

# VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

**Evaluation du potentiel anthelminthique d'un mélange commercial d'extraits de plantes sur les strongles gastro-intestinaux des chèvres et notamment sur l'espèce *Haemonchus contortus* dans le département de la Drôme**

Sanne Lukkes  
Option A2E : Adapter l'Elevage aux nouveaux Enjeux  
2021



# VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

**Evaluation du potentiel anthelminthique d'un mélange commercial d'extraits de plantes sur les strongles gastro-intestinaux des chèvres et notamment sur l'espèce *Haemonchus contortus* dans le département de la Drôme**

**Sanne LUKKES**

**Option A2E : Adapter l'Elevage aux nouveaux Enjeux 2021**

**Tuteur de stage : Michel BOUY – FiBL France**  
**Enseignant référent : Claire LAURENT – VetAgro Sup**  
Clermont-Ferrand



*L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup.*



## REMERCIEMENTS

Tout d'abord je tiens à remercier sincèrement mon maître de stage, Michel BOUY, chercheur au FiBL France, pour avoir accepté ma candidature, pour son encadrement, son aide et sa patience. Merci également à Claire LAURENT, enseignant-chercheur en Productions Animales à VetAgro Sup, pour son suivi et ses conseils tout au long de mon stage.

Je tiens ensuite à remercier Felix HECKENDORN, parasitologue et vétérinaire du FiBL Suisse pour son aide tout au long du stage et pour toutes les réponses à mes questions.

Je remercie également Elina HARINCK et Laurène FITO, pour l'accompagnement sur le terrain et en laboratoire ces 6 derniers mois. Merci pour les nombreuses relectures et toutes ses heures passées à travailler ensemble.

Je remercie chaleureusement Violaine BRUN et Michel ORAND ainsi que toutes leurs chèvres pour la participation à cet essai et pour leur gentillesse.

Merci à Tanguy BALANANT, Florence ARSONNEAU et Martin TROUILLARD pour vos conseils et votre accueil au sein de l'équipe.

Un grand merci à Axelle FRANTZ et Clémence RIVOIRE, mes deux colocataires et collègues, pour tous ces moments passés ensemble et pour votre soutien intellectuel.

Enfin, je tiens à dire merci à tous mes camarades de classe car cette année particulière nous aura soudé d'autant plus et sans eux elle aurait été beaucoup moins drôle.



# TABLES DES MATIERES

Introduction .....	1
Chapitre 1 : Les plantes comme alternative à l'utilisation des anthelminthiques pour lutter contre le parasitisme interne des caprins .....	3
I. Les strongles gastro-intestinaux : un risque sanitaire marqué en élevage caprin confronté à une baisse d'efficacité des traitements anthelminthiques .....	3
1. Les strongles gastro-intestinaux en élevage caprin .....	3
2. Diagnostic et suivi des infestations pas les strongles gastro-intestinaux .....	5
3. Les molécules anthelminthiques en élevage caprin .....	6
II. La phytothérapie comme alternative aux traitements anthelminthiques .....	9
1. Le recours à la phytothérapie par les éleveurs en France .....	10
2. Le potentiel avéré de la phytothérapie mais qu'il faut explorer davantage.....	10
III. Le projet « Plantes et Santé Caprine », un projet avec et chez les éleveurs .....	13
1. Remise en contexte du projet « Plantes et Santé Caprine » .....	13
2. La problématique de l'étude.....	13
Chapitre 2 : Matériels et méthodes .....	15
I. Choix des exploitations retenues .....	15
1. La méthode de sélection des fermes suivies.....	15
2. L'échantillonnage des chèvres pour la constitution des lots traités et témoins.....	16
II. La mise en œuvre de l'expérimentation .....	17
1. Intervention dans les élevages.....	17
2. Les analyses de laboratoire au sein du FiBL France .....	18
III. Le traitement des données .....	21
1. Le recueil des données .....	21
2. L'analyse des données.....	21
Chapitre 3 : Analyse des résultats.....	24
I. La comparaison du taux d'humidité des fèces entre lots.....	24
II. L'effet de Vitapar V sur le nombre d'œufs de strongles gastro-intestinaux dans les fèces.....	25
1. Comparaison du lot traité avec le lot témoin de l'élevage 1 .....	25
2. Evolution du nombre d'opg dans le lot traité de l'élevage 1 au cours du temps.....	25
3. Comparaison du lot traité avec le lot témoin négatif et du lot traité avec le lot témoin positif (Eprecis®) dans l'élevage 2.....	26
III. L'efficacité de Vitapar V évaluée par le test de réduction de l'excrétion fécale d'œufs de strongles gastro-intestinaux (FECRT) .....	27
1. Le test FECRT effectué avec le package <i>EggCounts</i> .....	27
2. Le test FECRT effectué avec le package <i>BayesCount</i> .....	27
IV. L'effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres .....	28



1.	La comparaison des notes d'état corporel (NEC) entre J0 et J28 .....	28
2.	La comparaison des photographies prises à J0 et J28 et son lien avec le traitement Vitapar V.....	29
3.	L'appréciation de l'état des chèvres par les éleveurs .....	30
V.	L'identification des strongles gastro-intestinaux présents avant et après traitement pour déterminer un effet spécifique de Vitapar V, notamment sur <i>Haemonchus contortus</i> .....	30
Chapitre 4 : Discussions et perspectives.....		32
I.	Discussion sur l'analyse des données et les résultats obtenus .....	32
1.	L'effet de Vitapar V sur les strongles gastro-intestinaux des chèvres .....	32
2.	Le test de réduction de l'excrétion d'œufs de strongles par les fèces (FECRT) .....	33
3.	L'effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres.....	34
II.	Discussion sur le protocole expérimental mis en place .....	36
1.	Méthodes d'analyses - la fiabilité des analyses coprologiques réalisées .....	36
2.	Les exploitations et les animaux suivis .....	37
III.	Perspectives de l'étude .....	38
Conclusion.....		40
Bibliographie .....		
Annexes .....		



## LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 :** Cycle des strongles gastro-intestinaux
- Fig. 2 :** Localisation des élevages de montagne et de plaine
- Fig. 3 :** Parcellaire et gestion du pâturage dans l'élevage 1
- Fig. 4 :** Parcellaire et gestion du pâturage dans l'élevage 2
- Fig. 5 :** Seringue drogueuse
- Fig. 6 :** Méthode de comparaison des deux photographies (exemple d'une chèvre de l'élevage 2)
- Fig. 7 :** Prélèvement des fèces directement dans le rectum de la chèvre
- Fig. 8 :** Coproscopie quantitative par méthode McMaster, source interne
- Fig. 9 :** Œufs de strongles gastro-intestinaux observés au microscope sur lame de McMaster
- Fig. 10 :** Culture d'œufs de strongles en bocaux (à gauche : bocaux remplis depuis quelques minutes ; à droite : bocaux retournés depuis 24h)
- Fig. 11 :** Micro-puits (ou barrettes 8 puits) pour la qPCR
- Fig. 12 :** Chronologie des différentes étapes réalisées au cours de l'essai
- Fig. 13 :** Schéma de synthèse des tests statistiques réalisés en fonction des comparaisons recherchées
- Fig. 14 :** Comparaison des taux d'humidité des fèces entre lots pour les deux élevages
- Fig. 15 :** Nombre d'œufs par gramme de fèces du lot témoin et du lot traité par Vitapar V en fonction des différentes étapes de l'essai (ns = non significatif). Comparaisons réalisées avec le test non paramétrique de Wilcoxon (élevage 1).
- Fig. 16 :** Nombre d'œufs par gramme de fèces au sein du lot traité par Vitapar V en fonction des différentes étapes de l'essai (ns = non significatif). Comparaisons réalisées avec le test non paramétrique de Wilcoxon (élevage 1).
- Fig. 17 :** Comparaison des œufs de SGI par gramme de fèces entre les trois lots en fonction des différentes étapes de l'essai (élevage 2). Significativité : \* lorsque p-value < 0,05, \*\* lorsque p-value < 0,01, \*\*\* lorsque p-value < 0,001, ns = non significatif.
- Fig. 18 :** Nombre d'œufs par gramme de fèces au sein du lot traité par Vitapar V en fonction des différentes étapes de l'essai (ns = non significatif, \* = différence significative). Comparaisons réalisées avec le test non paramétrique de Wilcoxon (élevage 2).
- Fig. 19 :** Comparaison des NEC (NS = note sternale en bleu et NL = note lombaire en rouge) entre J0 et J28 au sein des lots traités par Vitapar V et des lots témoins négatifs (p-values indiquées, si p-value < 0,05 alors la différence est significative)
- Fig. 20 :** Identification des larves L3 présentes dans les fèces des deux lots de chèvres (élevage 1)
- Fig. 21 :** Identification des larves L3 présentes dans les fèces des deux lots de chèvres (élevage 2)



## LISTE DES TABLEAUX

**Tableau I :** Caractéristiques des principaux strongles gastro-intestinaux

**Tableau II :** Anthelminthiques ayant une autorisation de mise sur le marché en élevage caprin et conditions d'utilisation (en vert la seule molécule autorisée sans délai d'attente lait, en orange les molécules autorisées mais avec un temps d'attente lait et en rouge les molécules non autorisées sur les chèvres en lactation)

**Tableau IIIa :** Référencement de plusieurs études réalisées *in vivo* sur l'efficacité des plantes contre les strongles gastro-intestinaux

**Tableau IIIb :** Référencement de plusieurs études réalisées *in vivo* sur l'efficacité des plantes contre les strongles gastro-intestinaux

**Tableau IV :** Résultats des analyses coprologiques de mélange pour un troupeau de plaine et un troupeau de montagne

**Tableau V :** Tableau d'identification des larves L3 au microscope

**Tableau VI :** Nombre de coproscopies réalisées au sein des deux élevages suivis

**Tableau VII :** Résultats du FECRT (taux de réduction de l'excrétion d'œufs et son intervalle de confiance) entre le lot traité et le lot témoin négatif et entre le lot témoin positif (Eprecis®) et le lot témoin négatif

**Tableau VIII :** Résultats du FECRT (taux de réduction de l'excrétion d'œufs et son intervalle de confiance) entre avant et après traitement pour le lot traité et le lot témoin positif

**Tableau IX :** Table de contingence pour établir le lien entre le lot (Vitapar V, témoin négatif et témoin positif Eprecis®) et l'analyse des photographies à J28

**Tableau X :** Table de contingence pour établir le lien entre le lot (Vitapar V et témoin négatif) et l'appréciation des chèvres par les éleveurs

## LISTE DES ANNEXES

**Annexe 1 :** Article sur la résistance (Michel BOUY)

**Annexe 2 :** Questionnaire éleveurs

**Annexe 3 :** Présentation de Vitapar V

**Annexe 4 :** Fiches méthodes pour apprécier la NEC d'une chèvre

**Annexe 5 :** Fiche d'appréciation à l'attention des éleveurs

**Annexe 6 :** Protocole de la coproscopie par la méthode McMaster

**Annexe 7 :** Protocole de la coproculture

**Annexe 8 :** Vérification de la normalité des distributions (nombres d'opg) de tous les lots au sein des deux élevages

**Annexe 9 :** Vérification des différences entre nombre d'opg à chaque étape de l'essai

**Annexe 10 :** Résultats bruts de l'identification des larves à la qPCR



## **LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS**

**ADN** : Acide Désoxyribonucléique

**AMM** : Autorisation de Mise sur le Marché

**ANSES** : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du travail

**FECRT**: Fecal Egg Count Reduction Test

**FIDOCL** : Fédération Interdépartementale des Entreprises de Conseil Elevage

**GDS** : Groupement de Défense Sanitaire

**L1** : larves au stade 1

**L2** : larves au stade 2

**L3** : larves infestantes au stade 3

**L4** : larves au stade 4

**L5** : larves adultes stade 5

**LDA** : Laboratoire Départemental d'Analyses

**LMR** : Limites Maximales de Résidus

**NEC** : Note d'Etat Corporel

**NL** : NEC lombaire

**NS** : NEC sternale

**OPG** : Œufs Par Gramme

**PCR** : Réaction en Chaîne par Polymérase

**RCP** : Résumé des Caractéristiques du Produit

**SGI** : Strongles Gastro-Intestinaux

**SR** : Strongles Respiratoires



## Introduction

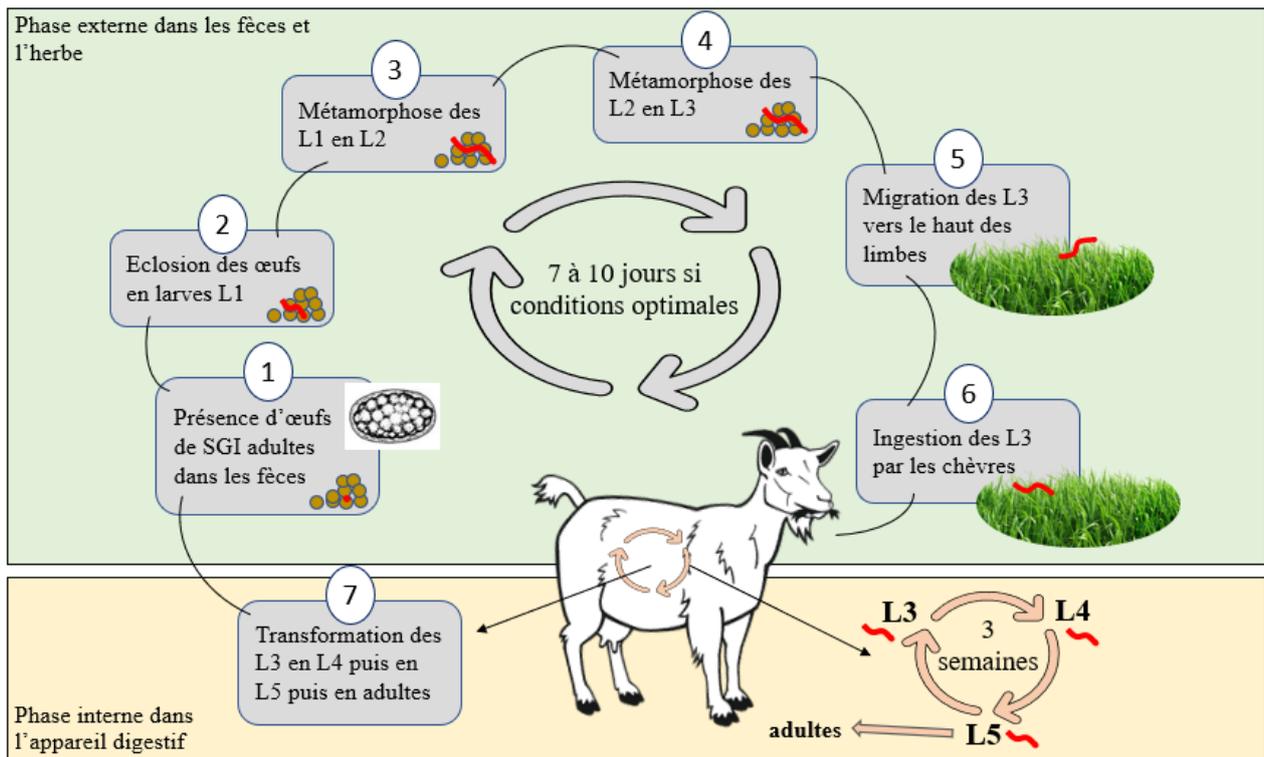
La région Auvergne-Rhône-Alpes détient le plus grand nombre d'exploitations caprines laitières en France (Institut de l'élevage, 2018). Cette filière est dynamique et diversifiée avec un mode de valorisation du lait qui s'appuie notamment sur le circuit court avec des fermes de petite taille (92 chèvres en moyenne face à 285 chèvres en Nouvelle-Aquitaine) (Institut de l'élevage, 2018). La Drôme et l'Ardèche regroupent chacun presque un quart du cheptel régional (Agreste Rhône-Alpes, 2012). La Drôme est le second département bio en nombre d'exploitations certifiées en France (Ministère de l'agriculture et de l'alimentation, 2019). Le cahier des charges de ce système de production exige le pâturage des chèvres dès que les conditions climatiques le permettent (Chambre d'agriculture 63, 2017). Cependant, lorsque les chèvres pâturent, elles sont au contact de parasites digestifs et plus particulièrement de strongles gastro-intestinaux (SGI). La maîtrise du parasitisme interne est un enjeu sanitaire et économique important pour les élevages pâturant. Une chèvre parasitée par des SGI peut présenter divers symptômes allant de la diarrhée, un poil piqué, une anémie plus ou moins sévère jusqu'à la mort si l'infestation est très importante (Hoste et al., 2012). Sa production laitière risque de chuter jusqu'à 25% si une intervention rapide n'est pas effectuée (Chartier, 2009). Ce dernier risque est important à considérer puisqu'en France l'élevage de caprins est principalement consacré à la production de lait et de fromages. Une baisse de 25% de la production laitière dans un troupeau de 92 chèvres à 800 litres/ par année de lactation entraîne des pertes annuelles au-delà de 11 000€ (FIDOCL), ce qui représente des pertes économiques non négligeables.

Comparés aux ovins et aux bovins, les caprins ont une réponse immunitaire faible face aux strongles gastro-intestinaux (Lefrileux et al., 2007). La santé des chèvres et leur production laitière sont d'autant plus affectées lorsqu'elles sont infestées par le parasite *Haemonchus contortus*. L'haemonchose peut se manifester avec une charge de 500 vers chez les chèvres alors qu'un état de maladie clinique par d'autres parasites (comme *Teladorsagia circumcincta* et *Trichostrongylus colubriformis*) ne se manifeste qu'à partir d'une infestation de plus de 5 000 vers (Menzies, 2010). Sa pathogénie s'explique par sa propriété hématophage, *H. contortus* se nourrit du sang des chèvres. Pour faire face aux SGI et particulièrement *H. contortus*, des produits de synthèse (anthelminthiques) sont utilisés de manière systématique depuis plusieurs décennies sur les troupeaux sous prescription par les vétérinaires. Cependant, ces produits présentent trois limites, tout d'abord l'apparition de résistances chez les strongles gastro-intestinaux qui rend les traitements inefficaces. Ensuite, la demande sociétale pour une agriculture plus respectueuse de la santé et de l'environnement encourage la réduction de produits de synthèse dans la gestion sanitaire des élevages (Hoste et al., 2012; Burke et Miller, 2020). Enfin, des délais d'attente lait imposés et doublés en agriculture biologique représentent des pertes de lait pour les éleveurs. Cela encourage les acteurs de la filière à trouver des solutions alternatives et durables. Parmi ces alternatives, renforcer l'immunité des animaux, améliorer la gestion du pâturage ou encore utiliser des extraits de plantes et huiles essentielles (la phytothérapie) sont des pistes à explorer. De nombreuses plantes ont en effet des propriétés anthelminthiques et semblent avoir un effet sur la diminution du parasitisme (Ali et al., 2021). Cependant, peu d'études ont été menées *in vivo* et les éleveurs attendent des solutions durables, dont l'efficacité est démontrée et prouvée sur le terrain.

Le FiBL France, institut de recherche en agriculture biologique basé dans la Drôme depuis 2017, mène de nombreuses études sur le parasitisme animal et notamment chez les petits ruminants. Leur but premier est d'apporter des solutions pratiques aux éleveurs pour le développement de l'agriculture biologique. Pour cela, des expérimentations sont menées sur le terrain, avec et chez les agriculteurs. Un mélange commercial d'extraits de plantes, Vitapar V, conçu par l'entreprise BioArmor, est testé dans le cadre de ce stage de fin d'études afin d'étudier son effet sur les strongles gastro-intestinaux des chèvres et notamment sur *H. contortus*.



L'objectif principal de ce travail est d'évaluer le potentiel anthelminthique de Vitapar V sur les SGI chez les chèvres. Le contexte de l'étude, en chapitre 1, aborde les strongles gastro-intestinaux, les méthodes de détection, la lutte par les anthelminthiques et l'alternative qu'est la phytothérapie pour une gestion durable du parasitisme interne. La partie matériels et méthodes reprend le protocole expérimental mis en place ainsi que les différents outils utilisés tout au long de l'essai. Les résultats ensuite, grâce au traitement statistique des données, permettent de mettre en lumière la présence ou l'absence d'un effet de Vitapar V sur le parasitisme interne des chèvres et tout particulièrement sur *Haemonchus contortus*. Une discussion quant au protocole expérimental et aux résultats obtenus présente les points forts, les points faibles et les perspectives de l'étude.



**Fig. 1 :** Cycle des strongles gastro-intestinaux, d'après Heckendorn et Frutschi Mascher (2014)

# Chapitre 1 : Les plantes comme alternative à l'utilisation des anthelminthiques pour lutter contre le parasitisme interne des caprins

Parmi les parasites internes des caprins, il y a les strongles respiratoires (SR) et les strongles gastro-intestinaux (SGI). Les principaux SR retrouvés chez les chèvres sont : *Dyctiocaulus filaria*, *Protostrongylus Rufescens* et *Muellerius capillaris*. Ce dernier, *M. capillaris*, est quasiment présent dans 100% du troupeau adulte lorsque celui-ci va au pâturage (Legarto et Leclerc, 2007 ; Rozette, 2009). Des troubles respiratoires (comme une toux plus ou moins sévère) sont les principales conséquences d'une infestation par ce type de strongle (Rozette, 2009). Cependant, dans la Drôme, il semble que les infestations par les strongles respiratoires sont très fréquentes sur les petits ruminants mais qu'elles se traduisent rarement par un impact clinique sur les animaux. Les SGI, présents dans le tube digestif des animaux, sont le fléau dominant chez les chèvres laitières (Hoste et al., 1999).

Les parasitoses gastro-intestinales ont un impact direct sur la santé des chèvres et représentent un enjeu économique important pour les éleveurs en système pâturant. Pour faire face aux SGI, il existe deux approches : le préventif et le curatif. Des méthodes préventives telles que la gestion du pâturage, l'utilisation de plantes à tannins ou encore la sélection des chèvres à plus haute réponse immunitaire sont possibles dans les élevages et ont prouvé leur intérêt. D'autres, telles que l'utilisation de plantes ou extraits de plantes ne sont pas encore assez développées et leur efficacité reste à prouver. Le recours aux anthelminthiques, méthode préventive et curative, est une solution efficace et indispensable pour enrayer des situations d'infestations trop importantes. Leur efficacité élevée et la facilité d'utilisation grâce à la prescription par les vétérinaires entraîne un usage systématique de ces molécules, notamment en élevage conventionnel, pour lequel les restrictions au niveau des temps d'attente lait sont moins contraignants. Cependant, ces produits de synthèse commencent peu à peu à présenter des limites : leur utilisation systématique et de façon préventive engendre l'apparition de résistances des parasites. La recherche d'alternatives est depuis inévitable.

## I. Les strongles gastro-intestinaux : un risque sanitaire marqué en élevage caprin confronté à une baisse d'efficacité des traitements anthelminthiques

### 1. Les strongles gastro-intestinaux en élevage caprin

Les SGI sont des nématodes de l'ordre des *Strongylida*, présents dans l'appareil digestif des animaux. L'ordre *Strongylida* regroupe deux superfamilles de strongles les plus présents en élevage caprin : les *Strongyloidea* et les *Trichostrongyloidea*. Seul *Oesophagostomum venulosum* appartient à la première superfamille. Tous les autres strongles dont il sera question par la suite appartiennent à la seconde superfamille (Lejeau, 2002).

#### a. Le cycle de vie des strongles gastro-intestinaux

Les SGI des ruminants ont un cycle de vie simple, commun à toutes les espèces de strongles, qui se compose de deux phases : une phase libre au pâturage (phase exogène) et une phase dans l'hôte (phase endogène)(Heckendorn et Fruttschi Mascher, 2014)(Fig. 1). La phase exogène se traduit tout d'abord par la ponte des œufs par les SGI femelles. Les œufs sont excrétés via les fèces de l'hôte et contaminent directement la pâture. Ensuite, a lieu le développement de l'œuf en larve L1, L2 puis en larve infestante L3. L'évolution en larve L3 dépend de nombreux facteurs : la température, l'humidité mais aussi l'oxygénation (Heckendorn et Fruttschi Mascher, 2014).

**Tableau I :** Caractéristiques des principaux strongles gastro-intestinaux, d'après Rozette (2009)

<b>Strongle</b>	<b>Localisation dans l'hôte</b>	<b>Prévalence</b>	<b>Lieu de contamination</b>	<b>Pouvoir pathogène</b>
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	Caillette	Elevée	Pâturage	Important
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	Intestin grêle	Elevée	Pâturage	Modéré à important
<i>Haemonchus contortus</i>	Caillette	Moyenne	Pâturage	Sévère (anémie)
<i>Chabertia ovina</i>	Gros intestin	Faible	Pâturage	Faible
<i>Nematodirus spp</i>	Intestin grêle	Faible	Pâturage	
<i>Oesophagostomum venulosum</i>	Gros intestin	Elevée	Pâturage	Faible
<i>Cooperia spp</i>	Intestin grêle	Elevée	Pâturage	Faible
<i>Trichuris sp</i>	Gros intestin	Faible	Pâturage et chèvrerie	Faible
<i>Strongyloides papillosus</i>	Intestin grêle	Faible	Chèvrerie	Variable

Le milieu doit être humide (jusqu'à saturation) et oxygéné pour l'ensemble du développement exogène. La température idéale au développement de ces larves se situe entre 18 et 25°C (Drogoul et Germain, 1999). Le printemps est donc propice aux infestations par les SGI, d'une part par les conditions climatiques, d'autre part par la mise à l'herbe des chèvres à cette période. Si les conditions sont optimales, la durée de cette phase est comprise entre 7 et 10 jours (Chrétien, 2011 ; Heckendorn et Frutschi Mascher, 2014). La fin de la phase exogène consiste en la migration des larves L3 en haut des herbes. La pluie et la rosée du matin accélèrent cette migration (O'Connor et al., 2006).

La phase endogène débute lorsque des larves L3 qui se trouvent en haut des herbes sont ingérées par les chèvres (Heckendorn et Frutschi Mascher, 2014) et pénètrent la muqueuse intestinale. Les larves L3 subissent alors deux métamorphoses (L4 puis L5) jusqu'au stade adulte qui pond des œufs. La durée de cette phase, dite pré-patente, varie en fonction des conditions climatiques (Scott et Sutherland, 2009) mais elle est généralement estimée à trois semaines (Drogoul et Germain, 1999 ; Jacquet et al., 2009).

Après la période pré-patente, un nouveau cycle débute (Heckendorn et Frutschi Mascher, 2014). Le cycle des SGI semble ajusté au cycle de pâturage des chèvres. En effet, en hiver, lorsque les chèvres sont en stabulation et que les conditions climatiques du milieu extérieur sont défavorables à leur survie, certains SGI comme *H. contortus* sont capables de se mettre en hypobiose (Bélanger et al., 2006). Ce phénomène se traduit par un arrêt temporaire du cycle de la larve L3, possible sur la parcelle mais également dans les tissus de l'hôte sous une forme enkystée (Tayo et al., 2014). La photopériode pourrait permettre cette inhibition larvaire mais les facteurs à l'origine de ce phénomène sont encore peu connus (Bélanger et al., 2006). Les mises-bas, périodes de stress pour les chèvres, mais aussi le printemps et la mise à l'herbe sont favorables au réveil des larves enkystées (Bélanger et al., 2006).

## b. Les différentes espèces de strongles gastro-intestinaux

### i. *La classification et leur localisation dans l'hôte*

Les SGI rencontrés dans les élevages caprins sont : *Teladorsagia circumcincta*, *Trichostrongylus colubriformis*, *Haemonchus contortus*, *Chabertia ovina*, *Nematodirus spp*, *Oesophagostomum venulosum* et *Cooperia curticei*. La localisation dans l'hôte, la prévalence chez les caprins ainsi que le pouvoir pathogène diffèrent selon le strongle gastro-intestinal (Rozette, 2009)(tableau I). Les trois principaux SGI rencontrés en élevage caprin sont *Trichostrongylus colubriformis*, *Teladorsagia circumcincta* et *Haemonchus contortus* (Legarto et Leclerc, 2007).

### ii. *Aspects cliniques et l'immunité des chèvres contre les strongles gastro-intestinaux*

Les SGI sont les parasites internes les plus pathogènes et les plus présents en élevages de petits ruminants (Hoste et al., 2004). Les principaux symptômes des chèvres parasitées sont une baisse de production, un mauvais état général (poil piqué, amaigrissement) et une diarrhée qui peut être chronique (Wache et al., 2017 ; Fthenakis et Papadopoulos, 2018). La baisse de la production peut s'expliquer par une énergie mobilisée davantage pour la défense immunitaire mais également par une baisse de l'ingestion (Rozette, 2009). Une diminution jusqu'à 25% de la production laitière chez des chèvres est possible (Chartier, 2009). L'amaigrissement reste un des principaux signes visibles associés aux infestations par les SGI (Enderlein, 2002). La visualisation de la baisse de poids peut être reliée à la détermination de la note d'état corporel<sup>1</sup> (NEC). Cette dernière pourrait être corrélée

---

<sup>1</sup> Note d'état corporel : permet de noter l'engraissement des chèvres afin d'apprécier les réserves corporelles



négalement aux niveaux d'infestation comme le constate Gaye (2015) dans son étude. Enfin, une infestation largement supérieure à 500 œufs de SGI par gramme de fèces peut conduire à la mort des animaux (Hoste et al., 1999). Enfin, il faut noter que la répartition des infestations parasitaires au sein d'un troupeau de chèvres est très inégale : environ 20% des chèvres excrètent 80% des œufs de SGI (Hoste et al., 1999).

L'espèce *Haemonchus contortus*, présent dans la caillette<sup>2</sup>, possède la pathogénicité la plus élevée parmi les SGI cités précédemment par sa caractéristique hématophage (se nourrit de sang) (Scott et Sutherland, 2009). Il entraîne ainsi des petites lésions de la caillette et des hémorragies et les animaux fortement infestés (>1000 opg) présentent souvent une anémie (McKeand et al., 1996). Ce parasite normalement rencontré dans les zones tropicales (Lacroux, 2006) se retrouve maintenant, suite au réchauffement climatique, dans des territoires différents, comme dans la Drôme qui bénéficie de printemps chauds, favorisant l'apparition de chèvres atteintes d'haemonchose (Rozette, 2009). La sécheresse élimine la quasi-totalité des larves L3 infestantes présentes dans les herbes (Ravinet et al., 2019 ; Rozette, 2009) et *H. contortus* est ainsi majoritairement observé au printemps.

Comparé aux ovins, les caprins ont une réponse immunitaire faible face aux SGI (Lefrileux et al., 2007). Ce phénomène peut s'expliquer par le comportement alimentaire des chèvres, différent de celui des ovins. Les ovins sont des animaux brouteurs alors que les caprins sont avant tout des animaux cueilleurs (feuilles d'arbres et d'arbustes). Cette différence entraîne un moindre contact des chèvres avec les éléments infestants présents sur les parcelles. L'immunité des chèvres se développe moins et la sélection naturelle n'a pas permis de sélectionner les animaux les plus résistants. De nos jours, l'expression de ce comportement naturel chez les caprins est limité par des systèmes de productions qui favorisent l'exploitation de l'herbe (Hoste et al., 2012). Les chèvres sont ainsi davantage confrontées aux infestations par les SGI.

## **2. Diagnostic et suivi des infestations pas les strongles gastro-intestinaux**

### **a. Des méthodes indirectes de détection**

La coproscopie quantitative, méthode de référence pour déterminer la présence de parasites internes chez les petits ruminants, consiste à compter le nombre d'œufs de SGI présents dans une quantité donnée de fèces (individuels ou de mélange) après flottaison dans un liquide dense (Paraud et al., 2013 ; Hoste et al., 1999). Trois niveaux d'infestation ont été définis par McKenna (1985) : niveau faible lorsqu'inférieur à 500 opg, modéré quand le nombre d'opg est compris entre 500 et 2000 et enfin élevé lorsque le nombre d'opg est supérieur à 2000 opg.

La coproscopie individuelle rend compte du niveau d'infestation d'une chèvre et les coproscopies de mélanges permettent de déterminer un niveau d'infestation moyen du troupeau. Cependant, avec cette répartition inégale des parasites (20% des chèvres excrètent 80% des œufs de SGI)(Hoste et al., 1999), il est possible de sous-estimer la situation en analysant les fèces sous forme de mélanges de plusieurs animaux. La coproscopie quantitative individuelle présente également certaines limites, premièrement le coût pour les éleveurs, il faut compter une dizaine d'euros par analyse. Ensuite, cette méthode ne permet pas l'identification des espèces de strongles car les œufs ne sont pas différenciables au microscope. Enfin, les résultats obtenus, c'est-à-dire le nombre d'opg (œufs par gramme de fèces) sont à interpréter avec précaution puisqu'ils sont un indicateur sur la ponte des SGI. Or la ponte des adultes diffère selon les espèces et n'est qu'un reflet d'une infestation par les SGI. A titre d'exemple, *Haemonchus contortus* pond beaucoup d'œufs (jusqu'à 10 000 œufs par larve femelle par jour) alors que *Teladorsagia circumcincta* et *Trichostrongylus colubriformis*

---

<sup>2</sup> Caillette : constitue le quatrième et dernier estomac chez les ruminants



ne pondent que 600 œufs par jour, c'est-à-dire 10 à 15 fois moins que *H. contortus* (Bélangier et al., 2006). Aussi, la présence de larves L3 en hypobiose peut fausser le niveau de contamination d'un animal à un instant t. La coproculture des œufs en larves, après la réalisation d'une coproscopie, permet d'identifier les espèces de SGI présentes (Cabaret, 2004) et d'estimer les proportions de chacune d'elle dans un animal ou un troupeau infesté (Verocai et al., 2020). Ceci permet d'évaluer l'occurrence d'une espèce pathogène telle qu'*H. contortus* et d'orienter les éleveurs quant à la gestion du parasitisme.

#### b. Des indicateurs complémentaires aux méthodes indirectes

Pour estimer le niveau d'infestation de leurs troupeaux, les éleveurs peuvent déterminer de façon visuelle divers symptômes liés au parasitisme : amaigrissement, poil piqué, baisse de la production et anémie (pour *H. contortus*). Des éleveurs qui sont observateurs, arrivent à suspecter des niveaux d'infestation. Pour cela, deux outils faciles d'utilisation existent : la grille FAMACHA et la NEC. En complément de ces deux méthodes qui se basent sur des notes allouées aux animaux, le poil piqué est un des premiers symptômes observés par un éleveur. Ces indicateurs ne sont qu'un reflet du niveau d'infestation parasitaire d'une chèvre mais sont des critères qui permettent aux éleveurs la suspicion d'une infestation par des SGI et d'entreprendre des actions pour réaliser des analyses de laboratoires pour un diagnostic plus précis.

La méthode FAMACHA, développée en Afrique du Sud, consiste à évaluer la couleur de la muqueuse des caprins selon un barème (/5) défini afin d'estimer l'anémie d'un animal, c'est donc une technique principalement utilisée pour détecter la présence d'*H. contortus*. Seuls les animaux notés à 4 ou 5, fortement anémiés, devraient être traités (Van Wyk et Bath, 2002). Cette méthode permet de favoriser le traitement sélectif des animaux. Une corrélation entre le score FAMACHA et le nombre d'œufs de SGI par gramme de fèces a été mise en évidence chez des chèvres et des moutons démontrant l'intérêt à utiliser cette méthode de détection (Kaplan et al., 2004).

La NEC permet d'évaluer le dépôt de gras d'une chèvre, au niveau des lombaires (NL) et au niveau du sternum (NS) en fonction d'une grille de notation (Morand-Fehr et Hervieu, 1999) et donne une note de 0 à 5 (très maigre à très grasse)(Bossis et al., 2012). Une chèvre parasitée aura une baisse d'appétit, ainsi que des ressources énergétiques plutôt mobilisées pour lutter contre l'infestation (Coop et Holmes, 1996) entraînant une NEC plus faible. Une étude sur 146 moutons a montré une corrélation significative et négative entre nombre d'opg excrétés et la NEC (Wache et al., 2017). Malgré une prédominance d'*H. contortus* chez les chèvres, qui entraîne une diminution du poids par la perte de sang chez la chèvre, les autres parasites comme *T. circumcincta* et *T. colubriformis* sont retrouvés chez ces deux espèces de petits ruminants, caprins et ovins et il est possible de penser que ces résultats sont extrapolables aux caprins.

### **3. Les molécules anthelminthiques en élevage caprin**

La maîtrise des SGI repose pour la plupart des éleveurs sur l'usage d'anthelminthiques prescrits par le vétérinaire. Leur faible coût, leur efficacité et leur facilité d'emploi en font des antiparasitaires très utilisés en élevage caprin (Hoste et al., 2012). Les premières molécules anthelminthiques apparaissent à la fin des années 50 (Waller, 2006). Les conditions liées à leur utilisation et les différentes familles de molécules existantes sont abordées dans cette partie.

**Tableau II** : Anthelminthiques ayant une autorisation de mise sur le marché en élevage caprin et conditions d'utilisation (en vert la seule molécule autorisée sans délai d'attente lait, en orange les molécules autorisées mais avec un temps d'attente lait et en rose les molécules non autorisées sur les chèvres en lactation), d'après Kohler (2001) et Rostang et al. (2017)

Famille d'anthelminthiques	Molécules actives	Utilisable pour des chèvres en lactation	Administration	Temps d'attente lait (conventionnel)
Benzimidazoles	Fenbendazole	Oui	Voie orale	8,5 jours
	Oxfendazole	Oui	Voie orale	14 jours
	Albendazole	Oui	Voie orale	4-6 jours
Imidazothiazoles	Levamisole	Non	Voie orale	Non autorisé sur chèvres laitières
Lactones macrocycliques	Moxidectine	Oui	Voie orale	5 jours
	Eprinomectine	Oui	Voie pour-on, sous-cutanée	0 jours (2 jours en agriculture biologique)
	Ivermectine	Non	Voie orale	Non autorisé sur chèvres laitières

#### a. Les conditions d'utilisation des anthelminthiques en élevage caprin

L'utilisation de ces molécules anthelminthiques en élevage caprin présente quelques conditions. Tout d'abord, une autorisation de mise sur le marché (AMM) est nécessaire puisque ce sont des médicaments vétérinaires. Pour chaque présentation, un temps d'attente lait est fixé : il correspond au temps pendant lequel le lait ne peut être commercialisé pour la consommation humaine. Ce temps d'attente permet de garantir que la quantité de résidus des substances actives dans le lait est inférieure aux limites maximales de résidus (LMR) définies par le règlement européen 37/2010 du 22 décembre 2009. Le temps d'attente lait est doublé en agriculture biologique (Quinquet, 2016) par rapport aux limites fixées en agriculture conventionnelle.

Ces deux conditions d'utilisation limitent ainsi le nombre de molécules disponibles. Les différentes molécules peuvent alors être regroupées en 3 catégories : les molécules sans AMM en élevage caprin et sans LMR définie (interdites d'utilisation), les molécules avec une AMM en élevage caprin mais avec un temps d'attente lait non nul et les molécules avec une AMM et un temps d'attente lait nul.

La majorité des anthelminthiques est administrée aux animaux par voie orale. C'est le cas de toutes les molécules appartenant à la famille des benzimidazoles et du levamisole, appartenant à la famille des imidazothiazoles. La seule molécule pouvant être administrée différemment est l'eprinomectine, de la famille des lactones macrocycliques. Elle peut se présenter sous deux formes différentes : Eprinex® administrée par voie topique (« pour-on ») et Eprecis® injectable en sous-cutanée (VetCompendium, 2016).

#### b. Les trois familles d'anthelminthiques autorisées en élevage caprin

En élevage caprin, trois familles d'anthelminthiques sont autorisées en élevage caprin avec plusieurs molécules possédant une efficacité contre les strongles gastro-intestinaux adultes : les benzimidazoles, les imidazothiazoles et les lactones macrocycliques (Kohler, 2001 ; Silvestre et al., 2002). Tous ont une efficacité contre les SGI adultes et stades larvaires sauf le levamisole qui n'a d'effet que sur les SGI adultes. Le tableau II reprend les trois familles d'anthelminthiques, les différentes molécules les composant ainsi que les conditions d'utilisation.

Les imidazothiazoles ne sont pas autorisés sur les chèvres en lactation mais peuvent être prescrites pour les chevrettes. Ils restent peu employés en élevage caprin laitier. Tous les benzimidazoles sont autorisés sur les chèvres en lactation et ont été très employés en élevage caprin, avec l'apparition de la première molécule de cette famille, le thiabendazole, en 1961 (Kohler, 2001), jusqu'à ce que le temps d'attente lait passe de 0 à 8 ou 15 jours en 2014 (ANMV, 2014). Ce frein à son utilisation en fait une famille d'anthelminthiques de moins en moins prescrite en élevage caprin.

Les lactones macrocycliques ont un spectre d'action plus large, avec un effet sur les parasites internes et les parasites externes. La rémanence, durée pendant laquelle il est impossible pour les larves au stade L3 de s'installer dans l'hôte, est longue (jusqu'à plusieurs mois) pour ces molécules car l'absorption du principe actif est lente (VetCompendium, 2016). La moxydectine et l'eprinomectine ont des présentations ayant une AMM en élevage de chèvres mais seule la seconde présente un temps d'attente lait nul. C'est la principale molécule utilisée actuellement.

Le choix d'une molécule anthelminthique par les éleveurs et les vétérinaires dépend de nombreux facteurs : le mode d'administration, l'efficacité du produit, le coût mais principalement le temps d'attente lait. Comme le précise le tableau II, il existe seulement 5 molécules autorisées en élevage caprin et sur les chèvres en lactation. L'utilisation alternée des produits de synthèse est donc



difficile puisqu'il n'y en a pas suffisamment. Les éleveurs sont contraints d'utiliser les mêmes traitements « fréquemment » et cela accélère le phénomène de résistance des parasites à ces traitements. L'efficacité des anthelminthiques est alors remise en cause.

Avec la progression de la résistance des strongles gastro-intestinaux vis-à-vis des anthelminthiques, il est nécessaire de vérifier régulièrement l'efficacité des molécules employées.

c. Une baisse d'efficacité des anthelminthiques de plus en plus marquée en élevage par l'apparition de résistances

i. *Le test de réduction de l'excrétion fécale d'œufs de strongles gastro-intestinaux pour le suivi de l'efficacité des traitements*

Le phénomène de résistance est souvent difficile à repérer, notamment par les éleveurs. Diagnostiquer la présence de résistances en élevage est primordial pour que les traitements restent efficaces (Paraud, 2017). Le test FECRT (test de réduction de l'excrétion fécale des œufs) permet ce diagnostic (Verocai et al., 2020) comme l'ont démontré Paraud et al. (2013) lors de leur étude sur l'efficacité de l'eprinomectine ou encore Bâ et Geerts (1998) lors de leurs travaux sur la résistance aux benzimidazoles. Ce test se base sur la comparaison du nombre d'opg avant et après traitement et le pourcentage obtenu désigne la réduction de l'excrétion d'œufs de SGI dans les fèces (Paraud, 2017). Un résultat supérieur à 95% (avec la borne inférieure de l'intervalle de confiance supérieure à 90%) atteste d'une absence de résistance et l'efficacité de l'anthelminthique utilisé est alors établie. Entre 80 et 95%, il y a une suspicion de résistance (Coles et al., 1992) et un taux de réduction inférieur à 80% signifie qu'il y a résistance à l'anthelminthique utilisé.

Cependant, comme le montre un second travail mené en parallèle pendant ce stage au sein du FiBL France, l'inefficacité d'un traitement n'est pas forcément synonyme de résistance. Un élevage ovin et un élevage caprin ont été sujets à un traitement par l'eprinomectine et des tests FECRT effectués par la suite démontrent que dans l'élevage ovin, c'est la voie d'administration topique qui est la source d'un manque d'efficacité tandis que dans l'élevage caprin, il s'agit d'une résistance des strongles vis-à-vis de l'eprinomectine (annexe 1).

ii. *La résistance croissante des strongles gastro-intestinaux aux anthelminthiques*

En 1964, la première résistance aux benzimidazoles est observée (Drudge et al., 1964). Ce sont les molécules les plus utilisées pour lesquelles on observe le plus de cas de résistance, notamment en Europe centrale et de l'Ouest (Jackson et Coop 2000). En France, de nombreux élevages de petits ruminants sont touchés par des strongles gastro-intestinaux résistants aux traitements à base de cette famille d'anthelminthique (Silvestre et al., 2002).

Des résistances aux lactones macrocycliques sont observées à partir de 1987 en Afrique (Carmichael et al., 1987) et elles apparaissent ensuite également en Europe (Cabaret et al., 2009). Des parasites résistants à l'ivermectine ont été observés dans des élevages de petits ruminants en Ecosse et au Danemark depuis 1992 et des chimiorésistances du parasite *Haemonchus contortus* à cette même molécule ont été observées dans les années 2000 en Virginie dans des élevages caprins (Zajac et Gipson, 2000). Un premier cas de résistance à l'eprinomectine est décrit en France dans un troupeau d'ovins en 2010 (Paraud et al., 2014) tandis que des cas de multirésistances aux lactones macrocycliques étaient décrits entre 2012 et 2018 en élevage de chèvres (Bordes et al., 2020).

Les premiers parasites résistants aux imidothiazoles sont apparues chez des brebis en Australie, en 1976 (Le Jambre et al., 1976). Des résistances aux trois classes d'anthelminthiques sont



désormais démontrés à travers le monde dans des élevages caprins (Waller, 2006). Plusieurs facteurs à l'origine de ces résistances peuvent être cités : le sous-dosage et surdosage des traitements administrés (Ravinet et al., 2017), une fréquence d'utilisation des anthelminthiques trop élevée et l'utilisation répétée d'une même substance. Le sous-dosage (mauvaise estimation du poids, mauvaise administration du vermifuge, (Zouiten, 2006)) et le surdosage permettent aux individus résistants de survivre au traitement et d'être à l'origine de la génération résistante suivante (Berrag, 2008).

Lorsqu'une résistance est avérée, par exemple aux benzimidazoles, les vétérinaires ont l'autorisation de prescrire des molécules hors AMM en élevage caprin mais autorisées chez une autre espèce, c'est le principe de la cascade (Rostang et al., 2017). Le vétérinaire, sous sa propre responsabilité, met en avant l'échec de l'efficacité par le médicament utilisé initialement et justifie l'utilisation d'une molécule hors AMM. L'eprinomectine, avant son autorisation de mise sur le marché était le substitut le plus fréquemment utilisé pour remplacer les benzimidazoles.

### *Conclusion intermédiaire*

*T. colubriformis*, *T. circumcincta* et *H. contortus* sont les SGI dominants en élevage caprin (Legarto et Leclerc, 2007). *H. contortus* est le plus pathogène et est d'autant plus présent dans la Drôme grâce aux conditions climatiques qui favorisent son développement (Rozette, 2009). Les caprins ont une immunité non adaptée à la lutte contre ces infestations par les SGI, contrairement aux ovins (Lefrileux et al., 2007). Déterminer la présence de SGI au sein d'un troupeau est d'une grande importance afin d'améliorer la gestion du parasitisme au sein d'une ferme et de recourir par la suite à des traitements adéquats. Le diagnostic repose principalement sur des méthodes indirectes telles que la coproscopie et la coproculture (qui permet d'identifier les larves au stade L3). Les quelques limites citées et liées à ces méthodes de détection encouragent les éleveurs à également faire appel à des indicateurs complémentaires d'évaluations cliniques des animaux comme la méthode FAMACHA ou encore l'évaluation de l'état général des chèvres (Bélanger et al., 2006). Après le diagnostic, les anthelminthiques sont les principaux vermifuges utilisés par les éleveurs et vétérinaires pour soigner les animaux infestés. Trois familles d'anthelminthiques existent en élevage caprin et toutes présentent des molécules ayant une AMM et des délais d'attente lait définis. L'utilisation de ces médicaments est cependant controversée, notamment par l'apparition de résistances. Pour repérer la présence de populations de SGI résistantes, il est possible d'effectuer le test FECRT en comparant les nombres d'opg obtenus (lors des coproscopies) avant et après traitement. Cependant, des résistances à toutes les familles d'anthelminthiques sont désormais observées et des méthodes alternatives comme l'utilisation de plantes et extraits de plantes sont depuis recherchées pour répondre aux besoins des éleveurs.

## **II. La phytothérapie comme alternative aux traitements anthelminthiques**

La phytothérapie, définie par les soins à base de plantes consiste à utiliser des plantes, des extraits de plantes et des principes actifs de ces premières. L'aromathérapie, une branche de la phytothérapie, repose sur l'utilisation d'huiles essentielles (Grosmond, 2012 ; Etienne, 2019).

En élevage, la phytothérapie est majoritairement utilisée dans la lutte contre les populations de SGI (Etienne, 2019) et permettrait de diminuer l'utilisation des molécules chimiques. Malgré un fort intérêt par les éleveurs en France pour cette médecine, le manque de connaissances sur l'effet des plantes limite son développement et son utilisation par les éleveurs. Les études citées par la suite concernent tous les types d'élevage et ne se limitent pas aux élevages caprins.



## 1. Le recours à la phytothérapie par les éleveurs en France

Scohy, en 2018, a réalisé un sondage auprès de 488 éleveurs (toutes productions confondues) afin de cerner leurs pratiques pour le soin des animaux. Selon ce sondage, 40% des éleveurs ont recours à des médecines complémentaires telles que la phytothérapie pour soigner leurs troupeaux. 27,3% des éleveurs interrogés utilisent les médecines complémentaires en première intention et 13,5% les utilisent lorsque le traitement prescrit initialement n'a pas eu l'effet attendu (Scohy 2018).

Le Guénic (2014) et Masson (2006) mettent en évidence la volonté des éleveurs, notamment ceux certifiés en agriculture biologique à favoriser ce type de médecines alternatives, dans un objectif de respect pour le cahier des charges auquel ils sont rattachés mais également pour des convictions personnelles. En effet, les maladies des animaux devraient être traitées par des médecines alternatives comme la phytothérapie et seulement si celles-ci sont inappropriées, alors un recours aux médicaments vétérinaires est possible, d'après le règlement européen 889/2008 Art. 24 du cahier des charges de l'agriculture biologique (Quinquet, 2016).

De plus, la phytothérapie est considérée comme efficace par de nombreux éleveurs et ainsi son utilisation se développe pour lutter contre certaines pathologies des animaux d'élevage telles que les mammites (inflammation mammaire) ou les infestations par les SGI. 56% des éleveurs d'une étude menée par Hivin (2008) sont intéressés par des informations supplémentaires concernant cette médecine. Il y a donc un réel intérêt pour la phytothérapie par les éleveurs en France et un désir de s'approprier ces méthodes de traitement pour soigner leurs animaux.

Le manque de connaissances sur les interactions entre plantes et le peu de preuves sur la présence de résidus dans le lait après traitement entraînent une réticence chez les vétérinaires et les éleveurs. Des études scientifiques et sociologiques doivent être menées pour encourager l'utilisation des plantes et extraits de plantes dans les élevages.

## 2. Le potentiel avéré de la phytothérapie mais qu'il faut explorer davantage

Les études menées pour tester l'effet des différentes plantes et extraits de plantes ou encore huiles essentielles sont réalisées selon deux méthodes : *in vitro* et *in vivo*. Les principales plantes étudiées sont *Moringa oleifera*, *Coriandrum sativum*, *Eucalyptus staigeriana*, *Zanthoxylum zanthoxyloïdes*, *Allium Sativum* et *Thymus vulgaris*.

### a. L'efficacité *in vitro* des plantes contre les strongles gastro-intestinaux et notamment contre *Haemonchus contortus*

*Haemonchus contortus* est le strongle le plus pathogène et celui que les éleveurs et vétérinaires ciblent en premier lors d'un traitement (Ali et al., 2021). Cette espèce de SGI est l'objet principal des études suivantes (Ribeiro et al., 2015 ; Tayo et al., 2014 ; Cabardo et Portugaliza, 2017 ; Eguale et al., 2007 ; Macedo et al., 2013) pour tester différents produits à base de plantes (extraits de plantes simples ou huiles essentielles). Ces études sont principalement réalisées sur œufs ou larves pures, en les exposant, *in vitro*, à des concentrations diverses d'extraits éthanoliques et aqueux de plantes. Le but de ces études est de déduire le potentiel ovicide et larvicide des plantes utilisées et l'inhibition de l'éclosion des œufs engendrée.

Ainsi, l'extrait éthanolique de graines de *Moringa oleifera*, à la dose de 15,6 mg/ml, inhibe l'éclosion des œufs d'*H. contortus* à 95,89% et l'extrait aqueux à 81,72% (Cabardo et Portugaliza, 2017). L'activité ovicide de l'extrait éthanolique est comparable à l'efficacité de l'anthelminthique albendazole, appartenant à la famille des benzimidazoles (Cabardo et Portugaliza, 2017).

**Tableau IIIa** : Référencement de plusieurs études réalisées *in vivo* sur l'efficacité des plantes contre les strongles gastro-intestinaux

Référence / lieu	Animaux / plantes utilisées	Niveau d'infestation initial	Dose / durée traitement	Résultats
Ahmed et al., 2014 Afrique du Sud	48 moutons / <i>Ananas comosus</i> , <i>Aloe ferox</i> , <i>Allium sativum</i> , <i>Lespedeza cuneata</i> et <i>Warburgia salutaris</i>	De 315 à 677 larves infestantes L3 par kg d'herbe sèche de la pâture / données non renseignées sur le niveau d'infestation des animaux	<u>Essai 1</u> : 100 mg / kg de poids vif / une fois par semaine pendant 42 jours  <u>Essai 2</u> : 100 mg / kg de poids vif 3 jours consécutifs sur les mêmes animaux	<i>A. comosus</i> et <i>L. cuneata</i> les plus efficaces : diminution du nombre d'œufs par gramme de 58 % et 61 % respectivement en essai 1, 77 % et 81 % en essai 2
Azando et al., 2017 Afrique de l'Ouest	15 agneaux par essai / <i>Zanthoxylum zanthoxyloides</i> (huile essentielle de Fagara)	<u>Essai 1</u> : infestation naturelle sur parcelle contaminée  <u>Essai 2</u> : chaque agneau infesté artificiellement avec 3000 larves d' <i>Haemonchus contortus</i> et de <i>Trichostrongylus colubriformis</i>	1 ou 2 ml à 0,42% par kg (1 ml pour 240 kg poids vif et 2 ml pour 120 kg poids vif) par voie orale / administrée pendant 3 jours	<u>Essai 1</u> : 3 semaines après traitement : réduction opg de 89% dans le lot traité à 1mL/kg et de 81% dans le lot à 2mL/kg (pas de différence significative entre les deux lots traités) <u>Essai 2</u> : réduction de 82% le nombre d' <i>H. contortus</i> dans les 2 lots traités, réduction de 99% des larves de <i>T. colubriformis</i> avec 2 mL/kg et réduction de 68% avec 1 mL/kg (différence significative)
Macedo et al., 2010 Brésil	30 chèvres / <i>Eucalyptus staigeriana</i>	Tous les animaux avec un niveau d'infestation < 1000 étaient infestés artificiellement avec 1500 larves L3 d' <i>Haemonchus contortus</i> / Nombre d'opg moyen des lots : 6000 opg	1,35 et 5,4 mg/ml d'huile essentielle	Diminution de 99,21 et 99,20% respectivement l'éclosion des œufs et le développement des larves d' <i>Haemonchus contortus</i>
de Aquino Mesquita et al., 2013 Brésil	18 brebis / <i>Eucalyptus staigeriana</i>	Tous les animaux avec un niveau d'infestation < 1000 étaient infestés artificiellement avec 4000 larves L3 provenant des cultures fécales réalisées sur leurs propres fèces avant l'essai	365 mg/kg d'huile essentielle encapsulée	60,79% d'efficacité sur la diminution des strongles gastro-intestinaux
Hoste et al., 2002 France	8 élevages, 20 chèvres par élevage / mélange alcoolique de 6 teintures mère d'ail, de Cina, de fougère, de noix d'Arec, de grenadier et de kamala	Pas d'infestation artificielle, niveaux d'infestation faibles de manière générale (toutes les chèvres sont à moins de 500 OPG)	Traitement appliqué pendant 4 jours successifs (dose non mentionnée)	Résultats significatifs avec une moyenne de la réduction des SGI de 55% sur les 8 élevages

La différence d'efficacité entre extrait aqueux et extrait éthanolique peut s'expliquer par une durée d'action plus longue grâce à l'éthanol (Ait El Cadi et al., 2012). Cependant, dans cette même étude de Cabardo et Portugaliza (2017), l'extrait aqueux était beaucoup plus performant que l'extrait éthanolique sur la mortalité des larves au stade L3, 92,5% et 56% de mortalité induite, respectivement.

Une seconde étude montre également l'effet positif de *Moringa oleifera* sur l'inhibition du développement des œufs d'*H. contortus* (jusqu'à 92,8% pour l'extrait éthanolique à une concentration de 5 mg/ml). Concernant la mortalité des larves (ici au stade L1), l'extrait éthanolique de *Moringa oleifera* est efficace à 98,8% et l'extrait aqueux à 50,5% (Tayo et al., 2014). Pour la première étude, l'extrait aqueux a un effet plus important sur la mortalité des larves alors que le contraire est observé pour la seconde étude. Cela peut s'expliquer par le fait que la mortalité des larves dans les deux études n'est pas évaluée de la même façon, dans l'étude de Cabardo et Portugaliza (2017), la motilité des larves était observée et toutes les larves L3 immobiles étaient considérées mortes.

L'effet du coriandre, *Coriandrum sativum*, a été testé *in vitro* sur les œufs et stades larvaires d'*H. contortus* lors d'une étude menée par Eguale et al. (2007). Les extraits aqueux et hydroalcoolique inhibent entièrement l'éclosion des œufs à une concentration inférieure à 0,5 mg/ml. Aucune différence entre les deux types d'extraits n'est observée. Cependant, l'activité *in vitro* sur les larves d'*H. contortus* est plus importante avec l'extrait hydroalcoolique. Des résultats similaires sont observés dans une étude de Macedo et al. (2013), *Coriandrum sativum* inhibe à 99% l'éclosion des œufs et à 97,8% le développement des larves d'*H. contortus*. Des pourcentages aussi élevés sont également observés lors de l'utilisation d'*Eucalyptus staigeriana* par Ribeiro et al. (2015) dans leur étude *in vitro* : une inhibition du développement larvaire d'*H. contortus* de l'ordre de 96,3 et une inhibition de l'éclosion des œufs à 99% à la concentration de 2 mg/ml. De même pour *Thymus vulgaris*, une inhibition de l'éclosion des œufs d'*H. contortus* à 96,4-100% et une inhibition à 90,8-100% du développement larvaire sont observées dans une étude menée par Ferreira et al. (2016) utilisant l'huile essentielle de thym et le thymol. Saha et Lachance (2020) montrent également que l'huile essentielle de thym a un effet sur l'éclosion des œufs de SGI et sur la mortalité des larves L3.

Les études *in vitro* citées ci-dessus présentent toutes des résultats positifs quant à l'utilisation de plantes et extraits de plantes. L'efficacité varie en fonction des types d'extraits, aqueux ou alcooliques et est principalement évaluée sur l'inhibition de l'éclosion des œufs de strongles et sur l'inhibition du développement des larves.

#### b. L'efficacité *in vivo* des plantes contre les strongles gastro-intestinaux

Le tableau IIIa regroupe des études pour lesquelles des substances à base de plantes ont été testées sur la diminution du nombre d'œufs, du nombre de larves de SGI ou encore de la diminution de l'éclosion des œufs *in vivo*.

Les études sont réalisées sur des ovins et des caprins. Il semble que les études *in vivo* sont plus récurrentes sur les ovins de manière générale dans la littérature scientifique lorsqu'il s'agit de recherche sur les petits ruminants. Les études de Macedo et al. (2010) et de De Aquino Mesquita et al. (2013) peuvent être mises en parallèle car elles étudient toutes les deux l'efficacité d'*Eucalyptus staigeriana*, l'une avec de l'huile essentielle simple (administrée par voie orale) et l'autre avec de l'huile essentielle encapsulée. Les deux troupeaux d'animaux, des chèvres pour l'étude de Macedo et al. et des brebis pour l'étude de De Aquino Mesquita et al. sont artificiellement infestés si les niveaux d'infestation initiaux ne dépassent pas 1000 opg. Le taux de réduction de l'excrétion d'œufs dans les fèces (par le test FECRT) variait de 61,4 à 76,6% à 8 et 15 jours après le traitement par l'huile essentielle simple (Macedo et al., 2010). L'huile essentielle encapsulée présente des résultats moins concluants, alors que l'hypothèse était une meilleure absorption des composés actifs dans le tractus

**Tableau IIIb** : Référencement de plusieurs études réalisées *in vivo* sur l'efficacité des plantes contre les strongles gastro-intestinaux

Référence / lieu	Animaux / plantes utilisées	Niveau d'infestation initial	Dose / durée traitement	Résultats
Zhong et al., 2019 Chine	20 agneaux / <i>Allium sativum</i> (ail)	Artificiellement infestés avec 10 000 larves L3 (principalement de l' <i>H. contortus</i> )	50 g de poudre d'ail par kg de la ration de base à chaque repas (2 fois par jour) pendant 14 jours	La poudre d'ail diminue significativement le nombre d'opg (d'environ 5000 opg à 2500 opg 84 jours après traitement) Amélioration de la NEC à partir de 28 jours après traitement et augmentation des notes en continue jusqu'à J84
Worku et al., 2009 Etats-Unis	15 chèvres (5 par lot) / jus d' <i>Allium sativum</i> (ail)	Données non renseignées sur le niveau d'infestation des animaux	Lot 1 témoin, lot 2 reçoit 2,5 ml de jus d'ail, lot 3 reçoit 5 ml et lot 4 reçoit 10 ml (toutes les concentrations sont diluées avec de l'eau stérile)	Le nombre d'œufs d' <i>H. contortus</i> excrétés diminue pour les trois concentrations pendant les trois premières semaines de l'essai mais les différences avec le lot témoin ne sont pas significatives Pas d'augmentation des NEC → Pas d'effet anthelminthique observé
Burke et al., 2009 Etats-Unis	14 chevreaux (7 par lot) pour l'essai 1 et 29 chevreaux pour l'essai 2 / <i>Allium sativum</i>	Naturellement infestés par des SGI	<u>Essai 1</u> : lot traité reçoit du jus d'ail (1 : 1 dilution de 99,3% de la préparation) <u>Essai 2</u> : un lot traité reçoit du jus d'ail, un second lot traité reçoit des bulbes d'ail	<u>Essai 1</u> : réduction du nombre d'opg 7 jours après traitement, mais plus de différence à 14 jours après traitement <u>Essai 2</u> : pas de différence significative entre les nombres d'opg des différents lots
André et al., 2017 Brésil	30 moutons (10 par lot) / thymol	Niveaux d'infestation supérieurs à 500 opg	3 lots : lot 1 reçoit 250 mg thymol par kg de poids vif, lot 2 reçoit de l'eau et lot 3 témoin positif traité au monepantel Une seule dose	Réduction de 59,8% le nombre d'opg dans le lot 1 / 82,2% pour le lot témoin positif
Ferreira et al., 2016 Brésil	Agneaux / huile essentielle <i>Thymus Vulgaris</i> et thymol	Infestation artificielle par 4000 larves L3 d' <i>H. contortus</i>	Doses testées : 300, 150 et 75 mg/kg de poids vif au premier jour de l'essai (J0) puis à J6 et J12	Aucun effet des trois doses testées n'est observé sur la diminution des nombres d'opg après traitement

digestif des brebis et une plus longue exposition des larves à ces composés. Une efficacité maximale de 83,75% est observée dans cette étude en utilisant l'huile essentielle d'*Eucalyptus staigeriana* encapsulée (De Aquino Mesquita et al., 2013).

Une autre huile essentielle a été testée également, *Zanthoxylum zanthoxyloides* et son efficacité sur les SGI a été prouvée par une réduction du nombre d'œufs excrétés et du nombre de strongles adultes présents dans les agneaux utilisées lors de cette étude (Azando et al., 2017). Ces trois études menées sur l'huile essentielle d'*Eucalyptus staigeriana* et sur l'huile essentielle de *Zanthoxylum zanthoxyloides* montrent que l'aromathérapie a sa place dans les traitements naturels contre les infestations par les SGI. Des études supplémentaires *in vitro* et *in vivo* devraient être menées afin de tester leur efficacité à d'autres doses mais aussi pour identifier les substances actives à propriétés anthelminthiques et enfin pour développer la technique d'encapsulation des huiles essentielles (De Aquino Mesquita et al., 2013 ; Macedo et al., 2010 ; Azando et al., 2017).

Hoste et al. (2002) ont réalisé une étude dans 8 élevages caprins pour tester l'efficacité d'un mélange alcoolique composé de plusieurs extraits de plantes (Tableau IIIa). Les niveaux d'infestation des chèvres étaient faibles (< 500 opg) mais aucune infestation artificielle n'a été effectuée. La réduction du nombre de SGI de 55% peut être considérée comme faible par rapport aux pourcentages d'efficacité relevés pendant les études pour lesquelles les animaux ont été infestés artificiellement (Macedo et al., 2010 ; de Aquino Mesquita et al., 2013). Les niveaux d'infestation faibles peuvent être à l'origine d'un manque d'effet observé. Hoste et al. précisent que des infestations artificielles seraient nécessaires pour mettre en avant une efficacité sur les différentes espèces de SGI. En effet, au pâturage, les chèvres sont généralement pluri-infestées par différentes espèces de SGI. Or, pour réaliser un essai sur l'efficacité d'un produit (extraits de plantes ou anthelminthique) afin d'obtenir une AMM notamment, des mono-infestations sont nécessaires.

Le tableau IIIb présente des études sur notamment l'effet d'*Allium sativum* (ail) et de *Thymus vulgaris* (thym) sur les SGI. L'ail montre son intérêt dans les études de Hoste et al. (2002) avec un taux de réduction de l'excrétion d'œufs de 55%, de Zhong et al. (2019) avec une diminution significative du nombre d'opg de fèces et une augmentation de la NEC des agneaux et dans l'étude de Burke et al. (2009) avec une réduction du nombre d'opg 7 jours après traitement. En revanche, Worku et al. (2009) montrent des diminutions dans les nombres d'opg mais non significatives par rapport à ceux du lot témoin. Ils démontrent également que la NEC des chèvres de l'étude n'augmente pas.

Ces publications scientifiques rapportent des résultats encourageants autant pour l'utilisation d'extraits à base de plantes que pour les huiles essentielles. Ces études sont prometteuses pour la suite des recherches et sont un début pour développer leur utilisation en tant qu'alternative aux anthelminthiques.

### *Conclusion intermédiaire*

Cette synthèse bibliographique sur l'intérêt de la phytothérapie en élevage pour lutter contre les infestations par les strongles gastro-intestinaux montre que cette alternative est un levier à explorer davantage pour limiter le recours aux anthelminthiques. De nombreuses études *in vitro* montrent l'effet des plantes, extraits de plantes et huiles essentielles sur l'inhibition de l'éclosion des œufs et du développement larvaire de différentes espèces de strongles gastro-intestinaux. Des études *in vivo* en conditions réelles sont également effectuées malgré leur difficulté de mise en œuvre mais montrent des résultats très contrastés. Elles sont donc à développer pour permettre l'apport de réponses pratiques aux éleveurs caprins confrontés au parasitisme interne de leurs animaux.



### III. Le projet « Plantes et Santé Caprine », un projet avec et chez les éleveurs

#### 1. Remise en contexte du projet « Plantes et Santé Caprine »

Les SGI ressortent comme un problème important en termes de conséquences économiques pour les éleveurs et sanitaires pour les animaux touchés. Traiter les animaux contre ces SGI devient de plus en plus un défi pour les vétérinaires et les éleveurs. En effet, les traitements anthelminthiques utilisés fréquemment depuis des décennies commencent peu à peu à présenter des limites irréversibles. L'apparition de résistances des SGI à ces traitements est un enjeu actuel pour la filière qui doit s'adapter et trouver des alternatives afin d'apporter des solutions durables aux éleveurs caprins. Des alternatives telles que l'utilisation de produits à base de plantes et d'huiles essentielles se développent mais la majorité des études est réalisée *in vitro* ou sur des animaux de laboratoire (rats, gerbilles). Ces derniers ne présentent pas le même métabolisme que les ruminants et les conditions contrôlées de laboratoire sont loin des conditions réelles en ferme. Des études *in vivo* et sur les espèces cibles sont alors nécessaires pour appuyer ces premiers résultats obtenus *in vitro* et pour apporter des réponses pratiques aux éleveurs.

Le FiBL France, institut de recherche en agriculture biologique, grâce à sa recherche appliquée, mène des projets avec et chez les agriculteurs. Pour répondre aux attentes des éleveurs, le FiBL France développe des partenariats comme pour le projet « Plante et Santé Caprine » (2018 – 2021). Ce dernier a pour but de qualifier l'usage de plantes et de produits à base de plantes par les éleveurs caprins de la région Auvergne Rhône-Alpes et de tester scientifiquement (avec des traitements statistiques pour évaluer la significativité des résultats) leur efficacité sur les SGI afin de faire avancer la reconnaissance de la phytothérapie en élevage. Le FiBL France collabore avec les partenaires du projet, notamment dans la définition, la réalisation et l'interprétation des essais *on-farm*. Les partenaires du projet sont :

- le Syndicat Caprin de la Drôme, chef de file du projet,
- le GDS (Groupement de Défense Sanitaire) de la Drôme,
- la ferme expérimentale du Pradel,
- l'Idel (Institut de l'Élevage),
- la FIDOCL (Fédération Interdépartementale des Entreprises de Conseil Elevage).

Une enquête portant sur l'utilisation, les modes d'administration, les effets observés des plantes et produits à base de plantes, ainsi que sur les caractéristiques des fermes enquêtées est effectuée. Les résultats de ces enquêtes permettent de sélectionner des préparations à base de plantes qui sont testées pour leur efficacité lors d'essais appliqués chez les éleveurs et en station expérimentale. Notre étude se focalise sur la partie expérimentale avec un essai *on-farm* permettant de déterminer le potentiel anthelminthique d'un produit à base d'ail et de thym, Vitapar V, commercialisé en tant que complément alimentaire par BioArmor, une entreprise fournisseurs de produits à base de plantes. Vitapar V est commercialisé pour ses bienfaits sur la restauration des fonctions digestives et l'amélioration de l'assimilation des aliments par les animaux. Avec les études *in vitro* et *in vivo* citées précédemment, il est possible de penser que ce produit pourrait avoir un effet positif également sur la diminution des infestations parasitaires chez les chèvres et sur leur état général.

#### 2. La problématique de l'étude

Face au manque d'études réalisées *in vivo* et de connaissances sur l'efficacité des produits à base de plantes dans la lutte contre les infestations parasitaires par les SGI chez les chèvres, il est intéressant d'étudier la question suivante : dans quelle mesure la phytothérapie (avec l'utilisation du produit Vitapar V) peut-elle diminuer les infestations par les strongles gastro-intestinaux chez les



chèvres et devenir une alternative aux anthelminthiques utilisés par les éleveurs caprins en Auvergne-Rhône-Alpes ?

Cette question peut se diviser en deux sous-questions visant chacun un point d'étude dont découle des hypothèses :

**(1) Quels sont les effets de l'utilisation du produit Vitapar V sur les SGI chez les chèvres ?**

→ *Vitapar V diminue le nombre d'œufs de strongles par gramme de fèces après traitement*

Cette hypothèse est supposée car plusieurs études démontrent un effet positif de l'utilisation d'extraits de plantes sur la réduction de nombre d'opg. André et al. (2017) et Burke et al. (2009) le prouvent en utilisant de l'ail dans leurs études *in vivo*. Une réduction de 59,8% du nombre d'opg dans la première étude et une diminution du nombre d'opg observée 7 jours après le traitement à l'ail dans la seconde étude.

→ *Vitapar V diminue le nombre d'œufs de strongles de l'espèce Haemonchus contortus, parasite le plus prévalent dans la Drôme et le plus pathogène pour les chèvres*

Cette hypothèse est supposée car plusieurs études mettent en avant un effet de l'ail et du thym sur *H. contortus*. En effet, Ferreira et al. (2016) et Saha et Lachance (2020) montrent, *in vitro*, une inhibition de l'éclosion des œufs d'*H. contortus*, une inhibition du développement larvaire (Ferreira et al., 2016) et une action sur la mortalité des larves L3 (Saha et Lachance, 2020).

**(2) Quels sont les effets de l'utilisation du produit Vitapar V sur l'état de santé général des chèvres traitées ?**

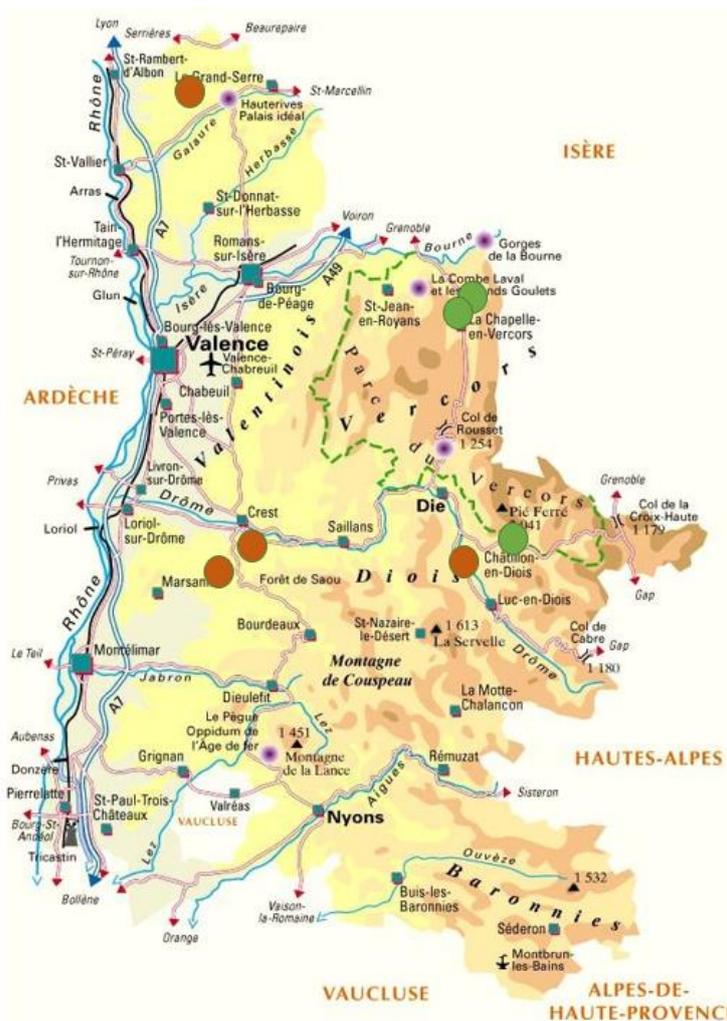
→ *La NEC (note d'état corporel) des chèvres traitées augmente entre J0 (jour du traitement) et J28*

Plusieurs études montrent une augmentation de la NEC après un traitement par un produit phytothérapeutique : Dawo et Tibbo (2005) le montrent sur des chèvres en Ethiopie, Worku et al. (2009) mettent en évidence une augmentation de la NEC après administration d'ail à des chèvres.

→ *Le poil des chèvres (piqué ou non) et leur état général (évaluation visuelle du dépôt de gras au niveau des lombaires) s'améliorent également après l'analyse des photographies*

→ *L'appréciation des chèvres par les éleveurs (allotement des chèvres par les éleveurs en fonction des lots définis pour l'essai sans accès à la liste des chèvres) sera positive et les éleveurs feront la différence entre les chèvres témoins et les chèvres traitées*

Le poil piqué et l'amaigrissement sont des symptômes fréquemment cités dans les études sur les infestations des chèvres par des SGI (Hoste et al., 2012). En revanche, aucune étude scientifique sur le lien entre un traitement à base d'extraits de plantes et l'amélioration du poil n'a été menée au préalable. L'essai réalisé dans le cadre de ce stage permettra d'observer ce symptôme chez les chèvres et de mettre en évidence un éventuel lien avec le traitement. L'appréciation des animaux par les éleveurs n'est pas une méthode fréquemment utilisée dans les études sur les infestations parasitaires par les SGI. Seul Bouilhol et al. (2009) évaluent cet indicateur pour estimer des niveaux d'infestation d'agneaux. Ils ne relèvent pas de corrélation entre l'observation des agneaux par les bergers et les nombres d'opg obtenus. Malgré ces résultats, il a semblé intéressant d'évaluer cet indicateur complémentaire pour mettre en parallèle nos deux études.



Légende :

- Fermes de montagne
- Fermes de plaine

Fig. 2 : Localisation des élevages de montagne et de plaine

Tableau IV : Résultats des analyses coprologiques de mélange pour un troupeau de plaine et un troupeau de montagne

	OpG_SGI (Œufs de strongles gastro-intestinaux par gramme de fèces)		
	Mélange 1	Mélange 2	Mélange 3
Ferme de plaine	900	1600	850
Ferme de montagne	2800	2600	2950

Vitapar V est commercialisé pour améliorer l'assimilation et les fonctions digestives des animaux pendant des périodes de fortes infestations parasitaires. Nous allons relier les deux sous-questions (1) et (2) car si un effet de ce complément alimentaire directement sur le nombre d'opg excrétés dans les fèces n'est pas démontré, un effet sur l'état général des chèvres par une augmentation de la NEC par exemple pourrait être plus facilement visible.

## Chapitre 2 : Matériels et méthodes

L'essai mené dans le cadre de cette étude repose sur le traitement des chèvres par un mélange commercial d'extraits de plantes (Vitapar V) pour mesurer son efficacité contre les strongles gastro-intestinaux. Pour cela, 2 fermes sont sélectionnées, des analyses coprologiques individuelles sont effectuées sur les chèvres et des paramètres zootechniques sont étudiés pour déterminer les effets du traitement sur la diminution du parasitisme interne lié aux SGI mais également sur l'état général des animaux. Le protocole retenu implique la réalisation d'environ 120 à 130 coproscopies individuelles, ce qui explique que seules deux fermes soient retenues. Le dispositif expérimental mis en place par la suite a pour objectif de répondre aux hypothèses de travail présentées précédemment.

### I. Choix des exploitations retenues

#### 1. La méthode de sélection des fermes suivies

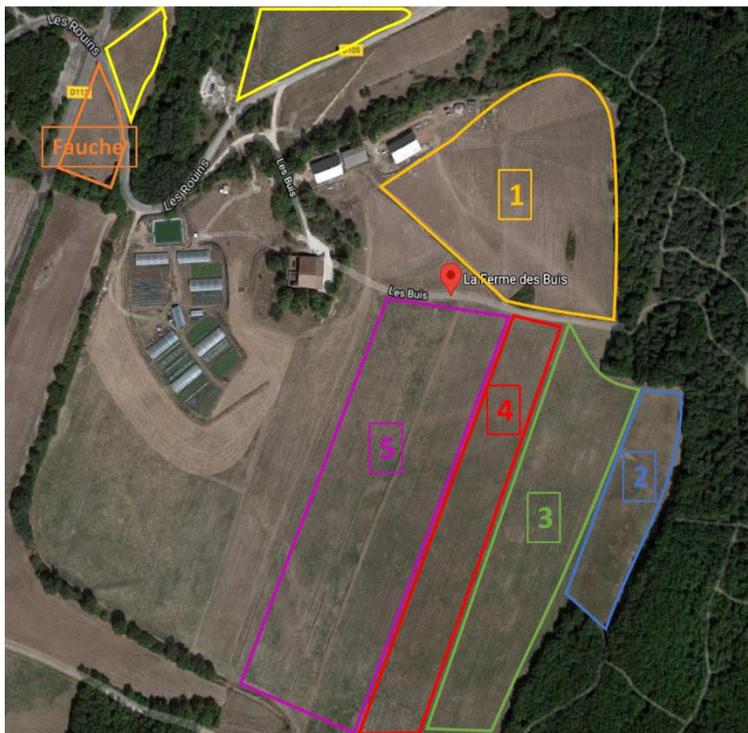
##### a. Les conditions requises

Une phase de pré-sélection a permis d'identifier les deux fermes de l'essai selon les critères de recherche suivants :

- Un système pâturant
- Un élevage composé de 40 chèvres en lactation au minimum
- Un niveau d'infestation parasitaire élevé (minimum de 500 opg, œufs par gramme)
- Une motivation de l'éleveur pour participer à l'essai

##### b. La sélection finale des fermes

Une liste de 7 élevages est obtenue grâce aux contacts du FiBL (Fig. 2). Les fermes sont toutes situées dans la Drôme, 3 dans le Massif du Vercors et 4 en plaine. Un premier élevage (de plaine) a été retenu pour l'essai après réception des résultats d'analyses coprologiques individuelles réalisées au préalable par le LDA (Laboratoire Départemental d'Analyses de la Drôme). Une infestation moyenne de 4023 opg par chèvre a été relevée sur cette ferme c'est-à-dire une infestation importante (>500 opg), ce qui a conduit à l'inclusion de cette ferme dans l'essai. De plus, elle répond à toutes les conditions de la pré-sélection. Elle sera nommée « élevage 1 » tout au long du mémoire. Parmi les 6 autres fermes, plusieurs ne répondent pas aux conditions requises comme un nombre de chèvres inférieur à 40 mais également un manque de motivation de la part d'un éleveur notamment pour des contraintes logistiques. Deux éleveurs n'ont pas répondu lors de l'appel téléphonique. Deux autres fermes répondaient à tous les critères de sélection et des visites ont pu être effectuées. Un questionnaire rapide a permis de connaître les pratiques des éleveurs afin de mettre en avant les facteurs de risque qui pourraient expliquer la présence de SGI (annexe 2). Lors de ces visites, des analyses coprologiques de mélanges ont été réalisées (Tableau IV). Ne sera retenue que la ferme

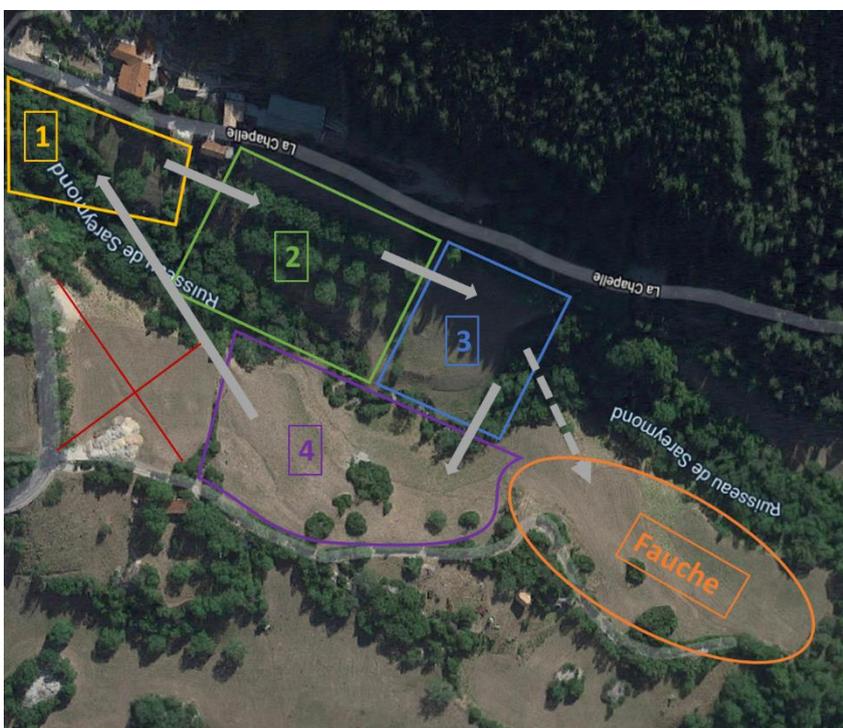


Légende :

- 1** Première parcelle pâturée, notamment au printemps mais possible en automne/hiver en fonction de la pousse d'herbe, 2,5 ha
- 2** Parcelle pâturée en été, 0,5 ha
- 3** Culture de blé, pâturée après récolte, 1,7 ha
- 4** Bande de sainfoin + multi-espèces, 1,5 ha
- 5** Vieille luzerne, pâturée courant printemps, 4 ha
- Autres parcelles pâturées en fonction de la pousse de l'herbe

De la fin du printemps/ début de l'été et jusqu'à l'hiver, les chèvres pâturent sous les bois tout autour de la ferme.

**Fig. 3 :** Parcellaire et gestion du pâturage dans l'élevage 1



Légende :

- 1** Première parcelle pâturée, pendant 4 jours environ, parcelle de 2500m<sup>2</sup>
- 2** Seconde parcelle pâturée, pendant 8-10 jours environ, 9000m<sup>2</sup>
- 3** Troisième parcelle pâturée, pendant 4-5 jours environ, 4500m<sup>2</sup>
- 4** Quatrième parcelle pâturée, pendant 12-13 jours environ, 1,5 ha

**Fauche** Parcelle de fauche qui peut être utilisée en tant que pâture par la suite

**Fig. 4 :** Parcellaire et gestion du pâturage dans l'élevage 2

présentant les plus hauts niveaux d'infestation. Finalement, la ferme de montagne a été retenue car elle remplit les conditions nécessaires : une soixantaine de chèvres très parasitées (moyenne d'opg dans les fèces de mélanges : 2783 opg) qui pâturent et un éleveur motivé par l'essai.

Une nouvelle visite est convenue avec l'éleveur afin d'effectuer les analyses individuelles sur au moins 40 chèvres pour ensuite répartir les chèvres dans des échantillons stratifiés aléatoires. Cette seconde ferme participant à l'essai sera nommée « élevage 2 ».

### c. La présentation des élevages

#### i. *L'élevage 1*

L'élevage 1 comprend 43 chèvres laitières (race alpine dominante) en agriculture biologique situé à la Roche sur Grâne depuis 2017. Tout le lait est transformé en fromages et vendu à la ferme ou sur les marchés. La viande des chevreaux élevés sous la mère est également valorisée à la ferme.

Le pâturage est géré en fonction de la pousse et la hauteur d'herbe dans les parcelles, un schéma de pâturage précis n'est pas suivi. De manière générale, les chèvres pâturent dans une parcelle de 2,5 hectares en système « fil avant » au printemps. Elles restent au maximum 1 semaine sur la même parcelle. En été, une parcelle de 0,5 hectare leur est dédiée et un des objectifs de l'éleveur est d'inclure une partie de forêt adjacente à cette parcelle. Les chèvres pourront alors exprimer leur comportement naturel, celui de cueilleur et éviter le contact direct avec les éléments infestants présents dans les pâtures (Fig. 3). Le reste de l'année, hors périodes hivernales, les chèvres pâturent sur les parcelles indiquées sur la Fig. 3. Cet élevage présente la particularité d'avoir une aire d'exercice ouverte aux chèvres en permanence devant le bâtiment.

#### ii. *L'élevage 2*

L'élevage 2 est composé de 60 chèvres laitières (race alpine dominante) en agriculture biologique à Chatillon-en-Diois, à environ 930 m d'altitude. La mise à l'herbe au printemps est ainsi plus tardive, généralement fin mai lorsque les températures sont plus douces. En automne, les chèvres sortent les jours de beau temps. Fin novembre 2020, elles sont rentrées en bâtiment pour l'hiver. A partir du printemps, les parcelles sont pâturées dans un ordre défini (Fig. 4). Les chèvres tournent sur les différentes parcelles et le temps de pâturage dépend de la surface et de la quantité en herbe disponible sur chaque parcelle.

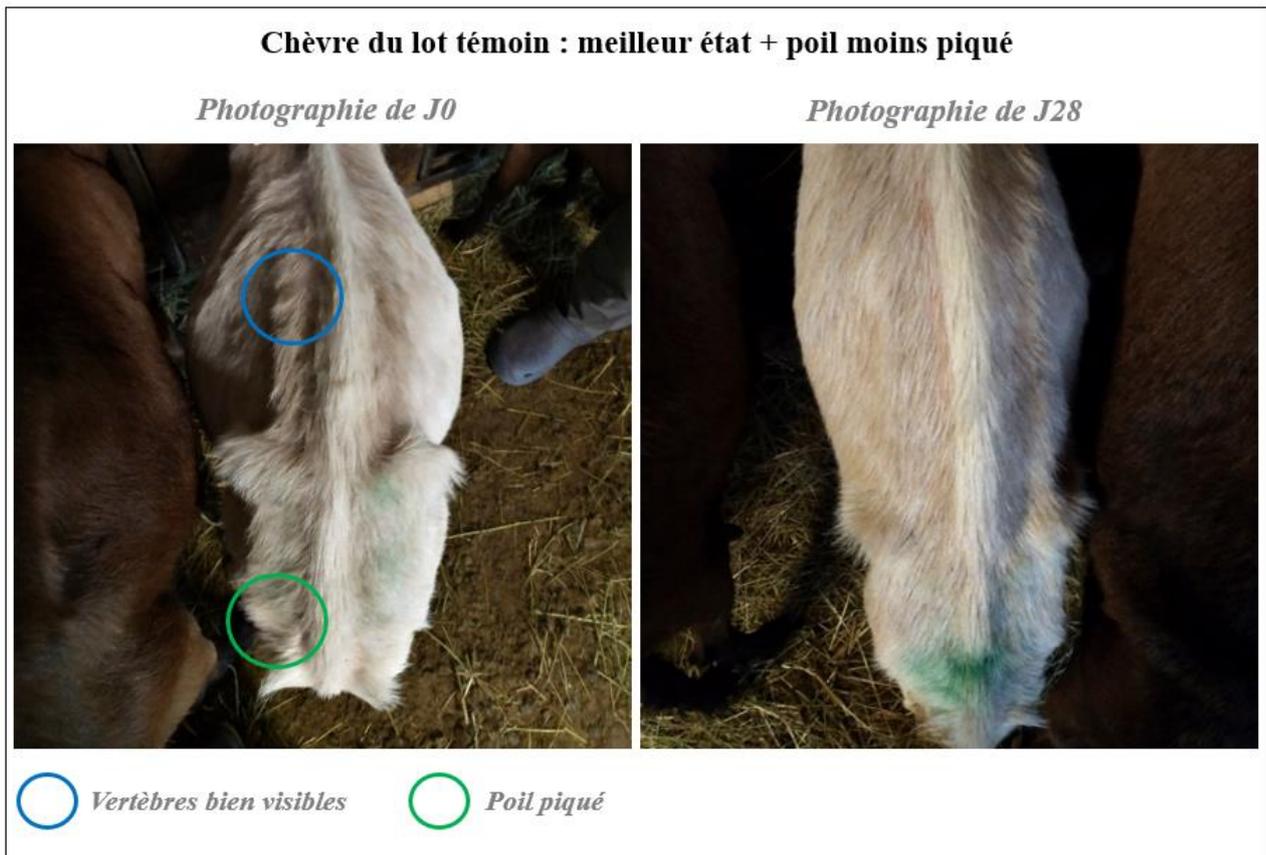
Pour lutter contre les SGI, l'éleveur a recours à la phytothérapie. Cette année par exemple, ses chèvres auront accès à des bassines à lécher à base d'huiles essentielles et d'ail, installées trois semaines après le début du pâturage, selon les préconisations du vétérinaire. Afin de respecter cette contrainte, il a été convenu avec l'éleveur de réaliser l'étude avant l'installation des bassines, prévue pour fin juin.

## **2. L'échantillonnage des chèvres pour la constitution des lots traités et témoins**

Au sein des deux élevages, des chèvres en lactation ont été sélectionnées de manière aléatoire. Parmi les 40 chèvres de l'élevage 1, 16 chèvres sont retenues et réparties en parts égales à un lot témoin et à un lot traité d'après la méthode d'échantillonnage stratifiée aléatoire (Khan Academy). Cette dernière permet d'avoir une meilleure représentation de la diversité de la population étudiée. La population initiale est divisée en classes sur la base des niveaux d'infestation mesurés par les coproscopies individuelles. Le nombre de couples d'animaux retenu dans chaque classe est proportionnel à l'effectif de la classe. Dans chaque couple, les chèvres ont été affectées au groupe traité ou témoin sur la base d'un tirage au sort.



**Fig. 5** : Seringue droguese



**Fig. 6** : Méthode de comparaison des deux photographies (exemple d'une chèvre de l'élevage 2)

Dans l'élevage 2, 24 chèvres ont été sélectionnées et réparties en trois lots de même effectif : un lot traité avec Vitapar V, un lot témoin négatif et un lot contrôle (ou témoin positif). Les 8 chèvres de ce lot supplémentaire ont été traitées à l'Epredis® le jour où le lot traité recevait le Vitapar V. Une comparaison entre le lot témoin positif et le lot traité avec Vitapar V semblait intéressante pour confirmer un éventuel effet de ce dernier. En effet, une efficacité positive est attendue de la part de l'anthelminthique sur le nombre d'œufs de SGI dans les fèces. L'échantillonnage des chèvres se fait de la même manière que dans l'élevage 1.

## II. La mise en œuvre de l'expérimentation

### 1. Intervention dans les élevages

#### a. Le produit utilisé : Vitapar V

Vitapar V (annexe 3), fabriqué et commercialisé par BioArmor en Bretagne, est un produit phytothérapeutique biologique vendu sous le statut d'aliment complémentaire. Composé de magnésium, sodium et extraits de plantes (ail et thym), Vitapar V est vendu pour :

- « Contribuer à une bonne hygiène digestive, particulièrement durant les périodes à risque d'infestations parasitaires,
- Participer à la restauration des fonctions digestives et à améliorer l'assimilation »

L'énoncé assez vague de l'indication du produit, qui évite tout recours aux mots « vermifuge » ou « anthelminthique », est destiné à éviter toute mention d'une allégation de santé. En effet, dans ce cas, Vitapar V serait considéré comme un médicament vétérinaire (« médicament par présentation ») ce qui nécessiterait l'obtention d'une AMM. C'est un produit liquide, à faire ingérer par les animaux ou à mélanger avec l'eau de boisson. D'après le RCP (Résumé des Caractéristiques du Produit), la quantité à administrer est de 10 ml pour 10 kg de poids vif. Pour notre essai, l'entreprise BioArmor conseille une dose choc de 30 ml par chèvre répétée deux fois, à J0 et J21. Vitapar V est administré directement par seringue drogueuse dans la bouche des chèvres (Fig. 5).

#### b. Le recueil des données sur les exploitations

Ces données sont la NEC (note d'état corporel), la photographie du dos de toutes les chèvres de l'essai et l'appréciation des chèvres par les éleveurs. Elles permettent de répondre à l'objectif de travail (2) de la problématique : évaluer l'effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres.

##### *i. Les données zootechniques relevées*

Tout au long de l'essai, plusieurs facteurs zootechniques sont évalués pour noter d'éventuelles évolutions sur les animaux. Premièrement, la NEC des chèvres : une note lombaire et une note sternale (annexe 4). Cette note rend compte de l'état général de l'animal à un instant t. C'est pourquoi il faut tenir compte du stade de lactation de la chèvre ainsi que de son âge, deux paramètres qui font varier la NEC et qui peuvent expliquer la notation. Cette dernière étant subjective, il est nécessaire qu'une même personne réalise toutes les notations.

Une photographie du dos de toutes les chèvres de l'essai est prise au premier (J0) et dernier jour (J28) de l'essai pour déterminer une éventuelle différence notable des chèvres. La photographie sera analysée visuellement et en parallèle avec la NEC. Elles permettent d'observer le poil des animaux et leur état général. La Fig. 6 reprend la méthode d'analyse des photographies.



**Fig. 7** : Prélèvement des fèces directement dans le rectum de la chèvre



**Fig. 8** : Coproscopie quantitative par méthode McMaster, source interne

## ii. *L'appréciation des chèvres par les éleveurs en fin d'essai*

Une fiche d'appréciation (annexe 5) est complétée par les éleveurs à la fin de l'essai. Le but est de voir s'ils notent une différence chez leurs animaux (notamment au niveau de l'état général) et s'ils peuvent différencier les chèvres témoins des chèvres traitées. Lors des traitements, les éleveurs ne doivent pas avoir accès à la liste des chèvres ni voir lesquelles reçoivent un traitement. Cela n'a pu être réalisé pour les 8 chèvres traitées à l'Eprecis® dans l'élevage 2. En effet, pour respecter le temps d'attente lait de 2 jours en agriculture biologique pour cette molécule, les chèvres sont séparées lors de la traite et pour faciliter cette étape, elles sont marquées sur le dos.

Un tableau permet aux éleveurs de différencier les chèvres du lot témoin et celles du lot traité en justifiant leurs choix. En effet, est-ce au visuel qu'ils jugent qu'une chèvre fait partie du lot traité : poil moins piqué, meilleur état général ? Est-ce une augmentation de la production laitière ? etc.

## c. Les prélèvements de fèces pour la réalisation des coproscopies

Les prélèvements de fèces sont indispensables pour cette étude. Ils permettent par la suite de réaliser une coproscopie, première méthode utilisée pour attester de la présence de SGI. Ces données quantitatives sont utilisées pour répondre à l'hypothèse selon laquelle Vitapar V diminue le nombre d'œufs de SGI par gramme de fèces après traitement.

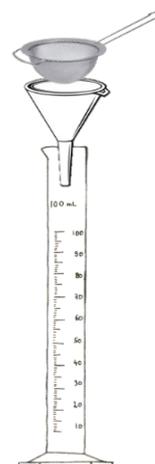
Les fèces sont directement prélevées dans le rectum des chèvres, avec des gants en latex pour éviter les contaminations au sol. Le gant retourné par la suite sert de contenant pour le transport jusqu'au laboratoire. Les gants sont étiquetés avec le numéro des chèvres pour assurer la traçabilité. Afin d'avoir une quantité suffisante de fèces pour réaliser les différentes coproscopies, il faut prélever une dizaine de crottes par chèvre, soit environ 10 grammes (Fig. 7). Les fèces sont transportées au laboratoire et analysées le plus rapidement possible. Le stockage au réfrigérateur est possible au maximum 3 jours sinon les œufs peuvent éclore même à une température de 5°C. La congélation est déconseillée car elle peut entraîner l'éclatement des œufs, ce qui empêche la réalisation de coprocultures par la suite.

Ces prélèvements sont effectués à chaque visite de ferme, définie selon le protocole suivant : le jour du traitement (J0), 3 jours après le traitement (J3) puis à J7, J21, J24 et J28.

## 2. Les analyses de laboratoire au sein du FiBL France

### a. L'analyse coprologique par méthode McMaster pour quantifier les œufs présents dans les fèces

La coproscopie individuelle permet de comptabiliser le nombre d'œufs de SGI présents dans les fèces de chaque chèvre et de rendre compte du niveau d'infestation de chacune d'elle. La méthode sur lame McMaster (annexe 6) est la plus couramment utilisée pour cette analyse (Fig. 8). Dans un premier temps, entre 4,0 et 4,1 g de fèces sont pesées et écrasées dans un mortier. Ensuite un fond de solution saturée en sel est rajouté puis le tout est concassé à l'aide du pilon jusqu'à obtenir une solution liquide. L'eau salée permet d'augmenter la capacité de flottation des œufs de SGI. La suspension obtenue est placée sur la passoire à thé comme sur le dispositif ci-contre. A l'aide de la pissette contenant de l'eau saturée en sel, l'éprouvette est remplie jusqu'à 60 ml avec un jet fort. Une fois l'éprouvette remplie, la suspension est brassée avec la pipette automatique de 10 ml (va et vient d'air) afin d'homogénéiser la solution liquide. Immédiatement après avoir mélangé, quelques ml de la suspension sont





**Fig. 9** : Œufs de SGI observés au microscope sur lame de McMaster



**Fig. 10** : Culture d'œufs de strongles en bocaux (à gauche : bocaux retournés depuis quelques minutes ; à droite : bocaux retournés depuis 24h)

aspirés et la première chambre de comptage McMaster est remplie. Une nouvelle homogénéisation est nécessaire avant de remplir la deuxième chambre avec un deuxième prélèvement à l'aide de la micropipette.

Attendre 5 minutes avant de procéder au comptage permet aux œufs de flotter. Le comptage des œufs au microscope (Fig. 9) est effectué avec un grossissement x100 (oculaire x10 et objectif x10). Le volume des chambres de la lame de McMaster utilisé pour compter les œufs est de 0,3 ml. De ce fait, le nombre d'œufs comptés est celui qui se trouve dans 0,02g de fèces (0,3ml x 4g / 60ml). Pour obtenir le nombre d'œufs dans 1g de fèces, il faut multiplier le nombre d'œufs comptés par 50 (1 / 0,02). Le seuil de détection est donc de 50 opg.

#### b. L'identification des larves de strongles gastro-intestinaux présentes dans les fèces

L'identification des larves est effectuée pour évaluer un effet différentiel de Vitapar V sur les principales espèces de strongles gastro-intestinaux retrouvées en élevage caprin : *Teladorsagia circumcincta*, *Trychostrongylus colubriformis* et *Haemonchus contortus*. En effet, la comparaison des espèces présentes avant traitement avec celles après traitement permettront de déterminer un effet de Vitapar V sur des espèces spécifiques et de répondre à la question (1) de la problématique. Deux méthodes d'identification sont testées pendant cette étude mais seule une des deux est retenue pour sa rapidité et sa fiabilité : la qPCR (réaction de polymérisation en chaîne quantitative).

La coproculture est nécessaire pour l'identification des larves, pour les deux méthodes testées. En effet, la coproscopie quantitative par méthode McMaster ne permet pas de différencier les œufs de SGI au microscope. La coproculture ou culture larvaire (annexe 7) consiste à mettre en culture les œufs des SGI afin de les faire éclore en larves L1 et se développer les L1 en L2 puis L3 (cf cycle des strongles, Fig. 1). Pour reproduire un milieu optimal à l'éclosion des œufs de SGI, les fèces de toutes les chèvres sont mélangées avec de la sciure (copeaux nature, Gamm Vert). Le mélange fèces-sciure est disposé dans des bocaux entourés de papier aluminium ou stockés dans un carton pour éviter la pénétration de lumière. Les bocaux restent ouverts pour permettre l'oxygénation. L'humidité, optimale entre 50 et 80%, doit être contrôlée tous les 2-3 jours et ajustée si nécessaire. Les cultures sont incubées pendant 11-12 jours à température ambiante. Les fèces des lots traités sont séparées de celles des lots témoins pour réaliser des coprocultures différentes. Après 11-12 jours d'incubation, les œufs se sont développés en larves de stade L3, capables de supporter l'eau et de nager. Les bocaux sont remplis d'eau et retournés sur des boîtes de types boîtes de pétri (Fig. 10).

Une fois les bocaux retournés, l'ajout d'eau dans les boîtes de pétri facilite le déplacement des larves. En 24h, attirées par la lumière et par gravité, les larves nagent hors de la culture fécale et migrent hors du bocal grâce à l'eau. Il est alors possible de les prélever directement dans les boîtes de pétri à l'aide d'une pipette et de les transvaser dans des béciers. Deux prélèvements sont réalisés afin de récupérer un maximum de larves : 6h et 24h après le retournement des bocaux. Les béciers sont conservés une nuit au frigo afin qu'un amas de larves se forme et se dépose sur le fond. Le surnageant peut ensuite être retiré afin d'obtenir une solution larvaire plus concentrée à transvaser dans des fioles de culture et à conserver au réfrigérateur.

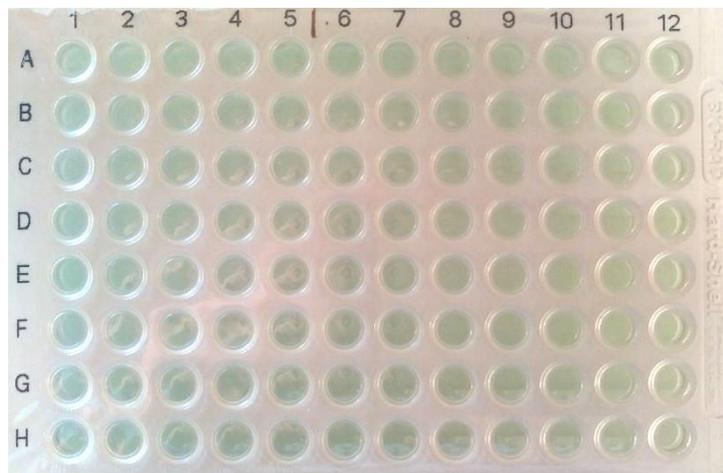
Au total, des coprocultures pour chaque lot sont à faire tout au long de l'essai : à J0, J7, J21 et J28.

##### i. *L'identification par l'observation microscopique*

Pour réaliser l'identification des larves par analyse microscopique, une faible quantité de solution larvaire est agitée pour remettre en suspension les larves et homogénéiser la solution. Une goutte de la solution larvaire est déposée sur une lame puis recouverte d'une goutte de lugol (Carl

**Tableau V** : Tableau d'identification des larves L3 au microscope, source interne

Espèce de strongle	Longueur des larves au stade L3 (µm)	Nombre de cellules intestinales	Caractéristiques de la queue	Longueur de la queue des larves au stade L3 (µm)
<i>Haemonchus contortus</i>	650 – 790	16	Queue flagelliforme	70 – 90
<i>Teladorsagia circumcincta</i>	780 – 900	16	Queue avec une inflexion	40 – 50
<i>Trichostrongylus colubriformis</i>	700 – 760	16	Queue conique	30



**Fig. 11** : Micro-puits (ou barrettes 8 puits) pour la qPCR

Roth) ou encore passée au-dessus de la flamme d'un briquet afin de tuer les larves. Le lugol, composé de diiode et d'iodure de potassium dans de l'eau permet également de tuer les larves. En effet, l'immobilisation des larves facilite l'identification. Les larves pourront ensuite être identifiées grâce à des fiches d'identification et des tableaux présentant les critères morphologiques de chaque larve telles que la longueur totale de la larve, la longueur de sa queue, la forme de sa tête ou encore le nombre de cellules intestinales qu'elle contient (tableau V). Pour obtenir la proportion de chaque espèce de SGI présent dans les élevages, il est conseillé d'identifier 100 larves sur la lame. Finalement, le temps nécessaire pour cette identification explique qu'une seule identification au microscope ait été réalisée sur 100 larves pendant l'essai. L'identification des larves par extraction d'ADN grâce à la qPCR (réaction de polymérisation en chaîne quantitative) a été développé au cours de cette étude. C'est une méthode plus rapide et plus fiable.

#### ii. L'identification par qPCR, réaction de polymérisation en chaîne quantitative

La qPCR permet la quantification des larves présentes grâce à la présence de fluorochrome et la détection se fait au fur et à mesure de l'amplification<sup>3</sup>. Pour cela, différentes étapes sont nécessaires :

- Digestion des larves L3 de SGI provenant de coprocultures

Tout d'abord il faut quantifier 1000 larves/ml de chaque culture larvaire (lots témoins et lots traités séparés). Des comptages successifs (3x20µl) au microscope permettent d'estimer la quantité de larves présentes dans les cultures et un ajustement permet d'obtenir des concentrations à 1000 larves/ml.

Une fois cette étape terminée, une solution de digestion est rajoutée (1 ml par tube). Cette solution de digestion est constituée de tris base, le tampon qui apporte un environnement chimique nécessaire à l'activité de l'ADN polymérase, du Na<sub>2</sub>EDTA, permettant la conservation de l'ADN, du tween 20 et de la protéinase k. Le tween 20 est un adjuvant facilitant la rupture des liaisons hydrogènes reliant les 2 brins de la molécule d'ADN. La protéinase k est une enzyme qui permet de digérer les protéines, elle va détruire les cellules des larves afin d'extraire l'ADN. Cette digestion se déroule à 50°C pendant 15 heures. Après la digestion, les tubes sont exposés à 95°C pendant 10 minutes afin de dénaturer la protéinase k pour éviter qu'elle détruise la polymérase.

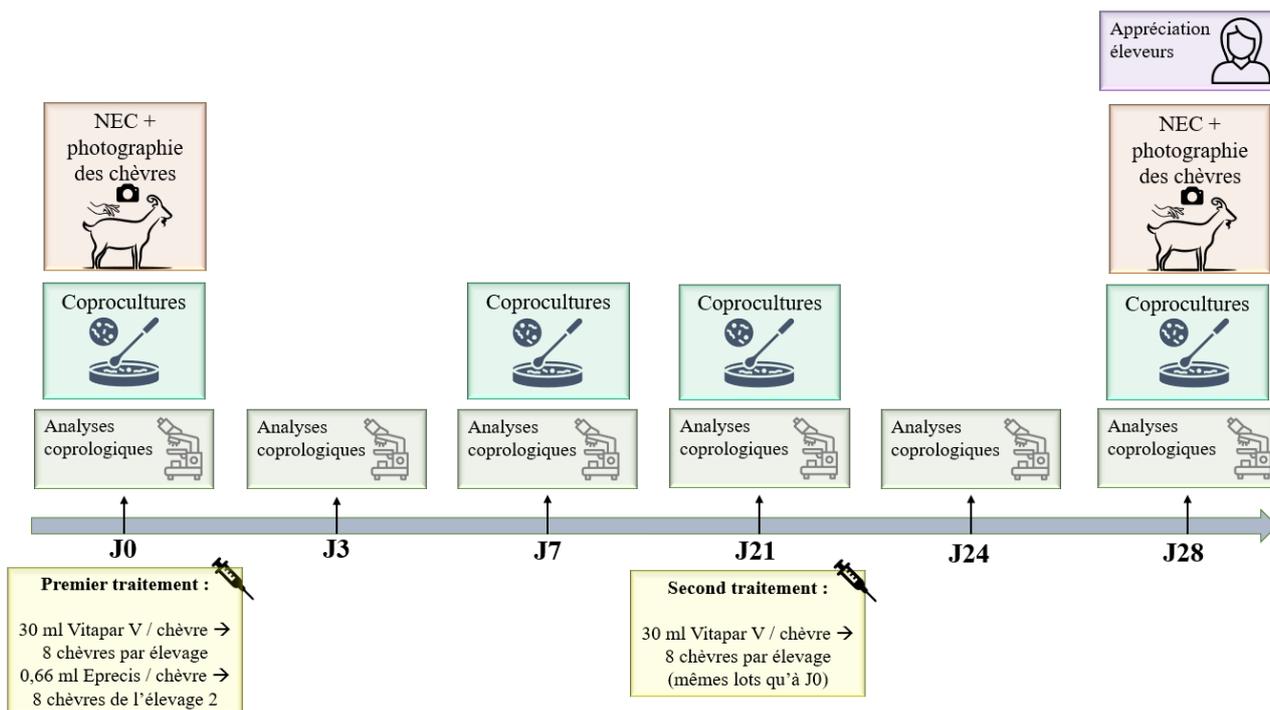
- Amplification de l'ADN

Afin de réaliser l'amplification de l'ADN à la machine PCR (BIO-RAD, CFC *Connect, Real-Time System*), nous utilisons des micro-puits ou des barrettes 8 puits (Fig. 11). Dans chaque micro-puit, 2 µl du produit de digestat contenant l'ADN sont mélangés à 10 µl d'une solution prête à l'emploi appelé Master Mix. Cette dernière contient la Taq polymérase, les dNTPs (nucléotides : A, T, G, C), le MgCl<sub>2</sub>, le tampon de réaction à des concentrations optimales pour la PCR et le Primer Mix. La Taq polymérase permet la dénaturation de l'ADN et l'amplification de la séquence cible. Les nucléotides sont nécessaires pour la construction des nouveaux brins d'ADN. Le MgCl<sub>2</sub> est un cofacteur de la polymérase, elle aide à l'incorporation des dNTPs et facilite la formation de complexes entre les amorces et les brins d'ADN. Le Primer Mix contient les amorces (de 20 nucléotides) qui se fixent sur les séquences cibles de l'ADN.

C'est le thermocycleur (ou machine PCR) qui permet d'effectuer la réaction PCR en programmant des cycles consécutifs de baisse et de montée de la température permettant la dénaturat-

---

<sup>3</sup> Amplification : réplique d'une matrice d'ADN double brin pour obtenir d'importantes quantités de cette séquence d'ADN spécifique



**Fig. 12 :** Chronologie des différentes étapes réalisées au cours de l'essai

**Tableau VI :** Nombre de coproscopies réalisées au sein des deux élevages suivis

Etapes du protocole	Elevage 1	Elevage 2
J-21	Résultats LDA	3 (coproscopies de mélange)
J-3	Résultats LDA	40
J0	16	24
J3	16	24
J7	16	24
J21	16	24
J24	16	24
J28	16	24
<b>Total</b>	<b>96</b>	<b>187</b>

ion des deux brins d'ADN (à 95°C) puis l'hybridation (les amorces viennent s'hybrider sur les brins d'ADN) à 50-70°C.

c. La détermination de la matière fraîche des fèces

Pour chaque échantillon de fèces, une quantité proche de 5 grammes est pesée dans un bécher et séchée à l'étuve pendant 12 heures à 80°C.

Le lendemain, les fèces sont pesées à nouveau puis la matière fraîche (le pourcentage d'eau contenue dans chaque échantillon de fèces) est relevée. Comparer les matières fraîches des fèces (les taux d'humidité) du lot traité à celles du lot témoin pour mettre en évidence un biais dans la quantification du nombre d'opg dans les fèces. Ce biais peut soit être dû à des fèces diarrhéiques, diluant le nombre d'opg, soit à un effet de Vitapar V sur la consistance des fèces (les rendant plus liquides ou plus sèches). Si aucune différence n'est mise en évidence entre les fèces du lot traité et celles du lot témoin, alors il ne sera pas nécessaire de réajuster le nombre d'opg à la matière sèche des fèces.

Toutes les étapes du protocole décrites ci-dessus sont regroupées dans la Fig. 12.

### **III. Le traitement des données**

#### **1. Le recueil des données**

a. Les données quantitatives

La majorité des données utilisées pour le traitement statistique est quantitative. En effet, les données principales et les plus pertinentes quant à l'analyse d'un effet de Vitapar V sur les strongles gastro-intestinaux des chèvres sont les analyses coprologiques, des données quantitatives. Au total, 283 coproscopies individuelles sont effectuées et analysées pour cette étude (tableau VI).

D'autres données quantitatives ont été récoltées et analysées :

- La NEC
- Le taux d'humidité des fèces
- Les résultats de l'identification des larves après qPCR

b. Les données qualitatives

Les données qualitatives sont moins nombreuses. La feuille d'appréciation des chèvres par les éleveurs ainsi que les photographies des chèvres sont les seules données qualitatives. Les éleveurs donnent leur avis sur l'état des chèvres de manière individuelle en essayant de savoir quelles chèvres ont été traitées par Vitapar V et celles qui appartenaient au lot témoin. Les photographies sont également analysées individuellement pour observer une éventuelle différence de l'état général des chèvres entre J0 et J28.

#### **2. L'analyse des données**

a. Le rappel des hypothèses

L'objectif de l'essai est d'évaluer l'impact d'un mélange à base d'extraits de plantes sur la diminution du nombre d'opg. Celle-ci est mesurée par des mesures indirectes : les coproscopies et coprocultures et grâce au recours à des indicateurs complémentaires : NEC et aspect du poil.



L'hypothèse qu'il est possible d'émettre est que ces paramètres sont un bon reflet du nombre de SGI adultes présent au sein de l'animal.

La baisse de l'excrétion fécale d'œufs de SGI mesurée par les coproscopies quantitatives est un reflet de l'efficacité du produit testé sur les SGI adultes. Des comparaisons de moyennes entre les lots traités et les lots témoins sont effectuées pour chaque élevage.

#### b. Les méthodes de traitement statistique

La récolte des données a débuté le 5 avril et s'est terminé mi-août. Les opg de chaque lot (témoin / traité pour l'élevage 1 et témoin négatif / témoin positif / traité pour l'élevage 2) ont été comparés entre eux à chaque étape de l'essai afin de mettre en évidence un possible effet du produit testé sur la diminution du nombre d'œufs de SGI dans les fèces et donc du parasitisme interne chez les chèvres. Plusieurs comparaisons sont alors possibles : comparer le nombre d'opg entre le lot traité et le lot témoin mais aussi comparer le nombre d'opg au sein du même lot traité avant et après traitement. Les échantillons comparés sont alors soit indépendants, soit appariés.

Les analyses statistiques ont été réalisées sur le logiciel *R* grâce à des tests paramétriques et non paramétriques (avec une erreur alpha à 5%). Les tests paramétriques sont souvent plus sensibles mais nécessitent que la distribution des données respecte certaines conditions. Si ce n'est pas le cas, ou si les échantillons sont trop petits ( $<6$ ), nous avons recours aux tests non paramétriques. L'analyse des variances (ANOVA) à un facteur sur mesures répétées (des mesures réalisées sur les mêmes sujets plus d'une fois) et le test de Student seront d'abord utilisés si possible. Sinon, le test de Wilcoxon-Mann-Whitney (test non paramétrique basé sur les rangs) sera utilisé pour les comparaisons des lots entre eux. Le test de Wilcoxon ne nécessite aucune condition d'utilisation et est utilisé sur échantillons indépendants comme appariés. Ce test suppose deux hypothèses : les médianes sont égales, acceptée si la p-value est supérieure à 0,05 ou les médianes sont différentes si la p-value est inférieure à 0,05.

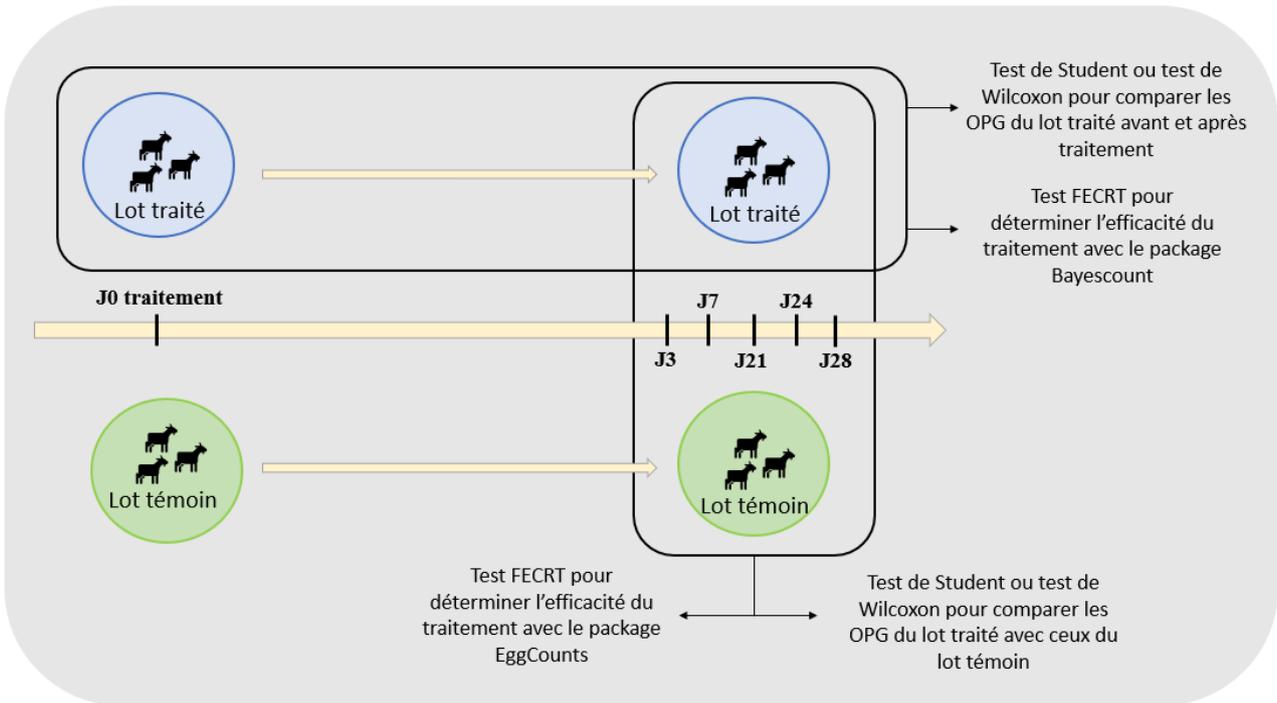
Pour valider l'utilisation de l'ANOVA à un facteur sur mesures répétées, plusieurs hypothèses sont à satisfaire :

- Aucune valeur aberrante significative,
- La normalité des données opg (estimée par le test de Shapiro-Wilk),
- L'égalité des variances entre les lots (par le test de Fisher ou par le test de Levene qui est moins sensible aux défauts de normalité).

Pour valider l'utilisation du test de Student sur deux échantillons indépendants (témoin / traité) et sur échantillons appariés (au sein du lot traité avant et après traitement), plusieurs hypothèses sont à vérifier :

- La normalité des données opg (par le test de Shapiro-Wilk),
- L'égalité des variances entre les lots (par le test de Fisher),
- La différence des données des deux lots suit une loi normale (cas pour échantillons appariés).

Les NEC des animaux ont également été comparées pour confirmer ou infirmer un effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres après traitement. Les liens entre le traitement (le lot) et les variables qualitatives (appréciation des éleveurs et analyse des photographies) ont été évalués grâce à des tableaux de contingence et le test du Chi-2 permet de déterminer la significativité des liens. Pour utiliser ce test, deux hypothèses sont à vérifier : valeurs non nulles et plus de 5 valeurs dans chaque lot.



**Fig. 13** : Schéma de synthèse des tests statistiques réalisés en fonction des comparaisons recherchées

c. Le test de réduction de l'excrétion fécale des œufs de strongles (*Fecal Egg Count Reduction Test* : FECRT)

Le test FECRT permet d'apprécier l'efficacité d'un traitement anthelminthique sur l'excrétion d'œufs de SGI dans les fèces en calculant le pourcentage de réduction de l'excrétion d'œufs. Il est utilisé dans cet essai pour répondre à la question (1) de la problématique et pour appuyer les résultats obtenus après les comparaisons des nombres d'opg.

Deux méthodes permettent de déterminer le FECRT avec *R*. La première consiste à comparer le nombre d'œufs de parasites excrétés par les fèces d'un lot traité avec le nombre d'œufs excrétés par un lot témoin au même moment. Les deux lots sont donc indépendants. La seconde consiste à comparer le nombre d'œufs excrétés par les fèces pour un même lot à deux moments différents (J0 et J7 par exemple avec J0 le jour du traitement). Les deux échantillons comparés dans ce cas-là sont appariés puisque ce sont les mêmes animaux.

C'est le package *EggCounts* qui permet de comparer un lot témoin et un lot traité. La formule utilisée est la suivante :

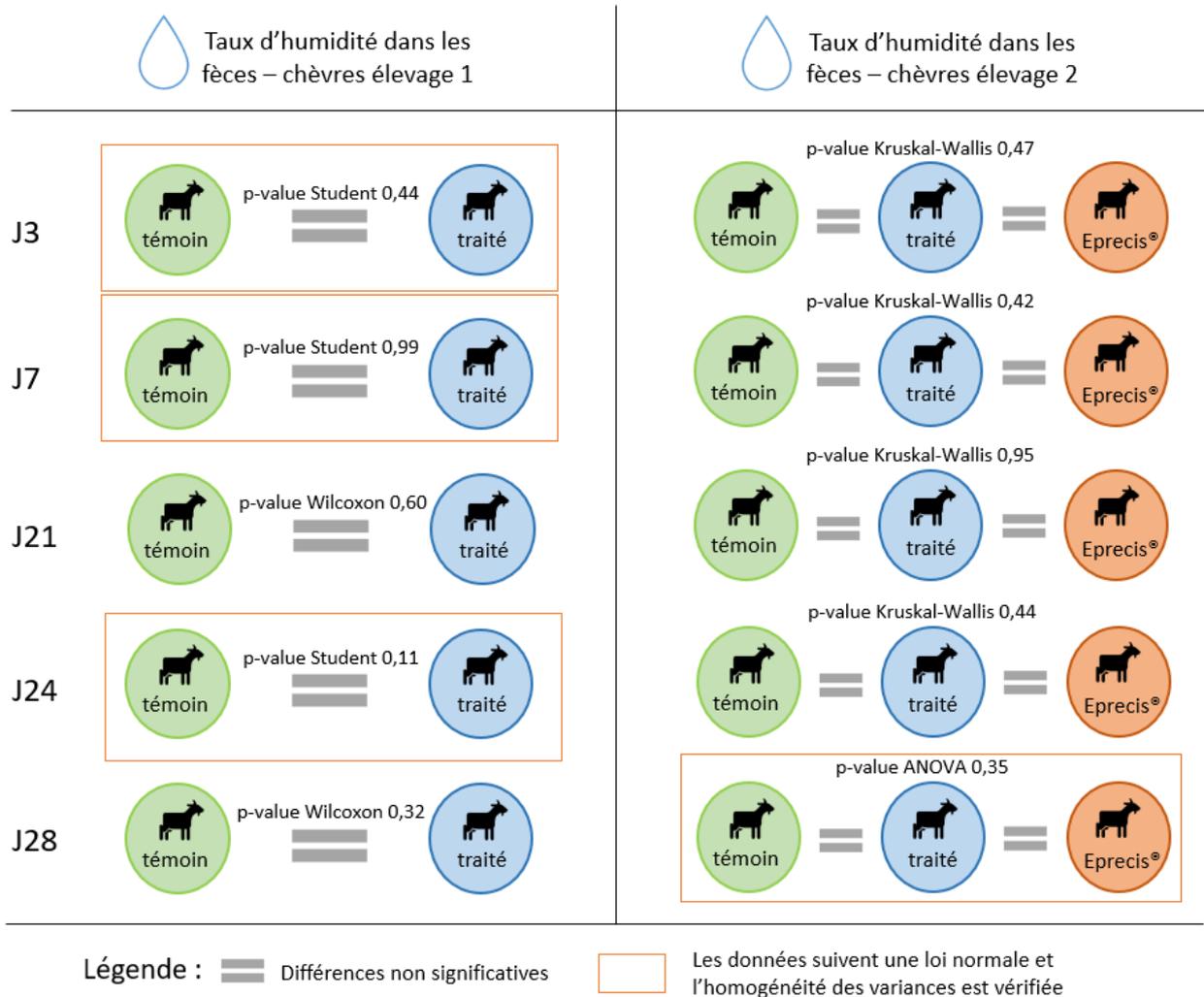
$$\text{FECRT (\%)} = \left[ 1 - \left( \frac{T2}{T1} \times \frac{C1}{C2} \right) \right]$$
 avec T2 le lot traité après traitement, T1 le lot traité avant traitement, C1 le lot témoin avant traitement et C2 le lot témoin après traitement.

Le package *BayesCount* permet de comparer les échantillons d'un même lot (avant et après traitement) :

$$\text{FECRT (\%)} = \left( \frac{\text{OpG1} - \text{OpG2}}{\text{OpG1}} \right) \times 100$$
 avec OpG1 le nombre moyen d'opg chez les animaux avant traitement et OpG2 le nombre moyen d'opg chez les animaux après traitement.

Pour réaliser ces deux mesures, le logiciel *R* effectue du *bootstrapping*.

Enfin, la Fig. 13 reprend les tests utilisés pour l'analyse des données (le test paramétrique de Student si les conditions d'utilisation sont vérifiées, sinon le test non paramétrique de Wilcoxon et le test FECRT).



**Fig. 14 :** Comparaison des taux d'humidité des fèces entre lots pour les deux élevages

## Chapitre 3 : Analyse des résultats

Les données individuelles recueillies sur les lots témoins (sans traitement pour les deux élevages), traités (avec Vitapar V pour les deux élevages) et témoin positif (avec Eprecis® pour l'élevage 2) sont les suivantes :

- Coproscopies individuelles à J0, J3, J7, J21, J24 et J28
- NEC à J0 et J28
- Photographie de chaque chèvre à J0 et J28
- Appréciation de l'éleveur à J28

L'analyse des données repose sur la comparaison des valeurs obtenues entre le lot témoin et le lot traité. Différentes méthodes statistiques sont utilisées et le champ d'application de chacune sera discuté.

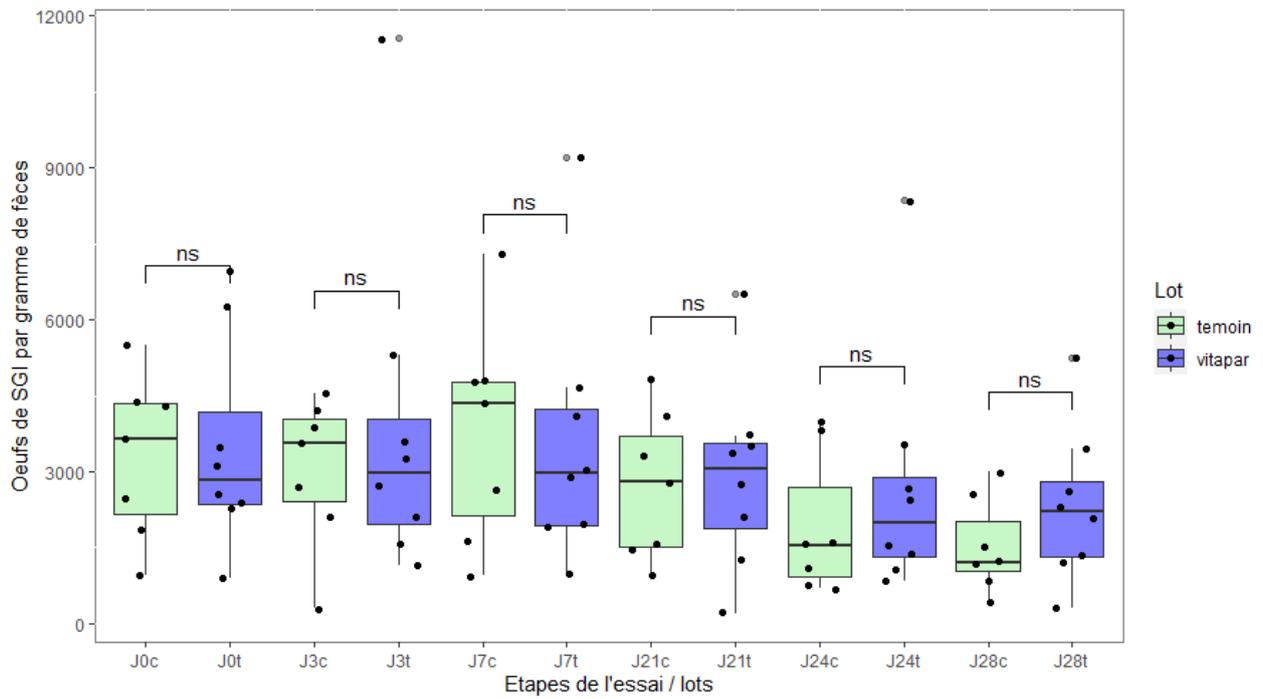
Dans un premier temps, nous vérifions qu'il est possible de travailler sur la matière fraîche des fèces en contrôlant qu'il n'y a pas de différence significative des taux d'humidité des fèces entre les lots témoins et les lots traités.

### I. La comparaison du taux d'humidité des fèces entre lots

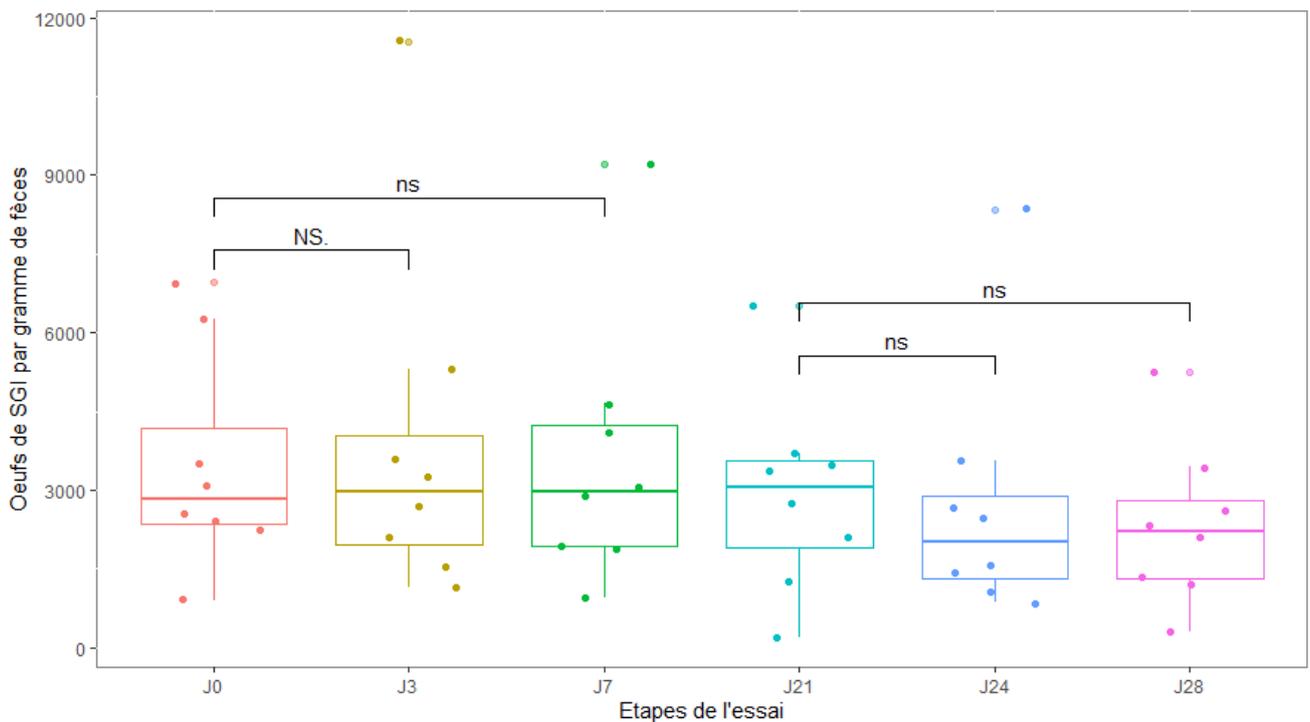
Supposons que Vitapar V a un effet sur le parasitisme en diminuant les niveaux d'infestation, pouvant se traduire par des chèvres moins diarrhéiques et donc des fèces plus dures, alors il est nécessaire de comparer les taux d'humidité des fèces de chaque lot pour exclure les biais quant au nombre d'opg obtenu. En l'absence d'un effet sur le parasitisme, il est également possible de supposer que Vitapar V a des propriétés laxatives, rendant les fèces plus liquides. Des taux d'humidité des fèces différents entre les lots faussent l'interprétation des opg et alors les comparaisons de lots devraient se faire sur les nombres d'opg obtenus sur la matière sèche des fèces. Les comparaisons ont été effectuées entre tous les lots et à chaque étape de l'essai (Fig. 14). Le test paramétrique de Student est privilégié lors des comparaisons doubles comme dans l'élevage 1. Si les conditions d'utilisation de ce test ne sont pas validées, alors le test de Wilcoxon est utilisé. Une ANOVA permet cette comparaison dans l'élevage 2 du fait de la présence de 3 lots, le test de Kruskal-Wallis est utilisé si les hypothèses de l'ANOVA ne sont pas vérifiées.

Dans l'élevage 1, les taux d'humidité des fèces ne sont pas significativement différents entre le lot témoin et le lot traité à J3, J7 et J24 (p-values du test de Student = 0,44 ; 0,99 et 0,11 respectivement, Fig. 14). A J21 et J28, les taux d'humidité des fèces ont été comparés grâce au test de Wilcoxon, les données ne suivant pas une loi normale (p-values du test de Shapiro = 0,011 et 0,005 respectivement). Il en ressort que le taux d'humidité des fèces entre le lot témoin et le lot traité n'est pas différent significativement (p-values du test de Wilcoxon = 0,60 et 0,32 pour J21 et J28). La consistance des fèces n'a donc pas changé d'un lot à l'autre par le traitement Vitapar V, il n'est pas nécessaire de ramener le nombre d'opg à la matière sèche des fèces et les analyses statistiques sont réalisées sur les nombres d'opg initiaux (obtenus sur les fèces initiales, non séchées, c'est-à-dire sur la matière fraîche de ces dernières).

Dans l'élevage 2, le taux d'humidité des fèces des chèvres des deux lots a été comparé grâce au test de Kruskal-Wallis pour les étapes suivantes : J3, J7, J21 et J24. En effet, les données de taux d'humidité ne suivent pas une loi normale (p-values du test de Shapiro < 0,05 pour l'ensemble de ces données). Les p-values du test de Kruskal-Wallis sont toutes supérieures à 0,05 (Fig. 14), aucune différence de taux d'humidité des fèces entre les lots n'est mise en évidence. Ni le produit Vitapar V, ni l'anthelminthique Eprecis® n'influent sur la quantité d'eau contenue dans les fèces.



**Fig. 15** : Nombre d'œufs par gramme de fèces du lot témoin et du lot traité par Vitapar V en fonction des différentes étapes de l'essai (ns = non significatif). Comparaisons réalisées avec le test non paramétrique de Wilcoxon (élevage 1).



**Fig. 16** : Nombre d'œufs par gramme de fèces au sein du lot traité par Vitapar V en fonction des différentes étapes de l'essai (ns = non significatif). Comparaisons réalisées avec le test non paramétrique de Wilcoxon (élevage 1).

A J28, les données suivent une loi normale et l'homogénéité des variances est acceptée (p-value du test de Bartlett = 0,17). L'ANOVA est réalisée et une p-value non significative de 0,35 atteste d'une absence de différence entre les taux d'humidité des fèces des 3 lots.

Pour conclure, les fèces entre les lots sont homogènes, il n'y a donc pas de biais introduits par une différence de taux d'humidité des fèces dans l'interprétation des nombres d'opg entre les lots traités et témoins. Il est ainsi possible de comparer les nombres d'opg obtenus sur la matière fraîche.

## II. L'effet de Vitapar V sur le nombre d'œufs de strongles gastro-intestinaux dans les fèces

### 1. Comparaison du lot traité avec le lot témoin de l'élevage 1

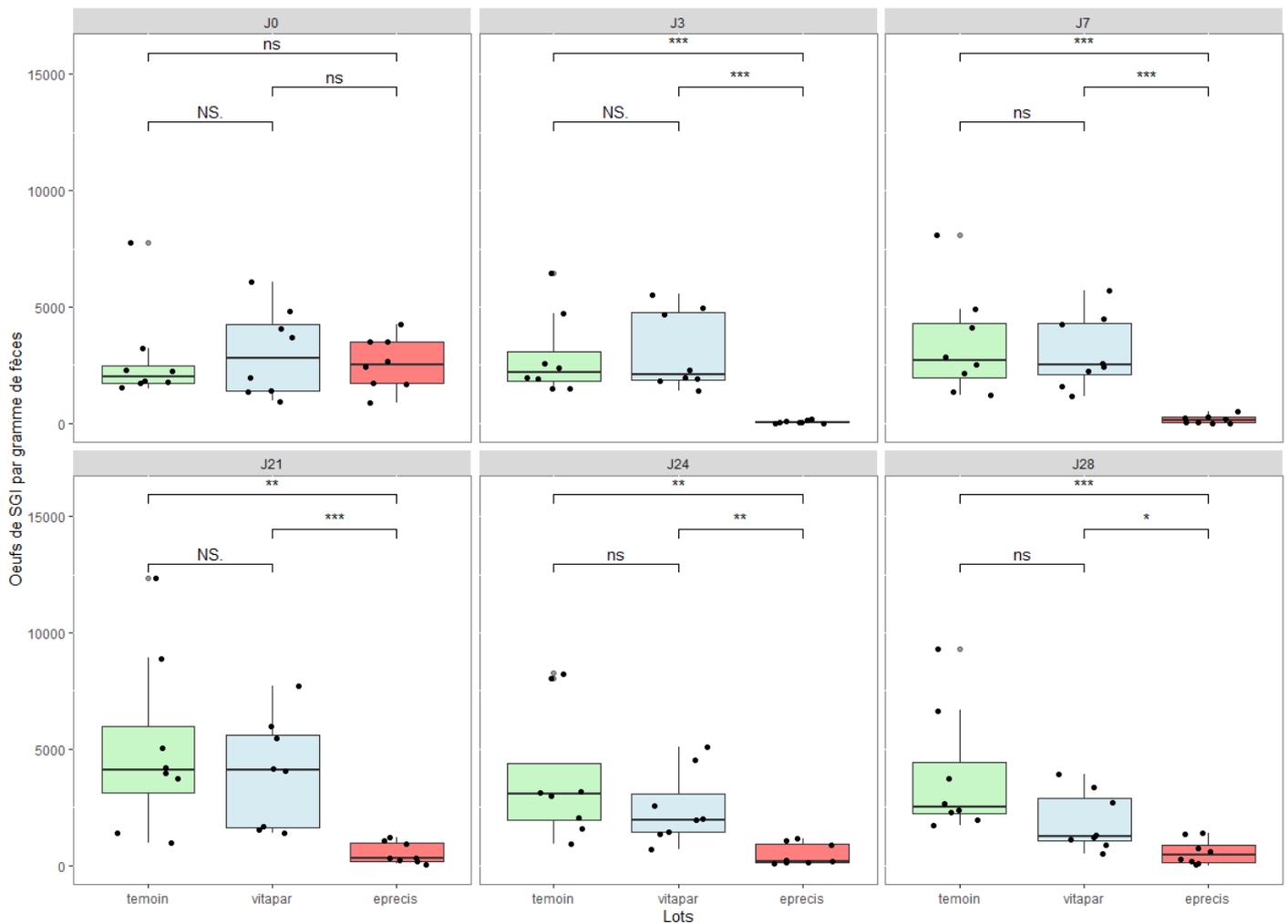
Les hypothèses du test de Student ne sont pas satisfaites, 4 distributions sur 12 ne suivent pas une loi normale (annexe 8(a)). La présence d'*outliers* (valeurs extrêmes) atteste d'une asymétrie et d'un défaut de normalité, en cohérence avec les p-values obtenues avec le test de Shapiro. L'homogénéité des variances est respectée mais les premières hypothèses ne le sont pas, le recours aux tests non-paramétriques a été nécessaire. La Fig. 15 représente les comparaisons deux à deux du lot témoin avec le lot traité en fonction des étapes de l'essai, effectuées avec le test de Wilcoxon. Une vérification préalable de l'absence de différences entre lot témoin et lot traité à J0 a été réalisée (p-value = 0,95). Les deux lots peuvent alors être considérés comme provenant d'une même population ou d'un même troupeau (ce qui est le cas) et permettre des comparaisons à la suite du traitement.

Finalement, aucune différence significative n'est relevée entre le lot traité et le lot témoin de ce premier élevage de J3 à J28 (tests de Wilcoxon, p-value J3 = 0,95 ; p-value J7 = 0,72 ; p-value J21 = 0,95 ; p-value J24 = 0,64 et p-value J28 = 0,32). Ces premières analyses mettent en avant une non-efficacité de Vitapar V sur la diminution du nombre d'opg dans les fèces pour l'essai réalisé ici.

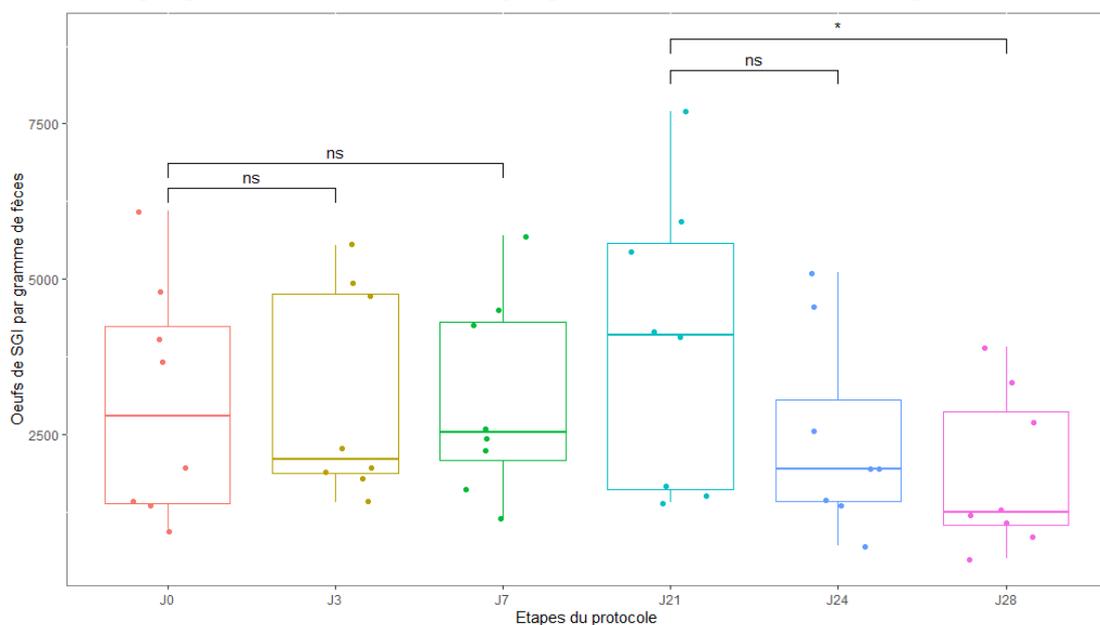
Il semble que les nombres d'opg des deux lots diminuent au cours du temps (d'après la tendance du *boxplot*). C'est pourquoi il est intéressant de comparer ensuite les opg au sein du lot traité seulement (cf paragraphe suivant, Fig. 16) et au sein du lot témoin pour permettre de déterminer si la diminution est significative. En effet, si une diminution significative est observée au sein des deux lots alors un facteur externe (alimentation, dynamique de l'infestation parasitaire...) a pu influencer le nombre d'opg obtenu.

### 2. Evolution du nombre d'opg dans le lot traité de l'élevage 1 au cours du temps

Au sein du lot traité par Vitapar V (Fig. 16), aucune différence significative entre les étapes du protocole n'est mise en avant concernant le nombre d'opg lors des analyses coprologiques, ni entre J0-J3 et J0-J7 ni entre J21-J24 et J21-J28 (p-value J0-J3 = 1 ; p-value J0-J7 = 0,95 ; p-value J21-J24 = 0,57 ; p-value J21-J28 = 0,46). Une diminution dans le nombre d'opg au cours du temps est donc exclue. Ces résultats sont similaires au lot témoin (annexe 9(a)). La tendance à la diminution des nombres d'opg observée pour les deux lots au fil du temps n'est pas significative.



**Fig. 17 :** Comparaison des nombres d'œufs de SGI par gramme de fèces entre les trois lots en fonction des différentes étapes de l'essai (élevage 2). Significativité : \* lorsque p-value < 0,05, \*\* lorsque p-value < 0,01, \*\*\* lorsque p-value < 0,001, ns = non significatif.



**Fig. 18 :** Nombre d'œufs par gramme de fèces au sein du lot traité par Vitapar V en fonction des différentes étapes de l'essai (ns = non significatif, \* = différence significative). Comparaisons réalisées avec le test non paramétrique de Wilcoxon (élevage 2).

### 3. Comparaison du lot traité avec le lot témoin négatif et du lot traité avec le lot témoin positif (Eprecis®) dans l'élevage 2

Les différences dans les nombres d'opg entre les trois lots sont représentées sur la Fig. 17. Les trois lots sont comparés entre eux à chaque étape de l'essai. A J0, aucune différence significative n'a pu être mise en avant entre les moyennes des différents lots, vérifiant ainsi leur homogénéité au début de l'essai (Fig. 17). Le test de Wilcoxon est utilisé pour les comparaisons entre les lots car les données opg ne suivent pas toutes une loi normale, empêchant l'utilisation du test de Student (annexe 8(b)).

#### a. Comparaison lot traité (Vitapar V) / lot témoin négatif

Aucune différence significative n'est mise en évidence entre le lot traité (en bleu sur le graphique) et le lot témoin (en vert sur le graphique) à J3 (p-value J3 = 1) ni à J7 (p-value J7 = 0,96). De J3 à J21 il y a une augmentation du nombre d'opg avec un pic à J21. Cette augmentation est similaire pour ces deux lots et les différences entre lots ne sont pas significatives. Cette analyse confirme une absence d'effet de Vitapar V sur la diminution du nombre d'opg dans le cadre de cet essai.

A partir de J21 et jusqu'à J28 (après le pic), une diminution du nombre d'opg du lot traité est observée visuellement (moyenne opg J21 : 3981, moyenne opg J24 : 2450, moyenne opg J28 : 1862). Cependant, les nombres d'opg entre le lot traité et le lot témoin négatif ne sont pas significativement différents (p-value J21 = 1 ; p-value J24 = 0,27 et p-value J28 = 0,1).

#### b. Comparaison lot traité / lot témoin positif (Eprecis®)

Un effet d'Eprecis® (en rouge sur le graphique) sur la diminution des nombres d'opg est rapidement observé à J3, c'est-à-dire trois jours après le traitement (moyenne opg J3 : 62,5). De J0 à J28, les nombres d'opg entre le lot Vitapar V et le lot Eprecis® sont différents significativement avec des niveaux d'infestation beaucoup plus bas pour le lot témoin positif. A J28 cependant, la différence est toujours significative mais de façon moins prononcée (p-value < 0,05), c'est-à-dire que le nombre d'opg chez les chèvres du lot Vitapar tend à diminuer et à se rapprocher du nombre d'opg présent chez les chèvres du lot Eprecis®.

#### c. Evolution du nombre d'opg dans le lot traité de l'élevage 2 au cours du temps

Au sein du lot traité seul (Fig. 18), et à chaque étape de l'essai, les nombres d'opg ne sont pas différents significativement, à part entre J21 et J28 (p-value < 0,05). Cette diminution peut être reliée à un effet de Vitapar V après la seconde administration à J21. De plus, aucune différence significative n'est observée entre les nombres d'opg au sein du lot témoin seul (annexe 9(b)). Cela permettrait de conclure à un effet de Vitapar V. Cependant, lors de la comparaison des deux lots (partie 3.a.) aucune différence significative n'était relevée. Ainsi, malgré une diminution significative entre J21 et J28 pour le lot traité, l'absence de différence significative entre les deux lots conduit à penser qu'il y a probablement une diminution dans le lot témoin également mais que celle-ci n'a pas été observée de façon significative.

**Tableau VII** : Résultats du FECRT (taux de réduction de l'excrétion d'œufs et son intervalle de confiance) entre le lot traité et le lot témoin négatif et entre le lot témoin positif (Eprecis®) et le lot témoin négatif

<b>Package</b>	<b>J3</b>	<b>J7</b>	<b>J24</b>	<b>J28</b>
<i>EggCounts</i>				
<b>Elevage 1 / Vitapar V - témoin</b>	-28,4% (-176,7 ; 40,4)	4,9% (-96,1 ; 53,8)	-41,6% (-249,3 ; 42,6)	-51,7% (-207,1 ; 52,1)
<b>Elevage 2 / Vitapar V - témoin</b>	-6,7% (-100,2 ; 43,1)	9,9% (-71,2 ; 52,6)	34,8% (-37,5 ; 69,1)	51,3% (-2,8 ; 76,9)
<b>Elevage 2 / Eprecis - témoin</b>	97,8% (95,2 ; 99)	95,2% (87,6 ; 98,1)		

*Si FECRT > 95% : efficacité du produit, si FECRT entre 80 et 95% : résistance supposée, si FECRT < 80% : résistance avérée et/ou inefficacité du traitement*

**Tableau VIII** : Résultats du FECRT (taux de réduction de l'excrétion d'œufs et son intervalle de confiance) entre avant et après traitement pour le lot traité et le lot témoin positif

<b>Package</b>	<b>J0 - J3</b>	<b>J0 - J7</b>	<b>J21 - J24</b>	<b>J21 - J28</b>
<i>BayesCount</i>				
<b>Elevage 1 / Vitapar V</b>	-10% (-115,4 ; 44,2)	-1,8% (-87,6 ; 44,5)	8,2% (-90,1 ; 55,2)	20,7% (-47,9 ; 57,4)
<b>Elevage 2 / Vitapar V</b>	-1% (-80,4 ; 41,2)	-1,1% (-78,3 ; 40)	38,6% (-10,4 ; 65,6)	53,4% (15,4 ; 74,8)
<b>Elevage 2 / Eprecis</b>	97,6% (95,8 ; 98,9)	93,8% (88,1 ; 97,7)		

*Si FECRT > 95% : efficacité du produit, si FECRT entre 80 et 95% : résistance supposée, si FECRT < 80% : résistance avérée et/ou inefficacité du traitement*

### **III. L'efficacité de Vitapar V évaluée par le test de réduction de l'excrétion fécale d'œufs de strongles gastro-intestinaux (FECRT)**

Le test FECRT est utilisé initialement pour mettre en évidence des résistances de SGI face à des anthelminthiques conventionnels. Un taux de réduction supérieur à 95% (avec la borne inférieure de l'intervalle de confiance supérieure à 90%) atteste d'une efficacité du produit utilisé alors qu'un taux de réduction situé entre 80 et 95% est un signe d'une probable résistance à l'anthelminthique. Lorsque le taux de réduction de l'excrétion d'œufs est inférieur à 80% alors il y a une résistance à l'anthelminthique utilisé. Son efficacité diminue également mais elle n'est pas nulle.

Pour des mélanges commerciaux à base d'extraits de plantes tels que Vitapar V, ce test peut être utilisé pour déterminer son potentiel anthelminthique. Il n'est alors pas possible de parler de résistance lorsque le taux de réduction est inférieur à 95%. Son efficacité est nulle lorsque le taux de réduction est inférieur ou égal à zéro.

Pour rappel, deux *packages* ont été utilisés pour cette analyse, *EggCounts* et *BayesCount*. Le premier compare les nombres d'opg entre les lots, le second compare les nombres d'opg au sein du lot traité entre avant et après traitement. Le but étant de mettre en vis-à-vis les résultats obtenus par ces deux méthodes.

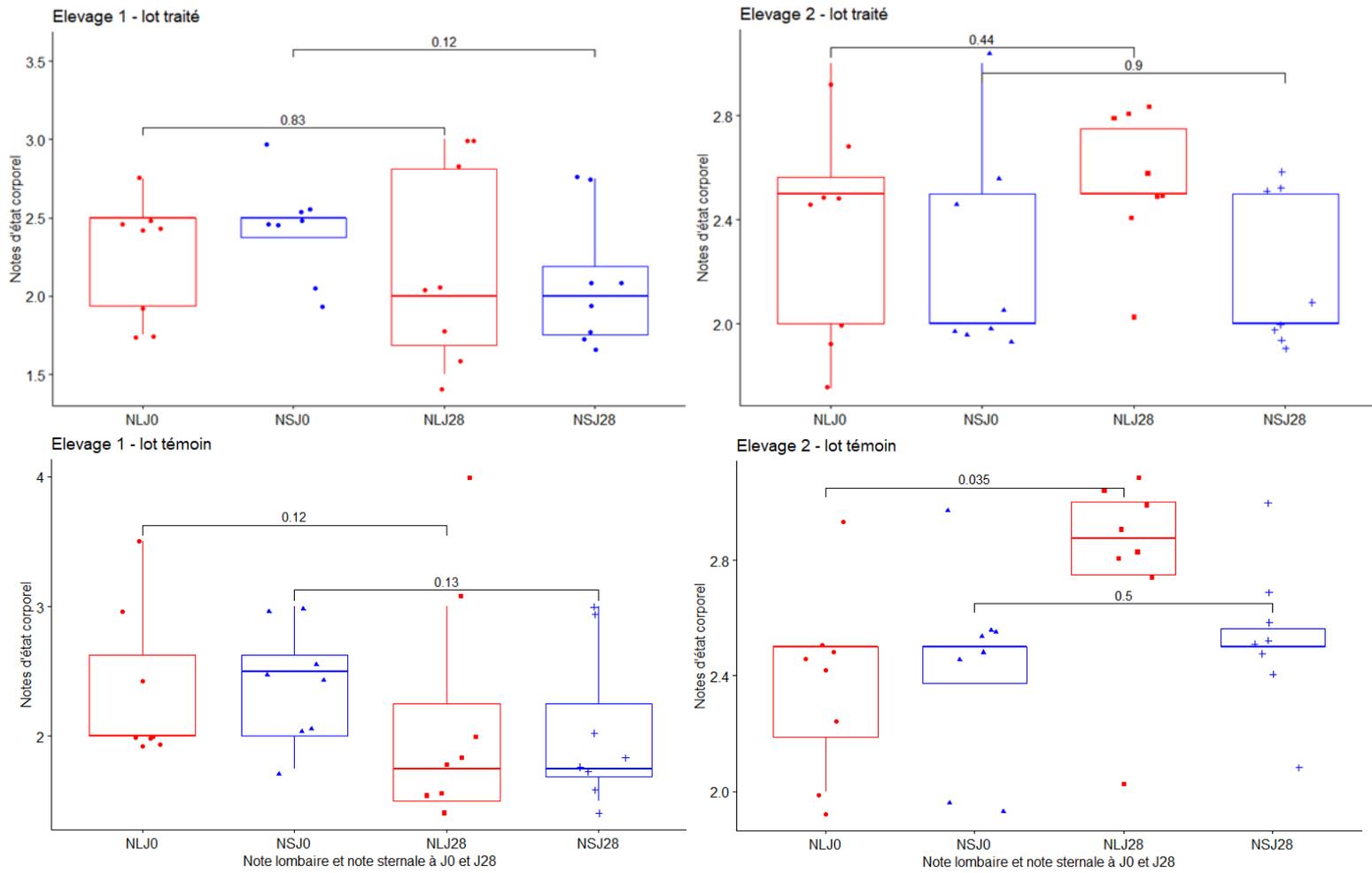
#### **1. Le test FECRT effectué avec le package *EggCounts***

Les résultats des tests FECRT réalisés avec le package *EggCounts* (tableau VII) ne montrent aucune efficacité de Vitapar V sur la réduction du nombre d'œufs de SGI dans les fèces au sein de l'élevage 1. Les pourcentages négatifs signifient que le nombre d'opg est plus élevé pour le lot traité que pour le lot témoin d'où une réduction négative lors de la comparaison des deux lots, attestant d'une efficacité nulle de Vitapar V. Une réduction maximale de 4,9% est observée à J7 mais ce pourcentage est trop faible pour conclure à un effet de Vitapar V. Dans l'élevage 2, les taux de réduction de l'excrétion d'œufs augmentent de J7 à J28 avec un maximum à 51,3%. Cela signifie que le nombre d'opg excrétés a diminué de moitié. Il est possible de supposer que Vitapar V a un effet sur la diminution du nombre d'œufs de SGI excrétés. De plus, ces taux de réductions à J24 et J28 sont cohérents vis-à-vis des résultats obtenus ci-dessus (partie 3.a.) : un nombre d'opg qui diminue à partir de J21 pour le lot Vitapar V (non significatif par rapport au lot témoin négatif mais des p-values qui se rapprochent de 0,05 et donc de la significativité).

L'efficacité du produit Eprecis® dans l'élevage 2 démontre l'intérêt d'avoir considéré ce lot comme témoin positif. En effet, une réelle efficacité est observée, notamment à J3 avec un taux de réduction supérieur à 95% et un intervalle de confiance élevé. Néanmoins, à J7, le taux de réduction de l'excrétion diminue, il est certes supérieur à 95% mais l'intervalle de confiance n'est plus supérieur à 90% (borne inférieure) et de ce fait il est possible de remettre en question son efficacité sur le long terme, malgré sa rémanence de 3 semaines. Les SGI n'ont pas présenté de résistances dans le cadre de cet essai à J3 mais la question peut se poser à J7.

#### **2. Le test FECRT effectué avec le package *BayesCount***

Les résultats des tests FECRT réalisés avec le package *BayesCount* (tableau VIII) montrent des taux de réduction de l'excrétion d'œufs négatifs pour les lots Vitapar V des deux élevages entre J0 et J3 et entre J0 et J7. Cela signifie qu'à J3 et J7, les nombres d'opg étaient plus élevés que ceux à J0 au sein de ces lots de chèvres et donc Vitapar V ne présente aucun effet sur le nombre d'œufs de SGI excrétés dans les fèces. Les taux de réduction sont ensuite positifs pour l'élevage 1 (par rapport aux résultats FECRT avec le package *EggCounts*) car la comparaison ne s'effectue plus avec le lot



**Fig. 19** : Comparaison des NEC (NS = note sternale en bleu et NL = note lombaire en rouge) entre J0 et J28 au sein des lots traités par Vitapar V et des lots témoins négatifs (p-values indiquées, si p-value <0,05 alors la différence est significative)

témoin. A partir de J21, l'efficacité de Vitapar V sur la réduction du nombre d'œufs excrétés augmente pour les deux élevages (de 8,2 à 20,7% pour l'élevage 1 et de 36,8 à 53,4% pour l'élevage 2). La réduction est plus marquée dans le lot de chèvres de l'élevage 2, ainsi Vitapar V à un effet plus important sur les chèvres de cet élevage que dans l'élevage 1.

Eprecis® présente une efficacité de J0 à J3, c'est-à-dire directement après le traitement. Cependant, comme pour les résultats avec le package *EggCounts*, son efficacité diminue à J7 et est inférieure au seuil de 95% établie pour écarter une résistance. Il est difficile de conclure quant à la suspicion de résistance.

#### **IV. L'effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres**

Les données analysées ici sont la NEC, une variable quantitative, l'analyse des photographies et l'appréciation des éleveurs, des variables qualitatives. Le *boxplot* est la représentation graphique utilisée pour montrer la comparaison des NEC entre J0 et J28. Des tables de contingence permettent de mettre en avant le lien entre l'analyse des photographies et le traitement, de même pour l'appréciation des éleveurs et le traitement. Le test du Chi2 permettra de justifier ces liens en évaluant la significativité entre les lots. Ce test est utilisé pour les deux variables qualitatives puisque les conditions d'utilisation de ce test sont validées : des valeurs non nulles et plus de 5 valeurs par lot.

##### **1. La comparaison des notes d'état corporel (NEC) entre J0 et J28**

Les données NEC ne suivent pas une loi normale (toutes les p-values sont  $< 0,05$  avec le test de Shapiro et les points ne sont pas alignés le long de la droite). Le test alternatif de Wilcoxon est utilisé. Les NEC des chèvres du lot témoin ont également été comparées entre J0 et J28 pour éventuellement mettre en évidence l'effet d'un facteur externe qui pourrait être à l'origine d'une augmentation ou d'une diminution des notes sternales et lombaires et qui constituerait un biais dans les résultats du lot traité par Vitapar V.

###### **a. Comparaison des NEC entre J0 et J28 au sein du lot traité dans les deux élevages**

Aucune différence significative n'est mise en avant entre les NEC sternales et lombaires entre J0 et J28 pour les lots traités des deux élevages suivis (Fig. 19). Il est possible de conclure à une absence d'effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres pour cet essai. Néanmoins, visuellement, les NEC des chèvres du lot traité de l'élevage 1 sont plus basses à J28 qu'à J0. L'état global de ce lot de chèvres s'est dégradé. De plus, les résultats précédents montrent que les chèvres du lot traité ont autant d'opg que les chèvres du lot témoin. Ainsi un effet de Vitapar V sur une amélioration de l'état général des chèvres par une diminution du niveau d'infestation est peu probable. L'état des chèvres du lot traité de l'élevage 2 n'évolue pas et reste stable visuellement sur le graphique.

###### **b. Comparaison des NEC entre J0 et J28 au sein du lot témoin négatif dans les deux élevages**

Aucune différence significative n'est mise en avant entre les NEC sternales et lombaires entre J0 et J28 pour le lot témoin de l'élevage 1 (Fig. 19). Cependant, comme pour le lot traité, la tendance des NEC du lot témoin de l'élevage 1 à diminuer au cours du temps est observée visuellement sur le graphique.

**Tableau IX** : Table de contingence pour établir le lien entre le lot (Vitapar V, témoin négatif et témoin positif Eprecis®) et l'analyse des photographies à J28

Analyse de la photographie	Lot défini pour l'essai		
	Témoin	Traité	Eprecis®
<b>Elevage 1 :</b>			
Nombre de chèvres en meilleur état (Différence notable entre J0 et J28)	1 (14,3%)	2 (25%)	/
Nombre de chèvres en même état (Pas de différence entre J0 et J28)	6 (85,7%)	6 (75%)	/
<b>Elevage 2 :</b>			
Nombre de chèvres en meilleur état (Différence notable entre J0 et J28)	6 (75%)	7 (87,5%)	7 (87,5%)
Nombre de chèvres en même état (Pas de différence entre J0 et J28)	2 (25%)	1 (12,5%)	1 (12,5%)

Au contraire, les notes sternales et lombaires augmentent visuellement sur le graphique pour les chèvres témoins de l'élevage 2 (avec une différence significative entre les notes lombaires, p-value du test de Wilcoxon = 0,035). Le lot témoin n'ayant pas reçu le traitement à Vitapar V, cette augmentation de la NEC lombaire ne peut pas s'expliquer par le produit testé. Elle peut cependant être reliée à la mise à l'herbe au cours de l'essai et donc une alimentation plus riche, améliorant de ce fait l'état général des chèvres. Les deux lots sont conduits de la même façon et aucune différence n'a été observée pour le lot traité.

Finalement, au cours de l'expérimentation, nous avons constaté globalement une dégradation de l'état corporel des animaux de l'élevage 1 quel que soit le lot, avec des niveaux d'infestation toujours élevés. Les résultats obtenus dans les deux élevages ne sont pas comparables, premièrement puisque l'alimentation n'est pas la même, deuxièmement parce que la mise à l'herbe ne s'est pas faite au même moment car en montagne les conditions climatiques ont retardé la sortie des chèvres. La mise à l'herbe des chèvres de l'élevage 2 pendant notre étude est un facteur externe qui a biaisé les résultats ici obtenus.

## **2. La comparaison des photographies prises à J0 et J28 et son lien avec le traitement Vitapar V**

Deux photographies par chèvre ont été prises à J0 puis à J28 pour noter une éventuelle différence après traitement. Si les chèvres ont un poil moins piqué et/ou sont en meilleur état (avec plus de gras au niveau des lombaires), alors elles sont considérées comme étant en meilleur état, sinon leur état est le même à J0 et J28. Le tableau IX présente le nombre et la proportion de chèvres par lot pour lesquelles les photographies ont montré une évolution de l'état général et celles pour lesquelles les photographies n'ont pas permis de dire que l'état s'est amélioré.

Dans l'élevage 1, 14,3% des chèvres du lot témoin et 25% des chèvres du lot traité sont en meilleur état à J28. Cependant, les effectifs de ces deux lots ne sont pas égaux puisqu'une chèvre du lot témoin est écartée de l'essai dû à un traitement réalisé sur cette dernière. Malgré une proportion de chèvres en meilleur état plus importante dans le lot traité, la différence avec le lot témoin n'est pas significative (p-value du test de Chi2 = 0,74). Il n'est donc pas possible de conclure à un effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres à travers l'analyse des photographies.

Au sein de l'élevage 2, 75% des chèvres du lot témoin négatif, 87,5% des chèvres du lot traité par Vitapar V et 87,5% des chèvres du lot témoin positif Eprecis® sont en meilleur état à J28 après l'analyse des photographies. Les pourcentages sont élevés pour tous les lots mais il y a moins de chèvres en meilleur état au sein du lot témoin négatif. Cependant, le test de Chi-2 permet de tester le lien entre analyse des photographies et le lot et sa p-value de 0,74, largement supérieure à 0,05 atteste d'une absence d'effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres évalué à travers l'analyse des photographies.

Les chèvres de l'élevage 2 sont ainsi en meilleur état global que les chèvres de l'élevage 1, ce qui est cohérent avec les résultats obtenus lors de la comparaison des NEC. Cependant, comme les résultats sont similaires pour les trois lots de l'élevage 2, il est possible de supposer que les traitements ne sont pas à l'origine du meilleur état des chèvres. Ici encore, comme pour la NEC, il est plus probable que l'amélioration de l'état général des chèvres soit liée à la mise à l'herbe des animaux de l'élevage 2 pendant l'étude. Enfin, l'analyse des photographies ne permet pas de mettre en évidence un effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres et donc l'hypothèse qui postule que le traitement améliore le poil et l'état des chèvres peut être infirmée.

**Tableau X :** Table de contingence pour établir le lien entre le lot (Vitapar V et témoin négatif) et l'appréciation des chèvres par les éleveurs

Appréciation de l'éleveur	Lot défini pour l'essai	
	Témoin	Traité
<b>Élevage 1 :</b>		
Nombre de chèvres considérées non traitées	5 (71,4%)	8 (88,9%)
Nombre de chèvres considérées traitées	2 (28,6%)	1 (11,1%)
<b>Élevage 2 :</b>		
Nombre de chèvres considérées non traitées	7 (87,5%)	1 (12,5%)
Nombre de chèvres considérées traitées	1 (12,5%)	7 (87,5%)

### 3. L'appréciation de l'état des chèvres par les éleveurs

En fin d'essai, une fiche d'appréciation donnée aux éleveurs permet d'avoir un retour sur leur impression quant à l'état de leurs chèvres et ainsi savoir s'il existe un lien entre le traitement et la perception des éleveurs. Par l'observation de différents critères propres à chacun (poil piqué, amaigrissement, production laitière, etc), les éleveurs essaient d'alloter les chèvres en fonction des lots conçus pour l'essai. Pour cela, ils n'ont pas eu accès à la liste des chèvres pendant toute la durée de l'étude et ne savent donc pas lesquelles appartiennent au lot témoin et celles qui appartiennent au lot traité. Le test de Chi-2 permet de savoir si le lien entre l'appréciation de l'éleveur et le lot est significatif ou non. Cependant, les résultats de cette partie ont été biaisés par l'appréciation de l'éleveur 1 car il n'a pas alloté ses chèvres dans deux lots de même effectif. En effet, l'éleveur a considéré que toutes les chèvres en moins bon état appartenaient au lot témoin.

L'éleveur 2 se base principalement sur le poil piqué et l'état général de ses chèvres (plutôt maigre ou plutôt grasse). Il ne prend pas en considération les chèvres du lot témoin positif, elles sont traitées à l'Eprecis® et marquées sur le dos pendant l'étude et ainsi reconnaissables. Sur les 8 chèvres du lot traité par Vitapar V et sur les 8 chèvres du lot témoin, 7 sont à chaque fois allotées correctement (87,5%) par l'éleveur (tableau X). Le test de Chi-2, avec une p-value largement inférieure à 0,05 (p-value = 0,01) atteste d'une relation entre l'appréciation de l'éleveur et le lot traité et donc le traitement. L'éleveur allote de façon très juste ses chèvres en fonction de leur lot. Vitapar V semble avoir un effet sur l'état des chèvres d'après l'observation du troupeau par l'éleveur 2.

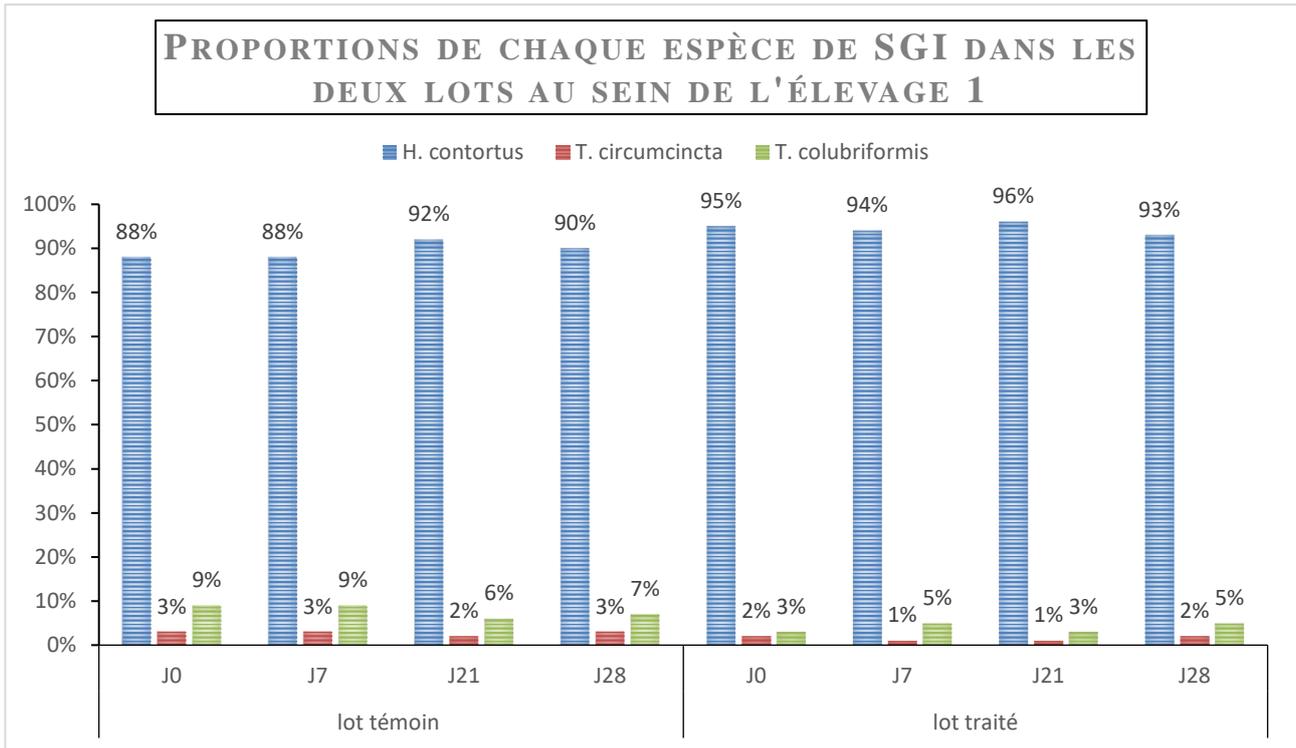
L'éleveur 1 se base sur les mêmes paramètres que l'éleveur 2 pour observer et apprécier ses chèvres. Cependant, aucun lien n'existe entre son appréciation des chèvres et les lots des chèvres (p-value du test du Chi<sup>2</sup> = 1). L'éleveur 1 estime que la plupart de ses chèvres ne sont pas traitées car il n'observe aucune différence au niveau de l'état général et du poil des animaux.

L'appréciation par les éleveurs est exploratoire et les avis sont aléatoires comme le précise l'éleveur 2. En effet, son avis a été biaisé par les conditions climatiques et la sortie à l'herbe des chèvres. De plus, certains critères utilisés par l'éleveur 1 pour alloter ses chèvres n'ont pas de rapport direct avec le traitement : la mise-bas des chèvres. En effet, deux chèvres du lot témoin ont été appréciées correctement par l'éleveur mais dans ces remarques, il les trouve peu grasses à cause de leurs mises-bas récentes. L'éleveur 1 n'a pas séparé ses chèvres dans deux lots de même effectif mais a juste considéré leur état général en supposant qu'elles appartiennent toutes au lot témoin lorsque leur état ne s'est pas amélioré.

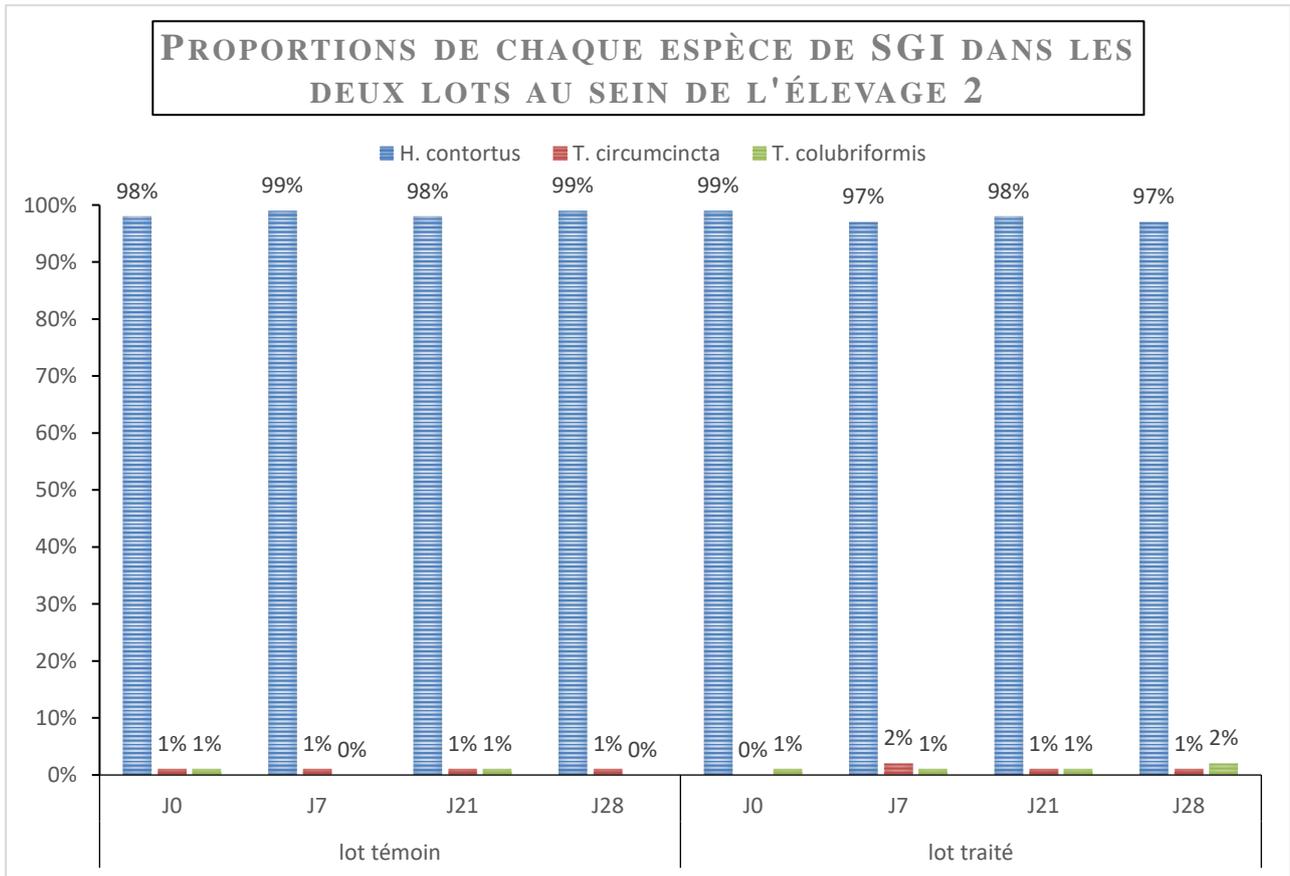
### V. L'identification des strongles gastro-intestinaux présents avant et après traitement pour déterminer un effet spécifique de Vitapar V, notamment sur *Haemonchus contortus*

Une identification sur les critères morphologiques des larves au stade L3 a été réalisée par observation au microscopique après coproculture. Cette identification concerne les larves L3 présentes à J0 dans l'élevage 1. Pour ce faire, 100 larves ont été identifiées et les proportions des espèces présentes sont les suivantes : 2% de *Trichostrongylus colubriformis*, 4% de *Chabertia ovina*, 10% de *Teladorsagia circumcincta*, et 84% d'*Haemonchus contortus*. Ce dernier est le strongle gastro-intestinal le plus présent dans cet élevage, en adéquation avec les conditions climatiques de plaine propices à son développement.

Maintenant, l'identification des larves L3 au moyen de la qPCR permet d'obtenir les proportions de chaque espèce dans les deux élevages de manière plus rapide et plus fiable. La Fig. 20 montre que les résultats obtenus par identification microscopique sont très proches des résultats obtenus par qPCR : 2% et 3% de *T. colubriformis*, 10% et 9% de *T. circumcincta* et 84% face à 88% d'*H. contortus*.



**Fig. 20 :** Identification des larves L3 présentes dans les fèces des deux lots de chèvres (élevage 1)



**Fig. 21 :** Identification des larves L3 présentes dans les fèces des deux lots de chèvres (élevage 2)

L'identification par observation au microscope a été abandonnée par la suite et toutes les proportions ont été obtenues par qPCR (annexe 10). Trois espèces de strongles gastro-intestinaux peuvent être identifiées : *H. contortus*, *T. circumcincta* et *T. colubriformis* car au sein du laboratoire du FiBL France, des gammes étalons de ces trois espèces pures sont disponibles pour la comparaison avec les espèces de SGI présentes dans les deux élevages suivis.

Les figures 20 et 21 présentent les résultats pour les deux élevages. *H. contortus* est largement dominant dans les deux troupeaux de chèvres infestées (au minimum 88% et au maximum 99% d'*H. contortus* retrouvés). Les proportions d'*H. contortus* sont d'autant plus élevées dans l'élevage 2. Les deux espèces *T. circumcincta* et *T. colubriformis* sont très peu présentes dans l'élevage 1 et quasi introuvables dans l'élevage 2.

Dans l'élevage 1 (Fig. 20), *H. contortus* est légèrement plus présent dans le lot traité, de J0 à J28, comparé au lot témoin. Un effet de Vitapar V sur la présence de ce SGI est donc exclu. Au sein des fèces des chèvres de l'élevage 2 (Fig. 21), la diminution du pourcentage d'*H. contortus* dans le lot traité est seulement de 1% par rapport au lot témoin. Vitapar V n'a pas permis une diminution de la présence d'*H. contortus*, ni dans l'élevage 1 ni dans l'élevage 2.

## **Conclusion :**

Pour commencer les analyses, des vérifications ont été effectuées pour justifier la comparaison des nombres d'opg obtenus sur la matière fraîche des fèces. Les taux d'humidité des fèces de tous les lots par élevages ont été comparés et il en ressort que la consistance des fèces n'a pas changé après le traitement par Vitapar V. Ensuite, lors de la comparaison des nombres d'opg obtenus avant et après traitement et entre les lots témoins et les lots traités, il n'y a aucune différence significative relevée. Le traitement Vitapar V n'est pas efficace sur les nombres d'opg obtenus lors des analyses coprologiques pendant cet essai.

Le test FECRT a permis d'évaluer la réduction du nombre d'œufs de SGI excrétés par les fèces après le traitement et de déterminer la présence de résistances envers l'anthelminthique Eprecis® utilisé pour le lot témoin positif. Les résultats montrent que les taux de réduction de l'excrétion d'œufs sont très faibles voir nuls et négatifs pour les chèvres du lot traité par Vitapar V de l'élevage 1. Les taux de réduction de l'excrétion sont plus élevés au sein du lot traité par Vitapar V de l'élevage 2, jusqu'à 53,4% avec le *package BayesCount*. Vitapar V semble donc présenter un effet sur la réduction du nombre d'œufs excrétés. Des tests statistiques n'ont pas pu être réalisés et ainsi la significativité des résultats n'est pas évaluée. Eprecis® est efficace à J3 au sein de l'élevage 2 avec des taux de réduction supérieurs à 95%, le seuil en-dessous duquel une suspicion de résistance est faite. A partir de J7, l'efficacité d'Eprecis® diminue et il est possible de suspecter une résistance.

L'état général des chèvres a ensuite été évalué via différents critères : la NEC, l'analyse des photographies des chèvres et l'appréciation des chèvres par les éleveurs. En effet, ces critères peuvent être reliés à plusieurs symptômes liés au parasitisme tels que l'amaigrissement ou le poil piqué. Les NEC ne se sont pas améliorées de J0 à J28 pour toutes les chèvres de l'élevage 1, elles (NEC sternale et NEC lombaire) semblent même diminuer pour tout le troupeau de cet élevage. Au sein de l'élevage 2, les NEC des chèvres du lot traité restent stables, l'état général des chèvres ne s'améliore pas mais ne se dégrade pas non plus. Au contraire, la NEC lombaire des chèvres du lot témoin augmente significativement entre J0 et J28. Cependant, ce résultat ne peut s'expliquer par le traitement mais plutôt par la mise à l'herbe des animaux au cours de l'étude menée. Ce facteur externe entraîne une meilleure alimentation des chèvres avec une herbe jeune, feuillue et de qualité.

Aucun lien n'a été mis en avant entre l'analyse des photographies (observation du poil piqué et du gras au niveau des lombaires) et le traitement. Il n'y a pas de différence entre le nombre de



chèvres en meilleur état au sein des lots. L'appréciation des chèvres par l'éleveur 1 n'a pas montré un effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres. En revanche, l'éleveur 2 allote de façon très juste ses chèvres, et un lien significatif entre son appréciation et le traitement est observé. Ce résultat est très intéressant car il semblerait que Vitapar V a un effet sur les chèvres lorsque l'éleveur 2 observe l'état général de ses chèvres et les allote en fonction des lots définis pour l'essai.

Enfin, l'identification des strongles gastro-intestinaux présents dans ces deux élevages par la machine qPCR montre qu'*Haemonchus contortus* est le strongle le plus présent face à *T. circumcincta* et *T. colubriformis*. Plus de 88% des strongles présents dans ces deux élevages sont de l'espèce *H. contortus*. Il n'y a pas de différence entre les lots témoins et les lots traités en termes d'espèces présentes, un effet de Vitapar V sur la diminution de la présence de ce parasite hématophage en particulier est donc exclu.

## Chapitre 4 : Discussions et perspectives

L'objectif de cette étude était d'évaluer dans quelle mesure les produits à base de plantes et notamment Vitapar V (produit commercialisé par BioArmor) avaient un impact sur les SGI des chèvres et plus spécifiquement sur *Haemonchus contortus*. Pour y répondre, deux lots témoins et deux lots traités issus de deux élevages différents ont été comparés. Il est important de rappeler que le protocole a été adapté pour l'élevage 2 avec la constitution d'un lot témoin positif traité par l'anthelminthique Eprecis®.

### I. Discussion sur l'analyse des données et les résultats obtenus

#### 1. L'effet de Vitapar V sur les strongles gastro-intestinaux des chèvres

Les résultats obtenus dans le cadre de cette étude n'ont pas mis en évidence d'efficacité significative de Vitapar V sur les SGI des chèvres des deux élevages. Il n'y a pas de diminution du nombre d'opg dans les lots traités comparés aux lots témoins. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus par Burke et al. (2009) sur l'étude de l'effet d'un produit commercial également à base d'ail sur les SGI des chevreaux. En effet, un premier essai consistait à administrer par voie orale du jus d'ail du commerce à des chevreaux, le second du jus d'ail frais ou des bulbes d'ail. Les lots témoins ne recevaient que de l'eau. Les nombres d'opg n'étaient pas différents significativement entre les lots pour le second essai chez les chevreaux tout comme pour les chèvres de notre essai. En revanche, une diminution significative du nombre d'opg est observée à J7 pour le premier essai mais celle-ci n'est plus significative à partir de J14. Mis à part la diminution du nombre d'opg dans le premier essai de Burke et al. (2009), l'ail ne présente ici pas d'effet sur les SGI des caprins. La proportion d'ail contenue dans Vitapar V n'est pas connue, ainsi une absence d'efficacité pourrait être reliée à une proportion d'ail trop faible dans ce produit. Vitapar V contient également du thym (*Thymus vulgaris*) en quantité inconnue. L'étude de Ferreira et al. (2016) sur l'effet de cette plante (thym) sous forme d'huile essentielle ne montre aucune diminution du nombre d'opg chez des agneaux à des doses conséquentes de 75, 150 et 300 mg/kg de poids vif. L'utilisation de thym ne montre pas d'efficacité sur les nombres d'opg, ni dans notre essai, ni dans celui de Ferreira et al. (2016). En revanche, *in vitro*, le thym a prouvé son intérêt sur l'inhibition de l'éclosion des œufs de SGI et sur la mortalité des larves (Ferreira et al., 2016 ; Saha et Lachance, 2020). Luginbuhl et al. (2006) ont également démontré une absence d'efficacité d'un vermifuge commercial à base de plantes administré oralement à des chèvres. Dans cette dernière étude, le lot témoin positif traité au fenbendazole (de la famille des benzimidazoles) ne montre pas de diminution du nombre d'opg dû à la présence d'une population de SGI résistante à l'anthelminthique. L'anthelminthique utilisé dans le cadre de notre essai, Eprecis®, a montré son efficacité à J3 (3 jours après traitement) mais à partir de J7 il est possible également de



suspecter des résistances car le taux de réduction calculé par le test FECRT est en dessous du seuil de 95% avec la borne inférieure de l'intervalle de confiance en dessous de 90% (Coles et al., 1992).

Une seconde étude de Burke et al. (2008) montre une augmentation du nombre d'opg dans les fèces après le traitement par un vermifuge à base de plantes chez des chèvres qui pâturent pendant l'essai. Ce résultat peut être mis en parallèle avec les résultats obtenus dans le cadre de notre étude au sein de l'élevage 2. En effet, nous observons une augmentation des nombres d'opg, notamment à J21, dans l'élevage 2. Ce pic peut s'expliquer par la mise à l'herbe des chèvres à J7 (le 1<sup>er</sup> juin). En effet, les chèvres se sont infestées de nouveau par contact avec des parcelles abritant des parasites au stade L3 ayant survécu l'hiver par hypobiose. Des parcelles très infestées dans l'étude de Burke et al. (2008) peuvent être la cause d'une augmentation du nombre d'opg chez les chèvres traitées. Une fois avalées par les animaux, les larves L3 se développent en larves L4 puis L5 puis en adultes qui pondent des œufs. Cette période pré-patente, de l'ingestion des larves L3 à l'excrétion des œufs par les vers adultes (Fig. 1, cycle des strongles gastro-intestinaux) est d'environ 3 semaines mais peut être plus rapide si les conditions climatiques sont très favorables. Il est ainsi possible de penser que les œufs excrétés sont visibles lors des analyses coprologiques à J21 et J24 chez les chèvres de l'éleveur 2. La mise à l'herbe est un facteur externe qu'il faudrait éviter pour une prochaine étude car les résultats obtenus sont biaisés.

L'absence d'effet observé pourrait s'expliquer par des composés non actifs sur les SGI. L'ail et le thym ont été testés dans plusieurs études, *in vitro* et *in vivo* mais les résultats sont très contrastés et certaines études comme celles de Worku et al. (2009) et Ferreira et al. (2016) ne montrent pas d'effet de ces deux plantes sur les infestations par les SGI. La posologie (dose et fréquence du traitement) mais également la forme du produit (solide, huile essentielle) sont différentes d'une étude à l'autre et compliquent l'analyse des résultats. L'absence d'effet de Vitapar V pourrait également s'expliquer par le devenir des composés actifs du produit dans l'organisme de la chèvre (la pharmacocinétique), induisant des variations sur l'efficacité des médicaments (Rostang et al., 2017). L'utilisation d'extraits de plantes par voie orale repose souvent sur l'hypothèse que les composés des plantes transitent par le rumen puis passent dans la caillette en agissant par un effet local sur les parasites. En revanche, s'il y a une résorption des composés actifs dans le rumen, alors un effet local dans la caillette n'a pas lieu. Il serait donc intéressant d'effectuer des études sur la pharmacocinétique des substances actives présentes dans Vitapar V. Nous pourrions également nous intéresser à la voie d'administration rectale. En effet, le rectum est un organe très vascularisé et permettrait peut-être le passage des substances actives directement dans le sang, dans le but de lutter contre *H. contortus*, qui se nourrit du sang des animaux qu'il infeste. L'effet du produit testé ne serait alors pas local dans la caillette mais diffus par voie sanguine. Aucune étude scientifique ne rapporte de résultats concernant cette voie d'administration. Ce constat ouvre la voie à de nouvelles pistes de recherches potentielles.

## **2. Le test de réduction de l'excrétion d'œufs de strongles par les fèces (FECRT)**

Le test FECRT est à l'origine un test de résistance c'est-à-dire utilisé pour savoir si les strongles gastro-intestinaux ont développé des résistances au produit testé comme le font Paraud et al. (2013) pour étudier l'efficacité de l'eprinomectine et comme nous l'avons fait pour cette même molécule dans l'article rédigé en parallèle pendant ce stage (annexe 1). Le test FECRT est également le test de base recommandé pour évaluer l'efficacité *in vivo* des extraits de plantes à propriétés anthelminthiques présumées (Macedo et al., 2010 ; Wang et al., 2018). Faire ce test pour déterminer l'efficacité de Vitapar V sur la diminution du nombre d'opg est donc justifié dans le cadre de cette étude. Un taux de réduction de l'excrétion d'œufs dans les fèces maximal de 53,4% a été obtenu pour les chèvres du lot traité par Vitapar V dans l'élevage 2 lorsque le package *BayesCount* (BC) est utilisé, c'est-à-dire celui qui compare les nombres d'opg obtenus avant et après traitement au sein d'un même lot. Le taux de réduction équivalent obtenu avec le package *EggCounts* (EC) était de 51,3% pour ce même lot dans l'élevage. La variation entre les deux méthodes ne semble pas élevée avec ces résultats.



Pourtant, le package *EggCounts* apporterait plus de précisions puisqu'il est possible de savoir si c'est vraiment le traitement qui a eu un effet en comparant les nombres d'opg avec ceux du lot témoin (excluant l'influence d'un facteur externe).

Ces taux de réduction obtenus (BC : 53,4% et EC : 51,3%) peuvent être mis en parallèle avec les résultats obtenus par Hoste et al. (2002) en évaluant différentes teintures mères (dont l'ail) sur des chèvres. Ils observent un taux de réduction de 55%, ainsi, la teinture mère d'ail et Vitapar V diminuent de moitié le nombre d'œufs de SGI excrétés dans les fèces après traitement. Cependant, l'étude de Hoste et al. (2002) concernait des chèvres dont les niveaux d'infestation étaient beaucoup plus faibles que celle des chèvres de l'essai avec Vitapar V (<500 opg et >2500 opg, respectivement). Il est donc possible de penser que Vitapar V pourrait avoir un effet plus important sur la réduction du nombre d'opg si les chèvres étaient initialement moins infestées. Une étude sur *Thymus vulgaris* met en avant une réduction de l'excrétion d'œufs de 59,8%, légèrement plus élevée que le taux de réduction obtenu après utilisation de Vitapar V (André et al., 2017). Ce dernier montre une moindre efficacité sur la réduction du nombre d'opg excrétés que certains extraits de plantes tels que *Khaya senegalensis* (acajou du Sénégal) qui réduit de 88,82% le nombre d'opg excrétés chez des ovins (Ademola et al., 2004) ou encore *Calotropis procera* (pommier de Sodome d'Afrique) qui réduit le nombre d'opg excrétés de 88,4% à J7 (7 jours après traitement) et de 77,8% à J10 (Iqbal et al., 2005). Cette dernière étude montre des taux de réduction qui diminuent au cours du temps après traitement, ce qui va à l'encontre de notre étude où les taux de réduction augmentent de J21 à J28, notamment pour l'élevage 2. Comme le proposent Iqbal et al. (2005), des doses plus élevées administrées augmenteraient la chance d'observer des taux de réduction plus importants. Cette augmentation des taux de réduction observée dans le cadre de cette étude pourrait expliquer le protocole élaboré par l'entreprise BioArmor qui préconisait deux administrations à une dose choc de 30 ml à 21 jours d'intervalle (J0 et J21). Il pourrait être pertinent de poursuivre l'essai avec un troisième traitement ou avec des coproscopies supplémentaires si l'hypothèse d'une augmentation des pourcentages FECRT est émise.

### 3. L'effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres

L'état général des chèvres a été évalué à travers plusieurs paramètres : la NEC, l'appréciation des chèvres par les éleveurs et l'analyse des photographies. Dans les deux élevages de notre essai, aucune différence significative entre les NEC à J0 et J28 n'a été mise en avant sauf pour le lot témoin dans l'élevage 2. Ce résultat peut s'expliquer par la mise à l'herbe des chèvres et donc une augmentation de leur état général grâce à une ressource herbagère riche de montagne. En effet, Vitapar V ne peut pas être à l'origine de cette augmentation, observée uniquement dans le lot témoin. Quelques études mettent en avant le lien entre un traitement à base de plantes et la NEC des animaux. C'est le cas de Zhong et al. (2019) qui montrent une augmentation de la NEC chez des agneaux à partir de 28 jours après un traitement à l'ail. Ces résultats justifient le fait qu'il était éventuellement possible d'observer un effet de Vitapar V sur la NEC des chèvres. Cependant, Worku et al. (2009) démontrent le contraire chez des chèvres ayant reçu 2,5, 5 ou 10 ml de jus d'ail et qui n'observent aucune augmentation de la NEC. Cependant, le protocole expérimental de ces deux études est différent, notamment au niveau des doses administrées, 100g de poudre d'ail par jour pendant 14 jours (Zhong et al., 2019) est efficace pour une augmentation de la NEC mais une dose unique de 10 ml (Worku et al., 2009) ne suffit pas. L'hétérogénéité des extraits de plantes utilisées (forme, dose, etc) dans les études de la littérature scientifique ne permet pas d'expliquer de façon claire l'absence d'effet sur la NEC observée par l'administration de Vitapar V aux chèvres de l'étude.

L'absence de différence dans cet essai pourrait également s'expliquer par une absence de lien entre le nombre d'opg et la NEC, ce qui signifierait que la NEC n'est pas un indicateur suffisamment pertinent à relier au parasitisme par les SGI. De ce fait, Gallidis et al. (2009) ne montrent aucun lien entre la NEC et le niveau d'infestation parasitaire de chèvres en Grèce, suggérant que la NEC doit être appuyée d'une autre méthode plus précise pour le diagnostic d'une infestation parasitaire par les



SGI. Une étude supplémentaire menée par Ouzir et al. (2011) sur les indicateurs pouvant être reliés au niveau d'infestation appuie ces résultats : leur étude sur des brebis au Maroc ne montre pas de corrélation entre le nombre d'opg et la NEC. En revanche, Wache et al. (2017) mettent en évidence que le nombre d'opg est significativement et négativement corrélé avec la NEC dans un essai mené en France sur 146 moutons. Il est donc difficile de conclure quant à la pertinence de l'utilisation de cet indicateur dans une étude évaluant le potentiel anthelminthique d'un mélange à base d'extraits de plantes. De plus, nous pourrions nous demander si une infestation importante par *H. contortus* n'engendrerait pas avant tout une anémie, plutôt qu'un amaigrissement visible. La NEC ne serait alors pas un indicateur pertinent, notamment dans l'étude menée dans le cadre de ce stage puisqu'*H. contortus* est le SGI majoritairement présent dans les deux élevages suivis.

Enfin, la NEC reste un critère difficile à utiliser, tout d'abord car la note donnée est subjective et donc plus difficile à mettre en lien avec le niveau d'infestation parasitaire (Arsonneau et Heckendorn, 2019). De plus, sans formation ni expérience, il est compliqué d'avoir recours à cette méthode pour le diagnostic du parasitisme interne. Deuxièmement, le dépôt de gras chez les chèvres est souvent viscéral et non sous-cutané, compliquant la notation comme le remarquent Mcgregor et Butler (2008) dans leur étude. Pour l'essai mené dans le cadre de ce stage, la NEC n'a pas été utilisée pour déterminer le niveau d'infestation des chèvres mais plutôt pour évaluer l'effet de Vitapar V sur l'état général des animaux après traitement. Ce critère semble alors plus intéressant et plus facile à utiliser malgré la nécessité d'avoir une certaine expérience, qui peut être remise en cause ici. Il est tout de même nécessaire de creuser cette hypothèse au regard de l'efficacité d'un traitement par l'observation de ce critère.

L'appréciation des chèvres a permis de mettre en avant une corrélation entre l'appréciation de l'éleveur 2 et le traitement puisqu'il allote de façon très juste ses chèvres dans les lots définis pour l'essai. Malgré cette piste intéressante à explorer, il est difficile de la discuter puisqu'une seule autre étude a été trouvée utilisant un critère similaire. Il s'agit d'une étude menée par Bouilhol et al. (2009) sur l'évaluation de trois outils d'estimation des niveaux d'infestation par les SGI chez des agneaux. Ils étudient en effet l'appréciation des éleveurs, appelé « le coup d'œil du berger » ou « l'état général visuel » pour le mettre en parallèle aux nombres d'opg obtenus après coproscopies individuelles. Le but de leur étude n'était donc pas exactement le même que celui pour le traitement Vitapar V, ils recherchaient une corrélation entre le nombre d'opg et l'observation des agneaux, nous cherchions une corrélation entre l'effet du traitement (via le nombre d'opg) et l'observation des chèvres. Pour réaliser leur étude, les bergers attribuaient une note aux agneaux en fonction de leur aspect général basé sur l'aspect de la laine, l'état de développement et la vigueur des animaux. En fin d'essai, ils n'observent pas de corrélation entre « le coup d'œil du berger » et les niveaux d'infestation obtenus. De même pour notre étude, aucune corrélation n'a été observée lors de l'appréciation par l'éleveur 1 et le traitement réalisé. Il serait intéressant de renouveler une étude comme celle-ci avec un nombre d'éleveurs plus important mais également avec une reconsidération de cet outil « à dire d'éleveur ». En effet, indiquer de façon plus précise aux éleveurs les paramètres à observer avec une grille de notation par exemple pourrait augmenter la pertinence de cette technique.

L'analyse des photographies n'a pas non plus montré un effet du traitement puisqu'il n'y a pas de différence de l'état général des chèvres entre lot témoin et lot traité lorsque l'on observe le poil piqué et le gras (notamment au niveau des lombaires) des chèvres. Ici encore, le manque de références bibliographiques étudiant ce critère n'a pas permis de conclure à cette méthode d'évaluation de l'effet de Vitapar V sur l'état général des chèvres.



## II. Discussion sur le protocole expérimental mis en place

### 1. Méthodes d'analyses - la fiabilité des analyses coprologiques réalisées

La coproscopie est la méthode de référence pour déterminer les niveaux d'infestation des chèvres au cours de l'étude. Elle consiste à compter le nombre d'œufs par gramme de fèces (opg) au microscope. Pour augmenter la fiabilité des résultats obtenus, nous avons suivi quelques recommandations. Premièrement, les prélèvements de fèces ont été réalisés à la même heure à chaque visite de ferme afin de diminuer l'influence de facteurs exogènes et endogènes liés au métabolisme des chèvres et au cycle de vie des SGI. Villanù et al. ont démontré une variation de l'excrétion fécale d'œufs de parasites chez des oiseaux en fonction de l'heure de prélèvement. Ce paramètre est un sujet de discussion controversé par Rinaldi et al. (2009) qui ne montrent pas d'effet de l'heure de prélèvement sur le nombre d'opg obtenus après analyse coprologique chez des chèvres. Il nous a tout de même semblé judicieux de réaliser les prélèvements à la même heure.

Ensuite, un second paramètre est étudié, le taux d'humidité des fèces. En effet, des études antérieures ont montré l'intérêt de déterminer l'effet d'un produit sur la consistance des fèces. Comme l'étude de Heckendorn et al. (2006) le prouve, la matière sèche des fèces est plus élevée chez des agneaux après avoir ingéré du sainfoin. L'efficacité du sainfoin est alors sous-estimée et pour éviter ce biais, les nombres d'opg sont ramenés à la matière sèche des fèces. Cependant, ce paramètre est à nuancer car les fèces liquides (diarrhéiques), plus lourdes que les fèces sèches, peuvent également biaiser les résultats en diluant le nombre d'opg observés au microscope comme l'expliquent Le Jambre et al. (2007). En revanche, leur étude montre qu'après séchage des fèces, le nombre d'opg n'était pas influencé par la quantité d'eau contenue dans les fèces. Une seconde étude menée sur des veaux met en avant que le nombre d'opg ramené à la matière sèche n'éliminait pas les fluctuations dans le nombre d'opg de base et n'influçait pas les variations du nombre d'opg dans les fèces (Riek et al., 1958). Afin de vérifier la fiabilité des nombres d'opg, nous avons procédé à un calcul sur la proportion d'eau contenue dans les fèces des chèvres et des résultats non significatifs nous ont permis de travailler sur la matière fraîche des fèces. Cette étape semble intéressante à effectuer pour chaque étude de ce type mais demande beaucoup de temps et ne serait pas adapté pour une utilisation à plus grande échelle. Une alternative à cette méthode serait la classification des fèces en fonction de leur consistance (Gordon, 1967).

Néanmoins, d'autres limites à la coproscopie quantitative diminuent la fiabilité de nos nombres d'opg comptés et ces derniers peuvent être discutés. Tout d'abord, les SGI ne pondent pas de la même façon, certaines espèces telles que *Haemonchus contortus* pondent jusqu'à 10 000 œufs par larve femelle par jour alors que *Teladorsagia circumcincta* et *Trychostrongylus colubriformis* ne pondent que 600 œufs par jour, c'est-à-dire 10 à 15 fois moins que *H. contortus* (Bélangier et al., 2006). Il y a ainsi une grande variabilité dans la ponte et notamment en fonction des différentes espèces de SGI présentes dans les élevages. Aussi, il ne faut oublier que la présence de larves L3 en hypobiose peut fausser le niveau de contamination d'un animal à un instant t. La mortalité des SGI n'est donc pas mesurée de façon précise lors de cet essai et peut varier en fonction des espèces de larves présentes dans chaque hôte ou au sein d'un élevage entier. Pour identifier les espèces de SGI, la réalisation de coprocultures est nécessaire. Celles réalisées dans le cadre de cette étude ont démontré qu'*Haemonchus contortus* est le SGI le plus prévalent dans ces deux élevages (99% dans l'élevage 2).

Enfin, pour améliorer le diagnostic des infestations parasitaires dans l'étude et les mettre en lien avec le traitement, il serait intéressant de recourir à la nécroscopie, c'est-à-dire l'autopsie de l'animal permettant d'analyser les organes digestifs internes. Ces derniers, de la caillette jusqu'au rectum sont rincés plusieurs fois pour récupérer toutes les larves présentes afin de les identifier. L'identification s'effectue selon différents critères morphologiques tels que la taille de la larve, la



taille de la queue, etc. Selon plusieurs auteurs, la nécroscopie est la méthode de référence car elle fournit le véritable niveau d'infestation parasitaire de l'animal concerné, contrairement à la coproscopie qui serait trop aléatoire (Kerboeuf, 2004). Cependant, pour une étude comme celle-ci, menée chez les éleveurs, il est compliqué de demander à sacrifier les chèvres, d'abord pour des raisons éthiques mais aussi pour des raisons économiques.

## **2. Les exploitations et les animaux suivis**

### **a. Des effectifs trop faibles ?**

Deux fermes ont été retenues dans le cadre de cet essai, une répétition sur un nombre de fermes plus important (n = 10 par exemple) aurait permis de mettre en vis-à-vis les différents résultats obtenus et d'appuyer davantage l'effet de Vitapar V (qu'il soit négatif ou positif). En effet, la répétabilité est importante pour obtenir des résultats significatifs et représentatifs.

Au sein de ces deux élevages, 16 chèvres (8 par ferme) ont été traitées avec Vitapar V. D'après le WAAVP (*World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology*), un minimum de 6 chèvres devrait recevoir le traitement pour pouvoir observer l'efficacité d'un anthelminthique conventionnel à 90% (Githiori et al., 2006). Afin de tester Vitapar V, pour lequel une efficacité inférieure est attendue et obtenue, il serait intéressant d'augmenter le nombre de chèvres traitées (n = 12 par exemple) pour appuyer davantage les résultats obtenus.

Pour notre essai, l'élimination d'une chèvre du lot témoin dans l'élevage 1 a été nécessaire puisque son mauvais état général a suscité un traitement curatif, diminuant encore le nombre d'individus (n = 7). Ceci a également été observé dans l'étude de Burke et al. (2009), dans laquelle plusieurs animaux ont été vermifugés au cours de l'essai. Un échantillon trop petit peut entraîner des résultats non significatifs et des conclusions fiables sont alors limitées (Dobronite, 2011). Malgré un nombre de chèvres qui semble faible dans cette étude, nos résultats peuvent être mis en parallèle avec deux études similaires. Ahmed et al. (2014) montrent une efficacité de plusieurs extraits de plantes (*A. comosus* et *L. cuneata* notamment) sur des lots de 8 ovins. Ensuite, Azando et al. (2017) prouvent l'efficacité d'une huile essentielle sur les SGI avec un essai réalisé sur des lots de seulement 5 brebis.

### **b. Des niveaux d'infestations trop élevés ?**

Les chèvres de cette étude étaient très infestées, en effet, une des conditions de sélection les plus importantes était le niveau d'infestation. Dans l'élevage 1, les niveaux d'infestation étaient d'autant plus élevés et le troupeau était globalement en mauvais état. Il se peut alors que ces chèvres soient particulièrement exposées au parasitisme interne, notamment du fait de la cour extérieure, juxtaposée à la chèvrerie et à laquelle elles ont accès librement et de façon illimitée toute l'année. Les niveaux d'infestation sont alors surestimés par rapport à ceux que l'on aurait pu obtenir avec des chèvres en meilleur état général et moins sensibles au parasitisme (Doumenc, 2003).

Sélectionner des fermes avec des chèvres moyennement ou peu infestées aurait peut-être permis de mettre en évidence un effet de Vitapar V sur la diminution du nombre d'œufs de SGI car son effet serait plus facilement visible. Une étude de Hoste et al. (2002) montre un taux de réduction de l'excrétion fécale d'œufs de SGI à 55% sur des chèvres dont le niveau d'infestation ne dépassait pas les 500 opg. Des taux de réduction similaires sont obtenus pour les chèvres de l'élevage 2 de notre étude mais avec des niveaux d'infestation très élevés (> 2500 opg). Nous pouvons alors nous demander si le taux de réduction de l'excrétion d'œufs de SGI dans les fèces aurait été davantage élevée pour des animaux peu infestés.

En revanche, il y a également des études démontrant une efficacité de différents extraits de plantes sur des animaux très infestés. Ce sont principalement des études pour lesquelles les animaux



ont été infestés artificiellement. Ces derniers ont ainsi des niveaux d'infestation très élevés. Cette technique est généralement effectuée lorsque le niveau d'infestation initial n'est pas assez élevé pour mener l'étude de façon rigoureuse (Macedo et al., 2010 ; De Aquino Mesquita et al., 2013). Elles consistent à faire avaler aux animaux de l'essai des larves infestantes L3 principalement (jusqu'à 4000 larves pour certaines études comme celle de Ferreira et al. (2016)). Dans ce cas-là, il est possible que les niveaux d'infestation des chèvres de l'essai avec Vitapar V soient comparables à ceux des chèvres utilisées dans les études où des infestations artificielles sont effectuées.

### c. L'intérêt du lot témoin positif

Le lot témoin positif donne une indication sur les résultats à obtenir pour démontrer l'efficacité d'un traitement. De plus, d'après Wood et al. (1995), dans le WAAVP, lors de l'évaluation d'un anthelminthique, un témoin positif est généralement utilisé. L'ajout d'un lot témoin positif traité par un anthelminthique conventionnel est également très utilisé dans des études visant à évaluer le potentiel anthelminthique de produits à base de plantes et extraits de plantes sur les SGI. Ainsi, Maphosa et al. (2010) utilisent l'albendazole, appartenant à la famille des benzimidazoles, tout comme Embeya (2011) pour son étude sur l'efficacité de la poudre d'écorce de racine de *Vitex thomasi* sur *H. contortus*. Luginbuhl et al. (2006) utilisent le fenbendazole et Castagna et al. (2020) le thiabendazole, tous deux des anthelminthiques de la famille des benzimidazoles. Le levamisole (de la famille des imidazothiazoles) est utilisé pour le lot témoin positif par Iqbal et al. (2005). Dans le cadre de notre étude, il a été décidé de traiter les chèvres du lot témoin positif à Eprecis®, une des deux présentations de l'eprinomectine, de la famille des lactones macrocycliques. Ce choix s'explique par le temps d'attente lait qui est de 0 jours en agriculture conventionnelle (2 jours en agriculture biologique) afin de limiter les pertes de lait pour l'éleveur 2. L'éleveur 1 est très proche des méthodes naturelles et refuse l'utilisation de produits chimiques, le lot traité par Eprecis® n'a pas été proposé pour cet élevage.

L'ajout d'un lot témoin positif dans des études comme celle avec Vitapar V est donc plus compliqué pour les éleveurs certifiés en agriculture biologique, d'une part par le cahier des charges, limitant l'utilisation de produits chimiques conventionnels mais également pour des aspirations personnelles. Cependant, pour mener au mieux des comparaisons entre élevages, le protocole devrait être identique, ainsi dans une étude future, il serait intéressant de rajouter un lot témoin positif dans toutes les fermes suivies tout en restant à l'écoute des volontés des différents éleveurs.

### **III. Perspectives de l'étude**

Les résultats obtenus pendant cette étude sur l'évaluation du potentiel anthelminthique de Vitapar V sur les SGI de chèvres amènent à réfléchir à la poursuite d'études sur les extraits de plantes dans un objectif de développer des alternatives aux anthelminthiques. Une perspective de l'étude serait de modifier le protocole dans le but d'augmenter la fiabilité des résultats.

La modification du protocole concernerait principalement les fermes et animaux suivis puis les techniques de détection des infestations parasites et notamment les indicateurs complémentaires utilisés. En effet, la NEC et l'analyse des photographies par l'observation notamment du poil piqué n'ont pas rapporté des résultats significatifs. Il est possible de penser que choisir d'autres indicateurs pour évaluer l'effet du produit utilisé aurait permis de mettre en avant un effet sur l'état général des chèvres. Travailler sur un nombre de troupeaux et d'animaux plus élevés nous permettrait éventuellement de percevoir un effet de Vitapar V sur les SGI avec des situations diverses telles que des niveaux d'infestation différents entre troupeaux et une autre gestion du pâturage. En effet, Vitapar V pourrait être plus actif sur des faibles niveaux d'infestation.



Ensuite, d'autres indicateurs complémentaires pourraient appuyer les méthodes indirectes de détection (coproscopies et coprocultures). Tout d'abord, comme cette étude se focalisait principalement sur *H. contortus* et que ce dernier est un parasite hématophage anémiant les chèvres, il serait intéressant d'étudier la méthode FAMACHA. Celle-ci rend compte de l'état d'anémie (insuffisance en globules rouges dans le sang) des animaux grâce à une grille de notation (/5). Kaplan et al. (2004) mettent en évidence une corrélation entre score FAMACHA et nombre d'opg chez des chèvres et des moutons. Plus les niveaux d'infestation sont élevés, plus les animaux sont anémiés. Le même constat est fait par Notter et al. (2017) sur leur étude concernant la grille FAMACHA utilisé sur des agneaux. En revanche, Burke et al. (2008), Bélanger et al. (2006), Worku et al. (2009) ou encore Doumenc (2003) ne montrent pas de lien entre le score FAMACHA et le nombre d'opg dans les fèces. De plus, la fiabilité de cette technique dépend de la population d'*Haemonchus contortus* présente chez les animaux suivis. Si seules des espèces de SGI non hématophages telles que *T. circumcincta* ou *T. colubriformis* sont identifiées alors l'utilisation de la grille FAMACHA n'est pas optimale. Dans le cadre de l'étude avec Vitapar V, il était possible d'utiliser cet indicateur puisqu'après identification des larves L3 à la qPCR, il en ressort que *H. contortus* est le SGI le plus présent dans les deux élevages (de 88 à 99%). Cependant, avant le début de l'essai nous avons émis l'hypothèse que le temps qu'une chèvre retrouve une concentration sanguine en globules rouges normale est incertaine et probablement plus longue que la durée de l'essai.

La production laitière est un second paramètre lié à l'animal qui aurait été intéressant d'inclure dans l'étude afin de montrer un éventuel effet de Vitapar V sur celle-ci. Comme expliqué précédemment, la production laitière des chèvres infestées par des strongles gastro-intestinaux peut chuter de façon drastique entraînant des pertes économiques non négligeables pour l'éleveur (Wache et al., 2017 ; Fthenakis et Papadopoulos, 2018 ; Chartier, 2009). Une étude montre que la production laitière chute lors du pic d'infestation parasitaire, le pic étant en septembre lors de cette étude (Hoste et al., 1999). Si nous avons démontré une efficacité de Vitapar V pour lutter contre les SGI, alors il aurait été pertinent de mener une étude parallèle sur la corrélation de l'utilisation de Vitapar V et la production laitière qui pourrait alors augmenter. Des résultats d'autant plus intéressants et convaincants pour les éleveurs. Cependant, il est difficile d'avoir accès aux données sur la production des chèvres lorsque le troupeau n'est pas suivi au contrôle laitier. Les deux éleveurs de l'essai n'adhérant pas au contrôle laitier, nous avons décidé de ne pas nous pencher sur ce paramètre. De plus, mettre en relation la production laitière avec les paramètres évaluant le parasitisme au pâturage (coproscopie, coproculture, NEC) s'avère compliqué car l'alimentation des animaux est un facteur qui peut interagir et compromettre la fiabilité de nos résultats.

Pour finir, le personnel de BioArmor reformule actuellement ce produit pour y ajouter des huiles essentielles actives qui seront préalablement testées *in vitro*. Cette modification de la formule à la suite d'études *in vitro* montrant des résultats encourageants pourrait se traduire par une meilleure efficacité lors d'un essai en conditions réelles d'élevage. Une seconde étude sur l'évaluation du potentiel anthelminthique du produit Vitapar V reformulé pourrait ainsi être développée.



## Conclusion

L'élevage caprin au pâturage fait face à des enjeux sanitaires et économiques conséquents dus aux infestations par les strongles gastro-intestinaux (SGI). Ces enjeux sont d'autant plus importants pour les éleveurs en agriculture biologique, le pâturage étant une des conditions principales du cahier des charges et l'utilisation d'antiparasitaires étant restreinte. *Haemonchus contortus* est le SGI le plus pathogène par sa propriété hématophage et les printemps chauds de la Drôme favorisent son développement. Pour les éleveurs, la lutte contre ces SGI repose principalement sur l'utilisation d'anthelminthiques, des vermifuges conventionnels. Des résistances à ces molécules de plus en plus fréquentes à travers le monde incitent à développer des méthodes alternatives plus à même de répondre aux besoins des éleveurs. La phytothérapie peut être considérée comme un levier prometteur pour faire face à ces enjeux, notamment pour les éleveurs en agriculture biologique. L'objectif de ce travail était d'évaluer le potentiel anthelminthique du complément alimentaire Vitapar V qui contient des extraits d'ail et de thym. Ce produit a été utilisé dans deux élevages certifiés en agriculture biologique de la Drôme afin d'évaluer son effet sur la diminution du nombre d'œufs de SGI excrétés dans les fèces et également son effet sur l'état général des chèvres.

Les résultats obtenus et le protocole expérimental mis en place dans le cadre de cette étude n'ont pas permis de conclure définitivement quant au potentiel anthelminthique du traitement. Aucune différence entre les nombres d'œufs par gramme de SGI dans les fèces n'a été observé entre les lots témoins et les lots traités. En revanche, le test FECRT a mis en évidence un taux de réduction de l'excrétion d'œufs de SGI de 53,4% pour les chèvres du lot traité du second élevage. La NEC a augmenté pour les chèvres de ce même élevage mais s'explique par la mise à l'herbe pendant l'essai. L'analyse des photographies n'a pas permis de mettre en avant une amélioration de l'état général des chèvres liée au traitement. Seule une corrélation significative entre l'appréciation des chèvres par l'éleveur 2 et le traitement a été observée : il allote de façon très juste ses chèvres en fonction des lots définis pour l'essai, il semble donc y avoir un effet de Vitapar V perçu par cet éleveur.

Des études complémentaires avec la reformulation de la composition de Vitapar V seraient intéressantes pour démontrer l'intérêt des extraits de plantes et notamment l'ail et le thym sur les SGI afin d'améliorer la reconnaissance de la phytothérapie en élevage. Des études *in vitro* appuyés par des études *in vivo* permettront de valider les propriétés anthelminthiques des plantes facilitant leur utilisation en tant qu'alternatives.

Il est important de rappeler que le parasitisme interne doit être abordé selon une stratégie globale à l'échelle du système d'élevage avec plusieurs leviers d'actions possibles. Une gestion optimale du pâturage est un premier paramètre à considérer dans la maîtrise du parasitisme. En effet, des chargements trop élevés, des parcelles surpâturées ou encore un pâturage mixte ovins-caprins sont tous des facteurs favorisant les infestations par les SGI. Des études parallèles sont menées par le FiBL sur l'intérêt des ruptures au pâturage, permettant de « casser » le cycle des parasites, telles que la rupture estivale ou la rupture hivernale. Elles consistent à laisser la parcelle vide pendant un minimum de 6 semaines sans y revenir avec le troupeau.



## Bibliographie

ADEMOLA, I. O, FAGBEMI, B. O et IDOWU, S. O, 2004. Evaluation of the anthelmintic activity of *Khaya senegalensis* extract against gastrointestinal nematodes of sheep: in vitro and in vivo studies. *Veterinary Parasitology*. Vol. 122, n° 2, pp. 151-164. DOI 10.1016/j.vetpar.2004.04.001.

AHMED, Mawahib, LAING, Mark D. et NSAHLAI, Ignatius V., 2014. In vivo effect of selected medicinal plants against gastrointestinal nematodes of sheep. *Tropical Animal Health and Production*. Vol. 46, n° 2, pp. 411-417. DOI 10.1007/s11250-013-0506-0.

AIT EL CADI, M., MAKRAM, S., ANSAR, M., KHABBAL, Y., ALAOUI, K., FAOUZI, M.A., CHERRAH, Y. et TAOUFIK, J., 2012. Activité anti-inflammatoire des extraits aqueux et éthanolique de *Zygophyllum gaetulum*. *Annales Pharmaceutiques Françaises*. Vol. 70, n° 2, pp. 113-116. DOI 10.1016/j.pharma.2011.11.004.

ALI, Rehman, ROOMAN, Muhammad, MUSSARAT, Sakina, NORIN, Sadia, ALI, Shandana, ADNAN, Muhammad et KHAN, Shahid Niaz, 2021. A Systematic Review on Comparative Analysis, Toxicology, and Pharmacology of Medicinal Plants Against *Haemonchus contortus*. *Frontiers in Pharmacology*. Vol. 12, pp. 1-30. DOI 10.3389/fphar.2021.644027.

ANDRÉ, Weibson Paz Pinheiro, CAVALCANTE, Géssica Soares, RIBEIRO, Wesley Lyeverton Correia, SANTOS, Jessica Maria Leite dos, MACEDO, Iara Tersia Freitas, PAULA, Haroldo César Beserra de, MORAIS, Selene Maia de, MELO, Janaina Viana de et BEVILAQUA, Claudia Maria Leal, 2017. Anthelmintic effect of thymol and thymol acetate on sheep gastrointestinal nematodes and their toxicity in mice. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*. Vol. 26, pp. 323-330. DOI 10.1590/S1984-29612017056.

ANMV, Agence nationale du médicament vétérinaire, 2014. *Modification des temps d'attente pour les médicaments* [en ligne]. Disponible à l'adresse : [https://www.lepointveterinaire.fr/ressources/upload/imgnewspha/veterinaire/wk-vet/newsletter/dmv13/note\\_panacur.pdf](https://www.lepointveterinaire.fr/ressources/upload/imgnewspha/veterinaire/wk-vet/newsletter/dmv13/note_panacur.pdf)

ARSONNEAU, Florence et HECKENDORN, Felix, 2019. Essais de recherche appliquée sur les signes observables du parasitisme interne chez les caprins. *Rapport essai Caprin 2019*. pp. 22.

AZANDO, E.V.B., OLOUNLADE, P. A., HOUNZANGBÉ-ADOTÉ, M.S., HA, T. B. Tam, FABRE, Nicolas et VALENTIN, Alexis, 2017. Control of gastro-intestinal parasites with essential oil from *Zanthoxylum zanthoxyloides* (*Fagara zanthoxyloides*). *Revue de Médecine Vétérinaire*. Vol. 168, n° 10-12, pp. 205-212.

BÂ, H. et GEERTS, S., 1998. La résistance aux benzimidazoles des nématodes gastro-intestinaux des petits ruminants en Gambie et au Sénégal. *Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux*. Vol. 51, n° 3, pp. 207-210. DOI 10.19182/remvt.9623.

BÉLANGER, Denise, M. COCKBURN, Amanda, LEBOEUF, Anne et VILLENEUVE, Alain, 2006. *Gestion intégrée du parasitisme gastro-intestinal chez les moutons* [en ligne]. 2006. Disponible à l'adresse : [https://www.agrireseau.net/ovins/documents/GuideParasitisme\\_web.pdf](https://www.agrireseau.net/ovins/documents/GuideParasitisme_web.pdf)

BERRAG, Boumadiane, 2008. La résistance aux anthelminthiques chez les ruminants: Situation actuelle et mesures de contrôle. *Transfert de Technologie en Agriculture Maroc* [en ligne]. 2008.

[Consulté le 20 mai 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.agrimaroc.net/2018/05/15/la-resistance-aux-anthelminthiques-chez-les-ruminants-situation-actuelle-et-mesures-de-contrôle/>

BORDES, Léa, DUMONT, Nicolas, LESPINE, Anne, SOUIL, Elise, SUTRA, Jean-François, PRÉVOT, Françoise, GRISEZ, Christelle, ROMANOS, Lola, DAILLEDOUZE, Aurélie et JACQUIET, Philippe, 2020. First report of multiple resistance to eprinomectin and benzimidazole in *Haemonchus contortus* on a dairy goat farm in France. *Parasitology International*. Vol. 76, pp. 102063. DOI 10.1016/j.parint.2020.102063.

- BOUILHOL, M., CABARET, C. et FOESSEL, M., 2009. Evaluation de trois outils d'estimation de l'infestation par les parasites internes en production biologique d'agneaux d'herbe. *Innovations Agronomiques*. Vol. 4, pp. 73.
- BURKE, J. M., WELLS, A., CASEY, P. et KAPLAN, R. M., 2008. Herbal dewormer fails to control gastrointestinal nematodes in goats. *Veterinary Parasitology*. Vol. 160, n° 1, pp. 168-170. DOI 10.1016/j.vetpar.2008.10.080.
- BURKE, J. M., WELLS, A., CASEY, P. et MILLER, J. E., 2009. Garlic and papaya lack control over gastrointestinal nematodes in goats and lambs. *Veterinary Parasitology*. Vol. 159, n° 2, pp. 171-174. DOI 10.1016/j.vetpar.2008.10.021.
- BURKE, Joan M. et MILLER, James E., 2020. Sustainable Approaches to Parasite Control in Ruminant Livestock. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Vol. 36, n° 1, pp. 89-107. DOI 10.1016/j.cvfa.2019.11.007.
- CABARDO, Delfin E. et PORTUGALIZA, Harvie P., 2017. Anthelmintic activity of Moringa oleifera seed aqueous and ethanolic extracts against Haemonchus contortus eggs and third stage larvae. *International Journal of Veterinary Science and Medicine*. Vol. 5, n° 1, pp. 30-34. DOI 10.1016/j.ijvsm.2017.02.001.
- CABARET, Jacques, 2004. Parasitisme helminthique en élevage biologique ovin : réalités et moyens de contrôle. *INRAE Productions Animales*. Vol. 17, n° 2, pp. 145-154. DOI 10.20870/productions-animales.2004.17.2.3562.
- CABARET, Jacques, CHARVET, Claude, FAUVIN, Aymeric, SILVESTRE, Anne, SAUVE, Christine, CORTET, Jacques et NEVEU, Cédric, 2009. Gastrointestinal strongyles of ruminants : mechanisms of anthelmintic resistance and consequences on their management. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. Vol. 162, n° 1, pp. 6. DOI <https://doi.org/10.4267/2042/47973>.
- CARMICHAEL, I, VISSER, R, SCHNEIDER, D et SOLL, M, 1987. Haemonchus contortus resistance to ivermectin. *Journal of the South African Veterinary Association*. Vol. 58, n° 2, pp. 93-93.
- CASTAGNA, Fabio, BRITTI, Domenico, OLIVERIO, Manuela, BOSCO, Antonio, BONACCI, Sonia, IRITI, Giuseppe, RAGUSA, Monica, MUSOLINO, Vincenzo, RINALDI, Laura, PALMA, Ernesto et MUSELLA, Vincenzo, 2020. In vitro anthelmintic efficacy of aqueous pomegranate (Punica granatum L.) extracts against gastrointestinal nematodes of sheep. *Pathogens*. Vol. 9, n° 12, pp. 1063. DOI <https://doi.org/10.3390/pathogens9121063>.
- CHARTIER, Christophe, 2009. *Pathologie caprine - Du diagnostic à la prévention* [en ligne]. Editions du Point Vétérinaire. [Consulté le 19 mai 2021]. Sine qua non. Disponible à l'adresse : <https://www.eyrolles.com/Sciences/Livre/pathologie-caprine-9782863262726/>
- CHRÉTIEN, Aline, 2011. Cinétique comparée des phénomènes physiopathologiques et de la réponse immune chez des ovins résistants (Martinik Black Belly) ou sensibles (Lacaune) au cours d'une primo-infestation par haemonchus contortus [en ligne]. Thèse d'exercice. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Disponible à l'adresse : [https://oatao.univ-toulouse.fr/5174/1/chretien\\_5174.pdf](https://oatao.univ-toulouse.fr/5174/1/chretien_5174.pdf)
- COLES, G. C., BAUER, C., BORGSTEEDE, F. H. M., GEERTS, S., KLEI, T. R., TAYLOR, M. A. et WALLER, P. J., 1992. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*. Vol. 44, n° 1, pp. 35-44. DOI 10.1016/0304-4017(92)90141-U.
- COOP, R. L. et HOLMES, P. H., 1996. Nutrition and parasite interaction. *International Journal for Parasitology*. Vol. 26, n° 8, pp. 951-962. DOI 10.1016/S0020-7519(96)80070-1.
- DAWO, F et TIBBO, M, 2005. Anthelmintic effect of Halothamus somalensis in Arsi-Bale goats. *Livestock Research for Rural Development*. Vol. 17, pp. 6.

DE AQUINO MESQUITA, Mayara, E SILVA JÚNIOR, João Batista, PANASSOL, Andressa Machado, DE OLIVEIRA, Erick Falcão, VASCONCELOS, Ana Lourdes Camurça Fernandes, DE PAULA, Haroldo Cesar Beserra et BEVILAQUA, Claudia Maria Leal, 2013. Anthelmintic activity of Eucalyptus staigeriana encapsulated oil on sheep gastrointestinal nematodes. *Parasitology Research*. Vol. 112, n° 9, pp. 3161-3165. DOI 10.1007/s00436-013-3492-2.

DOBRONTE, Alexander, 2011. La taille d'échantillon optimale. *CheckMarket* [en ligne]. 2011. [Consulté le 9 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://fr.checkmarket.com/kb/comment-calculer-la-taille-d-echantillon/>

DOUMENC, Virginie, 2003. Helminthofaune des caprins en Saone-et-Loire. Influence du pâturage mixte avec les bovins [en ligne]. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. [Consulté le 9 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://oatao.univ-toulouse.fr/990/>

DROGOUL, Carole et GERMAIN, Hubert, 1999. *Santé animale - Bovins, ovins, caprins* [en ligne]. Educagri. [Consulté le 19 mai 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.eyrolles.com/Sciences/Livre/sante-animale-9782844440433/>

DRUDGE, J. H., SZANTO, J., WYANT, Z. N. et ELAM, G., 1964. Field studies on parasite control in sheep: comparison of thia-bendazole, ruelene, and phenothiazine. *American Journal of Veterinary Research*. Vol. 25, n° 108, pp. 1512-1518.

EGUALE, T., TILAHUN, G., DEBELLA, A., FELEKE, A. et MAKONNEN, E., 2007. In vitro and in vivo anthelmintic activity of crude extracts of Coriandrum sativum against Haemonchus contortus. *Journal of Ethnopharmacology*. Vol. 110, n° 3, pp. 428-433. DOI 10.1016/j.jep.2006.10.003.

EMBEYA, Victor Okombe, 2011. Activité antihelminthique de la poudre d'écorce de racine de Vitex thomasii De Wild (Verbenaceae) sur Haemonchus contortus chez la chèvre [en ligne]. Université de Lubumbashi. Disponible à l'adresse : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00799960/document>

ENDERLEIN, Carine, 2002. L'immunité au cours des strongyloses gastro-intestinales des ruminants : étude bibliographique [en ligne]. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. [Consulté le 22 mai 2021]. Disponible à l'adresse : <https://oatao.univ-toulouse.fr/855/ETIENNE>, Rébecca, 2019. Phytothérapie : quel contexte réglementaire en Agriculture Biologique ? *Produire Bio* [en ligne]. [Consulté le 10 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.produire-bio.fr/articles-pratiques/phytotherapie-quel-contexte-reglementaire-en-agriculture-biologique/>

FERREIRA, Luis E., BENINCASA, Bruno I., FACHIN, Ana L., FRANÇA, Suzelei C., CONTINI, Silvia S. H. T., CHAGAS, Ana C. S. et BELEBONI, Rene O., 2016. Thymus vulgaris L. essential oil and its main component thymol: Anthelmintic effects against Haemonchus contortus from sheep. *Veterinary Parasitology*. Vol. 228, pp. 70-76. DOI 10.1016/j.vetpar.2016.08.011.

FIDOCL, [sans date]. Parasitisme caprin : Ne pas sous-estimer son importance ! | FIDOCL Conseil Elevage. [en ligne]. [Consulté le 6 août 2021]. Disponible à l'adresse : <http://www.fidocl.fr/content/parasitisme-caprine-pas-sous-estimer-son-importance>

FTHENAKIS, G. C. et PAPADOPOULOS, E., 2018. Impact of parasitism in goat production. *Small Ruminant Research*. Vol. 163, pp. 21-23. DOI 10.1016/j.smallrumres.2017.04.001.

GALLIDIS, E., PAPADOPOULOS, E., PTOCHOS, S. et ARSENOS, G., 2009. The use of targeted selective treatments against gastrointestinal nematodes in milking sheep and goats in Greece based on parasitological and performance criteria. *Veterinary Parasitology*. Vol. 164, n° 1, pp. 53-58. DOI 10.1016/j.vetpar.2009.04.011.

GAYE, Agnès, 2015. Approche des facteurs zootechniques impactant l'infestation parasitaire par les strongles gastro-intestinaux de petits ruminants en milieu pastoral corse [en ligne]. VetAgro Sup. Disponible à l'adresse : <https://hal.inrae.fr/hal-02793297/document>

- GITHIORI, John B., ATHANASIADOU, Spiridoula et THAMSBORG, Stig M., 2006. Use of plants in novel approaches for control of gastrointestinal helminths in livestock with emphasis on small ruminants. *Veterinary Parasitology*. Vol. 139, n° 4, pp. 308-320. DOI 10.1016/j.vetpar.2006.04.021.
- GORDON, H. Mcl, 1967. The diagnosis of helminthosis in sheep. *Vet. Med. Rev., Leverkusen*. N° 2/3, pp. 140-168.
- GROSMOND, Gilles, 2012. *Santé animale et solutions alternatives*. Editions France Agricole.
- HECKENDORN, Félix et FRUTSCHI MASCHER, Véronique, 2014. Contrôler efficacement les parasites internes des bovins par la gestion de la pâture. *Bioactualités*. 2014. pp. 12.
- HECKENDORN, Felix, HÄRING, Dieter Adrian, MAURER, Veronika, ZINSSTAG, Jakob, LANGHANS, Wolfgang et HERTZBERG, Hubertus, 2006. Effect of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) silage and hay on established populations of *Haemonchus contortus* and *Cooperia curticei* in lambs. *Veterinary Parasitology*. Vol. 142, n° 3, pp. 293-300. DOI 10.1016/j.vetpar.2006.07.014.
- HILALY, Jaouad El, ISRAILI, Zafar H et LYOUSSI, Badiâa, 2004. Acute and chronic toxicological studies of *Ajuga iva* in experimental animals. *Journal of Ethnopharmacology*. Vol. 91, n° 1, pp. 43-50. DOI 10.1016/j.jep.2003.11.009.
- HIVIN, Bénédicte, 2008. *Phytothérapie et aromathérapie en élevage biologique bovin : enquête auprès de 271 éleveurs de France* [en ligne]. Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon. [Consulté le 10 août 2021]. Disponible à l'adresse : [https://abiodoc.docressources.fr/index.php?lvl=notice\\_display&id=23777](https://abiodoc.docressources.fr/index.php?lvl=notice_display&id=23777)
- HOSTE, H., LE FRILEUX, Y., POMMARET, A., GRUNER, L., VAN QUACKEBEKE, E. et KOCH, C., 1999. Importance du parasitisme par des strongles gastro-intestinaux chez les chèvres laitières dans le Sud-Est de la France. *INRAE Productions Animales*. Vol. 12, n° 5, pp. 377-389. DOI 10.20870/productions-animales.1999.12.5.3898.
- HOSTE, Herve, LEFRILEUX, Yves, CEGARRA, S, GUINEBRETRIERE, M, GITTON, O, FAURE, A et FROMENT, P, 2002. Effet d'un traitement phytothérapeutique sur les strongyloses gastro-intestinales des chèvres en élevage Agriculture Biologique. *Rencontre Recherche Ruminants*. pp. 425.
- HOSTE, Herve, MANOLARAKI, Foteini et LÓPEZ, Célia Arroyo, 2012. Spécificités des risques parasitaires des chèvres au pâturage: conséquences sur les modes de gestion. *Fourrages*. N° 212, pp. 319-328.
- HOSTE, Hervé, PAOLINI, Virginie, PARAUD, Carine et CHARTIER, Christophe, 2004. Gestion non chimique du parasitisme par les nématodes chez les petits ruminants. *Bulletin des G.T.V.* pp. 6.
- IQBAL, Zafar, LATEEF, Muhammad, JABBAR, Abdul, MUHAMMAD, Ghulam et KHAN, Muhammad Nisar, 2005. Anthelmintic activity of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. F. flowers in sheep. *Journal of Ethnopharmacology*. Vol. 102, n° 2, pp. 256-261. DOI 10.1016/j.jep.2005.06.022.
- JACKSON, F. et COOP, R. L., 2000. The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Parasitology*. Vol. 120, n° 7, pp. 95-107. DOI 10.1017/S0031182099005740.
- JACQUIET, Philippe, BARILLET, Francis, BOUIX, Jacques, FRANCOIS, Dominique, MORENO, Carole et TEREFE, Getachew, 2009. La résistance génétique des ovins aux strongles gastro-intestinaux. *Bulletin de l'Académie Vétérinaire de France*. Vol. 162, n° 1, pp. 39-46. DOI <https://doi.org/10.4267/2042/47974>.
- KAPLAN, R. M, BURKE, J. M, TERRILL, T. H, MILLER, J. E, GETZ, W. R, MOBINI, S, VALENCIA, E, WILLIAMS, M. J, WILLIAMSON, L. H, LARSEN, M et VATTA, A. F, 2004. Validation of the FAMACHA© eye color chart for detecting clinical anemia in sheep and goats on farms in the southern United States. *Veterinary Parasitology*. Vol. 123, n° 1, pp. 105-120. DOI 10.1016/j.vetpar.2004.06.005.

KERBOEUF, Dominique, 2004. Contribution of laboratory tests in the diagnosis of gastrointestinal strongylosis in ruminants and choice of treatments. [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://doi.org/10.4267/2042/47733>

KHAN ACADEMY, [sans date]. Les méthodes d'échantillonnage. *Khan Academy* [en ligne]. [Consulté le 22 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://fr.khanacademy.org/math/be-4eme-seconde2/x213a6fc6f6c9e122:statistiques-1/x213a6fc6f6c9e122:population-et-echantillon/a/sampling-methods-review>

KOHLER, P., 2001. The biochemical basis of anthelmintic action and resistance. *International Journal for Parasitology*. Vol. 31, n° 4, pp. 336-345. DOI 10.1016/S0020-7519(01)00131-X.

LACROUX, Caroline, 2006. *Régulation des populations de Nématodes gastro-intestinaux (Haemonchus contortus et Trichostrongylus colubriformis) dans deux races ovines, INRA 401 et Barbados Black Belly*. [en ligne]. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. Disponible à l'adresse : <https://oatao.univ-toulouse.fr/7458/1/lacroux.pdf>

LE GUÉNIC, Marylise, 2014. *Les médecines alternatives en élevage laitier* [en ligne]. Chambre d'agriculture de Bretagne. Disponible à l'adresse : [http://www.chambres-agriculture-bretagne.fr/ca1/PJ.nsf/46b50bbadf2cf901c1256c2f0041b9a7/6fb10a7ef80d0e0bc1257d7e002c7f1f/%24FILE/452\\_Medicines\\_alternatives\\_Octobre\\_dossier\\_P27\\_2.pdf](http://www.chambres-agriculture-bretagne.fr/ca1/PJ.nsf/46b50bbadf2cf901c1256c2f0041b9a7/6fb10a7ef80d0e0bc1257d7e002c7f1f/%24FILE/452_Medicines_alternatives_Octobre_dossier_P27_2.pdf)

LE JAMBRE, L. F., DOMINIK, S., EADY, S. J., HENSHALL, J. M. et COLDITZ, I. G., 2007. Adjusting worm egg counts for faecal moisture in sheep. *Veterinary Parasitology*. Vol. 145, n° 1, pp. 108-115. DOI 10.1016/j.vetpar.2006.11.017.

LE JAMBRE, L. F., SOUTHCOOT, W. H. et DASH, K. M., 1976. Resistance of selected lines of *Haemonchus contortus* to thiabendazole, morantel tartrate and levamisole. *International Journal for Parasitology*. Vol. 6, n° 3, pp. 217-222. DOI 10.1016/0020-7519(76)90037-0.

LEFRILEUX, Yves, FOUBERT, Claudia, HOSTE, Hervé et NAPOLEONE, Martine, 2007. La gestion du parasitisme des chèvres au pâturage. *Guide pour la conduite du pâturage caprin - Institut de l'élevage*. pp. 71-104.

LEGARTO, Jean et LECLERC, Marie-Catherine, 2007. Synthèse réalisée dans le cadre du Réseau National des Techniciens Caprins « pâturage ». *Guide pour la conduite du pâturage caprin - Institut de l'élevage*. pp. 207.

LEJEAU, Christèle, 2002. Les résistances aux benzimidazoles chez les caprins : enquête épidémiologique et essais de traitement sélectif [en ligne]. other. Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse. [Consulté le 7 juillet 2021]. Disponible à l'adresse : <https://oatao.univ-toulouse.fr/969/>

LUGINBUHL, Jean-Marie, PIETROSEMOLI, Silvana et HOWELL, J. M., 2006. Use of an herbal dewormer for the control of gastric intestinal tract nematodes in meat goats. *Latin American Archives of Animal Production* [en ligne]. Vol. 14, n° 3. [Consulté le 9 septembre 2021]. Disponible à l'adresse : [https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs\\_files/article/view/551](https://ojs.alpa.uy/index.php/ojs_files/article/view/551)

MACEDO, Iara T. F., BEVILAQUA, Claudia M. L., DE OLIVEIRA, Lorena M. B., CAMURÇA-VASCONCELOS, Ana L. F., VIEIRA, Luiz da S., OLIVEIRA, Fabrício R., QUEIROZ-JUNIOR, Eudson M., TOMÉ, Adriana da R. et NASCIMENTO, Nilberto R. F., 2010. Anthelmintic effect of *Eucalyptus staigeriana* essential oil against goat gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*. Vol. 173, n° 1, pp. 93-98. DOI 10.1016/j.vetpar.2010.06.004.

MACEDO, Iara Tersia Freitas, OLIVEIRA, Lorena Mayana Beserra de, CAMURÇA-VASCONCELOS, Ana Lourdes Fernandes, RIBEIRO, Wesley Lyeverton Correia, SANTOS, Jessica Maria Leite dos, MORAIS, Selene Maia de, PAULA, Haroldo Cesar Beserra de et BEVILAQUA, Claudia Maria Leal, 2013. In vitro effects of *Coriandrum sativum*, *Tagetes minuta*, *Alpinia zerumbet* and *Lantana camara* essential oils on

Haemonchus contortus. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária*. Vol. 22, pp. 463-469. DOI 10.1590/S1984-29612013000400004.

MAPHOSA, Viola, MASIKA, Patrick J., BIZIMENYERA, Edmund S. et ELOFF, J. N., 2010. In-vitro anthelmintic activity of crude aqueous extracts of Aloe ferox, Leonotis leonurus and Elephantorrhiza elephantina against Haemonchus contortus. *Tropical Animal Health and Production*. Vol. 42, n° 2, pp. 301-307. DOI 10.1007/s11250-009-9421-9.

MASSON, Hélène, 2006. Enquête sur le traitement des mammites cliniques en agriculture biologique en Bretagne - utilisation de l'aromathérapie [en ligne]. masters. ONIRIS (Ecole Nationale Vétérinaire, Agroalimentaire et de l'Alimentation Nantes Atlantique). [Consulté le 10 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://orgprints.org/id/eprint/33569/>

MCGREGOR, B. A. et BUTLER, K. L., 2008. Relationship of body condition score, live weight, stocking rate and grazing system to the mortality of Angora goats from hypothermia and their use in the assessment of welfare risks. *Australian Veterinary Journal*. Vol. 86, n° 1-2, pp. 12-17. DOI 10.1111/j.1751-0813.2007.00249.x.

MCKEAND, J. B., DUNCAN, J. L., URQUHART, G. M. et KENNEDY, M. W., 1996. Isotype-specific antibody responses to the surface-exposed antigens of adult and larval stages of Dictyocaulus viviparus in infected and vaccinated calves. *Veterinary Parasitology*. Vol. 61, n° 3-4, pp. 287-295. DOI 10.1016/0304-4017(95)00805-5.

MCKENNA, PB, 1985. Diagnosis of gastrointestinal nematode parasitism in goats. *Proceedings of a course in Goat Husbandry and Medicine*. pp. 86-95.

MENZIES, Dr Paula, 2010. *Manuel de lutte contre les parasites internes du mouton* [en ligne]. 2010. Disponible à l'adresse : [https://www.agrireseau.net/ovins/documents/Handbook\\_Control\\_of\\_Parasites\\_of\\_Sheep\\_Dec2010\\_f.pdf](https://www.agrireseau.net/ovins/documents/Handbook_Control_of_Parasites_of_Sheep_Dec2010_f.pdf)

MORAND-FEHR, P. et HERVIEU, J., 1999. Apprécier l'état corporel des chèvres. Intérêt et méthode. *La chèvre*. Vol. 231, pp. 22.

NOTTER, D. R., BURKE, J. M., MILLER, J. E. et MORGAN, J. L. M., 2017. Association between FAMACHA scores and fecal egg counts in Katahdin lambs<sup>1,2,3</sup>. *Journal of Animal Science*. Vol. 95, n° 3, pp. 1118-1123. DOI 10.2527/jas.2016.1248.

O'CONNOR, Lauren J., WALKDEN-BROWN, Stephen W. et KAHN, Lewis P., 2006. Ecology of the free-living stages of major trichostrongylid parasites of sheep. *Veterinary Parasitology*. Vol. 142, n° 1-2, pp. 1-15. DOI 10.1016/j.vetpar.2006.08.035.

OUZIR, M., BERRAG, B., BENJOUAD, A. et CABARET, J., 2011. Use of pathophysiological indicators for individual decision of anthelmintic treatment of ewes against gastro-intestinal nematodes in Morocco. *Veterinary Parasitology*. Vol. 180, n° 3, pp. 372-377. DOI 10.1016/j.vetpar.2011.03.018.

PARAUD, C., PORS, I., MARCOTTY, T. et DEVOS, J., 2014. Un premier cas de résistance aux lactones macrocycliques chez les nématodes gastro-intestinaux confirmé en élevage ovin en France. *Rencontres Recherche Ruminants, Paris*. pp. 325-328.

PARAUD, Carine, 2017. La résistance aux anthelminthiques des strongles gastro-intestinaux. *Les cahiers de la recherche*. N° 10, pp. 56-58.

PARAUD, Carine, CHARTIER, Christophe et DEVOS, Jacques, 2013. Cas d'inefficacité de l'éprinomectine pour-on dans un élevage caprin. *Bulletin des G.T.V.* N° 70, pp. 97.

QUINQUET, Patrick, 2016. *Caprins laitiers biologique* [en ligne]. Chambre d'agriculture Hautes-Alpes. Disponible à l'adresse : <https://paca.chambres->

agriculture.fr/fileadmin/user\_upload/National/FAL\_commun/publications/Provence-Alpes-Cote\_d\_Azur/agriculture\_biologique/caprins\_lait\_bio\_decembre2016.pdf

RAVINET, Nadine, CHARTIER, Christophe, HOSTE, Hervé, MAHIEU, Maurice, DUVAUCHELLE-WACHÉ, A., MERLIN, Aurélie, BAREILLE, Nathalie, JACQUIET, Philippe et CHAUVIN, Alain, 2017. Enjeux et outils du traitement raisonné contre les strongles gastro-intestinaux chez les bovins et les petits ruminants. *INRA Productions Animales*. Vol. 30, n° 1, pp. 57-76. DOI 10.20870/productions-animales.2017.30.1.2233.

RAVINET, Nadine, CHARTIER, Christophe, MERLIN, Aurélie et CHAUVIN, Alain, 2019. Influence de la conduite du pâturage sur le risque parasitaire lié aux strongles digestifs. *Fourrages*. N° 238, pp. 153.

REMONGIN, Xavier, 2019. La Drôme, département pionnier du bio en France. *Ministère de l'agriculture et de l'alimentation* [en ligne]. [Consulté le 6 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://agriculture.gouv.fr/la-drome-departement-pionnier-du-bio-en-france>

RIBEIRO, Wesley Lyeverton Correia, CAMURÇA-VASCONCELOS, Ana Lourdes Fernandes, MACEDO, Iara Tersia Freitas, DOS SANTOS, Jessica Maria Leite, DE ARAÚJO-FILHO, José Vilemar, RIBEIRO, Juliana de Carvalho, PEREIRA, Vanessa de Abreu, VIANA, Daniel de Araújo, DE PAULA, Haroldo Cesar Beserra et BEVILAQUA, Claudia Maria Leal, 2015. In vitro effects of Eucalyptus staigeriana nanoemulsion on *Haemonchus contortus* and toxicity in rodents. *Veterinary Parasitology*. Vol. 212, n° 3, pp. 444-447. DOI 10.1016/j.vetpar.2015.07.019.

RIEK, R. F., TURNER, H. N., MCKEVETT, M. et ROBERTS, F. H. S., 1958. Adjustments for faecal worm egg counts from cattle based on faecal consistency and on age and body weight of host. *Australian Journal of Agricultural Research*. Vol. 9, n° 3, pp. 391-402. DOI 10.1071/ar9580391.

RINALDI, L., VENEZIANO, V., MORGOGLIONE, M. E., PENNACCHIO, S., SANTANIELLO, M., SCHIOPPI, M., MUSELLA, V., FEDELE, V. et CRINGOLI, G., 2009. Is gastrointestinal strongyle faecal egg count influenced by hour of sample collection and worm burden in goats? *Veterinary Parasitology*. Vol. 163, n° 1, pp. 81-86. DOI 10.1016/j.vetpar.2009.03.043.

ROSTANG, Antoine, PROUILLAC, Caroline et BERNY, Philippe, 2017. Pour une prescription adaptée en élevage caprin. In : *Schéma posologique en élevage caprin* [en ligne]. Journée Caprine - GTV 79. pp. 21. Disponible à l'adresse : [https://www.researchgate.net/publication/319482458\\_Pour\\_une\\_prescription\\_adaptee\\_en\\_elevage\\_caprin](https://www.researchgate.net/publication/319482458_Pour_une_prescription_adaptee_en_elevage_caprin)

ROZETTE, Luc, 2009. Strongles digestifs et pulmonaires chez les caprins. *Bulletin de l'Alliance Pastorale*. N° 793, pp. 5.

SAAD, Bashar, AZAIZEH, Hassan, ABU-HIJLEH, Ghassan et SAID, Omar, 2006. Safety of Traditional Arab Herbal Medicine. *Evidence-based complementary and alternative medicine*. pp. 433-439. DOI 10.1093/ecam/nel058.

SAHA, S. et LACHANCE, S., 2020. Effect of essential oils on cattle gastrointestinal nematodes assessed by egg hatch, larval migration and mortality testing. *Journal of Helminthology*. Vol. 94, pp. e111. DOI 10.1017/S0022149X19001081.

SANGSTER, N. C et GILL, J, 1999. Pharmacology of Anthelmintic Resistance. *Parasitology Today*. Vol. 15, n° 4, pp. 141-146. DOI 10.1016/S0169-4758(99)01413-1.

SCOHY, Delphine, 2018. Huiles essentielles, homéopathie, acupuncture... : à chacun sa médecine. *Web-agri.fr* [en ligne]. 2018. [Consulté le 10 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.web-agri.fr/sondages-elevage/article/139467/huiles-essentielles-homeopathie-acupuncture-a-chacun-sa-methode>

SCOTT, Ian et SUTHERLAND, Ian, 2009. *Gastrointestinal Nematodes of Sheep and Cattle: Biology and Control*. John Wiley & Sons. ISBN 978-1-4051-8582-0.

SILVESTRE, A., LEIGNEL, V., BERRAG, B., GASNIER, N., HUMBERT, J. F., CHARTIER, C. et CABARET, J., 2002. Sheep and goat nematode resistance to anthelmintics: pro and cons among breeding management factors. *Veterinary Research*. Vol. 33, n° 5, pp. 465-480. DOI 10.1051/vetres:2002033.

TAYO, Gertrude Mbogning, PONÉ, Josué Wabo, KOMTANGI, Marie Claire, YONDO, Jeannette, NGANGOUT, Alidou Marc et MBIDA, Mpoame, 2014. Anthelmintic activity of moringa oleifera leaf extracts evaluated in vitro on four developmental stages of *Haemonchus contortus* from goats. *American Journal of Plant Sciences*. Vol. 5, n° 11, pp. 1702-1710. DOI 10.4236/ajps.2014.511185.

VAN WYK, J. A. et BATH, G. F., 2002. The FAMACHA((c)) system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. *Veterinary Research*. Vol. 33, n° 5, pp. 509-529. DOI 10.1051/vetres:2002036.

VEROCAI, Guilherme G., CHAUDHRY, Umer N. et LEJEUNE, Manigandan, 2020. Diagnostic Methods for Detecting Internal Parasites of Livestock. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice*. Vol. 36, n° 1, pp. 125-143. DOI 10.1016/j.cvfa.2019.12.003.

VETCOMPENDIUM, 2016. Lactones macrocycliques. *vetcompendium* [en ligne]. [Consulté le 9 août 2021]. Disponible à l'adresse : <https://www.vetcompendium.be/fr/node/3431>

VILLANUA, D., PEREZ-RODRIGUEZ, L., GORTAZAR, C., HOFLE, U., VINUELA, J., 2006. Avoiding bias in parasite excretion estimates : the effect of sampling time and type of faeces. *Parasitology*. Vol. 133, n°02, pp. 251-259.

WACHE, Aurore, RAVINET, Nadine, CHAUVIN, Alain, CHARTIER, Christophe, HOSTE, Herve, LEFRILEUX, Yves, JACQUIET, Philippe, FRAPPAT, Brigitte et TROU, Guylaine, 2017. Le traitement ciblé-sélectif des bovins, ovins et caprins contre les strongles gastro-intestinaux. *Innovations Agronomiques*. Vol. 55, n° 207, pp. 135-153.

WALLER, P. J., 2006. Sustainable nematode parasite control strategies for ruminant livestock by grazing management and biological control. *Animal Feed Science and Technology*. Vol. 126, n° 3-4, pp. 277-289. DOI 10.1016/j.anifeedsci.2005.08.007.

WANG, Craig, TORGERSON, Paul R., KAPLAN, Ray M., GEORGE, Melissa M. et FURRER, Reinhard, 2018. Modelling anthelmintic resistance by extending eggCounts package to allow individual efficacy. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance*. Vol. 8, n° 3, pp. 386-393. DOI 10.1016/j.ijpddr.2018.07.003.

WOOD, I.B., AMARAL, N.K., BAIRDEN, K., DUNCAN, J.L., KASSAI, T., MALONE, J.B., PANKAVICH, J.A., REINECKE, R.K., SLOCOMBE, O., TAYLOR, S.M. et VERCRUYSSSE, J., 1995. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in ruminants (bovine, ovine, caprine). *Veterinary Parasitology*. Vol. 58, n° 3, pp. 181-213. DOI 10.1016/0304-4017(95)00806-2.

WORKU, Mulumebet, FRANCO, R. et BALDWIN, K., 2009. Efficacy of garlic as an anthelmintic in adult Boer goats. *Archives of Biological Sciences*. Vol. 61, n° 1, pp. 135-140.

ZAJAC, Anne M et GIPSON, Terry A, 2000. Multiple anthelmintic resistance in a goat herd. *Veterinary Parasitology*. Vol. 87, n° 2, pp. 163-172. DOI 10.1016/S0304-4017(99)00174-0.

ZHONG, Rongzhen, XIANG, Hai, CHENG, Long, ZHAO, Chengzhen, WANG, Fei, ZHAO, Xueli et FANG, Yi, 2019. Effects of Feeding Garlic Powder on Growth Performance, Rumen Fermentation, and the Health Status of Lambs Infected by Gastrointestinal Nematodes. *Animals*. Vol. 9, n° 3, pp. 102. DOI 10.3390/ani9030102.

ZOUITEN, Habiba, 2006. *Résistance aux anthelminthiques des nématodes parasites du tube digestif chez les ovins et les équidés au Maroc* [en ligne]. Université Mohammed V. [Consulté le 20 mai 2021]. Disponible à l'adresse : <http://thesesnafrique.imist.ma/handle/123456789/157>

## Annexes

### Annexe 1 : Article sur la résistance (Michel BOUY)

## Echecs de traitements anthelminthiques à base d'éprinomectine sur des petits ruminants : résistance ou voie d'administration inappropriée ?

BOUY M.<sup>4,6</sup>, FITO L.<sup>5</sup>, HARINCK E.<sup>6</sup>, LUKKES S.<sup>6</sup>.

### Contexte et bibliographie

#### Les anthelminthiques en élevage caprin et ovin laitier

Jusqu'en 2013, le fenbendazole et l'oxfendazole étaient les seules molécules anthelminthiques utilisables en élevage caprin et ovin contre les strongles gastro-intestinaux et disposant d'un temps d'attente lait nul. A cette date, la révision des AMM s'est traduite par l'obligation d'appliquer un temps d'attente de 8,5 et 14 jours pour le lait. En 2015, l'éprinomectine par voie injectable sous-cutanée acquiert une AMM pour les petits ruminants avec temps d'attente lait de zéro jours (EPRECIS®). Il en est de même un an plus tard pour une présentation topique d'éprinomectine (EPRINEX MULTI®). L'éprinomectine devient ainsi la seule molécule utilisable en élevage de petits ruminants laitiers pendant la lactation sans pénaliser économiquement les éleveurs. Pour des raisons pratiques l'EPRINEX MULTI® est la présentation la plus utilisée avec le recours parfois à une administration par voie orale. Différentes études avaient montré préalablement que l'éprinomectine par voie orale avait une efficacité comparable à la voie topique sur les strongles gastro-intestinaux des chèvres (1,2). Néanmoins, d'un point de vue réglementaire, le recours à cette voie d'administration implique d'appliquer un temps d'attente forfaitaire de 7 jours pour le lait.

#### La résistance aux anthelminthiques

Très tôt, l'apparition de résistances aux anthelminthiques en élevage de petits ruminants est mentionnée en Australie (3) et, quarante ans plus tard, le problème du développement de résistances, voire de multirésistances, à toutes les familles d'anthelminthiques, y compris le monépanel, est souligné (4). En France, ces résistances concernent d'abord les benzimidazoles et le lévamisole (5) tandis qu'une étude montre l'absence de résistance à l'ivermectine en élevage caprin (6). Par la suite, les premiers cas de résistance à certaines lactones macrocycliques sont mis en évidence sur des ovins (7) avec dans certains cas une multi-résistance ivermectine-benzimidazole (8). En 2020, il a été démontré l'existence de multi-résistance éprinomectine-benzimidazole de la part d'*Haemonchus contortus* en élevage caprin (9).

#### Les méthodes d'évaluation de la résistance

Il existe de nombreuses méthodes d'évaluation de la résistance d'une population de nématode aux anthelminthiques (10). Parmi elles, le FECRT (Fecal Egg Count Reduction Test) apparaît, malgré ses limites (4), comme une méthode adaptée aux études sur le terrain. Dans le cadre du FECRT, il existe différents protocoles pour calculer l'efficacité d'un traitement anthelminthique. Il est possible de comparer la moyenne d'un lot qui reçoit un traitement à celle d'un lot qui n'en reçoit pas (11) ou d'avoir recours à des comptages individuels avant et après traitement sans lot de contrôle. Cette dernière méthode donne des résultats précis si l'échantillon d'animaux est supérieur à 10 et si la moyenne de l'infestation initiale est supérieure à 300 opg (12).

---

<sup>4</sup> ANTIKOR SCOP vétérinaire (605 Grande Rue – 26300 Barbières)

<sup>5</sup> FiBL France (Pôle Bio – F26400 Eure)

## Matériel et méthode

L'essai s'est déroulé dans deux élevages (un élevage caprin et un élevage ovin laitier) de la Drôme confrontés à une inefficacité d'un traitement à L'EPRINEX MULTI®.

### L'élevage caprin

L'élevage caprin comprend 49 chèvres de race Alpine. Cet élevage connaît des problèmes de parasitisme depuis plusieurs années en lien avec une surface pâturable réduite et en usage libre sans rotation. Suite à 3 coproscopies de mélange réalisées le 15 mars et montrant un niveau d'infestation élevé (1280 opg), un traitement sélectif à l'EPRINEX MULTI® par voie orale est mis en œuvre le 19 mars sur les 15 chèvres les plus maigres à raison de 10 ml (estimation du poids par l'éleveuse). Le 7 avril 2021, soit 19 jours après le traitement, des coproscopies de contrôle sont réalisées sur 2 mélanges et 5 individus. Ces sept coproscopies s'échelonnent entre 950 et 1600 opg avec une moyenne de 1164 opg.

Face à une suspicion de résistance, un test basé sur le FECRT est mis en place. Le 15 avril, des coproscopies individuelles sur l'ensemble des animaux (n=49) sont réalisées et font apparaître une moyenne de 1399 opg (cf. Figure 1). Ce résultat permet de définir un lot de 23 chèvres ayant plus de 1000 opg. Le 16 avril, ces 23 chèvres ont reçu une injection sous-cutanée d'EPRECI®. Chacune des chèvres a été pesée et la dose d'EPRECI® administrée a été de 0,11 ml pour 10 kg de poids vif (soit la dose recommandée + 10%). Un prélèvement de fèces pour coproscopie individuelle a été réalisé le jour même. Un nouveau prélèvement individuel a été effectué le 3 mai, soit 17 jours plus tard, sur ces mêmes animaux.

### L'élevage ovin

Il s'agit d'un élevage qui a démarré en septembre 2020 avec 49 agnelles de race Lacaune issues d'un élevage de la Loire. Le 1<sup>er</sup> avril 2021, des coproscopies individuelles sur 19 animaux font apparaître une moyenne de 1297 opg (min = 0 & max = 3750). Le 19 avril, un traitement à l'EPRINEX MULTI® est réalisé par l'éleveuse sur la totalité des animaux par voie topique à la dose de 12 ml (60 kg de poids vif). Le 26 avril, un contrôle, réalisé par coproscopie individuelle sur 20 brebis, montre une moyenne de 927 opg (cf. Figure 1). Face à l'échec du traitement, un test de résistance basé sur le FECRT est mis en place sur les 12 brebis présentant une analyse coproscopique supérieure à 1000 opg. Un prélèvement individuel est réalisé sur chaque animal et 0,66 ml d'EPRECI® est injecté par voie sous-cutanée, après pesée des brebis les plus lourdes. Quatorze jours après, un nouveau prélèvement individuel a été réalisé.

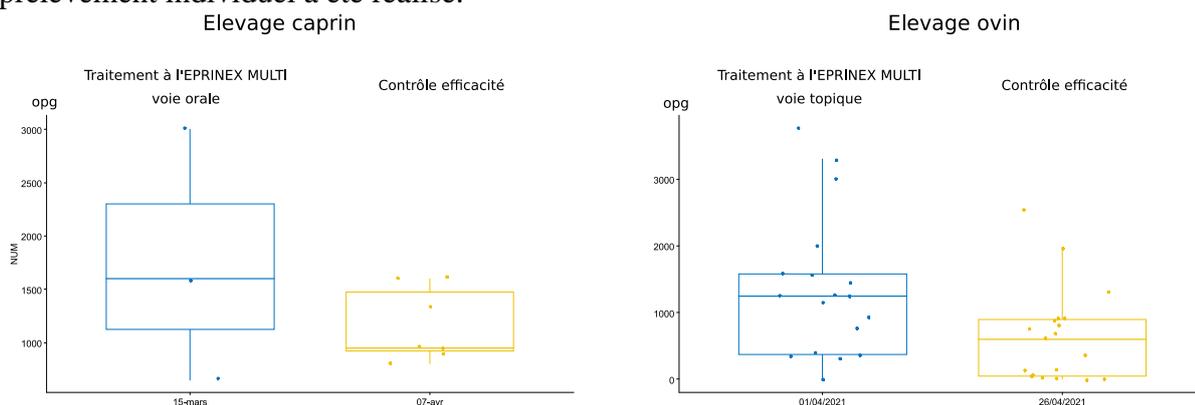


Figure 3: suspicions de résistance dans l'élevage caprin et dans l'élevage ovin

### Analyses coproscopiques

Les analyses coproscopiques ont été réalisées selon le POS (Protocole Opérationnel Standard) McMaster développé au FiBL. La méthode de Mc Master est une méthode quantitative basée sur le principe de la flottation permettant de déterminer le nombre d'œufs d'helminthes pour 1 g de fèces. Le comptage des œufs, contenus dans 0,30 ml de suspension de matière fécale diluée au 1/15<sup>ème</sup>, est

réalisé à l'aide d'une lame McMaster contenant deux chambres d'analyses. Le seuil minimal de détection de cette méthode est de 50 OpG.

4,1gr d'échantillon individuel de fèces est broyé et mis en suspension dans 60 ml de solution NaCl saturée (densité >1.18). Après homogénéisation, les deux chambres d'analyses sont remplies et observées au microscope (x100).

### Analyses statistiques

La méthode retenue pour l'évaluation de la résistance est le FECRT par comptages individuel et rééchantillonnage statistique (Bootstrap). Les calculs ont été réalisés en utilisant la fonction *fecrt.analysis* du package *bayescount* de R (voir <https://rdrr.io/cran/bayescount/>).

## Résultats

Les résultats des analyses coproscopiques individuelles avant et après le traitement sont présentées dans la Figure 2. Dans le troupeau caprin, la chèvre 70001 qui présentait des valeurs extrêmes de 6650 et 8000 opg. Il en est de même avec la brebis 20009 qui présentait 6350 opg à J0. Dans chaque cas, ces deux *outliers* n'ont pas été représentés sur le graphique.

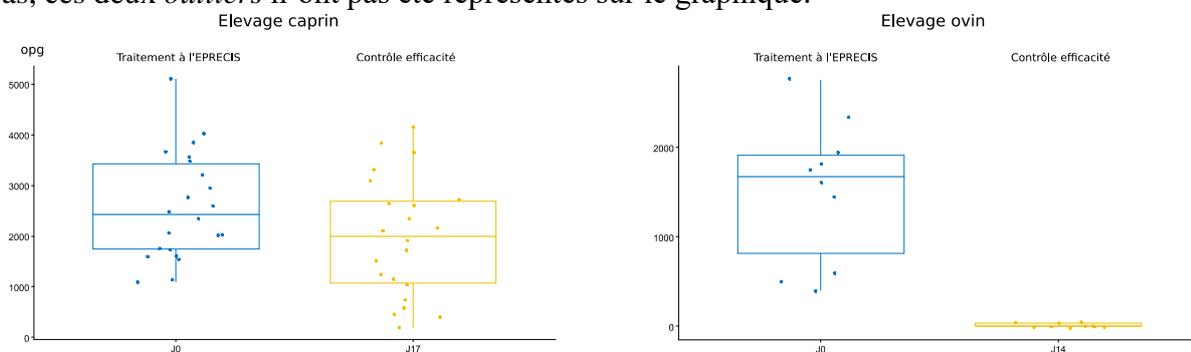


Figure 4: Résultats coproscopiques individuels avant et après le traitement

Le calcul de l'efficacité du traitement est présenté dans le Tableau 1.

	Echantillon	n	Moyenne avant traitement	Moyenne après traitement	FECRT par la méthode individuelle	Intervalle de confiance
Caprins	Avec outlier	23	2752 opg	2241 opg	18.9%	[-14.9% , 44%]
	Sans outlier	22	2575 opg	1980 opg	23.2%	[-1.9% , 44%]
Ovins	Avec outlier	11	1955 opg	14 opg	99.3%	[98.3% , 100%]
	Sans outlier	10	1515 opg	15 opg	99.0%	[97.8% , 100%]

Tableau 2: Calcul de l'efficacité des traitements

Les résultats montrent assez clairement que l'on est en présence d'une véritable résistance à l'éprinomectine dans l'élevage caprin. A l'inverse, cette même molécule est totalement efficace dans l'élevage ovin alors qu'une application topique d'EPRINEX MULTI® s'était montrée inefficace.

L'exclusion dans chaque échantillon de l'outlier (individu aux valeurs extrêmes) ne change pas l'interprétation.

## Discussion

Le cas de l'élevage ovin soulève des questions quant à la pertinence d'une application topique en conditions d'élevage. Différentes études ont montré l'efficacité de l'éprinomectine par voie topique

sur les strongles gastro-intestinaux des ovins (13,17). Il a notamment été mis en évidence la nécessité d'utiliser une dose de 1mg/kg PV pour les petits ruminants (0,5 mg/kg PV chez les bovins) afin d'obtenir des concentrations sériques d'un niveau et d'une durée suffisants (15). En effet, à la dose de 0,5 mg/kg les paramètres calculés (Cmax et AUC) sont beaucoup plus faibles chez les petits ruminants que chez les bovins (15). Plusieurs auteurs soulignent la grande variabilité individuelle des concentrations sériques atteintes (14,15) et suggèrent qu'une administration par voie sous-cutanée de l'éprinomectine conduit à des concentrations sériques plus régulières, limitant ainsi les risques d'apparition de résistances par sous-dosage (15).

La voie topique en élevage bovin permet de résoudre le problème de la contention des jeunes animaux ce qui explique le succès de cette voie d'administration. Ce problème de la contention est moins aigu en petits ruminants pour lesquels les éleveurs sont habitués à des administrations par voie orale ou injectable. De plus la voie topique empêche la mise en œuvre de traitements sélectifs à cause du léchage qui se traduit par des sous-dosages généralisés, une moindre efficacité et un risque accru d'apparition de résistances (18).

L'administration par voie orale d'EPRINEX MULTI® peut sembler résoudre les incertitudes liées à l'application topique. C'est une pratique courante mais qui implique de respecter un temps d'attente de 7 jours pour le lait (14 jours en élevage bio).

Dans le cas de l'élevage caprin, on se trouve confronté à une réelle résistance des strongles à l'éprinomectine. Dans cette exploitation, la gestion du pâturage a favorisé depuis plusieurs années un niveau de parasitisme élevé par le recours à des grands parcs dans lesquels le troupeau passe plusieurs semaines d'affilée. L'espace pâturable pour les caprins a en plus été réduit par le retour d'un troupeau de mouton à proximité de l'exploitation, ne pouvant plus valoriser les parcours lointains à cause du loup.

Jusqu'en 2016, des traitements anthelminthiques à base de benzimidazoles (fenbendazole et fébantel) étaient administrés systématiquement deux fois par an à tout le troupeau. A partir de 2016, l'EPRINEX MULTI® a remplacé les benzimidazoles sans modification du protocole. A partir de 2018, des traitements sélectifs ont été mis en place sur la base d'un suivi parasitologique. On constate aujourd'hui que ce changement de protocole n'a pas permis d'enrayer le développement d'une résistance des strongles à l'éprinomectine.

### **Conclusions**

Ces deux cas concomitants apportent plusieurs enseignements. Il semble de plus en plus nécessaire de contrôler régulièrement l'efficacité des traitements anthelminthiques administrés aux animaux, particulièrement les caprins. Tout échec de traitement ne doit pas forcément être considéré comme une résistance mais, comme des expériences précédentes l'ont déjà montré (19), on ne peut que questionner la pertinence de la voie topique en élevage de petits ruminants. Enfin, on constate qu'il suffit de quelques années d'usage systématique de l'éprinomectine pour voir apparaître des résistances. Cela doit conduire à bannir les traitements sans analyses coproscopiques préalables et en évitant toujours un traitement intégral de l'ensemble du troupeau.

## Bibliographie

1. Silvestre A, Sauve C, Cabaret J. L'éprinomectine chez la chèvre : utilisation de la voie orale pour une (...) - 3R - Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants [Internet]. [cited 2021 May 28]. Available from: <http://www.journees3r.fr/spip.php?article2259>
2. Badie C, Lespine A, Devos J, Sutra JF, Chartier C. Kinetics and anthelmintic efficacy of topical eprinomectin when given orally to goats. *Vet Parasitol*. 2015 Apr 15;209(1–2):56–61.
3. Prichard R, Hall C, Kelly J, Martin I, Donald A. The Problem of Anthelmintic Resistance in Nematodes. *Aust Vet J*. 1980;56(5):239–51.
4. Kotze AC, Prichard RK. Chapter Nine - Anthelmintic Resistance in *Haemonchus contortus*: History, Mechanisms and Diagnosis. In: Gasser RB, Samson-Himmelstjerna GV, editors. *Advances in Parasitology* [Internet]. Academic Press; 2016 [cited 2021 May 28]. p. 397–428. (and Haemonchosis – Past, Present and Future Trends; vol. 93). Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0065308X16300124>
5. Chartier C, Pors I, Hubert J, Rocheteau D, Benoit C, Bernard N. Prevalence of anthelmintic resistant nematodes in sheep and goats in Western France. *Small Ruminant Res*. 1998 Jun 15;29(1):33–41.
6. Paraud C, Pors I, Rehby L, Chartier C. Absence of ivermectin resistance in a survey on dairy goat nematodes in France. *Parasitol Res*. 2010 May;106(6):1475–9.
7. Paraud C, Pors I, Marcotty T, Devos J. Un premier cas de résistance aux lactones macrocycliques chez les nématodes gastro-intestinaux confirmé en élevage ovin en France. *Rencontres Recherche Ruminants*, Paris. 2014;325–8.
8. Cazajous T, Prevot F, Kerbirou A, Milhes M, Grisez C, Tropee A, et al. Multiple-resistance to ivermectin and benzimidazole of a *Haemonchus contortus* population in a sheep flock from mainland France, first report. *Vet Parasitol Reg, Stud Rep*. 2018 Dec;14:103–5.
9. Bordes L, Dumont N, Lespine A, Souil E, Sutra J-F, Prevot F, et al. First report of multiple resistance to eprinomectin and benzimidazole in *Haemonchus contortus* on a dairy goat farm in France. *Parasitol Int*. 2020 Jun;76:102063.
10. Mekonnen G, Haftu M, Meresa D, Kebede E, Birhanu H. Review on anthelmintic resistances and its detection method on gastrointestinal nematodes of small ruminants. 2020 Apr 1;2536–7099.
11. Coles GC, Bauer C, Borgsteede FHM, Geerts S, Klei TR, Taylor MA, et al. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P.) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Veterinary Parasitology*. 1992 Sep 1;44(1):35–44.
12. Cabaret J, Berrag B. Faecal egg count reduction test for assessing anthelmintic efficacy: average versus individually based estimations. *Veterinary Parasitology*. 2004 May 7;121(1):105–13.
13. Hamel D, Visser M, Kellermann M, Kvaternick V, Rehbein S. Anthelmintic efficacy and pharmacokinetics of pour-on eprinomectin (1mg/kg bodyweight) against gastrointestinal and pulmonary nematode infections in goats. *Small Ruminant Research*. 2015 Jun 1;127:74–9.
14. Hodošček L, Grabnar I, Milčinski L, Süssinger A, Eržen NK, Zadnik T, et al. Linearity of eprinomectin pharmacokinetics in lactating dairy sheep following pour-on administration: Excretion in milk and exposure of suckling lambs. *Veterinary Parasitology*. 2008 Jun 14;154(1):129–36.
15. Hoste H, Lespine A, Lemerrier P, Alvinerie M, Jacquiet P, Dorchies R. Efficacy of eprinomectin pour-on against gastrointestinal nematodes and the nasal bot fly (*Oestrus ovis*) in sheep. *Vet Rec*. 2004 Jun 19;154(25):782–5.
16. Cringoli G, Rinaldi L, Veneziano V, Capelli G. Efficacy of eprinomectin pour-on against gastrointestinal nematode infections in sheep. *Veterinary Parasitology*. 2003 Mar 10;112(3):203–9.
17. Arsenopoulos K, Gelasakis AI, Delistamatis V, Papadopoulos E. Evaluation of the pour-on administration of eprinomectin on milk yield and somatic cell counts in dairy ewes naturally infected with gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*: X. 2019 Nov 1;2:100016.
18. Bousquet-Melou A, Jacquiet P, Hoste H, Clement J, Bergeaud J-P, Alvinerie M, et al. Licking behaviour induces partial anthelmintic efficacy of ivermectin pour-on formulation in untreated cattle. *Int J Parasit*. 2011 Apr;41(5):563–9.
19. Paraud C, Chartier C, Devos J. Cas d'inefficacité de l'éprinomectine pour on dans un élevage caprin. *Bull Groupements Techniques Vétérinaires*. 2013 Jan 1;70:97–103.

## Annexe 2 : Questionnaire éleveurs

### 1. Présentation ferme

- Bio ou conventionnel ?
- Localisation, altitude
- Quelle est votre SAU ?
- Quelle est votre STH ?
- Nombre d'UGB (chevrettes + laitières) ? Race ?
- Etes-vous en gestion saisonnée ou désaisonnée ? Date de mise-bas ?
- Système d'élevage ? (Extensif ou plutôt intensif) → Production moyenne des chèvres ?  
Quelle est la ration des chèvres ? Complémentez-vous beaucoup ? Si oui, avec quoi et à quelle quantité ?

### 2. Gestion du pâturage

- Comment gérez-vous le pâturage ?
- Comment vos animaux pâturent-ils ? Pâturent-ils en hiver ? Quel est votre chargement moyen (lui demander le nombre d'animaux sur le nombre d'hectares)
- Vos chevrettes pâturent-elles ? Si oui, sont-elles menées avec les laitières ou ont-elles une ou des parcelles dédiées ?
- Nombre d'hectares utilisés pour le pâturage ?
- Nombre de parcelles utilisées pour le pâturage ? Répartition parcelles autour de la ferme ?
- Pâturage tournant ? Pâturage tournant dynamique ? Pâturage continu ? Au fil avant / arrière ?
- Quel est le temps de rotation en pâturage tournant ? Au bout de combien de temps les chèvres reviennent-elles sur la parcelle du début ?
- Avez-vous une aire d'exercice pour les animaux (proche du bâtiment, accessible et pratique) ? Si oui, est-elle enherbée ? A quelle fréquence est-elle utilisée (au quotidien) ?

### 3. Parasitisme

- Avez-vous souvent des problèmes de parasitisme interne (strongles digestifs) ? Réalisation de copros ? Observation de l'état des animaux ?
- Comment remédiez-vous à ce problème ?
- Si vous réalisez des traitements, quels genres de traitements ? Chimiques ? Alternatifs (aromathérapie, phytothérapie) ?
- Comment sont réalisés les traitements ? En préventif ? Curatif ?
- A quelle période ? Combien de fois par an ? Sur quels animaux ?
- Quels types de traitements ? Connaissez-vous les doses ?

## Annexe 3 : Présentation de VITAPAR V



### VITAPAR V

NUTRITION

Ru Vo Bio

Aliment complémentaire

#### Résistance des animaux et hygiène digestive

##### Avantages :

- Contribue à une bonne hygiène digestive, particulièrement durant les périodes à risque d'infestations parasitaires
- Participe à la restauration des fonctions digestives et améliore l'assimilation
- Utilisable en élevage biologique

##### Mode d'emploi :

###### RUMINANTS :

- 10 ml / 100 kg de poids vif / j pendant 2 jours consécutifs toutes les 3 semaines
- Dose choc si infestation, en une seule fois : 150 à 200 ml / bovin adulte ou 30 ml / chèvre-brebis ou 5 à 10 ml / chevreau-agneau

###### VOLAILLES :

- Entretien : 1 L pour 1000L d'eau pendant 2 jours et renouveler tous les 21 jours
- Dose choc : 1,5 L pour 1 000 litres d'eau pendant 5 jours à renouveler au bout de 3 semaines

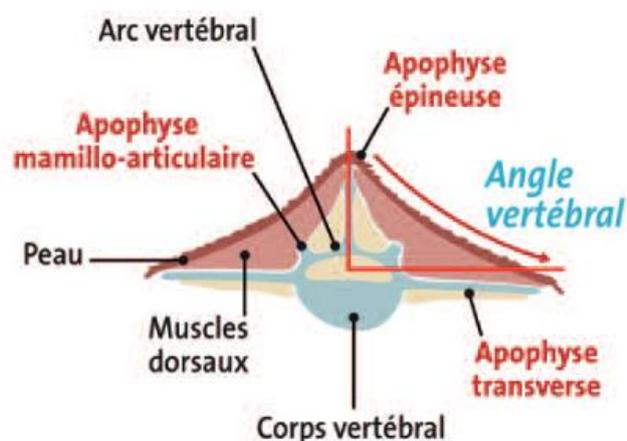
#### COMPOSITION

A base de magnésium, sodium et extraits de plantes

#### CONDITIONNEMENT

Produit liquide en bidons de 5 L

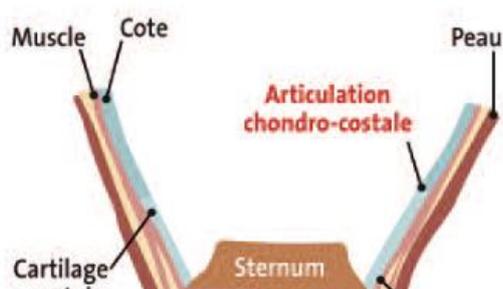
## Annexe 4 : Fiches méthodes pour apprécier la NEC d'une chèvre



Points de palpation	Repères	Note associée
Remplissage de l'angle vertébral	Plat	3
	Convexe	> 3
	Concave	< 3
Détection des apophyses mamillo-articulaires	Non détectable	> 2,5
	Détectable	< 2,5
Espace entre les apophyses transverses	Rempli	≥ 2
	Détectable	< 2

### Repères pour noter l'état corporel des chèvres au niveau des lombaires

Sources : fiches Casdar Syscar disponibles en papier, (Hardy 2021)



Points de palpation	Repères	Note associée
Sillon sternal	Rempli	3
	Non rempli	< 2,75
Articulation chondro-costale	Non détectable	> 3,25
	Détectable	< 3,25
Articulation sterno-costale	Non détectable	> 2,25
	Détectable	< 2

### Repères pour noter l'état corporel des chèvres au niveau du sternum

Sources : fiches Casdar Syscar disponibles en papier

## Annexe 5 : Fiche d'appréciation à l'attention des éleveurs

Numéro de chèvre	Traitée / non traitée ?	Pourquoi ? Remarques
17004		
19026		
19500		
...		

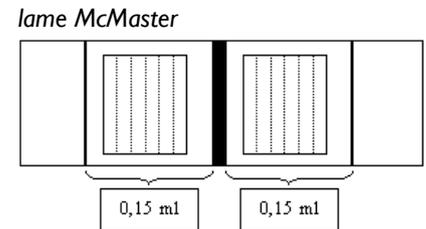
## Annexe 6 : Protocole de la coproscopie par la méthode McMaster

### ➤ Objectifs :

La méthode McMaster est une méthode quantitative basée sur le principe de flottation. Elle permet de déterminer le nombre d'œufs d'helminthes pour 1 g de fèces (OpG).

### ➤ Matériels :

- pipette automatique
- chambre de comptage (lame McMaster)
- éprouvette / passoire à thé / entonnoir
- solution de flottation : NaCl (densité : 1,18)
- pissette
- mortier / pilon
- balance



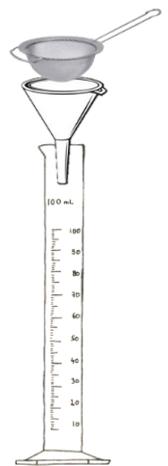
### ➤ Méthodes :

Dans un premier temps, peser entre 4,0 et 4,1 g de fèces dans le mortier. Rajouter ensuite un fond de solution saturée en sel puis concasser à l'aide du pilon jusqu'à obtenir une solution liquide.

Placer la suspension obtenue sur la passoire à thé comme sur le dispositif ci-contre. A l'aide de la pissette (eau saturée en sel) remplir l'éprouvette jusqu'à 60 ml (jet fort).

Une fois l'éprouvette remplie à 60 ml, bien mélanger la suspension en la brassant avec la pipette automatique (va et vient d'air). Immédiatement après avoir mélangé, aspirer quelques ml de la suspension et remplir la première chambre de comptage McMaster. Homogénéiser à nouveau puis remplir la deuxième chambre. Faire attention à ne pas créer de bulles d'air sous la partie qui sera comptée.

Attendre 5 minutes avant de procéder au comptage. Cela permet aux œufs et kystes de coccidies de flotter. Le comptage des œufs au microscope peut maintenant être effectué avec un grossissement x100 (oculaire x10 et objectif x10).



### Remarques :

- pour les échantillons mixtes (provenant de plusieurs animaux), bien mélanger les fèces à l'aide du pilon et mortier.
- éviter de laisser les échantillons dans les chambres plus d'une heure (risque de déformation des œufs).

### ❖ *Calcul des OpG*

Somme des œufs des deux chambres de comptage multipliée par 50\*.

\*60 ml contiennent 4 g de fèces = 1 g dans 15 ml de suspension ; de ce volume 0,3 ml sont comptés (2 chambres de comptage) :  $10 \times 10 \times 1,5 \text{ mm} = 150 \mu\text{l} = 0,15 \text{ ml}$

## Annexe 7 : Protocole de la coproculture

### ➤ **Objectifs :**

La coproculture consiste à mettre en culture des fèces de ruminants, porteurs de Strongles Gastro-Intestinaux (SGI). Généralement, les fèces proviennent de différents animaux d'un même troupeau (mélange). La méthode a pour but de cultiver des œufs de SGI jusqu'au stade L<sub>3</sub> et de les isoler afin d'identifier leur taxonomie.

Attention : les crottes ne doivent pas être mises au frais après avoir été prélevées.

### ➤ **Matériel :**

- bocaux en verre (type pot de miel)
- copeaux de bois (sciure)
- récipient plastique
- Vortex
- papier aluminium
- boîte de pétri

### ➤ **Méthode :**

#### **Jour 0 :**

- Prélever un minimum de 20 g de fèces : un mélange de toutes les chèvres d'un lot.
- Mélanger (bien homogénéiser) les crottes dans un récipient à la main à l'aide de gants.
- Ajouter le même poids (environ 20 g) de copeaux de bois (2 volumes copeaux + 1 volume crottes).
- Mélanger les fèces avec les copeaux de bois, afin d'obtenir un mélange homogène. Le mélange doit être humide. Ajouter de l'eau du robinet si nécessaire.
- Mettre le mélange dans un bocal en verre, le pot doit être rempli à moitié au maximum.
- Poser le bouchon sur le bocal (ne pas fermer entièrement), puis mettre un aluminium autour du pot afin que l'intérieur de celui-ci soit dans le noir. Mettre une étiquette sur le bocal avec le lot et la date.
- Laisser le bocal à température ambiante pendant 10 à 12 jours.
- Il est nécessaire de vérifier régulièrement que le mélange reste bien humide. Dans le cas contraire, ajouter doucement de l'eau (environ 10 ml) à l'aide d'une pipette.

#### **Jour 10 à 12 : extraction des larves L<sub>3</sub>**

- Pousser doucement le mélange du bocal afin de le densifier et le solidifier.
- Remplir doucement le bocal d'eau jusqu'à ras bord.
- Placer la boîte de pétri au dessus du bocal rempli d'eau ; tenir fermement l'ensemble et le retourner.
- Mettre une fine couche d'eau dans la boîte de pétri. Les larves vont se détacher de la matière fécale et migrer doucement dans le fond d'eau de la boîte de pétri.
- Prélever l'eau contenant les L<sub>3</sub> dans la boîte de pétri à l'aide d'une pipette. Deux prélèvements sont à effectuer, un après 6 h, et l'autre le lendemain.
- Mettre le contenu dans plusieurs tubes coniques (50 ml). Indiquer le lot et la date sur chaque tube.
- Placer les tubes au frigo durant 2 h (vérifier que les larves soient bien tombées dans la partie conique).
- Aspirer le surnageant (sans larves) à l'aide d'une pipette. Attention à ne pas absorber les larves !
- Passer le tube au « Vortex ».
- Mettre le contenu des tubes avec les larves dans une fiole de culture, et compléter avec de l'eau afin qu'il y ait 2-3 mm de hauteur d'eau. Mettre une étiquette avec le lot et la date.
- Poser le couvercle au-dessus sans le tourner complètement pour que l'air puisse passer.
- Mettre le tout au frigo. Temps de préservation maximum : 3 mois.

Le niveau d'eau dans la fiole de culture doit être contrôlé régulièrement et ajusté si nécessaire (l'eau s'évapore légèrement dans le frigo).

**Annexe 8 : Vérification de la normalité des distributions (nombres d'opg) de tous les lots au sein des deux élevages**

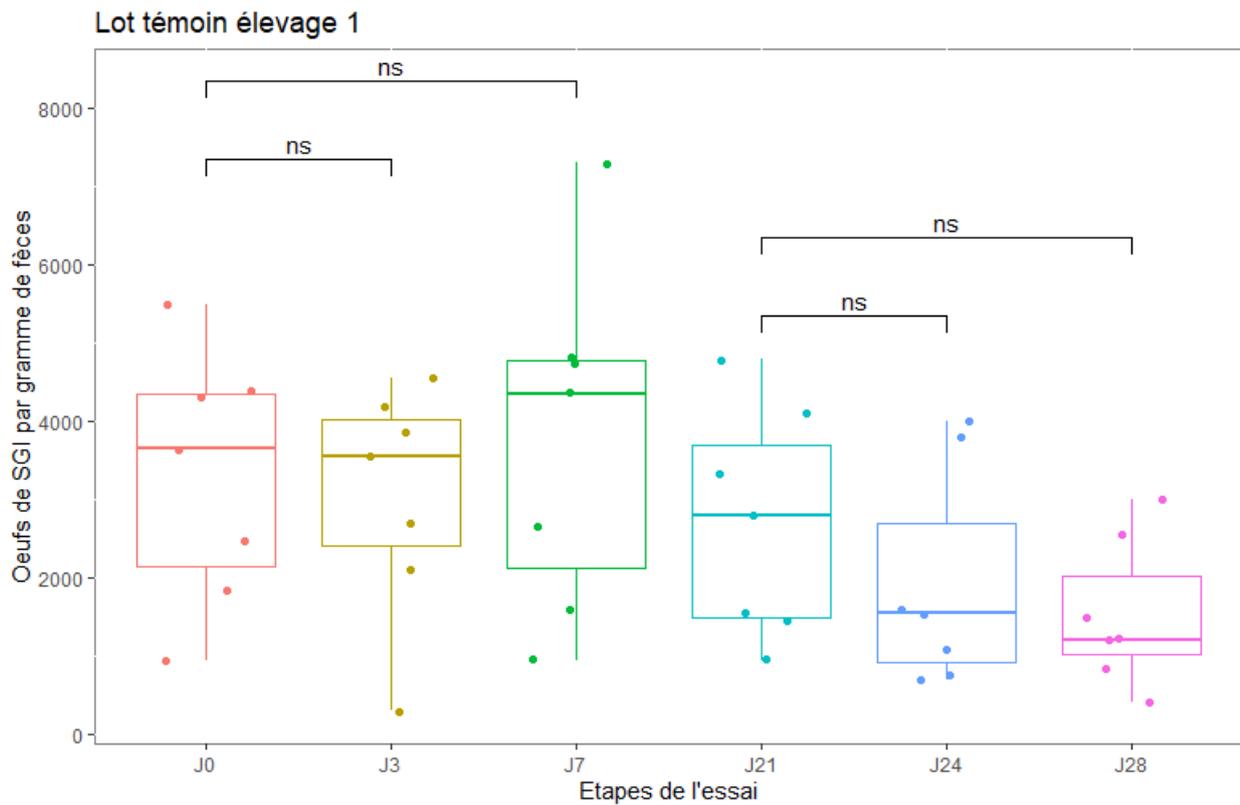
<b>Lot</b>	<b>Etape de l'essai</b>	<b>p-value du test de Shapiro</b>
Témoin	J0	0,856
Témoin	J3	0,399
Témoin	J7	0,723
Témoin	J21	0,617
Témoin	J24	0,0414
Témoin	J28	0,462
Traité	J0	0,0198
Traité	J3	0,0126
Traité	J7	0,0861
Traité	J21	0,745
Traité	J24	0,00791
Traité	J28	0,741

(a) Vérification de la normalité des distributions au sein des lots de l'élevage 1

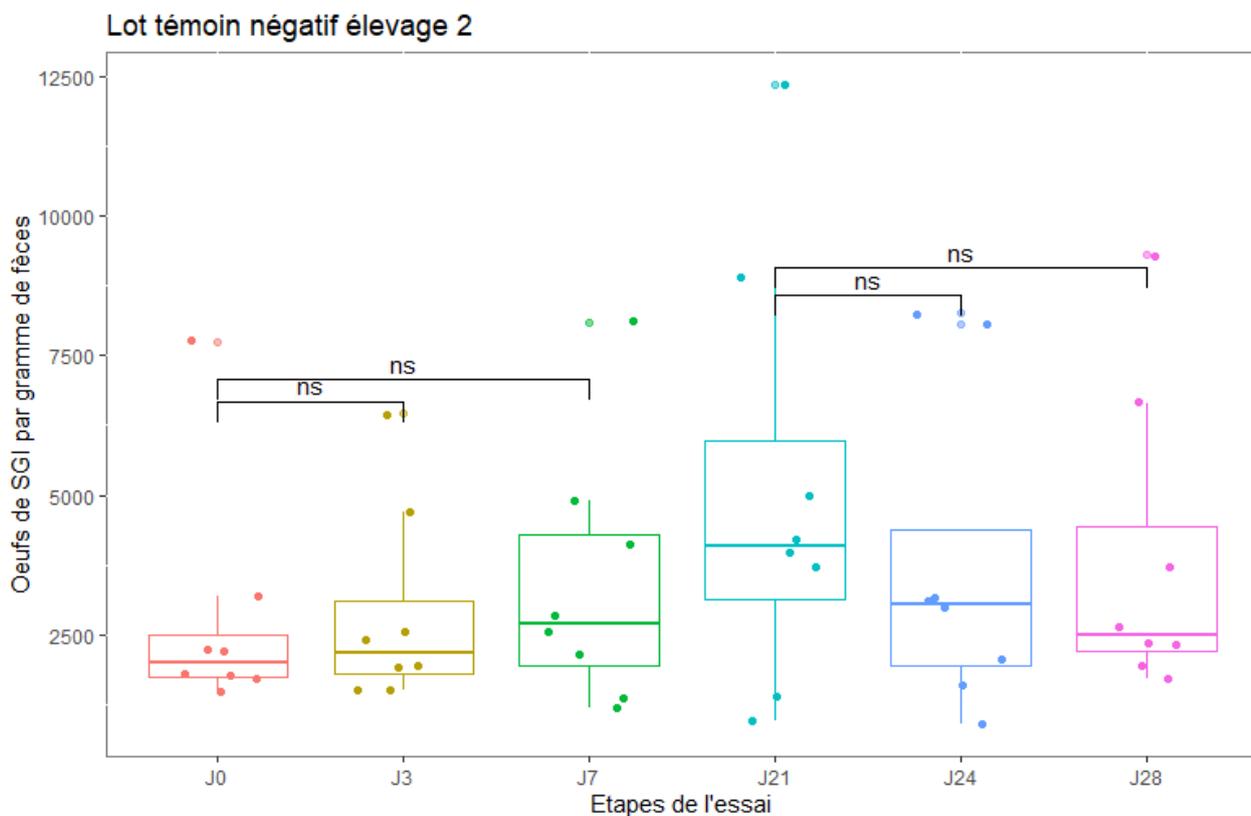
<b>Lot</b>	<b>Etape de l'essai</b>	<b>p-value du test de Shapiro</b>
Témoin	J0	0,000344
Témoin	J3	0,0176
Témoin	J7	0,178
Témoin	J21	0,219
Témoin	J24	0,0302
Témoin	J28	0,0159
Traité	J0	0,359
Traité	J3	0,0318
Traité	J7	0,504
Traité	J21	0,351
Traité	J24	0,146
Traité	J28	0,152
Eprecis	J0	0,868
Eprecis	J3	0,408
Eprecis	J7	0,137
Eprecis	J21	0,0794
Eprecis	J24	0,00891
Eprecis	J28	0,127

(b) Vérification de la normalité des distributions au sein des lots de l'élevage 2

## Annexe 9 : Vérification des différences entre nombre d'opg à chaque étape de l'essai



(a) Mise en évidence des différences entre étapes au sein du lot témoin pour noter si une diminution significative dans le nombre d'opg est observée au cours de l'essai (élevage 1).



(b) Mise en évidence des différences entre étapes au sein du lot témoin pour noter si une diminution significative dans le nombre d'opg est observée au cours de l'essai (élevage 2).

## Annexe 10 : Résultats bruts de l'identification des larves à la qPCR

	moyenne <i>H. contortus</i>		larves/1000 larves				Proportions (%)	
	<i>H. contortus</i>	<i>T. circumcincta</i>	<i>T. circumcincta</i>	<i>T. colubriformis</i>	<i>H. contortus</i>	<i>T. circumcincta</i>	<i>T. circumcincta</i>	<i>T. colubriformis</i>
<b>Elevage 1</b>								
Témoin J0	1046,233333	30,25	108,8	88%	3%	9%		
Témoin J7	900,6333333	25,55	93,87	88%	3%	9%		
Témoin J21	1274,933333	27,71	84,29	92%	2%	6%		
Témoin J28	1076,35	37,18	81,33	90%	3%	7%		
Traité J0	1496	40,68	42,59	95%	3%	3%		
Traité J7	1051,7	16,59	53,94	94%	1%	5%		
Traité J21	1591	18,66	51,96	96%	1%	3%		
Traité J28	954,35	15,92	49,89	94%	2%	5%		
<b>Elevage 2</b>								
Témoin J0	1962,2	27,46	12,01	98%	1%	1%		
Témoin J7	1676,5	11,02	4,837	99%	1%	0%		
Témoin J21	1415	9,388	9,869	99%	1%	1%		
Témoin J28	2121	19,13	9,759	99%	1%	0%		
Traité J0	1642,5	4,542	15,37	99%	0%	1%		
Traité J7	1605,45	28,14	15,47	97%	2%	1%		
Traité J21	1425	8,866	17,86	98%	1%	1%		
Traité J28	1423	6,606	31,22	97%	0%	2%		
Eprecis J0	1181,5	7,588	15,17	98%	1%	1%		



VetAgro Sup

**Citation** : Lukkes S., 2021, Evaluation du potentiel anthelminthique d'un mélange commercial d'extraits de plantes sur les strongles gastro-intestinaux des chèvres et notamment sur l'espèce *Haemonchus contortus* dans le département de la Drôme, *mémoire de fin d'études*, VetAgro Sup Clermont-Ferrand, 40p.

**Structure d'accueil et institutions associées :**

FiBL France

BioArmor

**Encadrants :**

Maitre de stage : BOUY Michel,  
vétérinaire et chercheur FiBL

Tuteur pédagogique : LAURENT Claire,  
enseignant-chercheur VetAgro Sup

**Option** : Adapter l'Elevage aux nouveaux Enjeux

**Résumé :**

La phytothérapie est de plus en plus considérée comme une alternative aux anthelminthiques pour la gestion des infestations par les strongles gastro-intestinaux (SGI) chez les caprins. Cette étude évalue le potentiel anthelminthique d'un produit du commerce (Vitapar V) à base d'extraits de plantes (ail et thym). Son effet sur des chèvres très infestées est évalué par des coproscopies individuelles, par le test FECRT (test de réduction de l'excrétion d'œufs dans les fèces) et par mesure de la NEC (note d'état corporel). La coproscopie rend compte du niveau d'infestation d'une chèvre par le nombre d'œufs par gramme (opg) de SGI excrétés et est la méthode de référence pour le diagnostic d'une infestation. Le test FECRT est initialement utilisé pour détecter des résistances. Deux fermes certifiées en agriculture biologique sont sélectionnées pour cet essai et 16 chèvres sont traitées avec Vitapar V. L'administration se fait par voie orale à la dose de 30 ml à J0 (premier jour de l'essai) puis à J21. Aucune diminution significative du nombre d'opg n'est observée entre les lots témoins et les lots traités. Cependant, un taux de réduction de l'excrétion fécale d'œufs de SGI de 53,4% est observé au sein du lot traité de l'élevage 2 à J28. La NEC augmente pour les chèvres de l'élevage 2 mais s'explique par la mise à l'herbe alors qu'une dégradation globale de l'état des chèvres est observée au sein de l'élevage 1. Malgré une absence d'effet de Vitapar V, d'autres études démontrent l'intérêt du thym et de l'ail. La phytothérapie reste à explorer pour apporter des réponses pratiques aux éleveurs.

Mots-clés : caprins, pâturage, strongles gastro-intestinaux, anthelminthiques, résistances, phytothérapie

**Abstract :**

Herbal medicine is increasingly considered as an alternative to anthelmintics for the management of gastro-intestinal nematodes (GIN) infestations in goats. This study evaluates the anthelmintic potential of a commercial product (Vitapar V) made of plant extracts (garlic and thyme). Its effect on highly infested goats is evaluated through individual coprological analyses, through FECRT (faecal egg count reduction test) and by measuring BCS (body condition score). Coproscopy reports infestation level of a goat by counting the number of eggs per gram (epg) of GIN excreted in faeces and is the standard method for infestation diagnosis. The FECRT test is initially used to detect resistance. Two certified organic farms were selected for this trial and 16 goats were treated with Vitapar V. It was administered orally at a dose of 30 ml on D0 (first day of the trial) and again on D21. No significant decrease in the number of epg was observed between the control and treated groups. However, a 53.4% reduction in fecal excretion of GIN eggs was observed in the treated group of farm 2 at D28. The BCS increased for the goats of farm 2 but was explained by grazing while an overall deterioration of the condition of the goats was observed in farm 1. Despite the lack of efficacy of Vitapar V, other studies have shown the interest of using garlic and thyme in the fight against GIN. Herbal medicine remains to be explored to provide practical answers to farmers.

Key-words : goats, pasture, gastro-intestinal nematodes, anthelmintics, resistances, herbal medicine

