.

Nous avons 4 animaux à notre disposition, donc 4 pools de résultats potentiellement différents. C'est pourquoi deux stratégies ont été abordées :

_ Stratégie « leave on out » on fait un modèle pour tous les animaux :

Dans cette stratégie, on utilise les spectres d'un des animaux comme ensemble de test et on utilise tous les autres pour faire l'apprentissage du modèle. On répète ce processus pour chaque animal. L'objectif est d'appliquer un modèle issu des 3 autres animaux sur celui restant. .

_ Stratégie n°2 : on fait un modèle par animal :

Ici on n'utilise que les spectres propres à chaque animal pour estimer son propre modèle. Une partie des spectres (60%) servent à construire le modèle et l'autre partie (40%) pour tester le modèle obtenu.

Nous obtenons alors pour chaque stratégie des OPG calculés à partir des différents modèles pour nos 4 animaux. L'étape suivante consiste à calculer le taux d'erreur lors du calcul des OPG par les modèles pour les valider ou les invalider.

L'erreur est calculée en faisant la valeur absolue de la différence entre l'OPG calculé et l'OPG attendu, le tout divisé par l'OPG attendu. On multiplie ensuite par 100 pour obtenir le résultat en pourcentage d'erreur.

III Résultats et discussion

Les résultats ne seront pas discuter à partir d'autres articles car il n'y a pas encore de travaux sur le sujets, il s'agit de test pour déterminer de la possible d'utiliser le NIRS dans ce domaine.

.1 visualisation des spectres.

Les résultats ont été obtenus sur deux semaines pendant la période du 2 mars au 11 mars, ce qui fait comme expliqué précédemment un total de 480 spectres obtenu sans suppression des spectres aberrant.

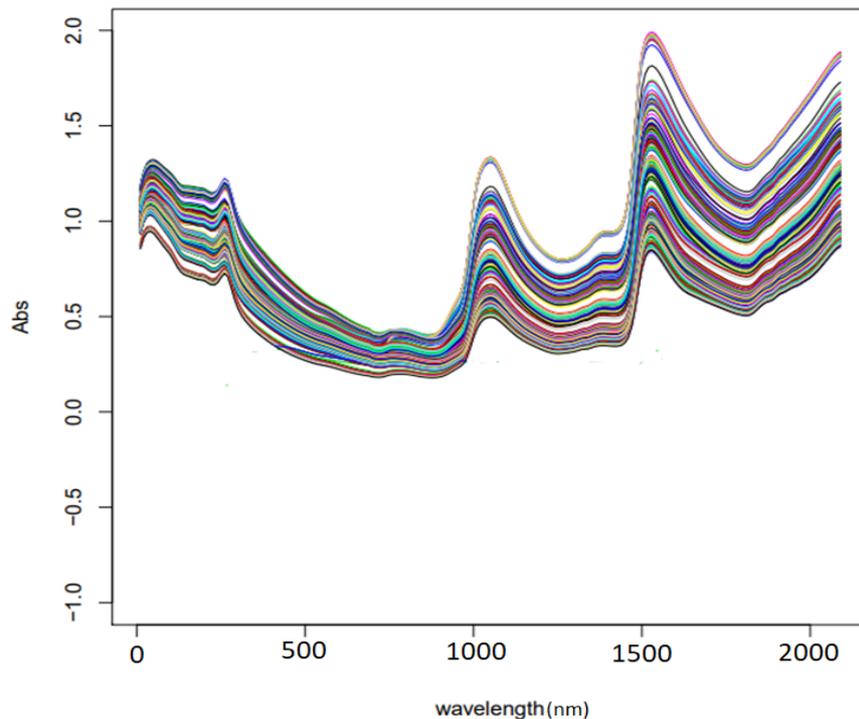


Figure 3 : Ensemble des spectres visualisé via le logiciel en ligne Chemflow avec les longueurs d'onde (en dizaine de nm) en abscisse et l'absorbances en ordonné.

Sur la figure 3 on a les différents spectres de nos animaux obtenue sur nos deux semaines de manipulations. Les valeurs aberrantes ont d'ores et déjà été supprimées. On peut constater les différents pics d'absorbance à environs 1200 nm et 1600 nm.

.2 Les Stratégies d'apprentissage du modèle :

Les résultats suivant ont été obtenus sur 4 chevreaux et sont présenter par numéro d'animal (19330, 19366, 19380 et 19480).

.a) «leave one out», un modèle pour tous les animaux :

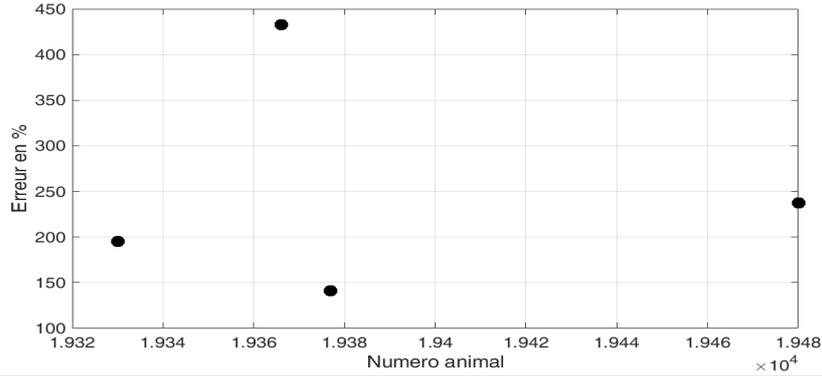


Figure 4 : Pourcentage d'erreur moyenne du calcul d'OPG pour chaque animal.

On peut constater en observant cette figure que les pourcentages d'erreur moyenne obtenue sont très élevés pour tous les animaux, avec 195.5% d'erreurs pour l'animal 19330, 432% pour le 19366, 141% pour le 19380 et 237% pour le 19480. Ces résultats montrent que les modèles obtenus ne sont certainement pas viables. On ne peut donc pas conclure de la fiabilité de cette méthode de cette façon.

b.) Un modèle par animal :

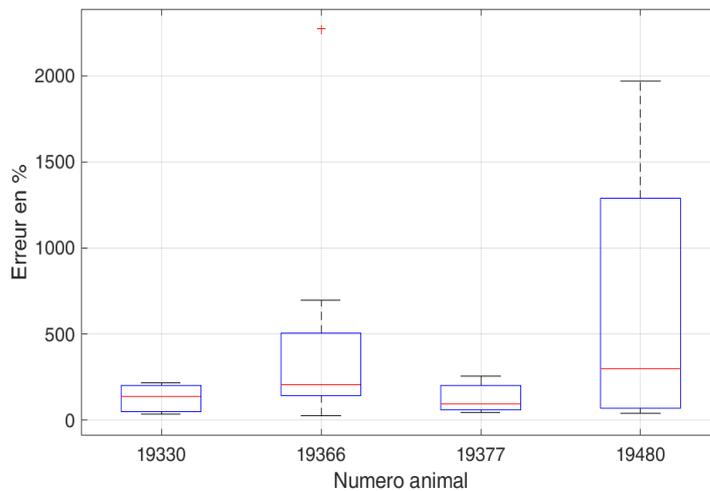


Figure 5 : Pourcentage d'erreur médian du calcul d'OPG par animal.

Sur cette figure même constat que précédemment, l'erreur obtenue pour chaque animal est bien trop importante pour pouvoir valider cette méthode et les modèles utilisés pour l'obtention des OPG. Avec un pourcentage d'erreur médian de 138% pour l'animal numéro 19330, de 205% pour le numéro 19366, 94% pour le numéro 19377 et de 237% pour le numéro 19480.

Nous avons obtenu un échec pour chacune des approches tentées, les pourcentages d'erreur obtenu étant beaucoup trop élevée pour valider un des modèles. Le nombre de données pour la construction des modèles était bien inférieur à ce qui était prévu. La période initial de manipulation pour l'obtention de

spectre était du 2 mars au 27 mai soit 13 semaines. 240 spectres devaient être obtenus par semaines ce qui aurait fait un total de 3120 spectres sans compter les valeurs aberrantes possiblement contenu dans ce pool de données et qui serait donc supprimer. En comparaison aux seuls 2 semaines de manipulation effectué, la précision des résultats est clairement réduite en comparaison.

Il nous aurait fallu également les spectres des animaux avant infestation, cela aurait permis une comparaison des résultats et d'avoir une meilleur idée de la pertinence du NIRS pour déterminer le taux d'infestation.

Les erreurs de manipulations lors du comptage des œufs et du calcul des OPG sont aussi à prendre en compte. Un mauvais comptage pouvant rapidement influé sur la valeur de l'OPG.

Les modèles pourraient tout simplement ne pas être bons, c'est une possibilité. D'autant plus que que les erreurs obtenues pour nos modèles montrent clairement une tendance dans ce sens.

Ou encore le NIRS pourrait tout simplement pas être suffisamment précis/sensible pour pouvoir détecter le niveau d'infestation.

Donc nos résultats ne sont pas exploitables en l'état, le manque de données est flagrant, et les erreurs obtenues avec celles disponibles montrent une tendance à ce que les modèles ne soient pas valides. Quand bien même, cette méthode reste une voie intéressante à étudier, et des résultats favorable quant à l'obtention d'OPG via un modèle adéquat permettrati de considérablement faciliter les diagnostique pour les éleveurs, notamment à l'aide de la technologie NIRS portable.

.CONCLUSION :

Haemonchus Contortus est un nématode dont la prolifération engendre de nombreuses contraintes pour les éleveurs à travers le globe. D'autant qu'avec l'apparition de toujours plus de résistance aux anthelminthiques le développement de nouvelles stratégies de luttés c'est montrer être indispensable pour contrôler les populations de SGI chez les petits ruminants. Et bien que les stratégies actuelles montrent une efficacité satisfaisante, il serait intéressant de développer d'autres

alternatives. C'est pourquoi nous nous sommes intéressés aux possibilités offertes par le NIRS. Malheureusement, nos résultats ne se sont pas montrés concluants et satisfaisants à cause du manque de données et des taux d'erreurs conséquents obtenus.

Il serait intéressant de reproduire cette expérience avec cette fois un nombre de données suffisant pour tirer une conclusion sur l'exploitabilité des propriétés du NIRS pour le diagnostic de la charge parasitaire.

.Références

- _Alder et al., 2016, effect of ivermectin application on the diversity and function of dung and soil fauna :regulatory and scientific background information. Environ.Toxicol.Chem., 35 (2016), pp.1914-1923.
- _Amil et al., 2013,Self-medication with tanin-rich browse in goats infected with gastro-intestinal nematodes, Vet. Parasitol., 198 (2013),pp.305-311.
- _Aumont et al., 1997, Parasitisme digestif des petits ruminants dans les antilles françaises.INRA prod.Anin.10(1),79-89.
- _Bambou J.C. et al., Effect of dietary supplementation on resistance to experimental infection with *Haemonchus Contortus* in creole kids.
- _Bang et al., Effect of copper oxide wire particle treatment on establishment of major gastrointestinal nematodes in lambs. Res Vet.Sci. 1990 ;49 :132-137.
- _Barger, 1985, The statistical distribution of trichostrongylid nematodes in grazing lamb. Int.J. Parasitol., 15 (1985),pp.645-649.
- _Besier, 2012, Refugia-based strategies for sustainable worm control : factor affecting the acceptability to sheep and goat owners. Vet. Parasitol., 186 (2012), pp.2-9.
- _Besier, 2014, Development and production of a vaccine against *Haemonchus Contortus* in sheep.
- _Burke et al., 2009, Impact of rotational grazing on management of gastrointestinal nematodes in weaned lambs, Vet parasitol., 163 (2009),pp.67-72.
- _Ceriac S. et al., 2018, Impactes des interactions entre le statut nutritionnel et le parasitisme gastro-intestinal sur les réponses animales chez les petits ruminants.
- _Ceriac S.et al., 2019, Effect of the nutritionnal status of creole goats on the density-dependent prolificacy of *Haemonchus Contortus*.
- _Coyne, MJ., Smith, G., 1992, The development and mortality of free living stages of *Haemonchus Contortus* in laboratory Culture.Int J Parasitol 21,847-853.
- _Datta FU., et al., 1999, Long term effects of short-term provision of protein-enriched diets on resistance to nematode infection, and live-weight gain and wool growth in sheep. International Journal for parasitology, 29,479-488.
- _Dineen,J.K et Windon,R.G.,1980, The effect of required resistance on adult worms of *Trichostrongylus Colubriformis* in Loub. Int. J. Parasitol., 10 : 244-252.
- _Gerber et al., 2019, Tacking climate change through livestock-A global assessment of emission and mitigation opportunities. FAO, rome (2013), P.115.
- _Gunia M. et al., 2010, Production system of creole goat and their implications for a breedingprogramme.

Références

_Hoste H. et al., 1997, Response to challenge infection with *Haemonchus Contortus* and *Trichostrongylus Colubriformis* in dairy goats. Consequence on milk production.

_Hoste et al., 2006, The effects of Tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. trends parasitol., 22 (2006), pp. 253-261.

_Hoste et al., 2015, tanning containing legumes as a model for nutraceuticals against digestive parasites in livestock. Vet. Parasitol., 212 (2015), pp.5-17.

_Hoste et al., 2010, Goat-nematode interactions : think differently. Trends Parasitol., 26 (2010), pp.376-381.

_Hristov et al., 2013, Mitigation of methane and nitrous oxide emission from animal operations : I. A review of enteric methane mitigation option. J. Anim.Sci., 91(2013),pp. 50045-5069.

_Jallow.O.A., et al., 1994, Intake of trichostrongylid larvae by goats and sheep grazing together. Aust. Vet. J.361-364.

_Juhnke et al., 2012, Preference for condensed tannin by sheep in response to challenge infection with *Haemonchus Contortus*, Vet parasitol., 188 (2012), pp.104-114.

_Kaplon, 2004, Responding to the emergence of multiple-drug resistant *Haemonchus Contortus* : Smart drenching in FAMACHA. Proc. Georgia Vet. Med.Assoc.,2004 Food Anim.Conf., Irwinville,GA (2004).

_Kearney et al., 2016 'Toolbox' of strategies for managing *Haemonchus Contortus* in goats : what's in and what's out. Veterinary parasitology 220,93-107.

_Kesley L. et al., 2018, Comparison of fecal egg counting methods in four livestock species.

_Kommuru D.S. et al., 2014, Use of pellets *Sericea Lespedeza* (*Lespedeza Cuneata*) for natural control of coccidia and gastrointestinal nematodes in weaned goats.

_Kommuru D.S. et al., 2015, effect of sericea lespedeza leaf meal pellets on adults female *Haemonchus Contortus* in goats.

_Leslie G.G. et al.,2015, Comparing different maize supplementation strategies to improve resilience and resistance against gastrointestinal nematode infections in browsing goats.

_Lima. P.et al., 2019, Effects of *Acacia Mearnsii* supplementation on nutrition, parasitological, blood parameters and methane emissions in Santa Inés sheep infected with *Trichostrongylus Colubriformis* and *Haemonchus Contortus*.

_Lorena M., 2016, Vaccination of goats against *Haemonchus Contortus* with the gut membrane proteins H11/H-gal-GP.

_Mahieu M. et al., 2005, *Haemonchus Contortus* control in creole goat by using Famacha method. Effect on goat faecal egg count and preweaning growth of the kids. In 4th

Références

_international workshop on novel approaches to the control of helminth parasite of livestock, Merida (Mexico).

_Millers J.E., 2011, A comparison of two integrated approaches of controlling nematode parasites in small ruminants.

_Mandonnet,N. et al., 2003, Mortality of creole kids during infection with gastrointestinal stongyles : a survyval analysis. J Anim Sci 81, 2401-2408.

_Mandonnet, N. et al., 2014, minants: from Knowledge to Implementation in the Tropics. In: Proc. 10th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., 1-6. 10° World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Vancouver, Canad

_Moreno-Romieu C. et al., 2017, La résistance génétique aux infections par les nématodes gastro-intestinaux chez les petits ruminants : un enjeu de durabilité pour les productions à l'herbe.

_Ploeger et Everts, 2018, Alarming levels of anthelmintic resistance against gastrointestinal nematodes in shee in the Netherlans. Vet Parasitol., 262 (2018),pp. 11-15.

_Pomroy.W.E.et al., 1986, Comparison of farcal stongylate eggcounts of goats and sheep on the same pasture. N. Z. Vet. J. 34.36-37.

_Pomroy W.E. et al., 1988, Development ofresistance to *Trichostrongylus Colubrisformis* in goats.

_Poppi et al., 1990, The effect of endoparasitism on host nutrition-the implication for nutrient manipulations for nutrient manipulation. In proceedings of New Zealand Society of animal production (New Zealand Society of Animal Production),pp.237-244.

_Samuel N. et al., 2015, *Haemonchus Contortus* in west African dwaf goats : contribution to sustainable, anthelmintics-free helminth control in traditionally managed Nigerian dwarf goats.

_Sulai M. et al., 1999, Evolution de la fitness de deux lignées d'*Haemoncus Contortus* ches des ovins rendus sensibles ou résistants en conditions expérimentales. De la création de la population expérimentale à la comparaison de deux lignées.

_Silverman,P.H., Compbell, J.A., 1959, Studies on parasitic worms of sheep in Scotlan .I .Embryonic and larval development of *Haemonchus Contortus* at constant conditions.Parasitology 19,23-38.

_Van Wyk et Bath, 2002, The FAMACHA© system for managing *Haemonchus* in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. Vet.Res.,33 (2002),pp.509-529.

_Vatta A.F. et al., 2012, Persistence of the efficacy of copperoxide wire particle against *Haemonchus Contortus* in grazing South Africa goats.

Références

_Veglia F., 1915, The anatomy and life-history of the *Haemonchus Contortus* (rud). Report of the direction of veterinar research, departement of agriculture, union of South Africa, 349-500.

Wright W.H., Boricevich J. Control of gastrointestinal parasites of sheep by weekly treatments with various anthelmintics. J. Agric. Res. 1931 ;43 :1053-1069.

web : Improvin Small ruminant parasite control in new England : web.uni.edu/sheepngoat/files/Mcmaster-Test_Final3.pdf

Agreste, 2019, Mémento de la statistique agricole édition 2019, daaf.guadeloupe.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/Memento_Guadeloupe_Edition_2019_clé4928a1.pdf

Summary :

Gastro intestinal nematode management (GIS) is a major issue for the breeders of small ruminants. *Haemonchus Contortus* is a hematophagus nematode which infects the abomasum of small ruminants. The apparitions of resistance to anthelmintic and other chimic molecules in GIS is an important problem. That is why

many strategies have been developed in order to offer solution to those issues. Whether by pasture management, selections of the most resistant animals, by the use of plant or many other options. To fight and reduce the emergence of new resistance we have to be able to apply those strategies and to have a correct use of anthelmintics. So to achieve this, we have to reach a better knowledge of which animal to treat with anthelmintic using effective diagnostic method. In this study we focus on a new possibility to diagnose parasitic load with the use of NIRS system. By calibrating a model based on the spectra obtained with faeces absorbance, the model should return the eggs number per gramme of faeces (EPG). Our goal is that breeder could use a portable version and would only need to collect a piece of faeces to know if they have to treat or not.

Our results have not been conclusive due to the lack of exploitable data and the miscalculations of EPG with our model is really too important.

Key words : *Haemonchus Contortus*, nematode, NIRS, goat, small ruminant, gastrointestinal strongl.

.Résumé :

La lutte contre les strongles Gastro intestinaux (SGI) représente un enjeu majeur chez les éleveurs de petits ruminants. *Haemonchus contortus* est un nématode hématophage infectant la caillette des petits ruminants et est un des SGI

le plus envahissant et contraignant pour les éleveurs. L'apparition de résistances aux anthelminthiques et autres molécules chimique chez le SGI est une contrainte de taille de cette lutte. C'est pourquoi plusieurs stratégies ce sont développer pour offrir des réponses à ces problèmes. Que ce soit par la gestion des pâturages, la sélection des animaux les plus résistants, par l'utilisation de plante ou autres. Pour lutter et éviter l'apparition de nouvelle résistance il est donc primordial de pouvoir correctement appliquer ces stratégies et d'avoir une bonne utilisation des anthelminthiques. Il faut donc pour y arriver réussir à ne traiter que les animaux qui en ont vraiment besoin en les diagnostiquant efficacement. Dans cette étude on s'attarde sur le développement d'une possible nouvelle méthode pour diagnostiquer la charge parasitaire via l'utilisation du NIRS. En appliquant un modèle aux spectres obtenus via la lecture d'absorbance des fèces des animaux dans le NIRS qui renvoie le nombre d'œufs par gramme de fèces. L'objectif est que les éleveurs puisse s'en servir d'une version transportable et n'ai besoin que d'un petit prélèvement de fèces pour savoir si ils doivent traiter ou non.

Nos résultats n'ont pas été concluants par manque de données exploitable obtenus et des erreurs de calculs des OPG via no modèles bien trop important. Cependant cette approche n'est pas à abandonner, pas avant d'avoir montré si oui ou non il est possible d'obtenir un modèle satisfaisant pour déterminer le niveau d'infection de l'animal.

Mots clés : *Haemonchus contortus*, Strongles gastro intestinaux, nématodes, NIRS, Caprins, Petit ruminant.