

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Le pâturage des plantes bioactives
comme outil à la maîtrise des
strongles gastro-intestinaux, en
élevage ovins allaitants

Hugo Chaleil

A2E : Adapter l'élevage aux nouveaux enjeux

2022

VetAgro Sup

Mémoire de fin d'études d'ingénieur

Le pâturage des plantes bioactives
comme outil à la maîtrise des
strongles gastro-intestinaux, en
élevage ovins allaitants

Hugo Chaleil

A2E : Adapter l'élevage aux nouveaux enjeux

2022

Maîtres de stage : Claire Douine et Denis Gautier

Tutrice pédagogique : Anaïs Bédué

“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.

Table des matières

REMERCIEMENTS.....	
TABLE DES FIGURES.....	
TABLE DES TABLEAUX.....	
INTRODUCTION	1
PARTIE 1 : CONTEXTUALIATION ET PROBLEMATISATION	2
I - Le parasitisme interne en élevage ovin.....	2
1) Inventaire des parasites internes et les symptômes associés.....	2
2) Focus sur un parasite endémique en élevage ovin : Les strongles gastro-intestinaux	2
II – Les moyens de gestion parasitaires et l'émergence de résistance conduisant à des méthodes alternatives.....	4
1) Des méthodes de détection et d'identification utilisées en élevage ovin	4
2) Les moyens de lutte contre le parasitisme utilisés en élevage ovin et en cours d'étude	5
III - Les plantes bioactives : une solution aux multiples intérêts ?.....	7
1) Une variété de plantes aux propriétés antiparasitaires aux intérêts multiples mais avec des effets variables.....	7
2) Des facteurs de variation de l'effet antiparasitaire.....	9
IV – Projet FASTOche : des objectifs aux questionnements	11
1) Contexte et objectifs du projet.....	11
2) Problématique et Hypothèses.....	11
PARTIE 2 : MATERIEL ET METHODES.....	13
I - La mise en place des essais	13
1) 4 sites expérimentaux couvrant les différents bassins de production.....	13
2) Caractérisation des animaux étudiés, des modalités de leur mise en lots et de leurs conduites d'élevages	13
3) Les parcelles étudiées et leur conduite de pâturage	14
II - Description des mesures réalisées	15
1) Les performances zootechniques.....	15
2) Le suivi sanitaire et de l'état global des animaux.....	16
3) Des données agronomiques	17
III - Création d'une nouvelle base de données et traitements statistiques effectués	18
1) Collecte et Harmonisation des données.....	18
2) Analyse Statistique	18
PARTIE 3 : RESULTATS	20
I - Résultats de Carmejane.....	20
1) Essai 2019	20
2) Essai 2020	20

II - Résultats de Charolles en 2021	21
1) Essai sur les agnelles de renouvellement	21
2) Essai sur les agneaux de boucherie	21
III - Résultats de Theix.....	21
1) Essai en 2019	21
2) Essai en 2021	22
IV - Résultats au Mourier.....	22
1) Essai en 2019	22
2) Essai en 2020	23
V - Existe-t-il un lien entre le niveau d'excrétion et la croissance ?.....	25
PARTIE 4 : DISCUSSION	26
I - Les limites et les points forts de la méthode utilisée	26
1) Une diversité de modalités testées autour d'un protocole commun	26
2) Des biais dans l'interprétation des résultats.....	26
3) Une absence de répétition des modalités.....	27
II – Discussion des Résultats	27
1) L'excrétion parasitaire selon l'espèce de plante	27
2) La croissance des animaux selon l'espèce de plante.....	28
3) Plusieurs facteurs peuvent impacter les résultats	29
III – Des résultats qui peuvent conduire à de nouvelles perspectives	30
1) Obtenir une teneur en MSB suffisante, un défi	30
2) L'évolution des teneurs en MSB à explorer.....	31
3) Une sélection d'individus résistants à développer.....	31
4) Un intérêt zootechnique à creuser.....	31
Conclusion	32
BIBLIOGRAPHIE.....	
ANNEXES	

REMERCIEMENTS

La rédaction de mon mémoire touche à sa fin avec ces dernières lignes et avec celles-ci trois années d'études. J'en profite donc pour remercier toutes les personnes qui m'ont accompagnées dans la réalisation de ce mémoire.

En premier lieu, je souhaite remercier Claire Douine et Denis Gautier, mes maîtres de stages pour m'avoir fait confiance en m'accueillant dans leur structure et en me confiant des missions. Ils m'ont également apporté de précieux conseils dans les moments de doutes.

De plus, je suis reconnaissant aux partenaires de l'étude de m'avoir accordé du temps et fourni des explications précieuses à l'appropriation du sujet et à l'analyse des résultats. Je tiens à saluer en particulier Sofia du service statistique de l'Institut de l'Elevage pour son appui.

Je tiens à remercier également l'ensemble de l'équipe de la ferme du Mourier et les co-stagiaires pour m'avoir accompagné durant ces 6 mois, fait partager leurs savoirs divers en production ovine. Ce stage fût riche par l'acquisition de nombreuses connaissances du monde ovin qui m'étaient inconnues et par la grande diversité des personnes rencontrées.

Enfin, un grand merci à mes amis, ma famille et plus particulièrement à Mathilde pour l'intérêt porté à mon travail et leur soutien inconditionnel.

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Cycle de développement des strongles gastro-intestinaux (Source : Gaudin, 2017)

Figure 2 : Articulation du projet FASTOChé en 5 Actions (Source interne)

Figure 3 : Carte des sites expérimentaux qui ont réalisés les essais zootechniques (Source interne)

Figure 4 : Schéma d'une lame de Mc Master

Figure 5 : Evolution par animal (A) des excréctions d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agnelles à Carmejane en 2019

Figure 6 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agnelles à Carmejane en 2019

Figure 7 : Evolution par animal (A) des excréctions d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agnelles à Carmejane en 2020

Figure 8 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agnelles à Carmejane en 2020

Figure 9 : Evolution par animal (A) des excréctions d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux à Theix en 2021

Figure 10 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux à Theix en 2021

Figure 11 : Evolution par animal (A) des excréctions d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux au Mourier en 2019

Figure 12 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux au Mourier en 2019

Figure 13 : Représentations du GMQ entre deux pesées successives en fonction du niveau d'excrétion d'œufs de SGI lors de la première pesée pour les essais à Carmejane en 2019 (en haut) et à Theix en 2021 (en bas)

Figure 14 : Schéma des interactions recherchées entre la croissance, avec le GMQ, et l'excrétion d'œufs de SGI

Figure 15 : Représentations du GMQ entre deux pesées successives en fonction du niveau d'excrétion d'œufs de SGI lors de la deuxième pesée pour les essais à Carmejane en 2019 (en haut) et à Theix en 2021 (en bas)

Figure 16 : Echelle de température permettant le développement des oeufs en larves L3 (source: O'connor et al,2006)

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Effets anthelminthiques et sur la croissance de l'utilisation de sainfoin et de chicorée lors d'expériences in vitro ou in vivo

Tableau 2 : Teneur en tanin condensé, en /kg MS selon les fourrages (Source : Coffey et al, 2007)

Tableau 3 : Caractéristiques des essais réalisés par site et par année

Tableau 4 : Récapitulatif de la conduite des lots par site et par année

Tableau 5 : Grille de notation de propreté de l'arrière-train des agneaux (Source Idele)

Tableau 6 : Pluviométrie d'avril à septembre selon les sites et les années (d'après les données météorologiques des sites)

INTRODUCTION

En 2019, la France compte près de 40 000 exploitations ovines pour un total de 5,3 millions de brebis et agnelles mise à la reproduction, dont 70% de brebis allaitantes. Les régions Occitanie et Nouvelle Aquitaine regroupent 45% des effectifs français. La production ovine fait face à un marché concurrentiel : en 2020, moins d'un agneau sur deux (47%) était produit en France (IDELE 2021). Il convient donc d'augmenter la compétitivité des élevages. Il faut toutefois veiller à avoir des pratiques répondant aux nouvelles demandes des consommateurs. Ces pratiques doivent permettre une rémunération convenable aux éleveurs sans augmenter leur charge de travail. Enfin, elles doivent permettre d'assurer un produit de qualité. Dans un contexte de flambée des prix, la finition à l'herbe permet de réduire l'utilisation des concentrés (Legrand et al. 2018). L'herbe occupe en moyenne 60% de la ration des ovins, soit une place majeure. Les agneaux à l'herbe représentent 40% des agneaux français.

Le pâturage implique une exposition accrue aux parasites, notamment les helminthes. Ces derniers sont des vers parasites qui comportent dans leur cycle biologique une phase dans le milieu extérieur. Parmi ces vers, les strongles gastro-intestinaux (SGI) font parties des principales préoccupations. Leur dispersion importante sur le territoire conduit à un nombre important d'animaux infestés. Ceci a des répercussions économiques par des baisses de production (H Hoste, Guitard, et Pons 2003)). Afin de lutter contre ces parasites, les éleveurs ont recours à des traitements pharmaceutiques. L'émergence de résistance depuis ces dernières années, entraînant une efficacité moindre de ces traitements, pose question pour les éleveurs. Il devient donc nécessaire de rechercher des solutions alternatives.

L'Institut de l'Élevage (Idele), association loi 1901, est un institut de recherche qui a pour vocation de proposer des solutions innovantes afin d'améliorer les systèmes d'élevage herbivores. Pour cela, il conduit des projets en partenariat avec des instituts techniques et de recherche, des établissements d'enseignement et des organismes professionnels agricoles comme les chambres d'agriculture.

Un projet porté par Idele (FASTOChe) a débuté en 2019 portant sur la lutte contre les SGI. Celui-ci a pour objectif l'évaluation de l'intérêt du pâturage des Plantes à Métabolites Secondaires Bioactifs (PMSB) dans la maîtrise des SGI. De plus, les conséquences sur les performances zootechniques sont également étudiées. A terme, le projet doit permettre de proposer des recommandations sur la conduite des PMSB aux éleveurs, selon les résultats obtenus. Pour cela, l'excrétion parasitaire ainsi que la croissance et la qualité des carcasses d'agneaux pâturant des prairies de PMSB seront comparées à des lots témoins sur des prairies de graminées.

Tout d'abord, un état de l'art du parasitisme concentré sur le parasitisme interne et notamment sur les SGI sera exposé. Les problèmes de résistance aux anthelminthiques (AH) et la recherche de solutions alternatives dont l'utilisation de PMSB sont ensuite présentées. La méthodologie des essais effectués en ovins viande est décrite. Enfin, les résultats obtenus sur l'excrétion parasitaire et les performances zootechniques seront discutés au regard de la bibliographie.

PARTIE 1 : CONTEXTUALISATION ET PROBLEMATISATION

I - Le parasitisme interne en élevage ovin

Les ovins sont exposés au parasitisme, qu'ils soient au pâturage ou en bergerie. Il peut y avoir, selon le degré d'infestation, des conséquences plus ou moins importantes. Cela peut affecter la santé de l'animal ou ses performances zootechniques et engendrer d'importantes pertes économiques (C. Mage 2021). Le parasitisme externe, causé par des insectes, des acariens ou des champignons, est localisé au niveau de la peau et se distingue du parasitisme interne au niveau de l'appareil digestif ou respiratoire. Seul le parasitisme interne, objet du mémoire sera développé par la suite.

1) Inventaire des parasites internes et les symptômes associés

Les maladies causées par les parasites internes sur les ovins diffèrent selon la localisation : appareil respiratoire, foie et tube digestif.

Les pathologies respiratoires peuvent être provoquées par des strongles respiratoires. Les larves vont provoquer des irritations et des lésions au niveau des poumons pouvant être suivi d'obstruction et d'infection bactérienne ou virale. Les symptômes seront de la toux et de l'essoufflement (Mage 2008).

Des pathologies peuvent être causées au niveau du foie par la grande et petite douve. La grande douve qui se nourrit de cellules hépatiques va entraîner un amaigrissement rapide et une anémie importante allant dans certains cas jusqu'à la mort de l'animal. La petite douve se retrouve chez les individus pâturant et exposée de manière répétée. Celle-ci provoque diarrhée, perte d'état corporel et dans certains cas une anémie. Ces symptômes cliniques sont davantage visibles en automne et en hiver. Enfin, une larve de mouche *Oestrus ovis* lors de sa présence dans les cavités nasales va quant-à-elle engendrer une inflammation provoquée par l'irritation des muqueuses. Cela entraîne des éternuements et des écoulements nasaux. Ces-derniers peuvent conduire à l'obstruction des cavités nasales (Mage, 2008; Sagot, 2021).

Le mouton peut également être un hôte intermédiaire et non définitif. En effet, trois formes larvaires de ténias du chien affectent les ovins. Ceux-ci peuvent entraîner des troubles hépatiques, des encéphalites entraînant la mort. Une des espèces, bien que ne présentant pas de symptôme clinique, conduira à une saisie ou une dévalorisation de 30 à 40% des carcasses (Mage, 2008).

Enfin, des strongles gastro-intestinaux peuvent induire des maladies par des infestations de l'appareil digestif, principalement la caillette et l'intestin, comme détaillé dans le paragraphe suivant.

2) Focus sur un parasite endémique en élevage ovin : Les strongles gastro-intestinaux

Parmi les parasites internes, les strongles gastro-intestinaux (SGI), responsables de plusieurs pathologies chez les ovins, se retrouvent principalement au pâturage. Les strongles, vers non segmentés, sont un ordre des nématodes. Les principaux strongles rencontrés sont *Ostertagia* et *Haemonchus*, dans la caillette, et *Cooperia* et *Nematodirus* dans l'intestin grêle. Bien que toutes les catégories d'animaux puissent être infestées, les agneaux à la mise à l'herbe ainsi que les brebis en manque d'état corporel sont plus sensibles. *Haemonchus contortus* est l'espèce de strongles la plus connue et pathogène en France (Mage, 2021).

a) Cycle de vie des strongles gastro-intestinaux

Les strongles présentent tous un cycle de vie similaire avec une première phase de développement dans l'environnement et une seconde au sein de l'animal (Figure 1).

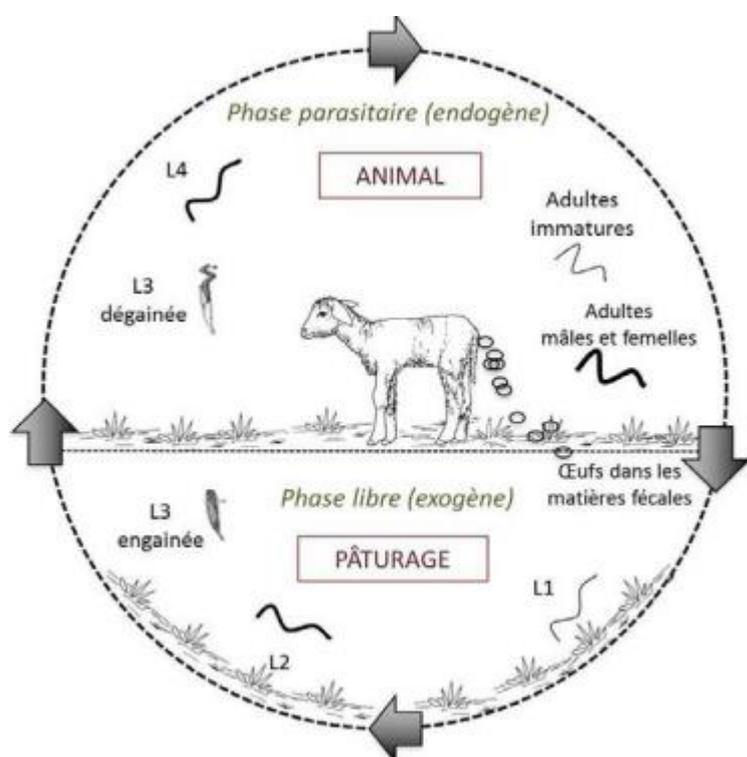


Figure 1 : Cycle de développement des strongles gastro-intestinaux (Source : Gaudin, 2017)

La première phase appelée « phase libre » débute par l'excrétion des œufs dans la pâture. Ces derniers vont évoluer selon les conditions climatiques en stade larvaire L1 puis L2 avant de devenir des L3. Ces stades larvaires résistent bien au froid et à la neige avec une survie de 6 à 8 mois en automne-hiver, mais pas aux fortes chaleurs. Les L1 et L2 vont se nourrir de bactéries présentes dans les fèces tandis que la L3 va puiser dans ses réserves énergétiques (Saccareau 2016). La larve L3, stade infectieux, va migrer en haut des brins d'herbe afin de faciliter son ingestion en même temps que l'herbe par les ovins au pâturage (Issouf 2013).

La « phase parasitaire » débute alors avec leur ingestion et va durer au minimum 18 jours (Saccareau 2016). Une fois dans le tube digestif, intestin grêle ou caillette, les larves L3 vont devenir des vers adultes par mues successives. Elles vont

commencer par se dégainer, la gaine étant un vestige de cuticule permettant aux larves de faire face aux conditions extérieures (O'Connor et al., 2006). En période hivernale, les larves vont s'enkyster pour rentrer en vie ralentie, également appelée hypobiose. La reprise de l'activité s'effectuera en sortie d'hiver et pourra être stimulée par des changements physiologiques tel que l'agnelage. Une fois au stade adulte, les strongles vont excréter des œufs qui seront conduits vers le milieu extérieur avec les matières fécales (Mage., 2021). La quantité d'œufs excrétés par les vers est variable selon les espèces. Deux profils peuvent être mis en avant : les parasites à durée de vie élevée, qui pondent peu d'œufs et ceux à vie plus courte, qui pondent une importante quantité d'œufs.

b) Des symptômes et des conséquences variables selon le stade physiologique des ovins affectés

Selon le stade physiologique de l'animal, la sensibilité aux parasites n'est pas la même. Tandis que les brebis à l'agnelage vont avoir une forte excrétion du fait de leur perte d'état corporel, les brebis vides ou gestantes contaminent très peu leur environnement car les contacts successifs avec le parasite ont permis l'acquisition d'une immunité. Par ailleurs, les symptômes chez les ovins sont variables selon l'espèce de vers infectante : perte d'appétit, déshydratation, perte d'état et peuvent conduire, notamment chez les individus les plus sensibles, à la mort (Orbette et al, 2019).

L'agneau est la catégorie la plus sensible au parasitisme. Or, il constitue la source de revenu principale en ovin viande. Ainsi les conséquences sur sa croissance et son poids peuvent entraîner des pertes économiques importantes. Bien que difficile à quantifier, la perte de Gain Moyen Quotidien (GMQ) est estimée en moyenne à 22% et cette perte de production est retrouvée dans 88% des études d'une méta-analyse (Mavrot et al., 2015). Il devient alors essentiel de gérer le parasitisme et

notamment les SGI afin de réduire ses conséquences sur les performances zootechniques et ainsi économiques des exploitations. Ces dernières sont toutefois difficiles à chiffrer.

II – Les moyens de gestion parasitaires et l'émergence de résistance conduisant à des méthodes alternatives

La mise en place de moyens de lutte pour la gestion du parasitisme nécessite la réalisation d'un diagnostic pour pouvoir évaluer le degré d'infestation et identifier les espèces présentes.

1) Des méthodes de détection et d'identification utilisées en élevage ovin

Dans cette partie, des méthodes de dénombrement, la coproscopie, et d'identification, la coproculture, basées sur l'excrétion des œufs via les fèces seront présentées. Ensuite, la détection d'anémie par l'analyse du sérum ainsi que la détermination du taux d'infestation seront explicitées.

a) Coproscopie : taux d'excrétion et Coproculture pour identifier des espèces

La coproscopie est un diagnostic qui s'effectue à partir de matière fécale fraîche d'un individu, (coproscopie individuelle) ou de plusieurs (coproscopie de mélange). Il s'agit de la recherche d'œuf. Le résultat sera donné en œufs par gramme (opg) de fèces correspondant à un taux d'excrétion (Mage., 2021). L'échantillon de fèces varie de 3 à 10 g selon qu'il s'agisse d'une analyse individuelle ou de groupe et selon la taille de l'animal prélevé. Quand elle est ciblée, cette méthode permet « d'estimer le risque parasitaire » et donc de « raisonner les traitements » selon Philippe Jacquet, professeur de Parasitologie à l'ENVT. L'excrétion parasitaire mesurée fournit des données indirectes de l'infestation. La coproscopie en individuelle est réalisée lors de l'achat d'un animal ou lorsqu'un ou plusieurs animaux présentent des symptômes pouvant être causés par du parasitisme. Celle en mélange est souvent effectuée à des moments clés tels qu'à la mise à la reproduction ou avant l'agnelage. Les lots pour analyse, dans ce cas, doivent être homogènes et définis selon l'âge des animaux et leur état corporel car le niveau d'excrétion varie selon ces critères. La coproscopie peut également être utilisée comme élément de contrôle de l'efficacité d'un traitement (Astruc et al. 2021). Elle constitue toutefois un moyen d'évaluation indirecte des infestations.

La coproculture vient compléter la coproscopie. En effet, bien que la coproscopie permette la diagnose par genre, celle d'espèce est impossible à partir des œufs. Cette méthode consiste à placer les excréments dans des conditions favorables pour le passage d'œuf à larve. Une fois récupérées, les larves vont pouvoir être identifiées par espèce.

En 2006, une étude sur un score de la diarrhée DISCO a été menée. Ce score a pour objectif de mettre en relation la présence de diarrhée chez des agneaux avec celle de parasites durant la période de pâturage. Celui-ci doit permettre d'aider à la prise de décision de traiter ou non des animaux. Cette notation s'échelonne de 1 à 3 allant des excréments normaux sous formes de pellets (1) à des excréments similaires à une bouse de vache (2) jusqu'à la diarrhée (3). Ces scores peuvent être associés à une teneur en Matière Sèche (MS) de respectivement 16,26% et 40%. Bien que le nombre d'œufs excrétés soit ramené à la MS, aucun lien entre excrétion parasitaire et diarrhée n'a pu être établi. Toutefois, une corrélation a été démontrée entre le nombre de SGI dénombrés lors d'autopsie et un score de 3 au printemps et à l'automne (Cabaret et al., 2017) L'autopsie va ainsi permettre de déterminer le taux d'infestation.

b) Mesure du taux d'infestation et d'anémie par des analyses de tractus et sérologiques

Le taux d'infestation n'est pas directement lié au taux d'excrétion, car ce dernier varie selon des éléments cités précédemment mais également selon l'espèce de nématodes (Mage., 2021). Afin de déterminer de façon directe le taux d'infestation, une analyse du tractus digestif et plus précisément

de la caillette et de l'intestin grêle, lieu de localisation des SGI, peut être effectuée. Après mise à mort de l'animal, la caillette et les 12 premiers mètres de l'intestin seront récupérés. Les organes sont frottés sur des tamis afin de récupérer les vers présents. Après un tri sous loupe binoculaire, les vers vont être dénombrés. Cette pratique est difficile à mettre en place en élevage car il s'agit d'une analyse, longue et fastidieuse, nécessitant la mise à mort de l'animal.

Haemonchus étant hématophage une analyse sanguine va permettre de détecter une anémie chez un individu et donc si celui-ci est potentiellement infesté par ce strongle. Enfin, une analyse du sérum et le dosage du pepsinogène dans celui-ci met en évidence une infestation par *Oestertagia* et/ou *Haemonchus*. En effet, les lésions provoquées par leur passage dans la caillette vont faciliter le passage du pepsinogène présent dans la caillette vers le sang. Dès lors que le taux atteint les 1000 milli-unités l'infestation est présente (Mage., 2021).

Ces différentes méthodes constituent une aide à la détection et à la quantification d'une infestation par un parasite. Celles-ci permettent notamment de contrôler l'efficacité de méthodes de gestion des parasites qui sont mises en place, qu'elles soient préventives ou curatives.

2) Les moyens de lutte contre le parasitisme utilisés en élevage ovin et en cours d'étude

a) Les méthodes classiquement utilisées

- Gestion du pâturage :

La gestion du pâturage se présente comme une voie de lutte préventive contre les parasites en recherchant à casser le cycle biologique de ces derniers et dans le milieu extérieur de préférence. Cette méthode consiste à alterner les prairies fauchées et pâturées d'une année sur l'autre. De plus, il est recommandé de faire pâturer les agneaux avant les brebis sur une parcelle afin de limiter leur exposition à une charge parasitaire du milieu trop élevée. De cette manière, les risques d'infestation des animaux, notamment des agneaux les plus sensibles, et/ou de contaminations du milieu sont réduits (Mage., 2021). Toutefois, lorsque les animaux sont infestés et que la charge parasitaire devient trop importante la gestion du pâturage ne suffit plus. Une intervention chimique sur l'animal va permettre une régulation de cette pression parasitaire.

- La lutte chimique :

Le traitement chimique contre les SGI est un moyen « classiquement » utilisé chez l'animal. Six familles de molécules existent dans le monde mais seules quatre sont commercialisées en France (Philippe Jacquet et al. 2014). Il s'agit des benzimidazoles, imidazothiazoles, salicylanilides et des lactones macrocycliques auxquelles il est possible de rajouter le closantel, uniquement actif contre *Haemonchus* car il est hématophage. Or ce médicament agit en se fixant sur les protéines sanguines. Ces médicaments sont administrés en solution buvable ou injectable pour les 3 dernières molécules citées (Jacquet et al. 2022).

Les stronglycides, médicaments permettant de lutter contre les SGI, peuvent être caractérisés par leur mode d'action. D'une part, ceux à action immédiate détruisent les strongles au bout d'une durée variable de 3 heures à trois jours. Ils ne permettent pas d'éviter une ré-infestation de suite, c'est pourquoi les traitements doivent s'accompagner de moyens de lutte préventifs. D'autre part, certains anthelminthiques, quatre à ce jour, ont une action rémanente. Cela signifie qu'au-delà d'éliminer les strongles, ils maintiennent leur action antiparasitaire durant une durée de rémanence variant de 14 à 100 j selon la molécule et le mode d'administration, limitant ainsi la ré-infestation (Mage., 2021).

b) L'apparition de résistances à la lutte chimique

L'OMS décrit une population de parasite résistante comme « une population de parasites ayant génétiquement acquis la capacité de résister à des concentrations d'antiparasitaires habituellement létales ». Cette résistance, perçue comme une contrainte majeure dans les élevages de petits ruminants, est due à la combinaison des deux phénomènes suivants.

D'une part, il existe des populations appelées « refuges » qui sont composées d'individus non exposés aux anthelminthiques car situés sur des animaux non traités, ou à des stades non accessibles. Ces populations permettent de maintenir une fréquence élevée d'allèles sensibles aux AH dans la population de SGI et ainsi de garantir l'efficacité des traitements. D'autre part, des souches résistantes se créent par des phénomènes de mutations au niveau des sites d'actions des anthelminthiques (Papadopoulos 2008). Or, pour qu'un nématode soit résistant et ainsi « capable de supporter le traitement », il est nécessaire qu'il soit homozygotes résistants sinon il sera dit « sensible » aux anthelminthiques (Jacquiet et al. 2014).

Des facteurs peuvent favoriser l'apparition de résistance. Parmi eux, la fréquence des traitements constitue le plus important. En effet, une fréquence élevée va exercer une forte pression de sélection et ainsi seuls les parasites résistants vont persister. De plus, le sous-dosage est un paramètre à prendre en compte. Les traitements étant effectués par lot d'animaux et non à l'individu, il est essentiel d'appliquer la dose correspondant à l'animal le plus lourd. Elle ne doit pas être fixée sur un poids moyen, sous peine que certains individus reçoivent une dose insuffisante (Papadopoulos 2008).

L'apparition de résistance n'est pas sans conséquence. En effet, le nombre restreint de molécules utilisées combiné à une baisse d'efficacité de ces dernières peut conduire à des impasses thérapeutiques. En effet, lors d'une enquête menée en 2012, une très forte présence de résistance aux benzimidazoles a été mise en évidence ainsi qu'une émergence de résistances pour d'autres molécules. Une étude menée en mai 2022 l'a confirmée (Jacquiet et al. 2014 ; Jacquiet et al., 2022).

Afin de réaliser un état des lieux des résistances dans un élevage, le test de réduction de l'excrétion fécale post-traitement (FECRT) peut être effectué. Il consiste à réaliser une coproscopie individuelle ou de mélange au moment du traitement et de réitérer l'opération 14 jours après. En comparant les résultats, un pourcentage de réduction d'excrétion est déterminé. Si cette réduction est inférieure à 95% par rapport à un lot témoin, un défaut d'efficacité de la molécule utilisée est constaté et peut être le signe de présence de résistance (Jacquiet et al., 2022). Une fois la résistance avérée, l'efficacité du traitement est impactée. Il devient alors nécessaire de travailler sur des solutions alternatives.

c) Des méthodes alternatives en cours d'études

À la vue du faible arsenal thérapeutique à disposition et des phénomènes de résistance émergents, il devient primordial de rechercher des moyens de gestion alternatifs. Outre, des auxiliaires naturels tels que les bousiers qui impactent le développement larvaire des SGI, des études sur des facteurs génétiques, des traitements plus ciblés, l'association bovin-ovin au pâturage ou encore l'utilisation de plantes aux propriétés antiparasitaires se sont développées ces dernières années.

- Génétique :

Face aux nouvelles demandes sociétales pour une agriculture plus respectueuse de l'environnement et pour trouver des solutions pour l'éleveur, la sélection génétique se montre prometteuse pour lutter contre le parasitisme. Des races locales telles que les Rouges de l'Ouest, se montrent plus résistantes et résilientes face aux SGI (Jacquiet et al. 2022). Des travaux sont aussi

menés sur les Manech Tête Rousse et les Blanches du Massif Central (De Crémoux R. et Jacquet P., 2017). Les aptitudes des jeunes béliers à résister aux parasites sont actuellement testées en station par deux infestations expérimentales de larves d'*Haemonchus contortus*. La première permet de stimuler l'immunité et la seconde d'observer la réponse selon les individus qu'ils soient « sensibles » ou « résistants ». L'héritabilité non négligeable de ce critère de résistance au parasitisme se situe entre 0,2 et 0,35 selon les races (Jacquet et al. 2022).

- Traitement sélectif :

Afin de limiter l'apparition de résistance, un des moyens est de réduire le nombre de traitement qui va permettre de réduire la pression de sélection. La fréquence de résistant dans la population de SGI va ainsi diminuer. Toutefois, pour assurer l'infestation par les SGI il est nécessaire de savoir répondre aux deux questions suivantes : Quels animaux faut-il traiter ? Quand doit on traiter ? Il s'agit là de réaliser un traitement sélectif, seulement sur une partie du troupeau. Il est également ciblé car il s'effectue avant la lutte, autour de l'agnelage et lorsque les animaux rentrent en bergerie (Jacquet et al. 2022; Jacquet 2022). Un projet d'étude a débuté en 2021 en ovin laitier pour retarder la résistance à l'éprinomectine (Astruc et al. 2021). La coprologie peut ainsi devenir un outil d'aide à la décision pour savoir si un traitement doit être effectué ou non.

- Association d'espèces : Ovins + Bovins :

Le pâturage mixte ovin-bovin qu'il soit alterné ou en simultané se présente comme une piste à explorer pour lutter contre le parasitisme. Les bovins et les ovins étant sensibles à des SGI d'espèces différentes, le pâturage mixte permet de nettoyer les parcelles des bovins par les ovins ou inversement. Des études ont montré que l'intensité parasitaire diminue pour les deux espèces avec des gains de croissance, plus notable chez les ovins que chez les bovins. Toutefois cette pratique complexifie la gestion des troupeaux et la gestion de la ressource fourragère (H Hoste, Guitard, et Pons 2003).

- Plantes aux effets antiparasitaires :

Enfin, parmi les moyens de luttés alternatifs aux AH, les plantes aux effets antiparasitaires distribuées à l'auge ou consommées au pâturage constitue un axe de recherche important. Après avoir été étudié dans le cadre d'un projet sous forme distribués, les alicaments font l'objet d'autres projets comme FASTOChe sur leur utilisation au pâturage. C'est ce qui va être présenté dans la partie suivante avec la description des différentes plantes et ses composés et leur intérêt potentiel.

III - Les plantes bioactives : une solution aux multiples intérêts ?

Le terme d'Alicament a été inventé en 1989 par The Foundation for Innovation in Medecine. Il s'agit de la contraction des mots « aliment » et « médicament ». Celui-ci correspond à toute substance qui peut être considérée comme nourriture et qui peut apporter des bénéfices pour la santé en traitement ou en prévention d'une maladie (Andlauer et Fürst 2002). Ainsi des plantes aux propriétés antiparasitaires, intégrées à l'alimentation des ovins pourraient être considérées comme des alicaments.

1) Une variété de plantes aux propriétés antiparasitaires aux intérêts multiples mais avec des effets variables

a) Les plantes bioactives : quelques éléments de définitions

Une plante peut être dite « bioactive » lorsque cette dernière contient des composés chimiques ayant des propriétés toxiques ou thérapeutiques pour les animaux ou pour l'Homme. Ces éléments issus du métabolisme de la plante sont appelés « secondaire » puisqu'ils ne sont pas essentiels au

développement de cette dernière mais jouent un rôle dans la défense ou la reproduction (H Hoste et Niderkorn 2019). Parmi les métabolites secondaires bioactifs (MSB), les tanins font partie des plus nombreux. Il s'agit de polyphénols complexes (Brooker 1999) qui sont très présents chez les Fabacées. Leur concentration est variable selon les parties de la plante mais elle est plus élevée dans les feuilles, les fleurs ou les fruits. Les familles de tanins les plus connues sont les tanins hydrolysables (TH), principalement situés dans la paroi cellulaire, et les tanins condensés (TC), de plus grande taille, qui sont situés majoritairement dans la vacuole sous forme libre (Orbette et al, 2019).

Deux hypothèses d'actions des MSB sont évoqués dans la littérature. D'une part, les MSB affecterait directement le mécanisme biologique des nématodes et modifiant ainsi l'action épidémiologique des SGI. D'autre part, ces composés permettraient une amélioration de la réponse immunitaire des hôtes contre leur parasite. Ainsi, les tanins, notamment les TC, favorisent la disponibilité des protéines et ainsi leur absorption dans l'intestin. Ceci est permis par la fixation des TC aux protéines empêchant leur dégradation (H Hoste et al. 2011). Cette augmentation de protéines contribue à la fois à la résistance et à la résilience de l'hôte vis-à-vis de son parasite (Coop et Kyriazakis 1999).

b) Les effets des tanins condensés sur les ovins

Les études sur les effets AH des PMSB sont principalement réalisés à partir de plantes contenant des TC. Cette partie se focalisera donc sur les résultats obtenus avec des TC, les autres MSB étant peu étudiés.

Tout d'abord, les TC ont une activité directe sur les vers adultes. En effet, une baisse significative du nombre d'œufs excrétés, jusqu'à 50% a été dénombrée (Min et Hart 2003). Celle-ci peut être associée à une diminution de la charge parasitaire, observable lors du dénombrement des vers à l'autopsie, mais aussi à une baisse de la fertilité des femelles, correspondant au nombre d'œufs produits. Cette diminution d'OPG est souvent constatée dans les études, à la fois chez les ovins mais aussi les caprins que ce soient avec des légumineuse ou autres familles de plantes riches en tanins. Le peu de fois où les résultats sont non significatifs, il s'agit d'une quantité en TC trop faible (Manolaraki 2011).

Outre l'effet direct provoqué par les TC sur les SGI, une amélioration de la résilience des animaux est constatée. Cet effet indirect est observable à travers une réduction des symptômes cliniques telles que la diarrhée, la mortalité mais aussi du nombre de traitement AH nécessaire (Min et Hart 2003). Un gain de poids, sur des animaux parasités ou non, est observé lors d'un apport de légumineuse riche en TC, la sulla, par rapport à celui avec une légumineuse sans TC. Après 28 jours de pâturage, des agneaux sur sulla ont une croissance 4 fois plus importante (206g/j vs 50 g/j) que ceux sur luzerne. Leur infestation est également inférieure (Niezen et al. 1995)

Tandis que les effets directs sont soutenus par bon nombre de résultats et confirmés par des expériences *in vitro* omettant toutefois les conditions environnantes, l'effet indirect lui est peu objectivé avec des résultats qui se contredisent. Ces résultats s'expliqueraient par la capacité que les TC ont pour se fixer aux protéines et notamment celles des vers, ce qui affecterait leur biologie. L'autre hypothèse apportée serait que les TC interagiraient avec l'épithélium du tube digestif des vers impactant ainsi leur digestion (Manolaraki 2011).

c) Les espèces bioactives étudiées

Depuis les années 90, les études portant sur les propriétés AH des plantes se sont multipliées. Les espèces les plus étudiées sont le sainfoin, le lotier, la chicorée ou encore la sulla en région tropicale. Des arbres et des arbustes tel que le quebracho ont également fait l'attention de recherches. L'ensemble de ces espèces ont pour point commun de contenir des MSB, pour la plupart des TC, et

Tableau 1 : Effets anthelminthiques et sur la croissance de l'utilisation de sainfoin et de chicorée lors d'expériences in vitro ou in vivo

Espèces étudiées	Type d'expérience	Effets AH sur: Précision sur le stade physiologique entre paranthèse			Effet sur le GMQ des animaux	Auteurs
		<i>T.circumcinta</i>	<i>T. colubriformis</i>	<i>H. contortus</i>		
Sainfoin	In vitro	X (larve)	X (larve)	X (larve)	/	Molan et al, 2000
		X (adulte)	X (L3)	X (adulte)	/	Paolini et al, 2004
				X	/	Barreau et al, 2005
		X*			/	Hoste et al, 2011
	In vivo	X*			Effet positif	Thamsborg et al, 2001
		X (adulte)	X (adulte)		/	Thamsborg et al, 2003
			X		/	Athanasiadou et al, 2005
Chicorée	In vivo	X*			Effet positif	Marley et al, 2003
			X		Pas d'effet	Athanasiadou et al, 2005
		X			Pas d'effet	Tzamaloukas et al, 2005

* : espèce(s) non précisée(s)

Tableau 2 : Teneur en tanin condensé, en /kg MS selon les fourrages (Source : Coffey et al, 2007)

Fourrage	TC en g/kg MS
Lotier corniculé	48
Lotier des marais	77
Sainfoin	29
Sulla	51-84
Luzerne	0,5
<i>Sericea lespedeza</i>	46-152
Ivraie (ray-grass) vivace	1,8
Chicorée	3,1
Mélange digitaire & fétuque élevée	3,2

d'avoir été étudié pour leur propriété AH lors d'expérimentations in vitro et in vivo (Rahmann et Seip 2007). Un focus sur le sainfoin et la chicorée va être apporté car elles font parties des espèces étudiées car peu d'études sont présentes sur le plantain. Ces espèces ont été choisies car elles contiennent des MSB différents (tanins, glycosides iridoïdes et sesquiterpènes lactones).

Le sainfoin, légumineuse pérenne, a montré une activité AH notamment sur *Haemonchus contortus* à partir d'extrait condensé en laboratoire. Ces résultats encourageants ont été confirmés par plusieurs études in vivo avec des réductions du nombre d'œuf excrété dépassant les 50%. Les quelques études ne démontrant pas d'effet significatif avancent que ces résultats pourraient être dus à une concentration trop faible en TC (Rahmann et Seip 2007). En effet, il a été démontré qu'il est nécessaire d'avoir une concentration de 4-5 % afin d'obtenir un effet AH (H Hoste et al. 2011). Le sainfoin ne se développe surtout dans les sols calcaires et redoutes des sols acides.

La chicorée, tout d'abord cultivée pour l'alimentation humaine a été introduite dans l'alimentation des ruminants à partir des années 80. A quantité de Matière Sèche (MS) consommée équivalente, le pâturage de chicorée permet d'obtenir des gains de poids similaires voire supérieurs à ceux obtenus avec du raygrass. Au-delà de ses qualités nutritives, des études ont été menées in vivo sur les propriétés anthelminthiques de la chicorée. A contrario du sainfoin, les MSB mis en jeu ne sont pas les tanins mais des sesquiterpènes lactones. Les résultats de ces études ont permis mettre en évidence une réduction du nombre d'œuf excrété par les SGI de la caillette mais pas pour ceux présents dans l'intestin grêle. Il est important de noter que cette diminution visible lors la chicorée représente au minimum 50% de la MS et 70% pour une réduction significative. En deçà de 24%, aucun effet AH n'est observable. (Pena-Espinoza et al. 2018). Des résultats d'études pour ces deux espèces sont présentés dans le Tableau 1.

Outre le fait que ces plantes aient des propriétés AH et améliorent la croissance, les plantes à tanins présentent de nombreux avantages. La présence de TC dans la plante permettrait de limiter les risques de météorisation. Aussi, la formation de complexe avec les protéines empêcherait la dégradation de celles-ci dans le rumen. Les complexes vont se dissocier à faible pH dans la caillette et fournir davantage de protéines dans l'intestin, améliorant indirectement la résistance et la résilience de l'hôte aux parasites. L'ingestion de ces plantes entraîne une modification de l'excrétion de l'azote en réduisant l'azote urinaire, très volatil, et une réduction de la production de méthane réduisant ainsi l'impact environnemental (Rira, 2019 ; Chambre d'Agriculture d'Alpes de Haute-Provence, 2019).

2) Des facteurs de variation de l'effet antiparasitaire

L'intensité de l'effet antiparasitaire par l'utilisation de plantes à MSB peut s'expliquer par plusieurs facteurs. En effet, les résultats obtenus peuvent varier selon des facteurs liés à la plantes, au nématode mais aussi à l'hôte.

a) Des variations dues à la plante

Toutes les plantes ne contiennent pas les même MSB et dans les mêmes proportions ce qui joue un rôle sur leur activité AH (Coffey et al. 2007). Les teneurs en TC sont variables d'une espèce à l'autre (Tableau 2). En effet, alors que les légumineuses, tel que le sainfoin, contiennent des tanins en grande quantité (14-88 g/kg MS), le plantain et la chicorée en contiennent peu (1,4 à 3,1 g/kg MS) (Chambre d'Agriculture NC). Leurs activités AH seraient à attribuer respectivement aux glycosides iridoïdes et aux sesquiterpènes lactones (Hoste et al. 2006). De plus, les concentrations en MSB évoluent selon le stade physiologique. En effet, le sainfoin a une concentration presque deux fois moins élevée à la floraison qu'au stade végétatif (Berard et al. 2011).

La quantité et surtout la concentration en MSB joue un rôle dans l'activité AH. Une méta-analyse de plusieurs études in vivo a permis de mettre en évidence une corrélation positive entre l'augmentation de la concentration en TC des fourrages, en g/kg MS, et la réduction du taux excrétion,

en opg. La réduction de l'excrétion est observable lorsque les concentrations en TC sont supérieures à 45 g/kg MS soit 4,5% (Min et Hart 2003). Toutefois, au-delà de 5,5% les résultats obtenus sont variables et des effets négatifs sur la digestibilité par exemple peuvent être observés (Martin et al. 2015).

Ces résultats ont été également observés lors d'une étude in vitro. En effet, du quebracho a été distribué, à des moutons, à trois concentrations différentes. Avec l'augmentation de la teneur en tanins, une diminution significative de l'excrétion d'œuf était observable (Athanasiadou et al. 2001).

Toutefois, les conditions pédoclimatiques et ainsi zone géographique vont influencer la composition en MSB des plantes et ainsi leur action antiparasitaire (Foster et al. 2006). La récolte du sainfoin sous la forme de foin ou d'ensilage n'a pas d'influence sur les propriétés AH, qui sont conservées.

b) Une réaction différente selon les SGI

L'efficacité AH va varier selon le stade physiologique du SGI. En effet, dans des études comparatives des effets sur les stades larvaires L3 et adulte du SGI ont été menées avec les TC. Le stade larvaire semble plus sensible in vitro avec une migration inhibée contrairement à la mobilité du vers adulte de *T. colubriformis* avec du sainfoin (Paolini et al. 2004) Un effet comparable a été observé in vitro avec du sulla (Tzamaloukas et al. 2005).

L'espèce de SGI pourrait jouer un rôle dans l'effet AH avec des espèces plus sensibles que d'autres. Néanmoins, les études menées montrent des résultats divergents. Quand certaines observent des effets similaires chez les espèces abomasales et intestinales, d'autres constatent une plus grande sensibilité chez les espèces intestinales. Pour cette différence, l'hypothèse de la localisation des vers et ainsi de leur exposition aux TC a été avancée comme facteur explicatif (Manolaraki 2011).

c) Des effets différents selon l'hôte

Une des explications avancées est le fait qu'il est possible de catégoriser les ruminants selon leur alimentation : ceux qui s'alimentent principalement de feuilles, de pousses de ligneux tels que les arbustes, comme les caprins, et ceux avec une alimentation basée sur l'herbe tels que les ovins et bovins (Gordon., 2003). Il existe peu d'études ayant comparé l'activité anthelminthique chez les brebis et les chèvres. Malgré tout, certaines études comparables notamment avec du quebracho ou de sulla ont mis en évidence une diminution du nombre de *T.colubriformis* chez les ovins mais pas chez les caprins, qu'ils soient issus d'infestation expérimentale ou naturelle (Manolaraki 2011).

Des différences physiologiques et des mécanismes d'adaptations aux MSB variables pourraient expliquer le contraste dans l'efficacité anthelminthique entre espèces malgré des sources en MSB identiques. Tandis que chez les ovins, les résultats montrent une réduction des individus adultes de certaines espèces de SGI, il semblerait qu'il s'agisse de la fertilité et la production d'œufs chez les caprins (Hoste et al. 2011).

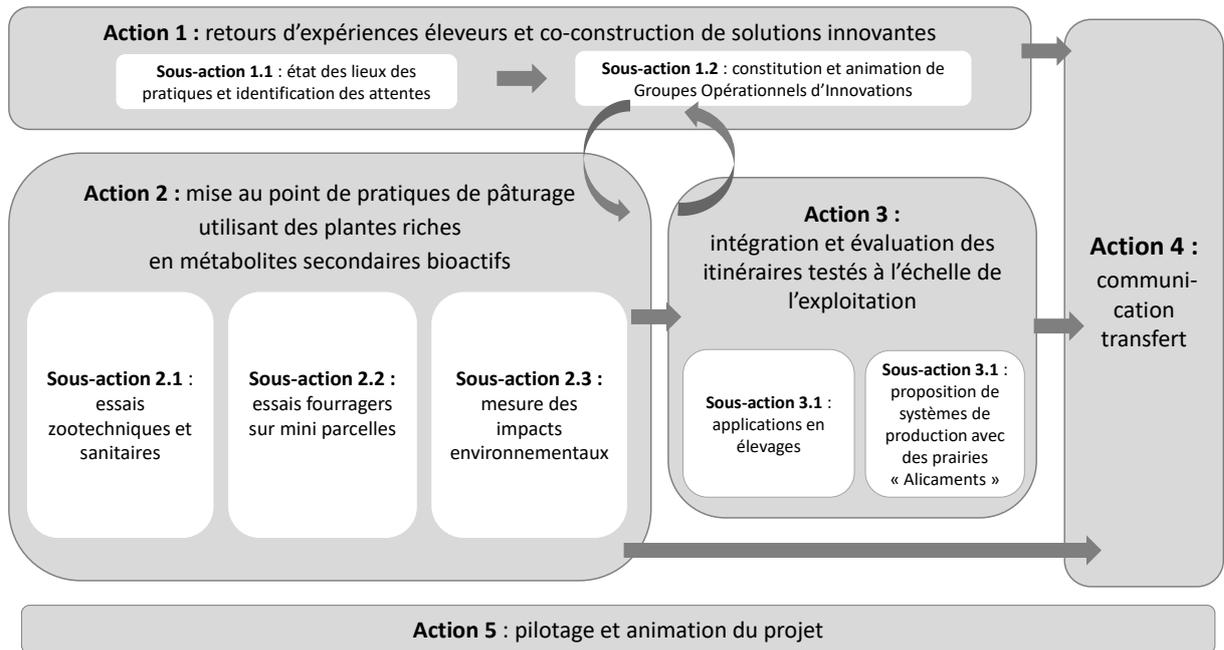


Figure 2 : Articulation du projet FASTOChé en 5 Actions (Source interne)

IV – Projet FASTOChe : des objectifs aux questionnements

1) Contexte et objectifs du projet

Pour répondre aux demandes des consommateurs et améliorer l'efficacité des systèmes ovins, le pâturage se présente comme une voie à privilégier. Toutefois, le développement du pâturage doit faire face à des freins dont la gestion du parasitisme et notamment des SGI, frein majeur en petits ruminant. Les SGI ont un fort impact avec, par exemple, une réduction de 15% de la croissance des agneaux, entraînant des pertes économiques pour les éleveurs (Mavrot et al., 2015). L'utilisation répétée et parfois mal maîtrisée de produits pharmaceutiques comme méthode de lutte unique a conduit au développement de résistances. Il est donc nécessaire de trouver des alternatives. Dans ce contexte, les PMSB ont été identifiées comme une potentielle alternative. Des premières études menées en Nouvelle-Zélande dans les années 90 ont démontré des activités AH pour les légumineuses contenant des TC (Niezen et al. 1995). Toutefois, ces études n'ont pas été conduites dans des conditions pédoclimatiques française et portent sur les formes conservées des fourrages. De plus, dans un objectif d'autonomie et d'efficacité technique, les éleveurs requièrent des références sur les itinéraires techniques et l'utilisation des PMSB. Le pâturage de ces dernières se présente ainsi comme une adaptation envisageable pour répondre à ces demandes.

Le projet FASTOChe (espèces Fourragères – Alicaments – Strongles gastro-intestinaux-Ovins – Chèvres), financé par le CASDAR (Compte d'Affectation Spécial « Développement Agricole et Rural ») s'inscrit dans cette optique (Annexe 1). Il vise à identifier les attentes des éleveurs pour leur proposer, à terme, des solutions applicables dans la gestion de prairies à PMSB. L'évaluation de l'impact du pâturage de ces plantes, sur les performances zootechniques et sanitaires en ovins et caprins, est une étape préalable. Ce projet est dirigé par Idele en partenariat avec des chambres d'agriculture, des établissements d'enseignement agricole, une école vétérinaire (ENVT) ainsi que des associations et un centre de recherche (INRAE). Le projet s'articule en 5 actions (Figure 2). La suite du mémoire portera sur l'action 2.1 correspondant aux essais zootechniques et sanitaires dans la recherche de pratiques de pâturage incluant des PMSB. Il se focalisera uniquement sur les essais réalisés en ovins viande, sur des agneaux de boucherie et des agnelles de renouvellement

2) Problématique et Hypothèses

Les essais zootechniques ont pour objectif de répondre à plusieurs questions liées à la capacité des plantes sur leur activité anthelminthique et sur les performances zootechniques. La problématique générale est la suivante :

Dans quelle mesure le pâturage des PMSB peut-il participer à la maîtrise des SGI et assurer les performances zootechniques en élevage ovin viande ?

Plusieurs hypothèses liées à cette problématique peuvent alors être formulées :

Hypothèse 1 : Le pâturage de plantes à MSB permet de réduire l'excrétion parasitaire chez les agneaux de boucherie et chez les agnelles de renouvellement.

Hypothèse 2 : La consommation de chicorée, de sainfoin ou de plantain contribue à une amélioration des performances zootechniques des animaux par rapport ceux pâturant une prairie sans PMSB.

Les performances zootechniques englobent ici la croissance des animaux, exprimée par le GMQ, mais aussi le rendement carcasse et l'âge moyen à l'abattage.

Hypothèse 3 : A excrétion parasitaire équivalente, des animaux pâturant des PMSB auront de meilleures croissances par rapport à ceux sur des prairies sans PMSB.

Par cette hypothèse, l'acquisition d'une résilience des ovins aux SGI par le pâturage des PMSB est recherchée. Celle-ci permettrait de maintenir une croissance malgré la présence de SGI.

Hypothèse 4 : Les performances zootechniques (croissance et qualité carcasses) et sanitaires sont meilleures avec de la consommation de PMSB en continu par rapport à une consommation en cure.

Cette hypothèse va permettre d'étudier l'effet de la durée de pâturage sur la croissance de l'animal et l'excrétion parasitaire. L'objectif est de proposer des conduites de pâturage à adopter en élevage

Hypothèse 5 : La charge parasitaire va impacter la croissance de l'animal

A travers cette hypothèse, la résilience ou non des animaux vis-à-vis des SGI sera recherchée. La résilience correspond ici à la capacité de l'animal de maintenir des performances zootechniques malgré l'infestation parasitaire extrapolable à partir de l'excrétion d'œufs dans les fèces.



Figure 3 : Carte des sites expérimentaux qui ont réalisés les essais zootechniques (Source interne)

Tableau 3 : Caractéristiques des essais réalisés par site et par année

	Carmejane		Charolles		Le Mourier		Theix	
Année	2019	2020	2021		2019	2020	2019	2021
Cat. Animaux	Agnelles de renouvellement			Agneaux de boucherie				
Nb de lots	3	2	2	3	4	4	4	3
Nb animaux/lot	25	26	31	27	25	25	24	24
Conduite	Cure 3 sem/ Continu	Continu	Continu		Continu		Cure 2sem / Continu	
Espèce(s) testée(s)	Sainfoin		Plantain / Chicorée					

PARTIE 2 : MATERIEL ET METHODES

I - La mise en place des essais

1) 4 sites expérimentaux couvrant les différents bassins de production

Dans le projet FASTOChe, 7 sites sont impliqués : 4 en Ovins Viande (OV), 2 en caprins et 1 en ovins lait. Dans le cadre de ce mémoire seuls les 4 sites en OV seront traités. Il s'agit de l'INRAE de Theix, des EPLEFPA de Fontaines et de Carmejane ainsi que de la ferme expérimentale du Mourier à St Priest Ligoure, propriété de l'Institut de l'élevage et gérée par le CIIRPO. Sur ces lieux, la pratique du pâturage est déjà mise en place et les infestations parasitaires sont bien présentes. Ils sont répartis dans diverses zones géographiques en France, aux conditions climatiques et aux conduites d'élevages différentes (Figure 3). Ainsi cette diversité permet d'étudier entre une et deux espèces fourragères dans des conditions pédo-climatiques distinctes. Tous ces sites disposent d'une station météorologique afin de discuter des résultats des essais menés à la lumière des conditions climatiques de chaque zone.

Les essais sont répétés une fois, entre 2019 et 2021, sur chaque site afin d'introduire les variabilités annuelles, notamment climatiques. Au total, 8 essais ont été réalisés.

Pour harmoniser les résultats, un protocole commun a été mis en place entre les différents sites. Celui-ci a toutefois été adapté à chaque site en fonction des animaux disponibles, de leurs moyens techniques et humains mais aussi d'autres caractéristiques, telles que la présence ou non d'Haemonchus. Des ajustements ont été entrepris après la première année d'étude à la suite des observations et des résultats obtenus.

2) Caractérisation des animaux étudiés, des modalités de leur mise en lots et de leurs conduites d'élevages

a) *Caractéristiques des animaux*

Les essais ont été réalisés sur des animaux jeunes, différents selon les sites : agneaux de boucherie ou agnelles de renouvellement. Ils ont été choisis pour leur sensibilité aux parasites. En effet, ils ne disposent pas d'immunité spécifique puisqu'ils l'acquiert par un contact répété avec le parasite. Au total, trois essais, sur 2 sites, ont été conduits avec des agnelles : Carmejane en 2019 et 2020 et Charolles en 2021. Les 5 autres essais ont été conduits sur des agneaux de boucherie. Il s'agit essentiellement d'animaux nés entre février et avril. Seul un essai a été conduit à l'automne sur des agnelles nées en fin d'été.

b) *La constitution de lots d'animaux*

La Mise en Lots (MEL) vise à constituer des groupes d'animaux, appelés lots, les plus homogènes entre eux. Les critères de MEL, par importance décroissante, sont les suivants :

Sexe (essais agneaux uniquement) > Poids Vifs à la MEL > Croissance naissance-sevrage pour agneaux ou poids à 30 jours (PAT30) pour les agnelles > Âge des animaux à la MEL

Ainsi, ce sont 2 à 4 lots qui ont été constitués pour chaque essai selon les conduites (en cure et/ou continu) et les espèces de PMSB testées. L'effectif des lots était compris entre 24 et 31 animaux (Tableau 3).

c) Traitement et complémentation des animaux

Tous les animaux d'un essai ont reçu, au début de l'essai, un traitement anthelminthique de type « flash ». Celui-ci a une action rapide sur la population de SGI en place mais qui ne perdure pas dans le temps. Ce traitement a pour objectif de mettre tous les animaux au même niveau d'infestation au début de l'essai. Tous les essais ne débutent pas l'expérimentation avec le même taux d'excrétion, mais celui-ci doit être semblable entre les lots d'un même essai. De plus, l'ensemble des animaux d'un même lot suit un protocole sanitaire identique. Tous les traitements, individuels ou collectifs, ont été enregistrés en précisant les dates et les produits administrés.

En amont et durant l'essai, les animaux ne devaient recevoir aucune complémentation. En raison d'une croissance dégradée ou d'un manque d'herbe, des animaux ont été complémentés de manière temporaire sur le site de Theix et du Mourier en 2019. Chaque lot d'un même essai a reçu la même complémentation. Les essais ont pris fin lors de la rentrée des animaux en bergerie ou lorsque la ressource herbagère était trop insuffisante.

3) Les parcelles étudiées et leur conduite de pâturage

a) Les espèces testées

Les trois espèces étudiées sont la chicorée et le plantain sur les sites de Theix, du Mourier et de Charolles et le sainfoin à Carmejane, espèce mieux adaptée au sol calcaire. Afin d'éviter d'éventuelles interactions entre espèces ou un effet de dilution des MSB d'intérêts, les espèces ont été semées en pur. Ainsi une prairie était constituée soit de plantain lancéolé, de chicorée ou de sainfoin. Seul un lot d'agneaux, sur le site de Theix, en 2019, a été conduit sur une parcelle en mélange de chicorée et de plantain sur fond de graminées afin de tester une éventuelle synergie entre les deux espèces.

b) La parcelle témoin et sa conduite

Chaque site disposait d'au moins une parcelle, dite témoin, accueillant un lot d'animaux dit témoin également. Pour la prairie témoin, il s'agissait d'une prairie permanente ou temporaire constituée principalement de graminées et choisie avec le moins de PMSB possible.

Seul le site du Mourier, dans le but de pouvoir suivre des animaux ayant reçu un traitement AH ou non disposait de deux lots témoins pâturant des prairies de qualité semblable. En effet, un lot Témoin Non Traité (TNT) n'a reçu aucun AH tandis que le Témoin Traité (TT) avait un traitement AH un mois après le début de l'essai.

c) Les conduites de pâturage

Afin de déterminer les conditions de pâturage optimales pour réduire l'infestation parasitaire, deux conduites ont été expérimentées :

- La première conduite consistait à faire pâturer sur toute la durée de l'essai des parcelles semées en pure. Elles ont été conduites en pâturage tournant avec la création de paddocks afin de réduire le gaspillage et d'assurer une ressource de qualité.
- La seconde conduite était un pâturage en cure. Les animaux pâturaient en alternance une prairie semée en PMSB, durant 2 ou 3 semaines et une parcelle dite « intermédiaire », pendant 3 semaines, constituée de graminées semblables à la prairie témoin. Ces séquences ont été répétées 2 à 3 fois durant l'essai sous réserve de disponibilité fourragère. La durée minimale.

Tableau 4 : Récapitulatif de la conduite des lots par site et par année

	Carmejane		Charolles	Le Mourier		Theix	
Année	2019	2020	2021	2019	2020	2019	2021
Cat. Animaux	Agnelles de renouvellement			Agneaux de boucherie			
Lot	TNT	TNT		TNT	TNT	TNT	TNT
				TT	TT	M*	TNT
	S	S	P	P	P	P*	P*
	Cu		C	C	C	C*	C*

C = Chicorée

P = Plantain

TT= Témoin Traité

Cu = Sainfoin en cure de 3 semaines

S = Sainfoin en pâturage continu

* Pâturage en cure de 2 semaines

M= Mélange de plantain et de chicorée

TNT = Témoin non Traité

de la cure était fixée à 2 semaines car il s'agit du temps minimum nécessaire pour observer un effet AH (Gaudin, 2017). Le site de Carmejane a fixé la durée de la cure à 3 semaines pour tenter de maximiser les effets tandis que Theix est resté sur la durée minimale. En 2019 à Carmejane, une nouvelle conduite en trois lots a été adoptée pour des raisons de logistique et de disponibilités des parcelles. Les agnelles du lot « Cure » étaient mélangées avec celles en pâturage de sainfoin pendant leurs cures puis avec celles du lot témoin en intercure, sur prairie de graminées. Cependant, lors d'un comité technique du projet, il a été décidé de ne pas conserver la modalité « en cure » l'essai suivant pour éviter l'ajout d'un potentiel biais dû à des contaminations croisées entre les différents lots. Ainsi, en 2020, il subsiste deux lots en pâturage continu, un témoin sur parcelles de graminées et un sur sainfoin.

A Theix, contrairement à Carmejane, chaque parcelle a été découpée en plusieurs paddocks pour mieux gérer la ressource avec la mise en place d'une rotation toutes les semaines entre les différents paddocks.

Par manque d'agnelles, aucun lot témoin n'a pu être constitué à Charolles, privilégiant alors les essais sur la chicorée et le plantain.

Ainsi, la présence de 4 sites permet d'expérimenter les deux conduites et ceci sur les trois espèces étudiées (Tableau 4).

d) Choix des parcelles

Les parcelles témoins et « intermédiaire » ont été choisies afin de représenter les parcelles les plus couramment rencontrées dans les zones d'essais.

L'ensemble des parcelles, témoin et testées, devaient avoir un niveau d'infestation semblable au début de l'essai afin que cette variable n'interfère pas dans les résultats. Le but était de comparer l'évolution de la charge parasitaire entre les lots. Avant chaque essai, les parcelles ont été fauchées et/ou pâturées selon les pratiques habituelles des sites d'études.

II - Description des mesures réalisées

1) Les performances zootechniques

a) Suivi des croissances

Un suivi de la croissance des animaux a été réalisé à l'aide de pesées à intervalle régulier : les pesées ont lieu tous les 15 jours. L'intervalle entre 2 pesées a été réduit à 7 jours sur le site de Theix pour correspondre au changement de paddock, au passage entre cure et intercure ou inversement.

Juste avant le 1^{er} abattage, une double pesée est effectuée sur l'ensemble des lots puis uniquement sur les animaux jugés « bons » pour être abattus. Elle permet une meilleure fiabilité des résultats car le poids varie en fonction du contenu du tube digestif. Les deux pesées ont donc été effectuées deux jours successifs, à heure identique. Le poids moyen obtenu était utilisé pour déterminer la croissance. Celle-ci est exprimée en grammes par jour, ce qui correspond au Gain Moyen Quotidien (GMQ). Ce GMQ était déterminé par la différence de poids entre 2 pesées divisé par l'intervalle de temps.

b) Notation des animaux en abattoir

Pour les agneaux de boucherie, une notation globale de l'état d'engraissement et de la conformation des carcasses a été effectuée sur la chaîne d'abattage par un opérateur, d'après des grilles EUROP. La conformation reflète le développement musculaire. Les notes vont de E à P, la note E correspondant à un développement musculaire très important. L'état d'engraissement correspond à

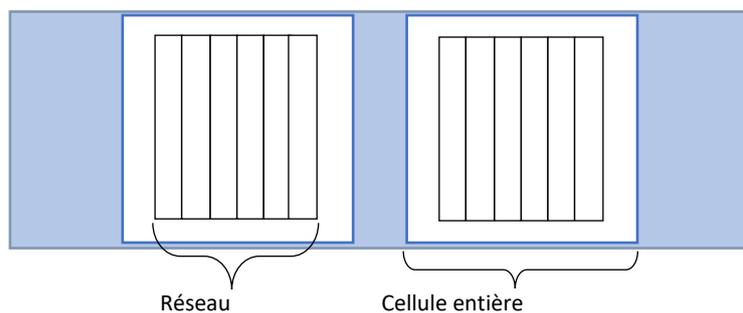


Figure 4 : Schéma d'une lame de Mc Master

Tableau 5 : Grille de notation de propreté de l'arrière-train des agneaux (Source Idele)

Mesure	Propreté de l'arrière-train		
Description	Peu sale : souillures peu visibles, aucun grumeau	Sale : souillures visibles sur le centre, aucun grumeau	Très sale : souillures visibles sur la majorité de la zone, présence possible de grumeaux
Illustration			
Notation	0	1	2

l'importance et à la répartition de la graisse sur l'intérieur et l'extérieur de la carcasse, avec des notes de 1 à 5, 1 correspondant à une carcasse avec très peu voire sans aucune graisse visible.

2) Le suivi sanitaire et de l'état global des animaux

a) Des coproscopies

Pour suivre la dynamique d'infestation des animaux à travers leur excrétion, des coproscopies ont été réalisées de façon régulière.

La coproscopie est une analyse quantitative permettant de dénombrer le nombre d'œufs de SGI par gramme de fèces (opg) au microscope optique, c'est une donnée indirecte de l'infestation réelle. Ces analyses permettent un suivi précis, de manière homogène entre les sites. Bien que la fiabilité des coproscopies de groupes ait été démontrée, le choix s'est finalement porté sur la coproscopie individuelle pour pouvoir apprécier la variabilité intra-lot (Jacquet et al. 2014). Une fois collectés, les échantillons ont été stockés au réfrigérateur puis envoyés dans les 24h à l'ENVT (même laboratoire pour tous les sites) pour dénombrement des SGI, des Nématodirus et des Strongyloïdes.

Le comptage a été effectué d'après la méthode de Mc Master. Tout d'abord, 3g de fèces sont broyés à l'aide d'un mortier puis dilués dans 42 mL d'une solution saline. Après filtration, une fraction de la solution est mise sur une lame de Mc Master composés de deux réseaux de 0,15mL chacun. Un facteur multiplicateur est appliqué pour obtenir des opg selon l'emplacement des œufs dénombrés : 15 s'ils sont dans le réseau et 50 s'il sont dans les cellules entières (Figure 4).

Les coproscopies ont été réalisées sur tous les animaux au début de l'essai (point zéro). Ensuite, elles ont été faites toutes les deux semaines pour les lots en pâturage continu ainsi qu'avant et après chaque cure pour ceux en pâturage en cure. Ce suivi a été réalisé sur l'ensemble des animaux.

b) Taux d'infestation et identification des espèces

Des prélèvements de tractus digestifs (caillette et intestin grêle) ont été effectués sur les sites de Theix et du Mourier. 4 à 10 tractus par lots ont été prélevés pour être analysés. Les animaux ont été abattus puis la caillette ainsi que les 12 premiers mètres de l'intestin collectés. Ces derniers, après conservation au congélateur, ont été acheminés pour analyse à l'ENVT. Les vers sont alors récupérés, dénombrés puis les espèces ont été identifiées. L'analyse des tractus permet de rendre compte de manière directe de la charge parasitaire contrairement aux coproscopies, méthode indirecte à travers les excréments. Toutefois, l'absence de résultats, pour Theix, ou leur réception tardive, pour le Mourier, n'a pas permis de les intégrer aux analyses effectuées. Ces données doivent permettre de corroborer ou d'infirmer les résultats obtenus lors des coproscopies.

c) Propreté de l'arrière-train et Indice diarrhée (ID)

Lors de chaque coproscopie et pesée, une note de propreté de l'arrière-train a été attribuée à chaque animal à l'aide d'une grille de notation (Tableau 5). Elle permet de mettre en évidence une diarrhée chez l'animal et son importance. La diarrhée peut potentiellement être causée par la présence de SGI. Un indice de diarrhée (ID), noté de 1 à 5, a également été attribué au laboratoire d'analyse des coproscopies allant des fèces bien formées et séparées (1) à des fèces liquides (5).

d) Mesures de l'anémie : taux d'hématocrite ou méthode FAMACHA

En complément des coproscopies, des prises de sang ont été réalisées afin de mesurer l'hématocrite, le taux du volume sanguin occupé par les globules rouges. Les Haemonchus étant des parasites hématophages, ces derniers peuvent conduire à une anémie et dans certains cas à la mort de l'animal.

En dessous de 20 %, l'animal est considéré en anémie sévère (Sanitas, 2021). Ces mesures ont été réalisées sur tous les animaux au moment du prélèvement des fèces. Elles ont été envoyées à l'ENVT pour analyse. Après centrifugation, les données sont obtenues par lecture avec un abaque. En alternative à cette méthode, le test FAMACHA se base sur la coloration de la couleur oculaire de l'animal. A l'aide d'une grille, une note de coloration a été attribuée entre 1 et 5. Des animaux avec une note supérieure à 3 ont été considérés comme anémiés.

e) Dénombrement des larves L3 sur les prairies

En 2019, un dénombrement des larves L3 présents dans les prairies a été réalisé. Des poignées d'herbe ont été prélevées sur la parcelle et placées dans un sac, puis envoyées pour analyse. Après ajout d'un détergent et d'eau chaude les larves ont été récupérées par filtration puis dénombrées. L'herbe a été séchée pour obtenir un poids sec. Le résultat est exprimé en nombre de L3/kg MS. Cependant, compte tenu des résultats difficilement interprétables et peu fiables, la première année, il a été acté de ne pas réaliser les mesures par la suite. Ces données ne seront donc pas traitées dans ce mémoire.

3) Des données agronomiques

a) Hauteur d'herbe et estimation de la composition du couvert

Des mesures de hauteurs d'herbe ont été réalisées à chaque entrée et sortie de parcelle à l'aide d'un herbomètre. Les dates de ces changements ont été notés pour pouvoir effectuer un suivi de l'herbe disponible et consommée. De plus, un suivi de la composition du couvert végétal a été effectué à chaque changement, en déterminant visuellement la proportion de graminées, de légumineuses, de chicorée, de plantain et de dicotylédones. De même la couleur, le stade de végétation, le recouvrement, la propreté et l'homogénéité du couvert ont été évalués à l'entrée sur une parcelle, à l'aide d'une grille (Annexe 2).

b) Evaluation de la biomasse disponible

Afin d'évaluer la biomasse disponible, des mesures de densité ont été effectuées. Pour cela, des échantillons d'herbes ont été prélevés à chaque entrée de parcelle à l'aide d'un quadrat de 0,25m² et d'une mini tondeuse. L'échantillon a ensuite été pesé en frais puis placé à l'étuve pendant 72h à 60°C et repesé en sec pour évaluer le % de matières sèches (MS). Ainsi la densité, combinée à la hauteur d'herbe, a permis d'évaluer la biomasse disponible pour les animaux au pâturage.

c) Composition des couverts végétaux

Une évaluation de la composition des couverts par le prélèvement de la biomasse disponible à l'entrée sur une parcelle a été effectuée uniquement à Theix, car les autres sites manquaient de moyens humains. Cette étape a consisté à prélever l'herbe à l'entrée des animaux sur une parcelle sur trois quadrats de 0,25 m². Un tri des légumineuses, des graminées, du plantain, de la chicorée et des autres dicotylédones a été effectué. Chaque échantillon ainsi obtenu a été pesé pour obtenir un poids brut puis placé à l'étuve à 60°C pendant 72h pour le poids sec.

Ainsi cette mesure permet de connaître la proportion de la MS en PMSB, plantain ou chicorée, et le salissement des parcelles.

d) Suivi des données météorologiques

Un suivi des données météorologiques, température - humidité – précipitations, a également été effectué à partir de la station météo de chaque site. Ces informations ont permis de décrire les conditions de déroulement des essais et d'apporter des informations nécessaires à l'interprétation des

résultats. En effet, dans la bibliographie, il a été démontré que la teneur en MSB varie selon le stade de végétation mais aussi des conditions climatiques, en lien avec les stress thermique ou hydrique. (Gaudin 2017). Toutefois, ce facteur n'a pas pu être vérifié dans les essais réalisés.

III - Création d'une nouvelle base de données et traitements statistiques effectués

1) Collecte et Harmonisation des données

Les données des essais ont été récoltées et stockées par chacun des sites impliqués dans les essais. Afin de pouvoir les traiter, la collecte et la centralisation des données brutes stockées sous forme de fichiers Excel a été réfléchi et organisée avec les partenaires. Bien qu'une base de protocole commun soit présente, chacun des sites a réalisé des modulations selon différents facteurs expliqués dans la partie 1.III.2. Ainsi la nature et le nombre de mesures varient d'un site à l'autre.

De plus, chaque site a réalisé la saisie informatique dans des tableurs Excel mais selon sa propre organisation. Un travail d'harmonisation des données a donc dû être effectué par la constitution d'un fichier unique servant de base de données pour le traitement statistiques à l'aide du logiciel R (R Core Team, 2021).

Aussi, un travail d'uniformisation dans la notation de la propreté de l'arrière et des carcasses a été effectué. En effet, les grilles utilisées pour les notations ne sont pas toujours les mêmes entre les sites avec des échelles de notation différentes.

Pour observer la croissance des animaux, des variables de GMQ ont été créées :

- un GMQ de deux pesées successives permettant de suivre l'évolution de la croissance
- un GMQ entre la mise en lot et les premiers départs à l'abattoirs. Il rend compte de la croissance d'un animal sur la période où tous les individus sont présents.
- un GMQ entre la date de MEL et celle de sortie de l'animal de l'essai. Il permet d'obtenir le GMQ par animal durant sa présence en essai.

2) Analyse Statistique

En raison des conditions d'expérimentation différentes selon les sites et les années, il a été décidé de réaliser une analyse par site et par année, soit 8 analyses différentes. Les analyses ont été réalisées avec l'appui du service DATA STAT de l'Institut de l'Élevage, à l'aide du logiciel R (R Core Team, 2021).

a) Le choix des variables

Une analyse descriptive des données par essai a tout d'abord été réalisée. Le choix a été pris de se focaliser sur les données d'excrétion parasitaire et sur les données zootechniques, poids et GMQ notamment. En effet, ces données, issues de nombreuses mesures ont permis de réaliser un suivi régulier, d'une part des performances zootechniques grâce aux pesées, et d'autre part du niveau d'excrétion par les coproscopies. De plus, il n'y a aucun critère de subjectivité pour ces 2 mesures. Pour faciliter la représentation avec R et gommer les écarts de jours pouvant exister, les dates des mesures ont été converties en semaine. Ce choix permet de faciliter la lecture entre les mesures d'excrétions et celles du poids, effectuées au même moment.

b) Le choix des représentations

Pour chaque essai, des boxplots représentant l'évolution des excréments d'œufs et des poids ont été effectués. Ce type de représentation a l'avantage de pouvoir mettre en évidence la variabilité des

mesures à l'intérieur de chaque lot. Ainsi, la dispersion des données est rapidement observable par la distribution des points représentant chaque individu et par la taille de la boîte. Plus celle-ci est fine, plus les valeurs sont regroupées autour de la médiane.

Toutefois, il n'a pas été possible d'identifier l'évolution de chaque individu avec cette représentation. Ces boxplots ont donc été complétés par des courbes individuelles de l'évolution des excrétiens ou du poids. Celles-ci ont permis d'observer des similarités ou des différences dans l'évolution des paramètres selon les individus.

c) Les tests effectués

L'effet du lot sur les excrétiens, les poids et les GMQ, a été testé par des Analyses de la variance (ANOVA). Pour les excrétiens et les poids, ayant plusieurs mesures par individu, il a été utilisé des modèles à effets mixtes (l'animal étant considéré comme un effet aléatoire) et pour les GMQ, des modèles simples (à effets fixes seulement). Pour les modèles sur les excrétiens et les poids nous avons pris comme effets fixes le lot en interaction avec la semaine ainsi que les mesures à la mise en lot.

Pour les excrétiens, deux modèles linéaires généralisés ont été ajustés (régression de Poisson et Quasipoisson). Ces dernières ne suivant pas une distribution normale une transformation logarithmique a été considérée par le modèle. Pour chaque essai, le test modélisant le mieux les excrétiens a été choisi. Cela signifie que les différences entre les valeurs réelles mesurées et celles prédites par le modèle ont été minimisées. La distribution des poids était normale et leurs valeurs ont été bien modélisés par un modèle linéaire classique. Une transformation n'a donc pas été nécessaire. Pour tous les modèles une étude des résidus a été effectuée pour les valider, avant la lecture des tests.

Par la suite, un lien entre les excrétiens et la croissance a été recherché à partir d'un nuage de points représentant les GMQ entre deux pesées successives en fonction de l'excrétion associée à l'issue de cette même période. Le but était d'explorer un potentiel effet du niveau d'excrétion sur la croissance et sa variation entre un lot témoin et ceux pâturant des PMSB.

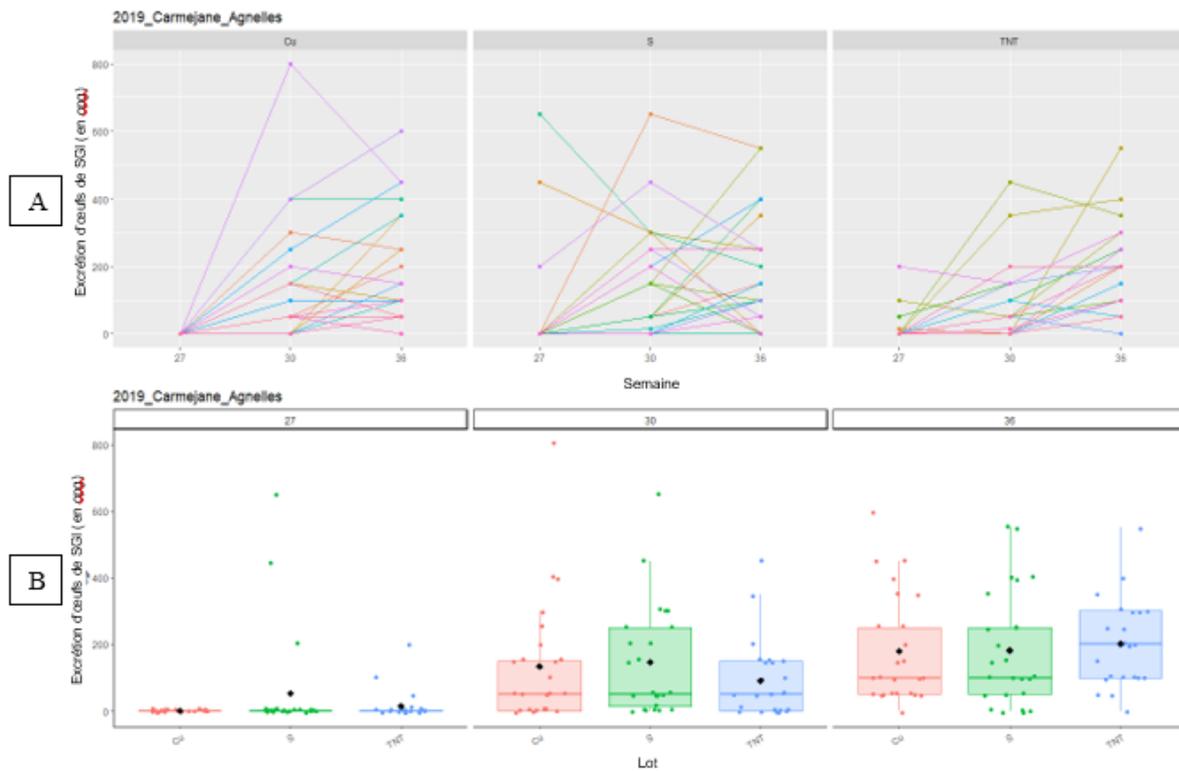


Figure 5 : Evolution par animal (A) des excréctions d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agnelles à Carmejane en 2019

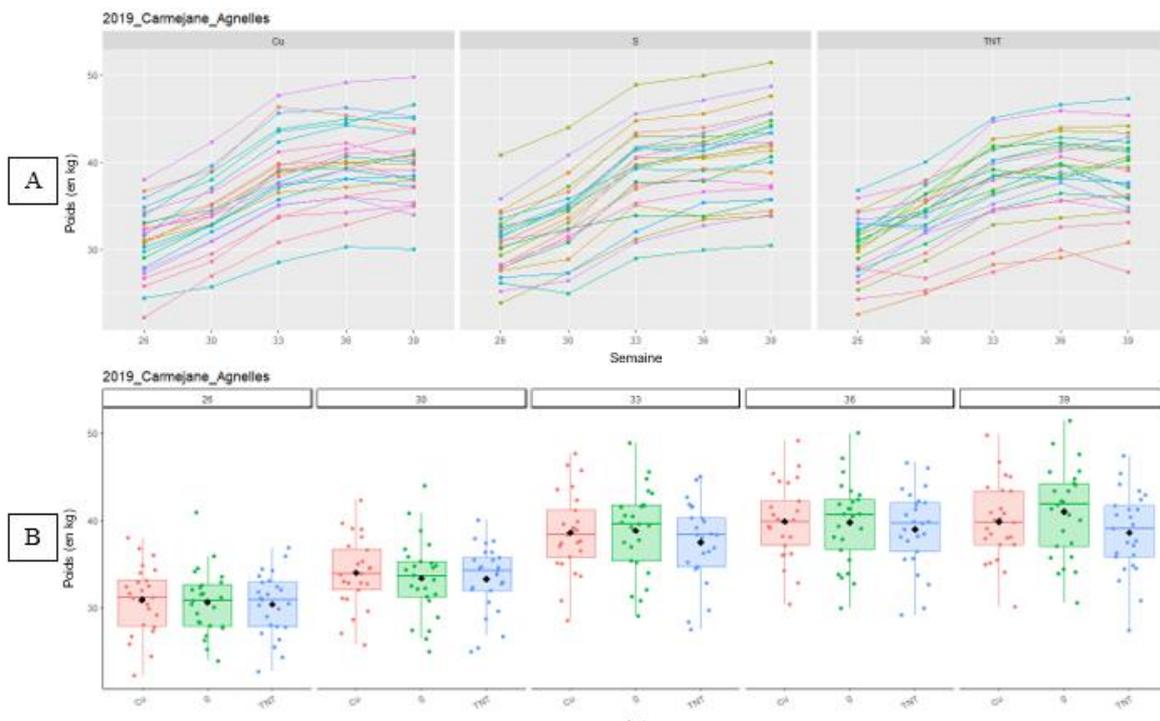


Figure 6 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agnelles à Carmejane en 2019

Cu : Lot sainfoin en cure S : Lot sainfoin en continu TNT : Témoins
 SGI : Strongles gastro-intestinaux opg : œufs par gramme de fèces

PARTIE 3 : RESULTATS

Le niveau d'excrétion d'œufs de SGI et le poids sont les deux paramètres qui seront présentés dans cette partie. En effet, bien que variable d'un site à l'autre, la réalisation de coproscopies et de pesées à intervalle régulier a permis d'observer l'évolution du niveau d'excrétion et du poids par lot. De plus, ces données sont disponibles pour tous les individus permettant ainsi d'observer la variabilité intra-lot. Les résultats sont présentés par essai suivis d'un résumé global des résultats obtenus.

I - Résultats de Carmejane

1) Essai 2019

Les agnelles ont, au départ, un niveau d'excrétion parasitaire moyen (semaine 27), semblable entre les lots et très faible (Figure 5). Ce faible niveau d'excrétion s'explique par le fait qu'il s'agisse d'agnelles nées et élevées en bergerie. Elles ont eu une période de 15 jours de pré infestation avant le début de l'essai, mais les excréments d'œuf par les adultes n'était pas encore visible. Après 3 semaines, correspondant à la première période de cure, les excréments moyennes sur sainfoin semblent plus élevées par rapport à celles du lot témoin mais cette différence n'est pas significative ($p > 0,05$). Hormis pour quelques individus, les excréments restent modérées et inférieures à 500 opg. Après deux cures, les excréments sont légèrement plus élevées dans le lot témoin par rapport au lot sur sainfoin, qu'il soit en cure ou non (202 opg Vs 180-182 opg).

Le poids, constituant un des critères à la mise en lot, est proche entre les lots, en moyenne de 30,4 à 30,9 kg (Figure 6). A l'intérieur de chaque lot, on observe une certaine variabilité. Il ne semble pas avoir de différence observable lors des pesées intermédiaires. Toutefois, lors de la dernière pesée les agneaux du lot témoin semblent avoir un poids inférieur notamment par rapport au lot pâturant le sainfoin en continu. La modélisation des poids a mis en évidence une différence significative à la dernière semaine entre le lot sainfoin en continu, celui en cure et le lot témoin. En effet, le poids moyen pour les animaux pâturant le sainfoin en continu est +2,15kg par rapport au lot témoin et de +1,45kg par rapport au lot en cure. Le GMQ entre la mise en lots et la fin de l'essai confirme la différence obtenue entre le lot sainfoin en continu et le témoin (118 Vs 93 g/j). Aucune différence significative de poids ne peut être mise en évidence entre le lot témoin (38,5 +/- 0,9 kg) et celui en cure de sainfoin (39,8 +/- 0,9 kg) en fin d'essai.

2) Essai 2020

L'évolution des excréments d'œufs et des poids est représentée dans les graphiques ci-contre (Figure 7 et 8). Les excréments, au départ de l'essai, sont quasiment nulles pour le lot sainfoin et le lot témoin, avec respectivement, en moyenne, 2 et 8 opg. Comme pour 2019, il s'agit d'agnelles nées et élevées en bergerie. Au cours des 5 premières semaines, les excréments augmentent et atteignent le seuil des 1000 opg dans le lot témoin, tandis qu'elles sont davantage contenues en sainfoin (771 opg). Le niveau d'excrétion et l'écart entre les deux lots restent stable aux cours des 5 semaines suivantes. Au cours des deux dernières semaines, une explosion des excréments est observée puisqu'elles sont deux fois supérieures sur le lot témoin en dépassant en moyenne les 2000 opg (2376 Vs 1279). En 2020, les résultats d'excrétion d'œufs de SGI semblent confirmer les observations réalisées sur l'essai mené en 2019. Les différences d'excrétion modélisées sont significativement différentes ($p < 0,05$) en semaines 35 et 39. Le sainfoin semble donc permettre de limiter les excréments bien qu'elles soient supérieures à 1000 opg en fin d'essai.

Les deux lots, sainfoin et témoin, ont un poids moyen identique à la MEL. Dès la deuxième pesée, il est possible d'observer que les agnelles ont une prise de poids plus importante (+5,1kg contre +2,1 kg). Cet écart de poids moyen va ensuite se réduire avant de s'accroître, pesée après pesée, pour atteindre 9,2 kg en fin d'essai. Les agnelles du lot témoin observent une perte de poids sur la seconde

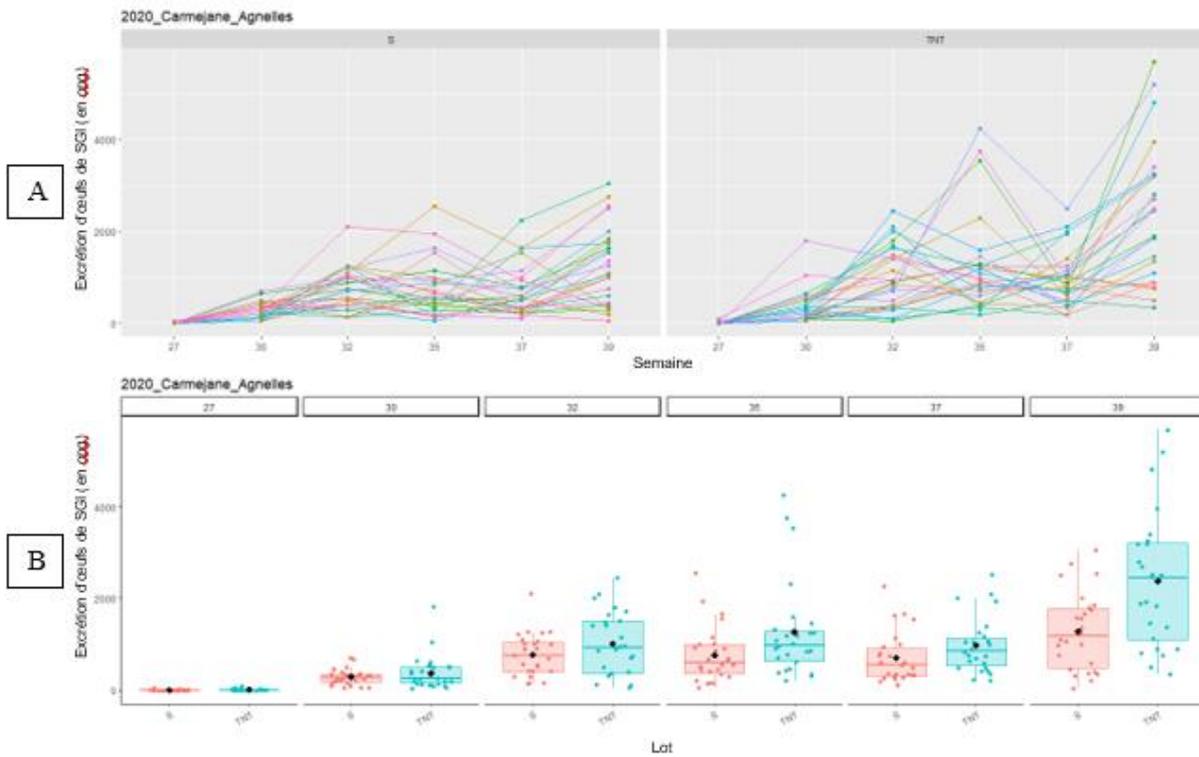


Figure 7 : Evolution par animal (A) des excrétions d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agnelles à Carmejane en 2020

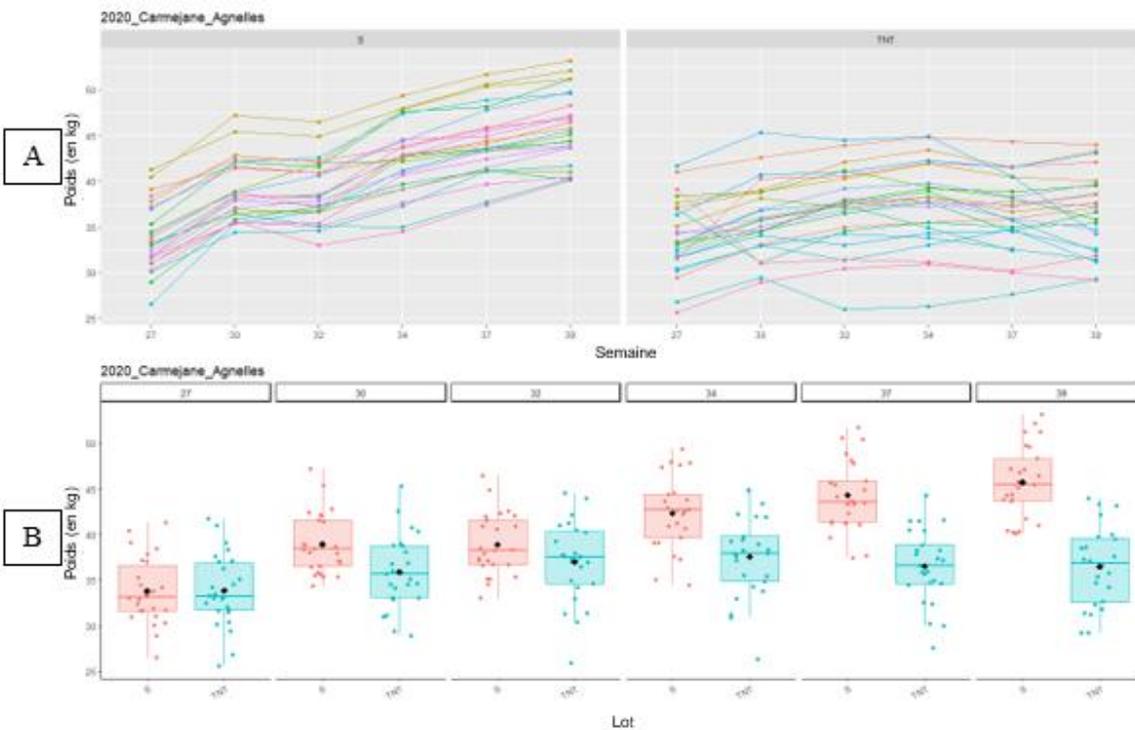


Figure 8 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agnelles à Carmejane en 2020

S : Lot sainfoin en continu	TNT : Témoin
SGI : Strongles gastro-intestinaux	opg : œufs par gramme de fèces

partie de l'essai. Il s'agit observations habituellement remarquées sur ce site en fin de période estivale lorsque la ressource herbagère devient limitante. Les agnelles sur le sainfoin vont quant à elles continuer leur prise de poids. Cette différence est observable à travers le GMQ entre la mise en lot et la fin de l'essai. Le lot de Sainfoin a un GMQ 4,7 fois plus important que le lot témoin (142 Vs 30 g/j). Il semble qu'une augmentation de l'excrétion va pénaliser la prise de poids, bien que non mis en évidence statistiquement.

II - Résultats de Charolles en 2021

1) Essai sur les agnelles de renouvellement

L'excrétion des agnelles au début de l'essai était en moyenne très faible, inférieure à 100 opg, pour les deux lots. Au bout des 3 semaines d'essai, l'excrétion a, en moyenne, diminué (<50 opg) sur les deux lots. Ce constat s'applique également pour des agnelles avec les excrétions les plus importantes au début de l'essai, bien que modérées (200-600 opg). Même si cette diminution est présente sur les 2 lots, celle-ci reste difficilement interprétable, expliquée par la faible durée de l'essai (Graphique 1 – Annexe 3).

Par lecture graphique (Graphique 2 – Annexe 3) aucune différence dans l'évolution des poids entre les deux lots, chicorée et plantain, n'est observable. La perte de poids observée en début d'essai, semaine 14, peut s'expliquer par la transition alimentaire opérée. Bien qu'une variabilité intra-lot existe, les GMQ moyen par lot au cours de l'essai sont identiques (114 g/j). Ils confirment donc l'absence de différence de poids entre le lot chicorée et le lot sainfoin sur la courte durée de l'essai, 3 semaines.

2) Essai sur les agneaux de boucherie

Les agneaux débutent l'essai avec une excrétion modérée d'environ 600 opg de moyenne pour chaque lot. Au bout d'un mois d'essai, l'excrétion a fortement été réduite, passant sous les 200 opg en moyenne, pour les lots chicorés et plantain. La diminution observable sur le lot témoin est plus modérée. En fin d'essai, l'excrétion du lot témoin a continué de diminuer en raison d'un traitement AH effectué sur l'ensemble des animaux. Ainsi les données après la semaine 28 ne sont pas interprétables (Graphique 1 – Annexe 4).

Les agneaux au début de l'essai ont un poids moyen par lots de 28,9 kg. Après deux semaines d'essai, aucune différence de poids entre les lots n'est observable (Graphique 2 – Annexe 4). En semaine 27, une différence des poids moyen apparaît entre le lot témoin (33,7 kg) et les lot chicorée et plantain (34,8 et 35 kg) lorsque les premiers agneaux partent à l'abattoir. En fin d'essai, les agneaux sur chicorée ont un poids moyen supérieur mais le traitement effectué ne permet pas de prendre en compte ce résultat. Cette différence peut également s'expliquer par le retrait des animaux les plus lourds, « bon » pour partir à l'abattoir. Le GMQ entre la MEL et les premiers départs confirme cette hypothèse car aucune différence n'est observable sur la croissance entre les lots durant cette période.

III - Résultats de Theix

1) Essai en 2019

A Theix en 2019, les différents lots débutent tous l'essai avec une excrétion moyenne autour de 400-450 opg (Graphique 1 – Annexe 5). Durant la première cure, l'excrétion augmente pour l'ensemble des lots mais cette hausse est plus contenue pour les lots chicoré et plantain par rapport aux lots mélange et témoin. Au cours de l'inter cure, les excrétions des différents lots continuent de s'accroître et dépassent même les 1000 opg sur le lot en mélange. En fin de 2^{ème} cure, les excrétions de l'ensemble

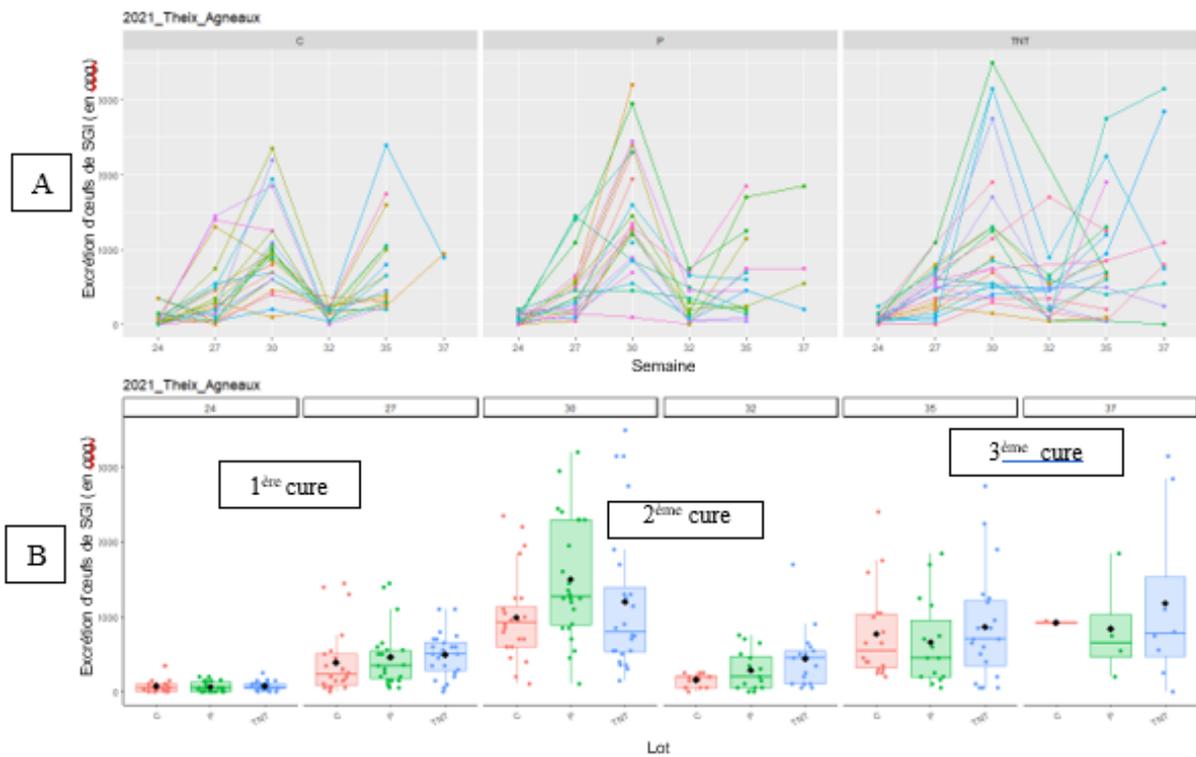


Figure 9 : Evolution par animal (A) des excréments d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux à Theix en 2021

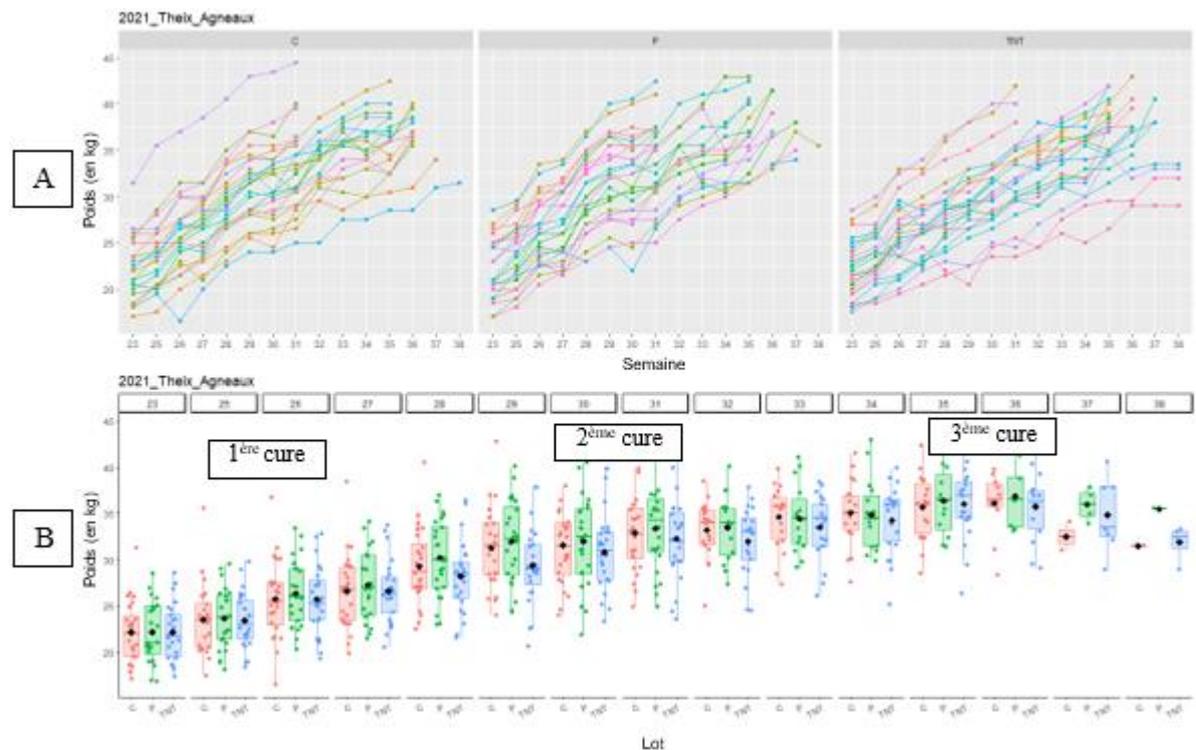


Figure 10 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux à Theix en 2021

C : Lot chicorée P : Lot plantain TNT : Témoine

des lots ont fortement chuté. Lors de la seconde inter cure, les excréctions sont de nouveau en hausse. A l'issue de la 3^{ème} cure, des différences d'excrétions sont présentes. Toutefois, le nombre d'individus diminuant au fur et à mesure des départs à l'abattoir et l'effectif entre les lots étant différent ne permet pas d'interpréter ces résultats. Ainsi lors de la première cure, aucun effet AH du pâturage de la chicorée ou du plantain n'a pu être mis en évidence.

Une analyse de l'évolution des poids au cours de l'essai n'a pas permis de faire ressortir un effet du lot sur l'évolution du poids lorsque l'ensemble des animaux sont présents (Graphique 2 – Annexe 5). Ce résultat est confirmé par l'analyse des GMQ sur cette même période. Les GMQ varient de 168 g/j pour le lot « mélange » à 184 g/j pour le lot témoin, sans qu'aucune différence ne ressorte statistiquement.

2) Essai en 2021

Les agneaux de tous les lots débutent avec une excrétion très faible et comparable (Figure 9). Après la première période de cure, le niveau d'excrétions de tous les lots a augmenté, mais plus faiblement dans le lot chicorée (388 opg). Les lots plantain et témoin ont une excrétion moyenne par lots de 459 et 494 opg. Cette tendance se vérifie après les 3 semaines d'inter cure suivante où seul le lot chicoré ne franchit pas le seuil des 1000 opg en moyenne. De plus, le lot chicoré a un niveau d'excrétion significativement plus faible ($p < 0.05$) que celui du lot plantain. Lors de la 2^{ème} phase de cure et après les premiers départs à l'abattoir, une importante chute d'excrétion est observée sur l'ensemble des lots.

Hormis cette différence ponctuelle au niveau de l'excrétion, aucun effet durable du pâturage de la chicorée ou du plantain sur le niveau d'excrétion n'a pu être établi.

Les agneaux débutent l'essai avec un poids moyen de 22 kg. L'évolution du poids toutes les semaines est représentée ci-contre (Figure 10). Après la première cure, le poids moyen du lot plantain est supérieur (26,3 kg) à ceux des lots chicorée et témoin (25,7 kg), sans que cette différence ne soit significative. Au cours de l'inter cure, la croissance des agneaux du lot témoin marque le pas par rapport aux lots sur PMSB. Ainsi, le lot témoin a un poids moyen significativement plus faible au cours de l'inter cure. Cette différence estimée par le modèle, avec le lot chicorée et le lot plantain, est respectivement de -1.84 et de -2.63 kg en semaine 29. Cet écart se comble avec les pesées suivantes car les différences ne sont plus significatives.

Un effet en début de période a été observé sur la prise de poids des agneaux notamment sur le lot plantain qui n'apparaît plus lors des mesures suivantes avant les 1ers abattages. Aucune différence n'a pu d'ailleurs être mise en évidence sur le GMQ de la MEL aux 1ers abattages. Toutefois, sur la durée de l'essai, le GMQ moyen du lot plantain est sensiblement plus élevé de 20g/j par rapport au lot témoin.

IV - Résultats au Mourier

1) Essai en 2019

Les quatre lots ont une excrétion quasi-nulle au début de l'essai. Elles augmentent et dépassent le seuil des 500 opg après le premier mois pour l'ensemble des lots (Figure 11). Hormis le lot traité, seul le lot chicorée voit son excrétion se stabiliser autour des 1000-1200 opg. Toutefois, il est important de noter une grande variabilité intra-lots. Après traitement AH, le lot traité a des excréctions significativement plus faibles (< 500 opg) par rapport aux autres lots (semaine 28).

Lorsque l'ensemble des lots sont au complet, le lot témoin traité a un poids moyen supérieur aux autres lots, similaires entre eux (Figure 12). A la semaine 29, le poids du lot TNT (34,8 kg) plus faible

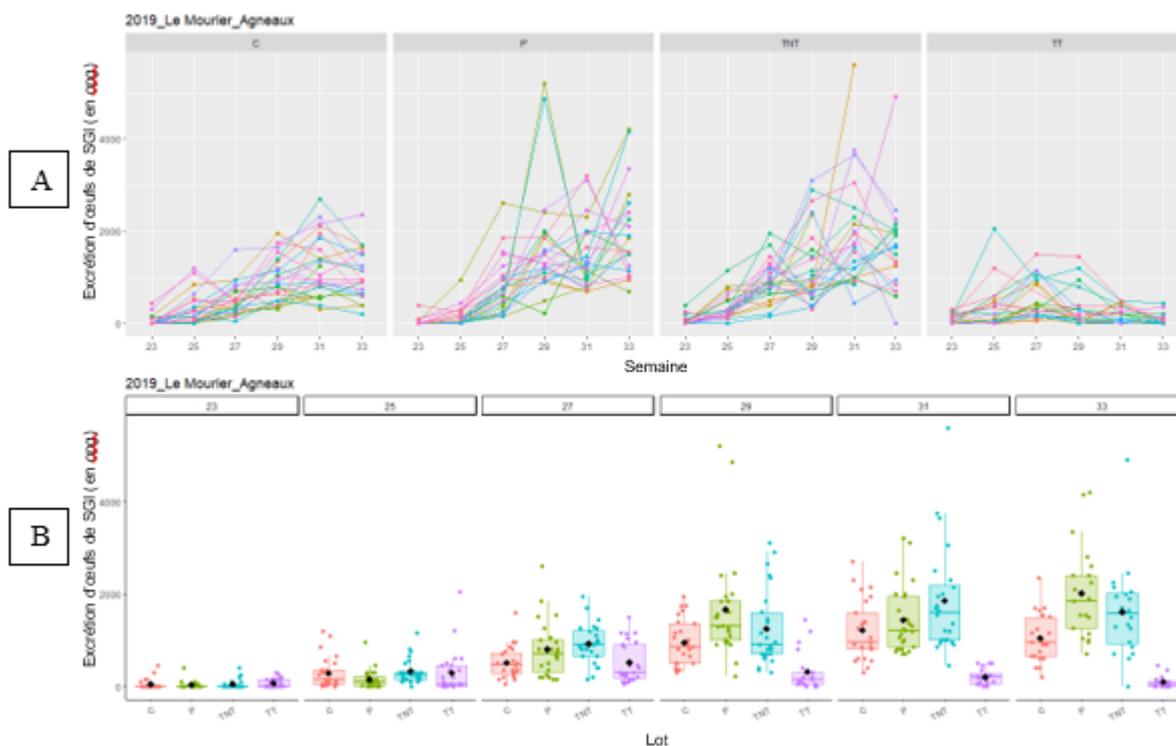


Figure 11 : Evolution par animal (A) des excrétions d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux au Mourier en 2019

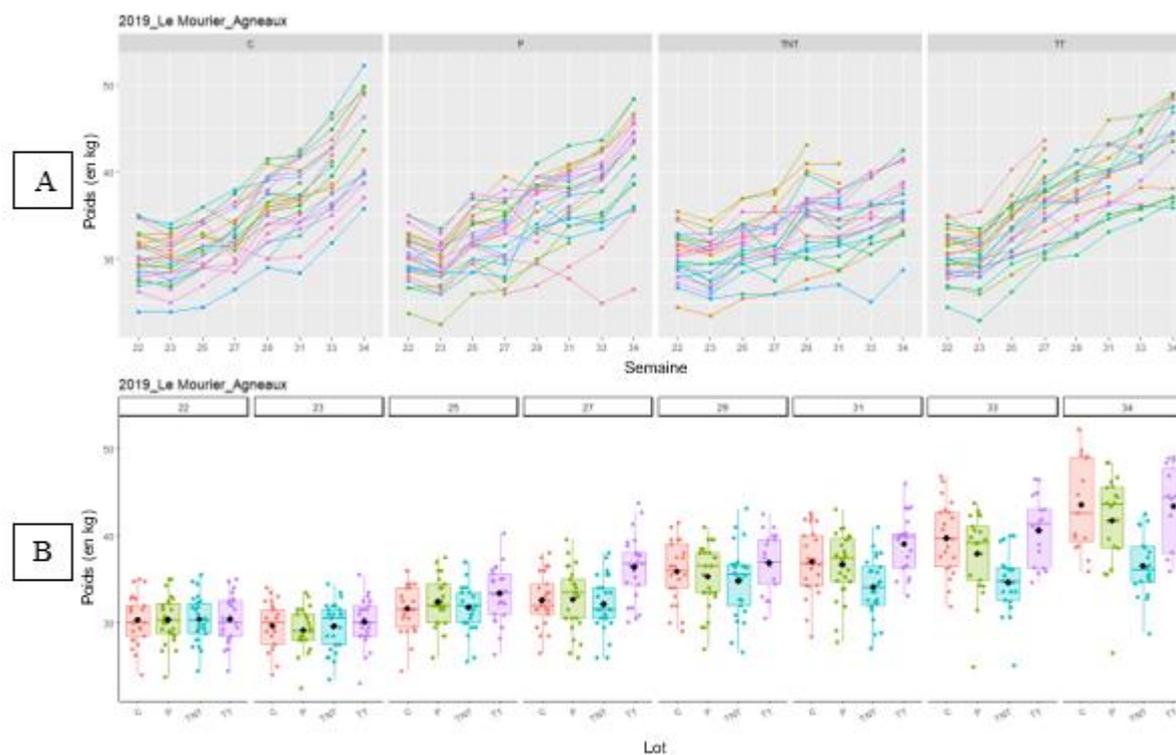


Figure 12 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux au Mourier en 2019

C : lot chicorée P : lot plantain TT : Témoin traité TNT : Témoin non traité

que celui du lot chicoré (25,9 kg), bien que non significatif ($p>0.05$). Aucune différence entre les lots sur PMSB et le lot témoin est visible au niveau du GMQ entre la MEL et les premiers départ. Toutefois si le GMQ est ramené à la durée de présence des animaux, des disparités entre les lots apparaissent. En effet, les agneaux du TNT (89 g/j) ont un GMQ MEL- sortie d'essai nettement plus faible par rapport aux lots sur le plantain (132 g/j) ou la chicorée (148 g/j).

2) Essai en 2020

Les excréctions parasitaires ont été mesurées toutes les 2 semaines. L'ensemble des lots débutent l'essai avec un faible taux d'excrétion de 120 à 220 opg en moyenne (Graphique 1 – Annexe 6). Après deux semaines d'essai, les excréctions des lots plantain et chicorée, bien que modérées, sont plus élevées que celles des lots témoin. Cette différence est toutefois non significative ($p<0.05$). A l'issue de la deuxième coproscopie, les agneaux du lot témoin traité reçoivent un traitement AH comme prévu dans le protocole. En semaine 27, les agneaux de ce lot ont ainsi une excrétion moyenne quasiment nulle avant d'augmenter en fin d'essai pour atteindre 674 opg. Le lot chicorée a des excréctions significativement ($p<0.05$) supérieures à celles du lot TNT, en dépassant les 1000 opg. En fin d'essai, alors que les excréctions se stabilisent pour le lot chicorée, elles s'amplifient pour les autres lots et sont même supérieures au lot chicorée. Aucun effet AH des PMSB ne peut être ressorti.

Les agneaux débutent l'essai avec un poids moyen de 27,6kg pour chaque lot (Graphique 2 – Annexe 6). Lors de la première pesée après seulement quelques jours d'essai (semaine 23) des différences apparaissent. Les agneaux pâturant les PMSB ont un poids stable après une semaine. Ce résultat peut s'expliquer par un temps d'adaptation, les agneaux n'étant pas habitués à pâturer ces plantes. Cet écart de poids s'observe lors des deux pesées suivantes. Après le traitement effectué (semaine 25), une différence entre les deux lots témoins se crée. En fin d'essai, aucun agneau ne présentait un état d'engraissement suffisant pour partir à l'abattoir. Aucune différence significative de poids entre le lot TNT et les lots chicorée et plantain n'a pu être soulignée. Le lot traité a un poids significativement ($p<0.05$) plus élevé par rapport aux autres lots, avec des différentiels de 2 à plus de 4,5 kg. Il est également notable que les agneaux du lot chicorée sont plus lourds ($p<0.05$) de 2 kg par rapport à ceux du lot plantain. Les GMQ sur la durée de l'essai confirme ces résultats. Les agneaux sur le plantain ont en moyenne une croissance moindre ($p<0.05$) que ceux du lot chicorée (105 contre 151 g/j).

Carmejane 2019 et 2020 :

En 2019, le pâturage du sainfoin semble contenir les excréments parasites qu'il soit pâturé en continu ou en cure, bien que non vérifié statistiquement. Lors de son pâturage en continu, une croissance plus élevée a pu être observée et se révèle significative avec le lot témoin. En effet, le GMQ sur la période de l'essai est en moyenne de +23g/j.

En 2020, le pâturage du sainfoin permet de contenir l'augmentation des excréments bien que la différence avec le lot témoin ne soit pas toujours significative ($p > 0.05$) au cours de l'essai. Parallèlement, il semble permettre de maintenir une croissance des animaux en période elle est habituellement impactée par une ressource herbagère limitante. Le GMQ est très nettement supérieur avec le sainfoin par rapport au lot témoin (140 Vs 30g/j)

Charolles 2021 (agneaux et agnelles) :

Aucun effet sur le niveau d'excrétion ni sur la croissance des animaux n'a pu être mis en évidence.

Theix 2019 et 2021 :

Aucune différence d'excrétion durable n'a pu être révélée entre les lots pâturant en cure des PMSB et les lots témoin en 2019 et 2021. En 2021, le plantain a permis d'avoir une meilleure croissance des animaux sur la durée de l'essai par rapport au lot témoin (+20g/j).

Mourier 2019 et 2020 :

Aucune influence du pâturage en continu du plantain ou de la chicorée n'a pu être relevée sur le niveau d'excrétion. En 2019, ces PMSB ont amélioré en moyenne le GMQ, sur la durée de présence des animaux en essai, d'environ 40 g/j pour le plantain à près de 60 g/j pour la chicorée. En 2021, le GMQ sur la durée de l'essai était plus faible pour le plantain par rapport à la chicorée, sans qu'aucune différence significative ne soit avec le témoin.

Résultats globaux :

Les différents essais menés dans différentes conditions n'ont pas mis en évidence d'effet AH du pâturage de la chicorée et du plantain. Le sainfoin quant à lui semble permettre de contenir l'augmentation des excréments et ce davantage lors d'un pâturage continu. De plus, il a permis d'améliorer la croissance des animaux. Les résultats avec le plantain et la chicorée sont plus contrastés mais ne permettent pas toujours de mettre en évidence un effet sur la croissance des animaux.

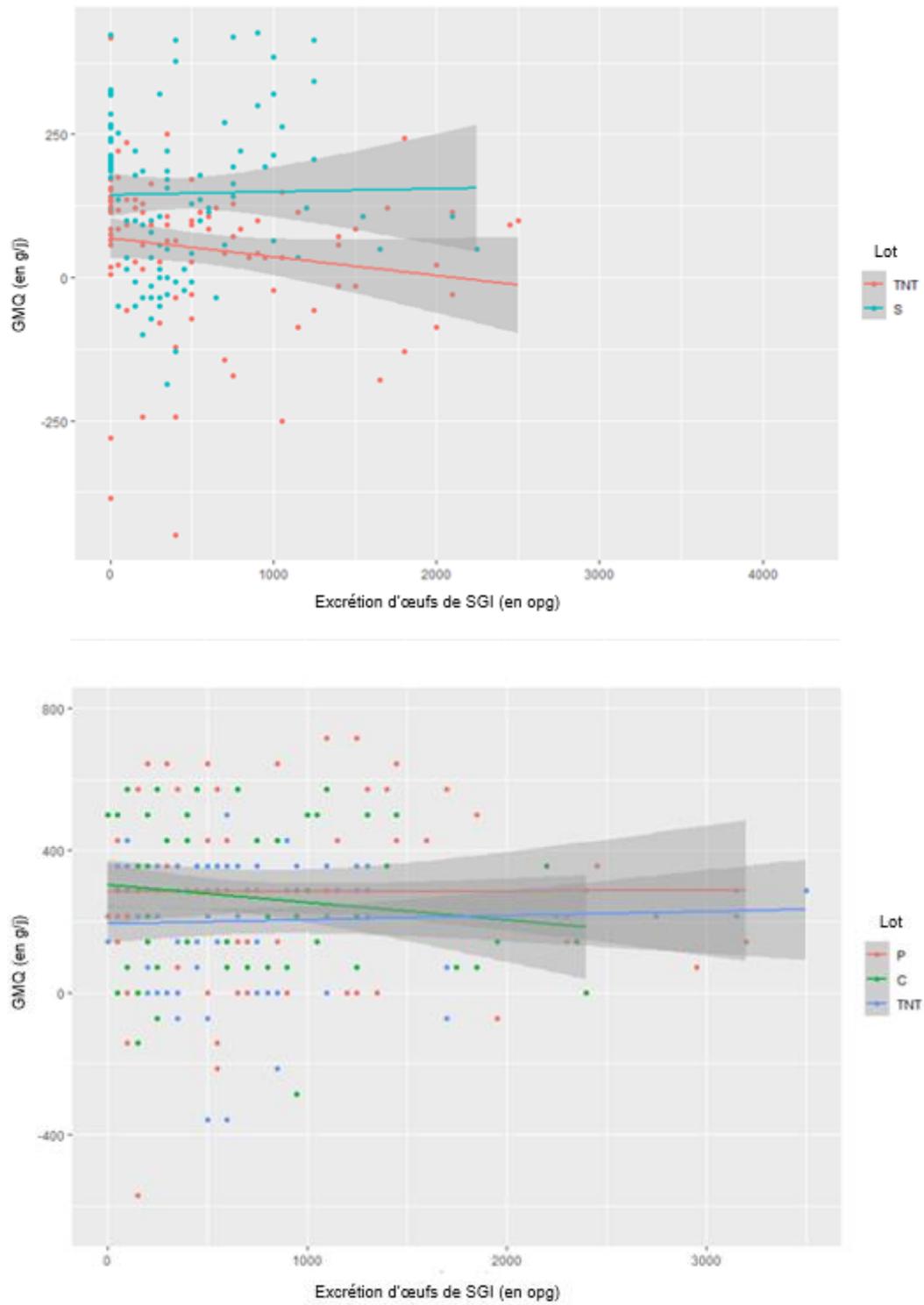


Figure 13 : Représentations du GMQ entre deux pesées successives en fonction du niveau d'excrétion d'œufs de SGI lors de la première pesée pour les essais à Carmejane en 2019 (en haut) et à Theix en 2021 (en bas)

C : lot chicorée	P : lot plantain	S : lot sainfoin en continu	TNT : témoin
SGI : Strongles gastro-intestinaux		opg : œufs par gramme de fèces	

V - Existe-t-il un lien entre le niveau d'excrétion et la croissance ?

Le lien entre les excréments parasites et la croissance associée a été recherché. Ainsi, les GMQ entre les deux pesées sont représentés en fonction des excréments obtenus lors de la première pesée (A) ou de la seconde (B) (Figure 14). A travers la première représentation, l'effet de l'excrétion sur la croissance de l'animal, sur la période qui va suivre, est recherché. Dans le deuxième cas, il s'agit d'observer les excréments des animaux selon leur niveau de croissance. Le but est de savoir si la baisse de croissance peut s'expliquer par une excrétion élevée et ainsi possiblement par une charge parasitaire importante. Ces représentations reposent sur l'hypothèse que la croissance se reflète uniquement par le niveau d'excrétion bien qu'il existe d'autres facteurs pouvant influencer ces résultats (Partie III.2 du Contexte).



Figure 14 : Schéma des interactions recherchées entre la croissance, avec le GMQ, et l'excrétion d'oeufs de SGI

Il a été retenu de sélectionner les résultats obtenus à Carmejane en 2020 et de Theix en 2021, deux sites sur lesquels les résultats sont différents. En effet, le sainfoin semble contenir les excréments parasites et assurer des croissances supérieures par rapport au lot témoin. Il est donc possible de se poser les questions suivantes : Ces deux résultats sont-ils liés ? Le nombre d'œufs excrétés a-t-il une influence sur la croissance des animaux ?

En 2021 à Theix, aucune différence n'a pu être mise en avant au niveau des excréments mais le plantain semblait permettre une meilleure croissance. Ce résultat amène à la question suivante : Des animaux ont-ils une meilleure croissance en pâturant des PMSB malgré un niveau d'excrétion similaire ?

En 2019 à Carmejane, il y a une forte variabilité dans la croissance observée pour des excréments inférieures à 500 opg, sans différence observable entre les lots (Figure 13). Lorsque les excréments sont au-delà de 500 opg, les croissances sur la période qui suit la coproscopie sont globalement supérieures avec le sainfoin. Ainsi, le sainfoin permet-il une plus grande résilience vis-à-vis des SGI ? La courbe de régression ne permet pas de mettre en évidence un impact de l'excrétion observée sur le GMQ au niveau des lots. Les résultats de Theix lors de l'essai 2021 vont dans le même sens (Figure 13). Des individus peuvent avoir une croissance élevée (>200 g/j) et ceci malgré une excrétion élevée (>1000 opg). Ces animaux sont-ils plus résilients ? L'effet du pâturage des PMSB pour maintenir une croissance malgré une excrétion élevée ne peut clairement pas être mis en évidence.

La figure 15 représente l'évolution des GMQ par rapport aux excréments mesurés à l'issue de la période sur laquelle le GMQ est calculé. Il est possible de penser que les croissances observées les plus faibles concernent les individus avec la plus forte excrétion. Or, des individus ont une croissance très faible, voire nulle alors que leur excrétion est peu élevée (<500 opg) donc on ne peut pas confirmer cette hypothèse.

Finalement, l'ensemble des représentations n'a pas permis de mettre en évidence un lien entre excrétion et niveau de croissance.

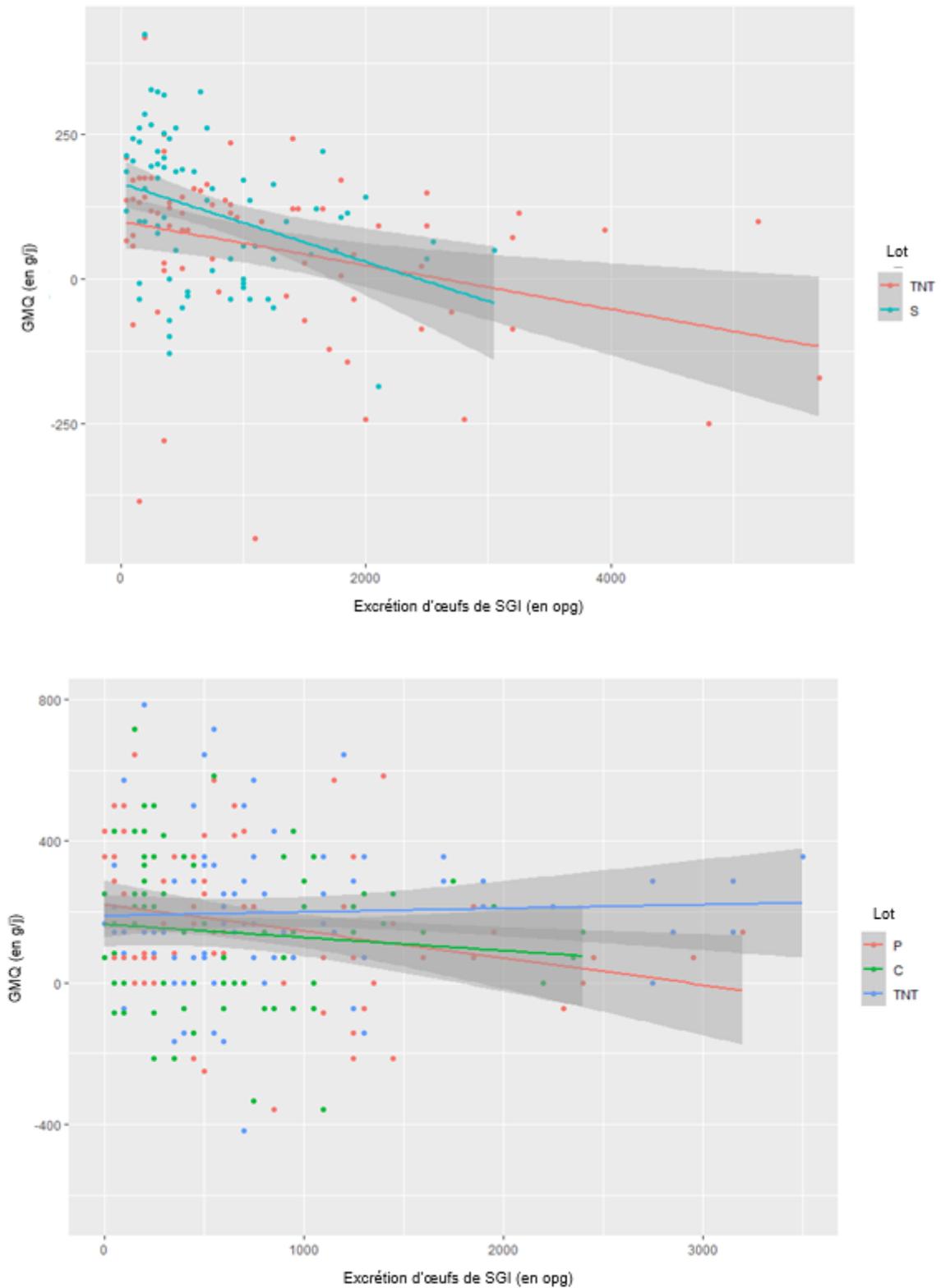


Figure 15 : Représentations du GMQ entre deux pesées successives en fonction du niveau d'excrétion d'œufs de SGI lors de la deuxième pesée pour les essais à Carmejane en 2019 (en haut) et à Theix en 2021 (en bas)

C : lot chicorée	P : lot plantain	S : lot sainfoin en continu	TNT : témoin
SGI : Strongles gastro-intestinaux		opg : œufs par gramme de fèces	

PARTIE 4 : DISCUSSION

I - Les limites et les points forts de la méthode utilisée

Pour rappel, l'étude a pour but d'étudier l'intérêt du pâturage de PMSB dans la maîtrise des SGI. Elle s'intéresse également à leur capacité à assurer des performances zootechniques. Cette étude a permis de conclure sur ces deux points mais des limites persistent quant à la méthode utilisée pour les obtenir.

1) Une diversité de modalités testées autour d'un protocole commun

Un protocole commun a été conduit dans 4 sites pour évaluer les intérêts des espèces de PMS différentes - Sainfoin, Chicorée et Plantain - dans des conditions différentes. En effet, chaque site a un statut parasitaire qui lui est propre mais tous partagent une problématique commune : l'émergence croissante de résistance des SGI aux AH. Ainsi ce choix de diversifier les espèces testées et les conduites au pâturage est judicieux dans la recherche de son effet antiparasitaire et de ses conditions de réussite.

Il a été choisi de tester le pâturage du plantain et de la chicorée en continu sur le site du Mourier, de Charolles et en cure de quinze jours à Theix. Cette durée de 2 semaines correspond à la durée minimale pour observer un effet antiparasitaire (Gaudin 2017). Ainsi, par ce choix, l'effet de la durée de pâturage des PMSB a été recherché ; ce qui paraît pertinent pour proposer une conduite de ces plantes aux éleveurs à partir des résultats obtenus. De plus, les essais menés sur ces quatre sites portaient sur des agneaux de boucherie et des agnelles de renouvellement. Ces animaux sont les plus sensibles aux parasites et avec des enjeux du parasitisme essentiels. Etudier ces deux catégories animales s'est révélé judicieux car les objectifs de croissances ne sont pas les mêmes.

2) Des biais dans l'interprétation des résultats

a) Une adaptation du protocole liée aux contraintes des différents sites

Le choix d'implanter des parcelles composées exclusivement de PMSB devaient permettre d'apporter la ressource suffisante et de pouvoir évaluer la quantité de PMSB consommée et ainsi la teneur en MSB ingérée. Toutefois des biais ont été introduits et doivent être pris en compte dans l'interprétation des résultats.

Tout d'abord, pour des raisons logistiques, les agnelles de renouvellement en cure sur la parcelle de sainfoin à Carmejane en 2019 ont alterné entre la parcelle du lot sainfoin pâturant en continu et celle du lot témoin. Les animaux ainsi mélangés peuvent développer des infestations croisées. Ainsi, les animaux forts excréteurs d'un lot peuvent contaminer les animaux de l'autre lot, par un salissement des parcelles, ce qui de fait biaise les résultats d'excrétion parasitaire. Pour cette raison, le protocole a été modifié sur ce site pour l'essai conduit en 2020.

Par ailleurs, l'ensemble des lots a été traité avec un AH à la suite d'une erreur humaine lors de l'essai conduit à Charolles avec des agneaux. Or, seul le lot témoin devait être traité en lien avec l'aspect des animaux et les croissances dégradées. Ainsi, les résultats n'ont pas pu être inclus dans l'analyse, ces traitements impliquant une impossibilité de dissocier l'effet des plantes et celui du traitement dans les résultats.

De plus, à Charolles, l'essai portant sur les agnelles ne comportait pas de lot témoin car les effectifs d'animaux étaient insuffisants pour constituer trois lots d'agnelles. En conséquence, il a été possible de comparer les résultats entre deux plantes contenant des PMSB (la chicorée et le plantain) mais pas de mesurer les effets de ces plantes sur ce site.

Bien que la volonté fût de ne pas compléter les animaux, un apport de concentré a dû être réalisé sur le site de Theix et du Mourier en 2019, en raison d'une diminution de la croissance et d'une ressource fourragère devenue insuffisante. Elle a eu lieu lors de la seconde cure à Theix et en fin d'essai, à partir du 7 août, au Mourier. Ces apports ont exercé une influence sur les croissances suivantes même si tous les lots recevaient le même niveau de complémentation. Cela a aussi pu influencer les résultats d'excrétions à la suite d'une dilution des taux de tanins dans la ration, les concentrés distribués en étant dépourvus.

b) Des limites dans les méthodes d'évaluation de l'excrétion

Le suivi parasitaire des animaux a été évalué à partir d'une méthode indirecte sur tous les sites : la coproscopie. Celle-ci vise à mesurer l'excrétion parasitaire correspondant au nombre d'œufs retrouvés dans les fèces. Or, il existe un temps de latence entre l'infestation par les larves et les excréments observés. Les larves L3 infestantes doivent se développer en stade adulte, qui devront excréter des œufs avant de pouvoir les dénombrer pour avoir un aperçu sur l'importance du parasite ou non. Cette méthode reste néanmoins la méthode la plus facile à mettre en place et la plus présente en élevage.

Des analyses pour mesurer le taux d'infestation des animaux ont été réalisés dans deux essais seulement via le dénombrement des vers présents dans le tractus digestif des animaux sur une partie d'entre eux. Cette analyse permet d'identifier les espèces présentes et leurs proportions, ce qui n'est pas possible pour les coproscopies du fait de la ressemblance des œufs. Cependant, cette analyse est coûteuse, longue, fastidieuse à mettre en place et très peu de laboratoires peuvent le faire. De plus, Elle nécessite la mise à mort des animaux. Il n'a donc pas été possible de le faire sur l'ensemble des animaux.

3) Une absence de répétition des modalités

Les variations des conditions d'étude entre les sites a permis d'évaluer l'intérêt des PMSB dans un large éventail de conditions mais pas d'effectuer une analyse globale. En effet, les disparités d'espèces pâturées, de conditions pédoclimatiques, de caractéristiques des animaux a contraint à une analyse par site et par année. Ainsi, chaque essai a été analysé indépendamment. Bien qu'il pourrait être envisageable d'analyser les données par site et non par essai, l'importance des conditions climatiques, dans la disponibilité des ressources et la concentration des MSB, a conduit à distinguer les essais par années d'un même site.

Ainsi, hormis à Theix avec la création de deux sous-lots, il n'y a pas eu d'autres répétitions d'essais sur les sites. La création de répétition permet de comparer deux lots conduits dans les mêmes conditions quand des références ne sont pas disponibles. Les répétitions permettent de renforcer les résultats obtenus sur un lot ou bien de soulever des différences. Toutefois, la complexité logistique à la mise en place de lots multiples et le nombre d'animaux important nécessaire ont justifié cette décision.

II – Discussion des Résultats

1) L'excrétion parasitaire selon l'espèce de plante

a) Le sainfoin

Les résultats avec du sainfoin, ont permis d'observer des différences entre un lot pâturant des PMSB et un lot témoin contenant peu de MSB. Le pâturage du sainfoin tend à contenir les excréments parasites, les différences obtenues n'étaient pas toujours significatives. Dans la bibliographie, des études confirment ce résultat en mettant en évidence une réduction significative des excréments d'œufs de SGI, jusqu'à 50% (Thamsborg et al., 2001; Paolini et al. 2005). Toutefois, dans l'étude

Athanasiadou et al. (2005) aucun effet significatif n'est ressorti sur l'excrétion parasitaire. La concentration en TC est citée comme étant probablement insuffisante (1,5 % de la MS).

b) La chicorée

Pour la chicorée, les niveaux d'excrétion ne sont pas significativement différents de ceux obtenus avec les lots témoins. Ce résultat va dans le même sens que plusieurs études, où aucune différence du nombre d'œufs excrétés n'avait été observée (Marley et al. 2003; Tzamaloukas et al. 2005). Ils avaient toutefois observé une réduction du nombre de vers au niveau de la caillette. Ces observations devront être confrontées aux résultats des analyses de tractus effectuées. Les résultats tardifs et partiels n'ont pas permis de les intégrer. Ils permettront d'obtenir, sur un petit nombre d'animaux, les espèces présentes et le nombre de vers pour chacune d'entre elles.

c) Le plantain

Une des rares études sur le plantain montre une réduction des excréments comparée à une prairie de ray-grass anglais (Judson et al., 2009). Cette diminution des excréments n'a pu être soulignée dans aucun des essais menés. Il est important de noter qu'il s'agissait, dans l'étude, de brebis infestées avec *Teladorsagia circumcincta* une semaine avant l'agnelage (Judson et al., 2009). Il est donc possible de penser que la brebis et l'agneau ont développé une immunité.

2) La croissance des animaux selon l'espèce de plante

a) Le sainfoin

Le sainfoin a permis en 2020 de maintenir la croissance des agnelles alors qu'une perte de croissance avait lieu sur le lot témoin. Cette perte est habituellement observée sur ce site quand la ressource fourragère disponible est limitante. Le sainfoin offre donc une ressource fourragère de meilleure qualité en période estivale que des prairies à base de graminées. Ceci vient corroborer les observations d'une étude qui a montré que le sainfoin est une plante résistante à la sécheresse et disposant d'une bonne valeur alimentaire (Aufrère et al. 2013).

b) La chicorée

Les références bibliographiques concernant la croissance induite par le pâturage de la chicorée sont plus contrastées. Certaines études mettent en avant de meilleures vitesses de croissance (Pena-Espinoza et al. 2018; Marley et al. 2003) tandis qu'aucune différence significative n'est mesurée pour d'autres (Tzamaloukas et al. 2005; Athanasiadou et al. 2005). Ce contraste ressort dans nos essais. La chicorée a permis une amélioration de la croissance de près de 60 g/j sur seulement un essai. Dans les autres essais, aucune différence n'est ressortie avec le lot témoin.

c) Le plantain

Avec le plantain, une meilleure croissance a été observée sur la durée totale de deux essais avec un gain s'élevant de 20 à 40 g/j par rapport au lot témoin. Ce résultat corrobore le gain de croissance, du plantain par rapport à une prairie de ray-grass anglais, ressortit dans une étude (Judson et al., 2009). Toutefois, cette amélioration de la croissance n'a pas été mise en évidence sur l'ensemble des essais, avec des croissances similaires aux témoins.

3) Plusieurs facteurs peuvent impacter les résultats

a) Des difficultés d'implantations impactant la teneur en MSB consommée

Des impacts positifs des plantes à MSB sur les strongles digestifs, issus d'études in-vitro, ont été observés lorsque les concentrations en TC sont supérieures à 4,5% (Min et al., 2003). Or, ces concentrations sont difficiles à évaluer in-vivo, c'est à dire en conditions réelles. Dans nos essais, l'évaluation de la teneur en MSB des plantes pâturées n'est pas optimale pour différentes raisons. Tout d'abord, le choix premier a été d'implanter des parcelles en pures pour maximiser la quantité de MSB mis à disposition de l'animal. Il devait permettre d'éviter un potentiel effet de dilution et d'éventuelles interactions entre les PMSB. De plus, ce type d'implantation permet de s'assurer que l'animal consomme la plante d'intérêt. Or, un salissement important, causé par des graminées et des dicotylédones, a été observé. Ainsi, les parcelles contenaient en réalité moins de 50% de plantes d'intérêt, sauf sur le site de Carmejane implanté en sainfoin. En conséquence, sur ces essais, il est impossible de déterminer la teneur réelle de PMSB consommée et donc la quantité de PMSB en contact avec les strongles. Il est fortement probable que la teneur en PMSB minimale nécessaire pour un effet sur les SGI ne soit pas atteinte. Pour rappel, la teneur en TC doit atteindre 4,5% pour obtenir des résultats (Min et al., 2003). L'implantation réussie à Carmejane peut participer à l'obtention des résultats observés sur ce site. Les concentrations en MSB en à ce stade du projet ne sont pas disponibles.

b) Influence de la durée de pâturage

En fonction des sites, les essais ont des durées variables. Elles vont de 3 semaines à 3 mois. Ainsi, l'observation de l'effet AH des PMSB peut nécessiter une durée minimale pour mesurer les effets du pâturage : durée qui n'a potentiellement pas été suffisante sur chacun des sites. Par exemple, un essai avec des agnelles n'a duré que 3 semaines, en raison d'un manque d'herbe. Ainsi, l'absence de résultats sur certains essais peut être dû à une durée totale de l'essai trop courte.

Sur le site de Theix, l'étude concerne le pâturage du plantain et de la chicorée en cure de 2 semaines. Bien que correspondant à la durée minimale (Gaudin 2017), cette durée est-elle suffisante ? L'efficacité de la chicorée contre les SGI a été démontrée pour des durées de pâturage supérieures : 5 (Marley et al. 2003) ou 6 semaines (Niezen et al. 1995; Athanasiadou et al. 2005). De plus, aucune différence d'excrétion a été observée dans une étude sur deux semaines (Tzamaloukas et al. 2005).

L'absence de résultats pourrait s'expliquer par une durée de pâturage des PMSB insuffisante. En effet, à Carmejane, en 2019, un essai a porté sur l'étude d'un lot en cure de 3 semaines avec un lot en pâturage continu sur du sainfoin. Les premiers résultats montrent que le lot en pâturage continu a des croissances plus importantes et des niveaux d'excrétions plus bas que le lot témoin et le lot en cure. Néanmoins, le lot en cure semble avoir de meilleurs résultats, sur les excrétions et la croissance, que le lot témoin. Cela confirme le fait que la durée de consommation de la plante a un effet sur les performances observées. Ainsi 2 ou 3 semaines de cure (effectué à Carmejane et à Theix) n'est peut-être pas suffisant pour observer des différences significatives avec un lot témoin. Le nombre de cures effectué peut également avoir son importance.

c) Hauteur d'herbe et biomasse disponible

Bien que le sainfoin, la chicorée ou le plantain ait une bonne résistance à la sécheresse, la ressource a pu être limitante sur certains essais. Par exemple, sur le site du Mourier, les deux essais ont été maintenus malgré des hauteurs d'herbe inférieures à 5 cm (hauteur conseillée pour la sortie des animaux). En 2019, le manque de ressource herbagère n'a pas permis de couvrir les besoins des animaux si bien qu'ils ont dû être complémenté. Il est difficile d'évaluer l'effet du pâturage sur les performances zootechniques et sanitaires lorsque la ressource n'est pas suffisante.

Tableau 6 : Pluviométrie d'avril à septembre selon les sites et les années (d'après les données météorologiques des sites)

Année	Lieu	Pluviométrie (en mm) par mois					
		AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOÛT	SEPTEMBRE
2019	Carmejane	96	85	14	48	4	40
	Mourier	74	76	117	32	17	/
	Theix	/	/	66	117	35	31
2020	Mourier	98	51	73	3	60	/
	Carmejane	29	125	108	10	12	46
2021	Charolles	56	163	274	131	29	/
	Theix	/	/	152	103	30	144

Légende :

 = périodes de déroulement des essais

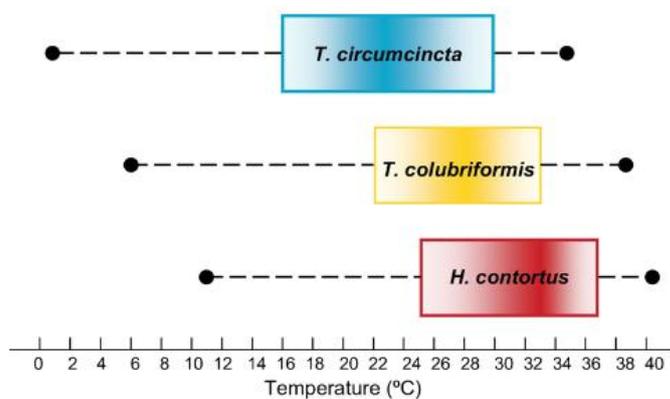


Figure 16 : Echelle de température permettant le développement des oeufs en larves L3 (source: O'connor et al,2006)

Aussi, la hauteur de pâturage peut impacter les résultats, la proportion de larves infestantes de SGI n'étant pas la même selon la hauteur de la plante. La proportion la plus élevée se retrouve dans les premiers centimètres. En effet, dans les 5 premiers centimètres, 80% des larves sont présentes en moyenne (Vial-Novella 2021). Au Mourier en 2020, le choix a été fait de continuer l'essai malgré une hauteur d'herbe nettement inférieure. Cette pratique a donc pu impacter la croissance des animaux et leur niveau d'infestation. Pour les lots plantain et chicorée, les hauteurs de sortie étaient en moyenne inférieures à 5 cm, alors qu'elles étaient supérieures pour les lots témoin. Il est donc envisageable que les animaux des lots témoins aient eu une infestation plus importante, biaisant ainsi les résultats

d) L'effet des conditions climatiques

Les conditions climatiques peuvent jouer un rôle important dans les résultats observés, à différents niveaux. Ces conditions peuvent influencer le développement des PMSB et la concentration en molécules d'intérêts. Il a été démontré dans des études reprises par Aufrère en 2013 que les teneurs en TC augmentent avec l'intensité lumineuse et la température. De plus, cette teneur varie selon le stade physiologique et l'organe de la plante. La teneur en TC va également augmenter avec un stress hydrique (Aufrère et al. 2013). Nous pouvons nous interroger pour savoir si cet effet est aussi valable pour les autres MSB. Les résultats des suivis agronomiques à venir apporteront des éléments de réponse. La pluviométrie au cours des différents essais sont reprises dans un tableau ci-contre (Tableau 6). Il met en évidence la disparité entre les sites tant sur la quantité que sur la répartition des précipitations.

Lors de l'essai Carmejane 2020, où les plus importantes différences ont été observés avec des précipitations qui ont été divisé par 10 entre juin et juillet. Il est possible de constater que les précipitations ont été très faibles. Avec seulement 22 mm sur les deux premiers mois de l'essai, le stress hydrique occasionné a peut-être permis d'atteindre des concentrations en TC plus importante conduisant aux résultats constatés.

Toutefois, en l'état actuel des choses, aucune mesure ne permet d'affirmer que la teneur en MSB des parcelles était satisfaisante pour l'ensemble des essais réalisés. Il est ainsi possible de se demander si la teneur en TC et plus largement en MSB est suffisante.

Enfin, les conditions climatiques vont également jouer un rôle sur les parasites. En effet, ces derniers ont une partie de leur cycle de développement dans le milieu extérieur et sont soumis aux conditions du milieu dans lequel ils évoluent. L'échelle de température pour développement des œufs en larves infestantes est représentée sur la Figure 16 (O'Connor et al., 2006) Les boîtes représentent les températures optimales. Ainsi les SGI se développent davantage par temps chaud et humide. L'humidité est nécessaire aux larves pour leur migration vers l'herbe (Vial-Novella 2021). Les conditions de température et d'humidité associées aux précipitations ont joué un rôle dans l'infestation des animaux et donc des résultats, bien que ce soit difficile de l'évaluer.

III – Des résultats qui peuvent conduire à de nouvelles perspectives

1) Obtenir une teneur en MSB suffisante, un défi

La multiplicité des facteurs impactant la teneur en MSB et ainsi les effets escomptés sur les SGI font, du pâturage des PMSB, une solution difficilement envisageable en élevage pour remplacer un traitement chimique ou même en prévention. Afin de s'affranchir des facteurs de variation des MSB, un autre projet a notamment étudié l'effet AH en contrôlant la quantité de MSB consommée. Dans le cadre de ce projet, nommé PARALUT, des aliments avec une concentration en TC connue a été distribué à l'auge. Ainsi des concentrés ou du foin de sainfoin, avec des concentrations atteignant 20% de TC ont été incorporés dans la ration des animaux. Cependant, aucune différence n'a été

observée par rapport à un concentré sans MSB en termes d'excrétion en strongles digestifs. Ces résultats peuvent s'expliquer par la faible teneur de TC de la quantité totale distribuée ; 0,8 et 0,9% de MS pour les concentrés et 0,6% pour le foin. Même lorsque la quantité de TC est contrôlée, elle reste nettement inférieure aux teneurs recommandées (4,5%) permettant de montrer des résultats probants, (Min et Hart 2003). Il serait envisageable d'administrer par voie orale aux animaux une teneur plus élevée de TC, et plus largement de MSB, par leur extraction des plantes et leur concentration. A ma connaissance, aucune étude n'a été menée sur l'administration des MSB sous cette forme. Ceci pourrait faire l'objet d'études futures.

2) L'évolution des teneurs en MSB à explorer

Il a été énoncé que la teneur en TC des plantes dépendait de leur stade de développement (Aufrère et al. 2013). Il pourrait être intéressant dans des études futures de mesurer les teneurs en MSB à différents stades afin de mettre en évidence ceux qui permettent d'obtenir une concentration minimum permettant d'obtenir des effets AH. Des mesures de ces teneurs vont être effectuées sur des essais agronomiques, menés en parallèle dans le cadre du projet FASTOChe. Les résultats à venir apporteront des éléments de réponse.

3) Une sélection d'individus résistants à développer

Compte tenu du nombre de données disponibles en termes d'excrétion et de croissance, nous avons tenté d'établir s'il existait un lien entre l'excrétion et la croissance des animaux. Les résultats obtenus montrent qu'il n'existe aucune relation entre le niveau d'œufs excrétés et le GMQ associé sur la période étudiée. Il a néanmoins été observé que des individus, malgré une forte excrétion, pouvaient avoir une croissance élevée. Ces individus sont intéressants car ils semblent supporter une charge parasitaire importante sans impacter leur performance. Il est donc important de comprendre les mécanismes leur permettant d'être plus résistants et résilients afin de pouvoir les sélectionner. Ce travail a été initié dans le cadre du projet PARALUT et mériterait d'être poursuivi.

4) Un intérêt zootechnique à creuser

Bien que l'activité AH a peu été mise en évidence, les performances des animaux pâturant les plantes à MSB sont intéressantes. En effet, leur appétence et leurs qualités nutritionnelles peuvent conduire à réfléchir à leur intégration dans les prairies, non pas en pures mais en mélanges (Aufrère et al., 2013). En effet, il est possible d'imaginer que leur incorporation aux mélanges prairiaux permettrait de bénéficier de leurs qualités nutritionnelles et de leur résistance plus élevée aux sécheresses (Sanderson et al. 2003).

Conclusion

Face à la montée croissante des résistances des SGI aux traitements pharmaceutiques, la recherche de solutions alternatives devient un enjeu majeur. L'utilisation de MSB, contenus dans certaines plantes a démontré une action sur les SGI dans plusieurs études *in vitro* et *in vivo*. Le projet FASTOCHe étudie l'intérêt du pâturage des PMSB pour maîtriser la charge parasitaire en SGI en ovin et pour assurer des performances zootechniques. Au total, ce sont 8 essais sur des agneaux et agnelles, catégories les plus sensibles au parasitisme, répartis sur 4 sites en France qui ont été réalisés. Parmi les mesures effectuées, on retrouve des coproscopies et des pesées à intervalles de temps réguliers pour suivre l'évolution des excréments d'œufs de SGI et la croissance des animaux.

Les essais, conduits avec trois espèces (chicorée, plantain et sainfoin) aux MSB différents, ont mis en évidence des effets variables sur les excréments d'œufs de strongles et sur la croissance des animaux.

Dans le cadre de l'étude, le sainfoin a permis d'assurer une croissance des animaux lorsque celle-ci était impactée en période estivale, au cours de laquelle la ressource herbagère devient limitante. Le sainfoin a également contenu l'augmentation des excréments d'œufs de SGI.

Au cours des essais menés avec le plantain ou la chicorée, aucun effet du pâturage de ces plantes sur le niveau d'excrétion n'est ressorti. Cependant, dans un tiers des essais menés, une amélioration significative de la croissance sur la durée totale de l'essai a été mise en évidence. Ce gain est en moyenne de 20 à 40 g/j pour le plantain et de 60 g/j pour la chicorée.

Enfin, aucun lien entre les niveaux d'excréments parasites et les croissances associées n'a été mis en évidence.

Les résultats ont été obtenus dans des conditions spécifiques à chaque site (climat, espèces testées, conduites adoptées). Ils doivent donc être nuancés car de nombreux facteurs ont pu les influencer. D'une part, une teneur suffisante en MSB est un élément clé pour l'observation d'effet sur le niveau d'excrétion. Or celle-ci varie au cours du temps sous l'influence de différents facteurs tel que le climat et ces données ne sont pas disponibles dans l'étude. D'autre part, des biais potentiels liés à une ressource herbagère parfois limitante ou un salissement des parcelles impactent la disponibilité en MSB.

La teneur en MSB au pâturage étant soumise à de nombreux éléments, l'utilisation de ces plantes en élevage paraît difficile à mettre en place. Au regard des résultats obtenus, le pâturage des PMSB n'apparaît pas être une solution préventive et ne remplace pas un traitement anthelminthique. D'autres solutions sont à l'étude et, parmi elles, la sélection d'individus résistants avec une plus faible excrétion. Dans l'analyse, des individus semblaient avoir une capacité à maintenir leurs croissances malgré des excréments élevés. Est-ce le signe d'une résilience ? La piste de la sélection d'individus résistants est prometteuse et mérite d'être poursuivie.

BIBLIOGRAPHIE

- Andlauer, Wilfried, et Peter Fürst. 2002. « Nutraceuticals: A Piece of History, Present Status and Outlook ». *Food Research International* 35 (2-3): 171-76. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(01\)00179-X](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(01)00179-X).
- Astruc, JM., J. Beudou, L. Bordes, J. Clément, F. Fidelle, et P. Jacquet. 2021. « Parasitisme : agir vite pour éviter l'impasse ».
- Athanasiadou, S, I Kyriazakis, F Jackson, et R.L Coop. 2001. « Direct Anthelmintic Effects of Condensed Tannins towards Different Gastrointestinal Nematodes of Sheep: In Vitro and in Vivo Studies ». *Veterinary Parasitology* 99 (3): 205-19. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(01\)00467-8](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(01)00467-8).
- Athanasiadou, S., O. Tzamaloukas, I. Kyriazakis, F. Jackson, et R.L. Coop. 2005. « Testing for Direct Anthelmintic Effects of Bioactive Forages against *Trichostrongylus Colubriformis* in Grazing Sheep ». *Veterinary Parasitology* 127 (3-4): 233-43. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2004.09.031>.
- Aufrère, J., M. Dudillieu, D. Andueza, C. Poncet, et R. Baumont. 2013. « Mixing Sainfoin and Lucerne to Improve the Feed Value of Legumes Fed to Sheep by the Effect of Condensed Tannins ». *Animal* 7 (1): 82-92. <https://doi.org/10.1017/S1751731112001097>.
- Aufrère, J, K Theodoridou, et R Baumont. 2013. « Valeur agronomique et alimentaire du sainfoin », 13.
- Berard, N. C., Y. Wang, K. M. Wittenberg, D. O. Krause, B. E. Coulman, T. A. McAllister, et K. H. Ominski. 2011. « Condensed Tannin Concentrations Found in Vegetative and Mature Forage Legumes Grown in Western Canada ». *Canadian Journal of Plant Science* 91 (4): 669-75. <https://doi.org/10.4141/cjps10153>.
- Brooker, JD. 1999. « Tanins in livestock and human nutrition ». *Aciair proceedings*, 1999.
- Cabaret, J. 2017. « Parasitisme interne des ruminants (strongles) et utilisation du pâturage : comment faire durablement bon ménage ? » In .
- Chambre d'Agriculture. NC. « Plantes fourragères à tannins : des avantages encore mal maîtrisés ».
- Coffey, Linda, Margo Hale, Tom Terrill, Jorge Mosjidis, Jim Miller, et Joan Burke. 2007. « Tools for Managing Internal Parasites in Small Ruminants: *Sericea Lespedeza* ». *Attra - National Sustainable Agriculture Information Service*, 8.
- Coop, R.L., et I. Kyriazakis. 1999. « Nutrition-Parasite Interaction ». *Veterinary Parasitology* 84 (3-4): 187-204. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(99\)00070-9](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(99)00070-9).
- Foster, J., W. Clapham, D. Belesky, M. Labreuveux, M. Hall, et M. Sanderson. 2006. « Influence of Cultivation Site on Sesquiterpene Lactone Composition of Forage Chicory (*Cichorium intybus* L.) ». *Agri.Food.Chem* 5 (54): 1772-78.
- Gaudin, E. 2017. « Le sainfoin déshydraté - un modèle de nutriment dans la lutte contre les nématodes parasites des petits ruminants ». Université de Toulouse.
- Gordon, Iain J. 2003. « Browsing and Grazing Ruminants: Are They Different Beasts? » *Forest Ecology and Management* 181 (1-2): 13-21. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(03\)00124-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00124-5).
- Hoste, H, JP. Guitard, et JC. Pons. 2003. « Pâturage mixte entre ovins et bovins : intérêt dans la gestion des strongyloses gastrointestinales ».
- Hoste, H, F Manolaraki, S Brunet, C Arroyo López, C Martínez-Ortiz de Montellano, S Sotiraki, et F Torres Acosta. 2011. « The Anthelmintic Properties of Tannin-Rich Legume Forages: From Knowledge to Exploitation in Farm Conditions », n° 99: 11.
- Hoste, H, et V Niderkorn. 2019. « Le sainfoin (*Onobrychis viciifoliae*) et la chicorée (*Cichorium intybus*) : deux modèles de plantes bioactives pour répondre aux défis agroécologiques en élevage de ruminants ». *Fourrages*, n° 238: 171-80.
- Hoste, Hervé, Frank Jackson, Spiridoula Athanasiadou, Stig. M. Thamsborg, et Simone O. Hoskin. 2006. « The Effects of Tannin-Rich Plants on Parasitic Nematodes in Ruminants ». *Trends in Parasitology* 22 (6): 253-61. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2006.04.004>.
- IDELE. 2021. « Les chiffres clés du GEB : Ovins 2021 - Productions lait et viande ».
- Issouf, M. 2013. « Étude du rôle des P-glycoprotéines dans le dialogue moléculaire entre *Haemonchus contortus* et *Heligmosomoides polygyrus bakeri* et leurs hôtes ». Tours: Université François Rabelais.
- Jacquet, P. 2022. « Webinaire - Résistances au antiparasitaires - Les prévenir avant l'impasse ».

- Jacquet, P., L. Bordes, A. Cheype, F. Tortereau, G. Bouix, et L. Sagot. 2022. « Lutte contre les strongles digestifs : Une nouvelle donne, de nouvelles pratiques, des perspectives prometteuses ».
- Jacquet, Philippe, Francis Fidelle, Elisabeth Lepetitcolin, Simon Privat, Christie Gaillac, Jean-Paul Bergeaud, et Hervé Hoste. 2014. « état des lieux de la résistance aux anthelminthiques en France chez les ovins ». *Le Nouveau praticien Vétérinaire* 7 (29): 7.
- Judson, H.G., R. Mcanulty, et R. Sedcole. 2009. « Evaluation of “Ceres Tonic” Plantain (*Plantago Lanceolata*) as a Lactation Feed for Twin-Bearing Ewes ». *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 201-5. <https://doi.org/10.33584/jnzg.2009.71.2749>.
- Legrand, I, L Sagot, D Gautier, C Flattard, Armelle Prunier, A Philibert, et J Normand. 2018. « Effets d’une finition des agneaux à l’herbe sur les qualités nutritionnelles et gustatives de la viande ». *3R*, 5.
- Mage, C. 2021. *Maladies Parasitaires du mouton - prévention, diagnostic et traiteme*. Petits Ruminants 5. France Agricole.
- Mage, Christian. 2008. *Parasites des moutons: prévention, diagnostic, traitement manuel pratique*. 2e éd. Paris: Groupe France agricole.
- Manolaraki, F. 2011. « Propriétés anthelminthiques du sainfoin (*Onobrychis viciifoliae*) : Analyse des facteurs de variations et du rôle des composés phénoliques impliqués ». Université de Toulouse.
- Marley, C.L, R Cook, R Keatinge, J Barrett, et N.H Lampkin. 2003. « The Effect of Birdsfoot Trefoil (*Lotus Corniculatus*) and Chicory (*Cichorium Intybus*) on Parasite Intensities and Performance of Lambs Naturally Infected with Helminth Parasites ». *Veterinary Parasitology* 112 (1-2): 147-55. [https://doi.org/10.1016/S0304-4017\(02\)00412-0](https://doi.org/10.1016/S0304-4017(02)00412-0).
- Martin, A., AA. Potvin, C. Lemieux, et S. Landry. 2015. « L’utilisation de tanins dans l’alimentation ovine pour prévenir le parasitisme ». Bibliothèque et Archives nationales du Québec.
- Mavrot, F., H. Hertzberg, et P. Torgerson. 2015. « Effect of gastro-intestinal nematode infection on sheep performance: a systematic review and meta-analysis ». *Parasites and Vectors*, n° 8.
- Min, B R, et S P Hart. 2003. « Tannins for Suppression of Internal Parasites », 9.
- Niezen, J. H., T. S. Waghorn, W. A. G. Charleston, et G. C. Waghorn. 1995. « Growth and Gastrointestinal Nematode Parasitism in Lambs Grazing Either Lucerne (*Medicago Sativa*) or Sulla (*Hedysarum Coronarium*) Which Contains Condensed Tannins ». *The Journal of Agricultural Science* 125 (2): 281-89. <https://doi.org/10.1017/S0021859600084422>.
- O’Connor, Lauren J., Stephen W. Walkden-Brown, et Lewis P. Kahn. 2006. « Ecology of the Free-Living Stages of Major Trichostrongylid Parasites of Sheep ». *Veterinary Parasitology* 142 (1-2): 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2006.08.035>.
- Paolini, V., F. De la Farge, F. Prevot, P. Dorchies, et H Hoste. 2005. « Effects of the repeated distribution of sainfoin hay on the resistance and the resilience of goats naturally infected with gastrointestinal nematodes ». *Veterinary Parasitology*, 277-83.
- Paolini, V., I. Fouraste, et H. Hoste. 2004. « In Vitro Effects of Three Woody Plant and Sainfoin Extracts on 3rd-Stage Larvae and Adult Worms of Three Gastrointestinal Nematodes ». *Parasitology* 129 (1): 69-77. <https://doi.org/10.1017/S0031182004005268>.
- Papadopoulos, E. 2008. « Anthelmintic Resistance in Sheep Nematodes ». *Small Ruminant Research* 76 (1-2): 99-103. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.12.012>.
- Pena-Espinoza, M., A. Valente, S. Thamsborg, H. Simosen, U. Boas, H. Enemark, R. Lopez-Munoz, et A. Williams. 2018. « Antiparasitic activity of chicory (*Cichorium intybus*) and its natural bioactive compounds in livestock : a review » 11 (475): 14. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3012-4>.
- Rahmann, Gerold, et Hannah Seip. 2007. « Bioactive Forage and Phytotherapy to Cure and Control Endo-Parasite Diseases in Sheep and Goat Farming Systems – a Review of Current Scientific Knowledge », 16.
- Saccareau, M. 2016. « Modélisation épidémiologique et génétique des parasites gastro-intestinaux au sein d’un troupeau d’ovins », 229.
- Sanderson, Matt A., Maria Labreux, Marvin H. Hall, et Gerald F. Elwinger. 2003. « Nutritive Value of Chicory and English Plantain Forage ». *Crop Science* 43 (5): 1797-1804. <https://doi.org/10.2135/cropsci2003.1797>.
- Thamsborg, S., H. Mejer, et A. Roepstorff. 2001. « Sainfoin reduces the establishment of nematode infections in grazing lambs ». In . Italy.

Tzamaloukas, O., S. Athanasiadou, I. Kyriazakis, F. Jackson, et R.L. Coop. 2005. « The Consequences of Short-Term Grazing of Bioactive Forages on Established Adult and Incoming Larvae Populations of *Teladorsagia Circumcincta* in Lambs ». *International Journal for Parasitology* 35 (3): 329-35.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpara.2004.11.013>.

Vial-Novella, C. 2021. « Parasitisme : agir vite pour éviter l'impasse ».

ANNEXES :

Annexe 1 : Fiche de la présentation du projet FASTOche (source : Idele)

FOCUS

FASTOche

Le pâturage d'espèces fourragères riches en métabolites secondaires bioactifs chez les petits ruminants : intérêts sanitaires, zootechniques, économiques, environnementaux et sociaux

Vers une alternative agro-écologique aux traitements anthelminthiques

Les traitements basés sur l'utilisation d'anthelminthiques de synthèse présentent plusieurs limites : des résistances de plus en plus prégnantes, des impacts environnementaux et des interrogations sociétales. Or, les strongles gastro intestinaux restent une pathologie majeure chez les ovins et caprins au pâturage. Ce projet a pour objectif de proposer aux éleveurs des solutions alternatives agro-écologiques basées sur le pâturage de plantes riches en métabolites secondaires bioactifs dont les tannins condensés.

TESTER ET DÉVELOPPER LE PÂTURAGE DES PLANTES RICHES EN MÉTABOLITES SECONDAIRES BIOACTIFS DONT LES TANNINS CONDENSÉS



DES MÉTHODES DE CONSTRUCTION PARTICIPATIVE AVEC DES ÉLEVEURS, DES ESSAIS COMPARATIFS ET DES ÉVALUATIONS À L'ÉCHELLE DES EXPLOITATIONS

4 axes de travail

- 1 Construire des solutions innovantes**
avec des groupes composés d'éleveurs et de techniciens afin de repérer les attentes et les besoins et de partager les acquis
- 2 Mettre au point des pratiques de pâturage**
comportant des plantes riches en métabolites secondaires bioactifs sur la base d'expérimentations en milieu contrôlé
- 3 Intégrer les itinéraires testés et évaluer leurs intérêts à l'échelle des élevages**
pour définir des stratégies d'adaptation
- 4 Diffuser**
largement les résultats obtenus et les conseils qui en découlent vers différents publics (éleveurs, techniciens, vétérinaires, enseignants, apprenants) et sous différentes formes



FASTOche 

FASTOche

Le pâturage d'espèces fourragères riches en métabolites secondaires bioactifs chez les petits ruminants : intérêts sanitaires, zootechniques, économiques, environnementaux et sociaux



DOUZE PARTENAIRES

L'Institut de l'Élevage, chef de file du projet, collabore avec douze partenaires complémentaires :

• Chambre d'Agriculture et organismes de Recherche et Développement :

Chambres d'Agriculture de la Haute-Vienne, de la Saône-et-Loire, des Pyrénées-Atlantiques, Centre Interrégional d'Information et de Recherche en Production Ovine (CIIRPO, 87)

• Etablissement d'enseignement agricole, EPLEFPA de :

Olivier de Serre d'Aubenas avec la ferme du Pradel (07), La Cazotte - Saint Afrique (12), Fontaine Sud Bourgogne (71), Carmejane (04)

• Recherche publique :

INRA UE 1373 FerLus (Fourrages Environnement Ruminants Lusignan, 86), INRA de Theix (UMR Herbivore et Herbipôle, 63), INRA/Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse (UMR IHAP INRA/ENVT, 31)

A ce partenariat s'ajoutent :

• **Des structures participant aux Groupes Opérationnels d'Innovations** : Cap'Pradel (07) ; Réseau d'Expérimentation et de Développement Caprin (RedCap, Nouvelle-Aquitaine et Pays de la Loire) ; Anses laboratoire de Niort (79) ; GVA de Mézières-Bellac (GIEE sur les plantes à tannins, 87) ; CIVAM du Haut-Bocage (79) ; CIVAM BLE (64)

• **Des semenciers** : société Jouffray-Drillaud (86), coopérative agricole NATEA (87), Euralis semences (64), Caussade Semences (82)



Organisme chef de file
Institut de l'Élevage
Site du Mourier
87800 Saint Priest Ligouze

Coordinateur du projet
Denis Gautier
Tel : 05 55 00 63 72 / 06 80 59 30 28
denis.gautier@idele.fr

Partenaire Financier : CasDar n°AAP18AIP5845

Calendrier

Démarrées au 1er janvier 2019, les actions de ce projet sont programmées jusqu'au 30 juin 2022.

Référence idele : 0019301002

Crédit Photo : CIIRPO, Inra, Région Nouvelle-Aquitaine, GIS iD 64

Travaux réalisés dans le cadre de :



Annexe 2 : Fiche de suivi des parcelles

PARCELLE SUIVI APPROFONDI : ESSAI FASTOCHE

Opérateur : _____ Date mesure : _____
 Lot : _____ Type mesure : Entrée Intermédiaire Sortie
 Parcelle : _____ Nombre agneaux : _____

Hauteurs : (Jenquip)

Avant	
Après	
Nombre	

Composition du couvert : (à faire dans un cadrat)

Cadrat	N°1	N°2	N°3	N°4
% Graminées				
% Légumineuses				
% Autres				

Commentaires :

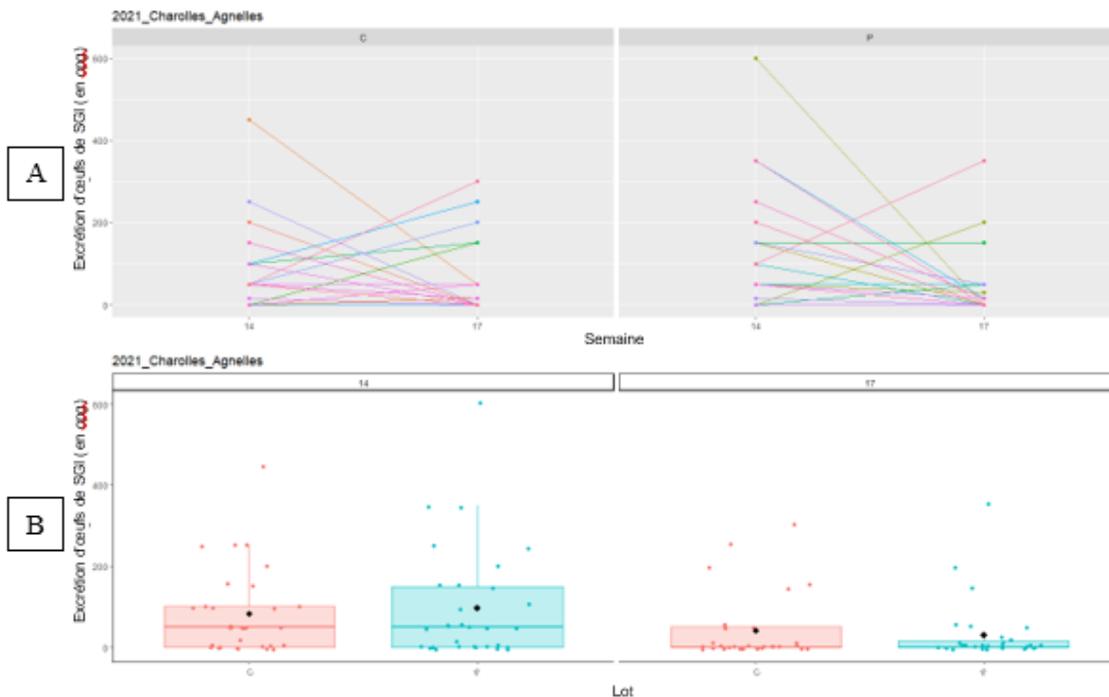
Variable	Note	Critère d'observation
Recouvrement (au niveau du sol)	3	Pas de terre discernable
	2	De l'ordre de 1 dm ² de sol nu tous les 2 à 5 m linéaires
	1	De l'ordre de 1 dm ² de sol nu tous les 1 à 2 m linéaires
	0	Plus de 10% de la surface en sol nu ou mousse
Propreté	3	Au plus 1 mauvaise herbe par m ²
	2	1 à 4 mauvaises herbes par m ²
	1	5 à 10 mauvaises herbes par m ²
	0	Plus de 10 mauvaises herbes par m ²
Homogénéité (du couvert fourrager)	3	Moins de 1 « refus » par 10 m linéaires
	2	1 à 2 « refus » par 10 m linéaires
	1	3 à 4 « refus » par 10 m linéaires
	0	5 « refus » ou plus par 10 m linéaires
Stade de végétation	3	Végétation feuillue jeune et saine
	2	Epiaison très épars
	1	Epiaison sur environ 50% de la surface
	0	Epiaison généralisée
Etat de la végétation	3	Tout vert
	2	Plutôt vert
	1	Plutôt jaune
	0	Tout jaune
Etat pâturage	3	Pâturage fort
	2	Pâturage moyen
	1	Pâturage épars
	0	Pas de pâturage

Observations :

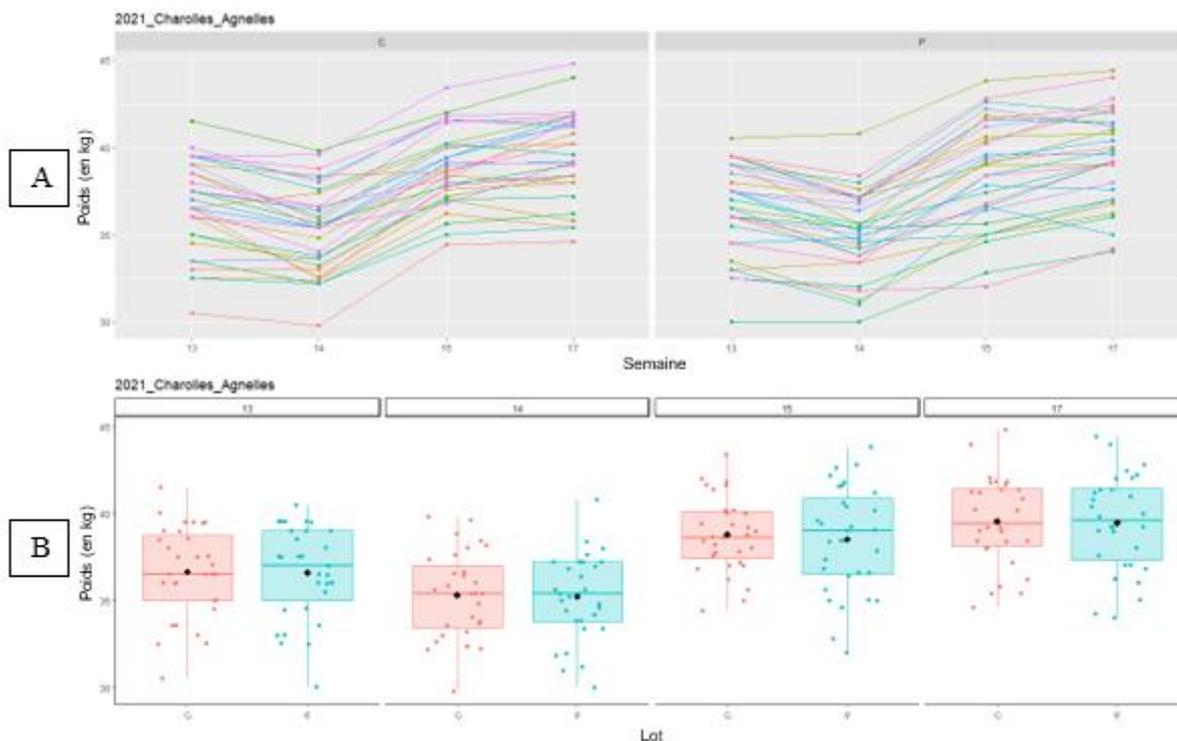
Variable	Recouvrement	Propreté	Homogénéité	Stade végétat°	Etat végétat°
Note					

Variable	Etat pâturage
Note	

Annexe 3 : Essai sur les agnelles de renouvellement en 2021 à Charolles



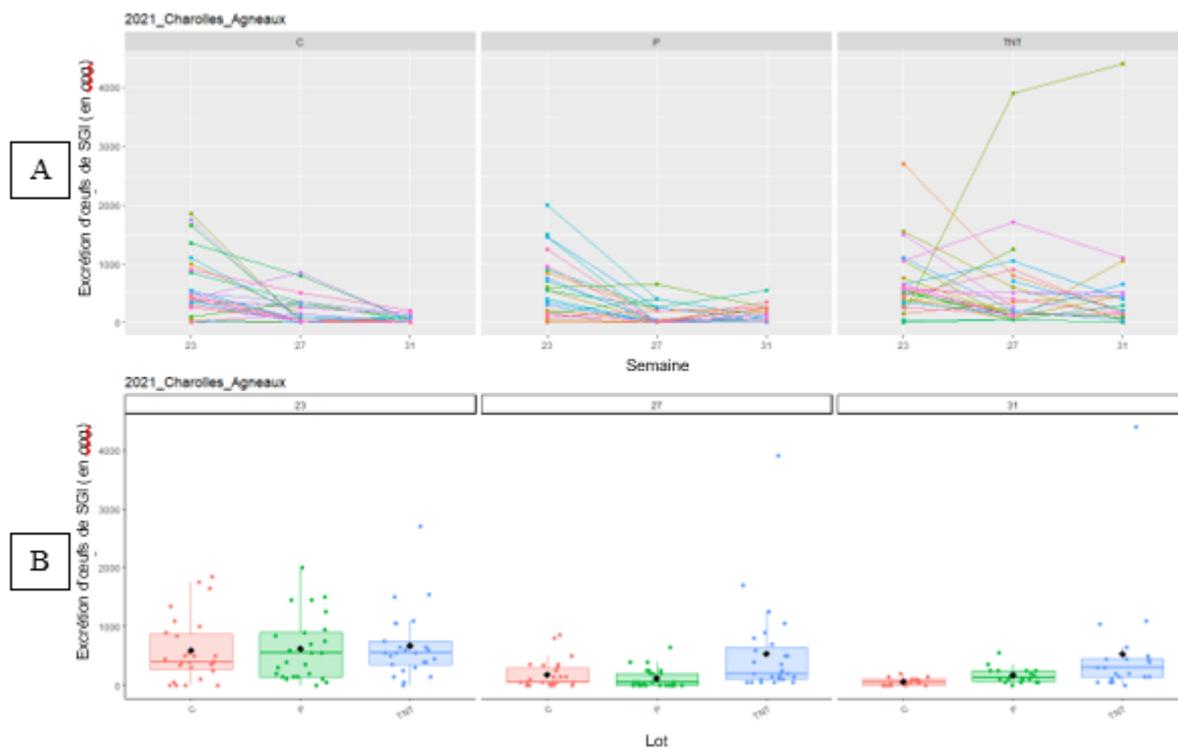
Graphique 1 : Evolution par animal (A) des excrétions d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agnelles à Charolles en 2021



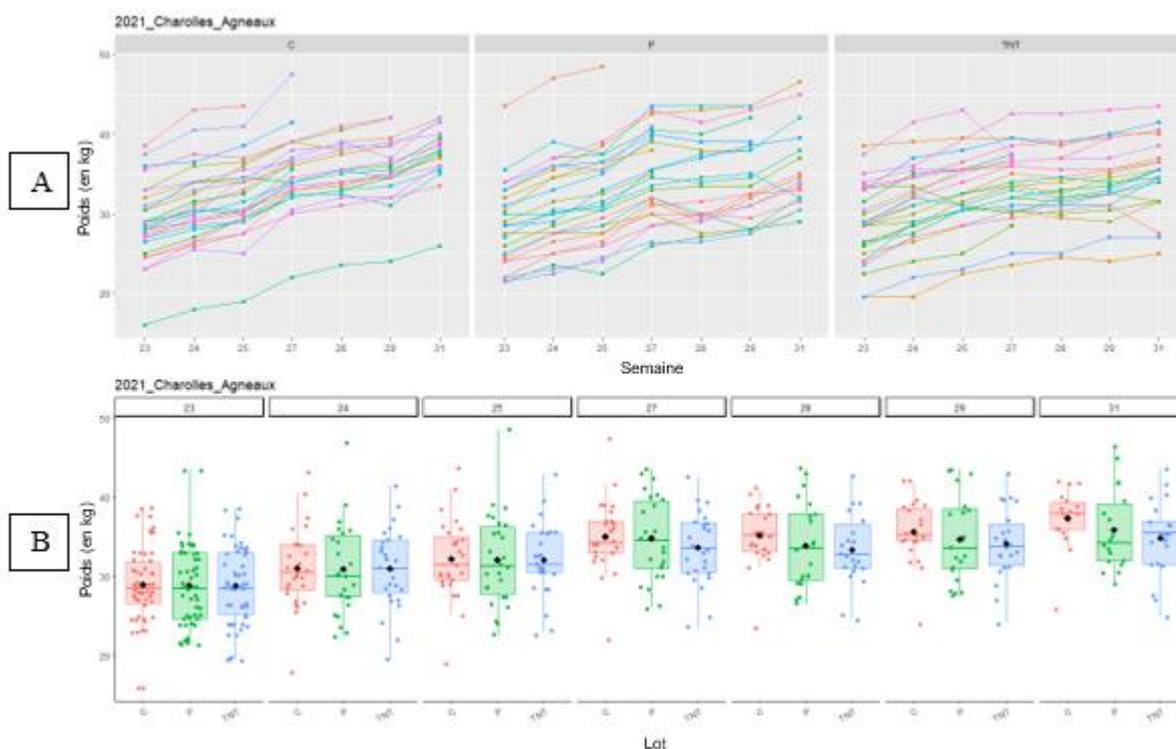
Graphique 2 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agnelles à Charolles en 2021

C : lot chicorée P : lot plantain

Annexe 4 : Essai sur les agneaux de boucherie en 2021 à Charolles



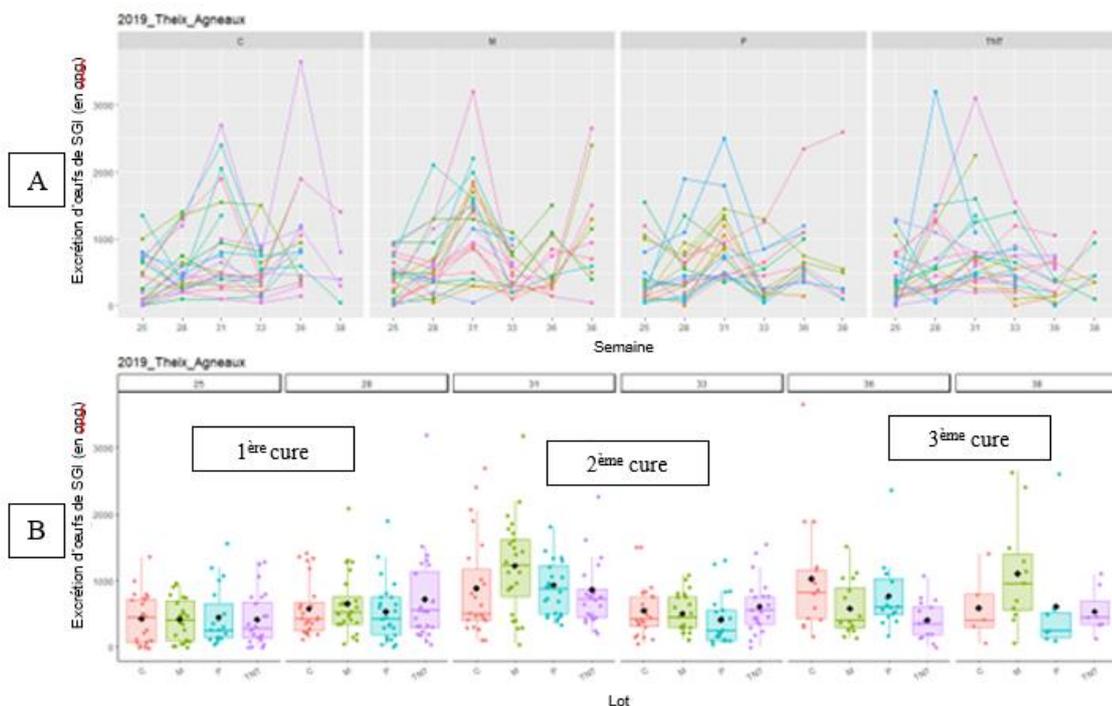
Graphique 1 : Evolution par animal (A) des excrétions d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux à Charolles en 2021



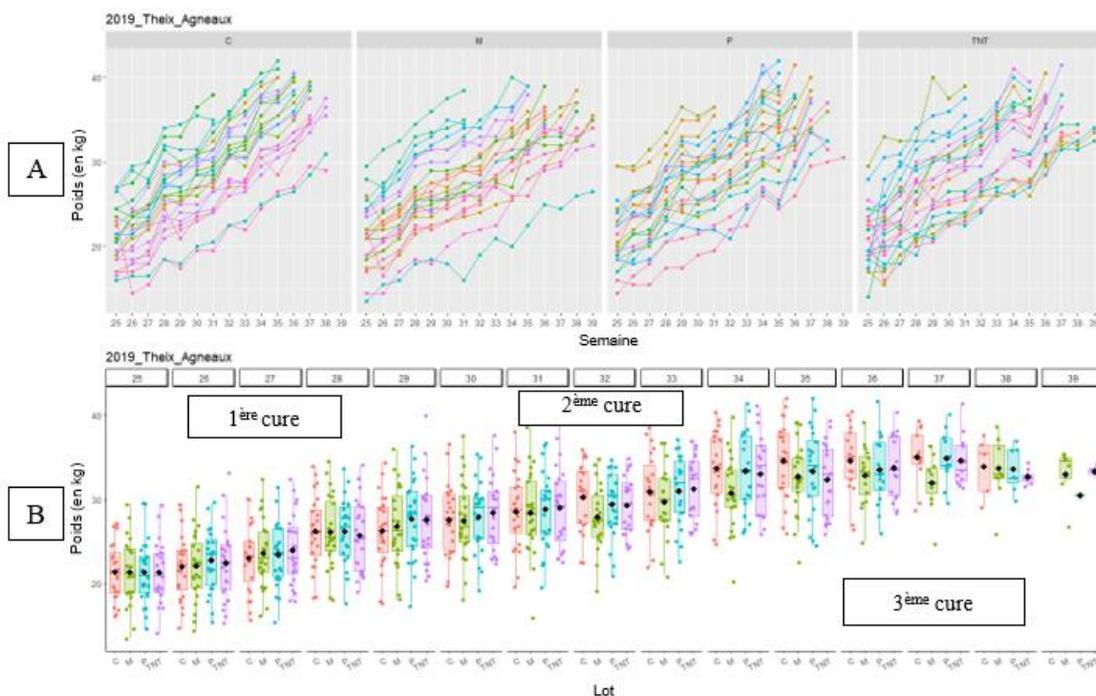
Graphique 2 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux à Charolles en 2021

C : lot chicorée	P : lot plantain	TNT : Témoin
SGI : Strongles gastro-intestinaux	opg : œufs par gramme de fèces	

Annexe 5 : Essai sur les agneaux de boucherie en 2019 à Theix



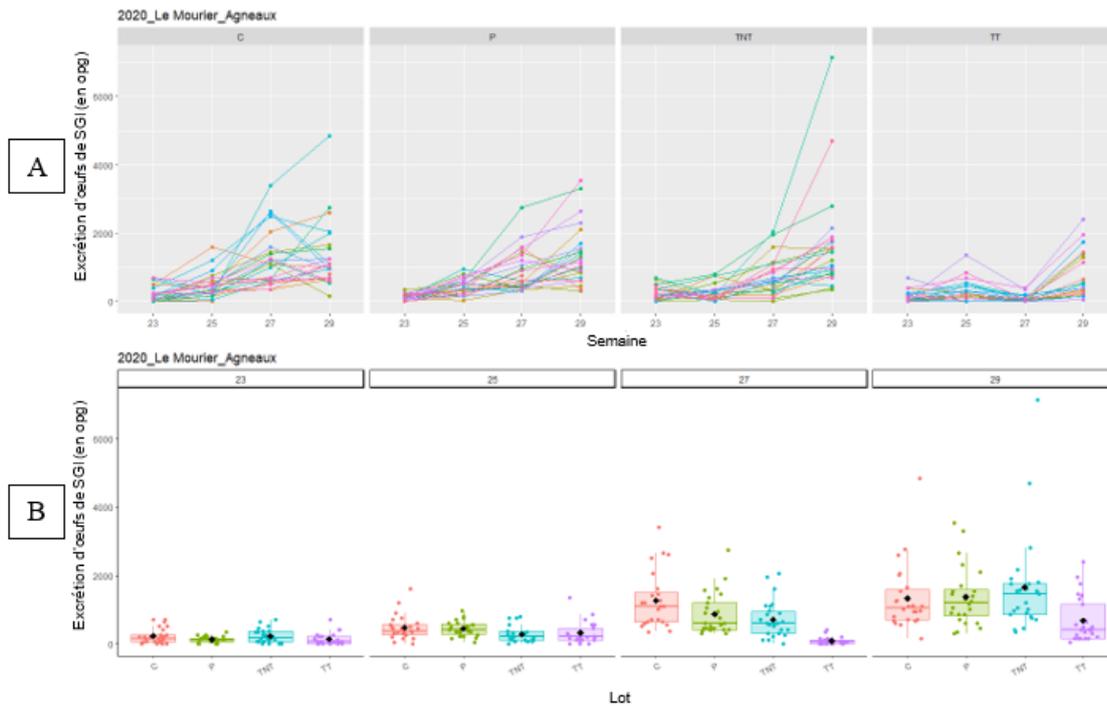
Graphique 1 : Evolution par animal (A) des excrétions d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux à Theix en 2019



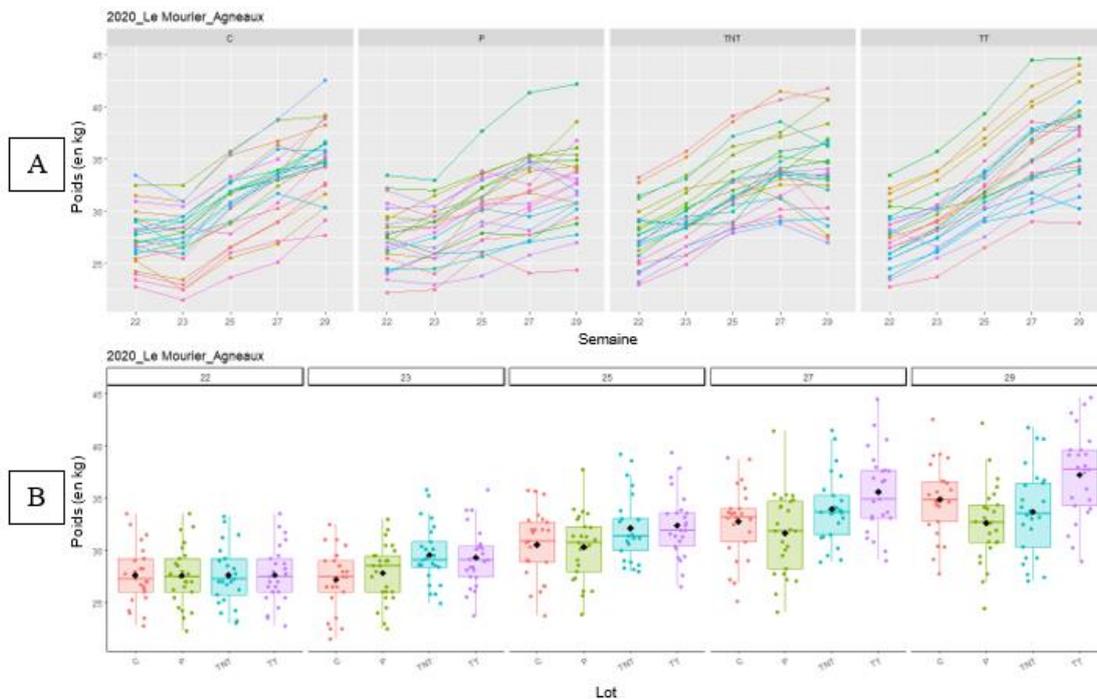
Graphique 2 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux à Theix en 2019

C : lot chicorée	M : lot mélange plantain/chicorée	P : lot plantain	TNT : Témoin
SGI : Strongles gastro-intestinaux		opg : œufs par gramme de fèces	

Annexe 6 : Essai sur les agneaux de boucherie en 2020 au Mourier



Graphique 1 : Evolution par animal (A) des excrétions d'œufs de SGI et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux au Mourier en 2020



Graphique 2 : Evolution par animal (A) du poids et leur distribution (B), en fonction du lot et de la semaine lors de l'essai sur agneaux au Mourier en 2020

C : lot chicorée	P : lot plantain	TT : Témoin traité	TNT : Témoin non traité
SGI : Strongles gastro-intestinaux		opg : œufs par gramme de fèces	

CHALEIL, Hugo, 2022, Le pâturage des plantes bioactives comme outil à la maîtrise des strongles gastro-intestinaux, en élevage ovin, 32 pages, mémoire de fin d'études, Campus agronomique de VetAgro Sup, Lempdes, 2022

STRUCTURE D'ACCEUIL :

- Institut de l'Élevage (IDELE)

ENCADRANTS :

- Maître de stage : GAUTIER, Denis (IDELE - CIIRPO)
- Tuteur pédagogique : BEDUE, Anaïs

OPTION : Adapter l'Élevage aux nouveaux Enjeux (A2E)

RESUMÉ

La maîtrise des Strongles Gastro-Intestinaux (SGI), vers parasites de l'appareil digestif, est un enjeu majeur en élevage ovin par leur prévalence et leurs répercussions. La lutte contre ceux-ci s'est appuyée pendant des décennies sur l'utilisation de traitements pharmaceutiques : les anthelminthiques. Avec l'émergence de résistances, des solutions alternatives en cours d'étude, deviennent nécessaires. Les Plantes à Métabolites Secondaires Bioactifs (PMSB) ont démontré leur effet sur les SGI notamment *in vitro*. Le projet FASTOChe cherche à évaluer leurs intérêts au pâturage tant sur la maîtrise des SGI que sur les performances zootechniques. Au total, ce sont 3 plantes (sainfoin, chicorée et plantain) en deux conduites de pâturage (continu ou cure) qui ont été testées. Des coproscopies et des pesées ont permis un suivi des excréments d'œufs de SGI et des croissances sur les 8 essais menées sur agneaux de boucherie et agnelles de renouvellement. Le pâturage du sainfoin, notamment en continu, a permis de limiter l'augmentation des excréments parasitaires tout en assurant une croissance significativement supérieure au lot témoin. Les résultats sont plus contrastés avec le plantain et la chicorée, pour lesquels, aucun effet sur les excréments de SGI n'a été mis en évidence. Toutefois, dans certains essais, ces deux plantes ont permis d'accroître la croissance des animaux. Aucun lien n'a été mis en évidence entre les excréments d'œufs et la croissance associée. Une teneur incertaine en MSB, une ressource herbagère limitante et un salissement des parcelles sont des éléments expliquant les résultats.

Mots clés : Anthelminthique – Pâturage – Métabolites secondaires – Strongles gastro-intestinaux – Ovin – Sainfoin – Chicorée - Plantain

ABSTRACT

The control of Gastro-Intestinal Strongyles (GIS), parasitic worms of the digestive tract, is a major issue in sheep farming because of their prevalence and their repercussions. For decades, the fight against these parasites has been based on the use of pharmaceutical treatments: anthelmintics. With the emergence of resistance, alternative solutions are being studied and are becoming necessary. Plants with Bioactive Secondary Metabolites (BSM) have demonstrated their effect on GIS, particularly *in vitro*. The FASTOChe project seeks to evaluate their interest in grazing, both on the control of GIS and on zootechnical performance. In total, 3 plants (sainfoin, chicory and plantain) in two grazing systems (continuous or cure) were tested. Coproscopies and weighings allowed a follow-up of GIS eggs excretions and growths on the 8 trials carried out on lambs for slaughter and renewal ewe lambs. The grazing of sainfoin, especially continuously, allowed to limit the increase of parasitic excretions while ensuring a significantly higher growth than the control lot. The results are more contrasted with plantain and chicory, for which no effect on GIS excretions was demonstrated. However, in some trials, these two plants increased the growth of the animals. No relationship was found between egg excretion and associated growth. Uncertain MSB content, limited grassland resources, and dirty plots are elements that explain the results.

Key words: Anthelmintic - Grazing - Secondary metabolites - Gastrointestinal parasites - Sheep - Sainfoin - Chicory - Plantain