



HAL
open science

Le pâturage de plantain lancéolé : quels impacts sur la gestion du parasitisme gastro-intestinal et sur les performances des chèvres laitières ?

Emma Locher

► To cite this version:

Emma Locher. Le pâturage de plantain lancéolé : quels impacts sur la gestion du parasitisme gastro-intestinal et sur les performances des chèvres laitières ?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2021. dumas-03630802

HAL Id: dumas-03630802

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03630802v1>

Submitted on 5 Apr 2022

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

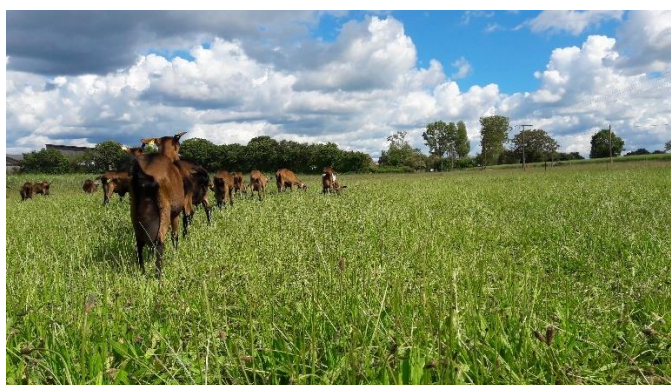
AGROCAMPUS OUEST

CFR Angers CFR Rennes

<p>Année universitaire : 2020-2021</p> <p>Spécialité :</p> <p>Ingénieur agronome</p> <p>Spécialisation (et option éventuelle) :</p> <p>Agroecology</p>	<p>Mémoire de fin d'études</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> d'ingénieur d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institut Agro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de master d'AGROCAMPUS OUEST (École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage), école interne de L'institut Agro (Institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement)</p> <p><input type="checkbox"/> de Montpellier SupAgro (étudiant arrivé en M2)</p> <p><input type="checkbox"/> d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)</p>
--	--

**Le pâturage de plantain lancéolé :
quels impacts sur la gestion du parasitisme gastro-intestinal
et sur les performances des chèvres laitières ?**

Par : Emma LOCHER



Soutenu à Rennes, le 16 Septembre 2021

Devant le jury composé de :

Présidente : Guénola Pérès

Rapporteur : Rémy Delagarde

Enseignante référente : Anne-Lise Jacquot

Maître de stage : Hugues Caillat

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celle d'AGROCAMPUS OUEST



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier le Président du centre, Abraham Escobar-Guitierrez, et la Directrice de l'unité, Marie-Laure Decau, de m'avoir accueillie pendant ces 6 mois sur le centre INRAE Nouvelle-Aquitaine Poitiers.

Je remercie tout particulièrement mon maître de stage, Hugues Caillat, de m'avoir accompagnée durant ce stage, avec rigueur et humour, de m'avoir accordé sa confiance et également pour sa passion pour le monde caprin ainsi que ses nombreuses connaissances qu'il a su partager avec ses stagiaires.

Je remercie l'équipe de la chèvrerie, Benoît, Margot, Chloé, Fabrice, Quentin, Damien et Christian, de m'avoir permis de vivre ces semaines de terrain dans la bonne humeur. Merci pour votre chaleureux accueil, pour votre précieuse aide, et toutes les connaissances que vous m'avez apportées ! Je remercie aussi mes petites chèvres DP, d'avoir été (plus ou moins) coopérantes durant l'essai (une pensée particulière pour ma grosse 18059).

Je remercie toutes les personnes présentes sur le site des Verrines, aussi bien dans les bureaux que dans les champs, pour leur gentillesse, leur bonne humeur, et toute l'aide qu'ils et elles ont pu nous apporter.

Un énnooooorme merci à Meghan, mon acolyte de stage, j'ai eu beaucoup de chance de tomber sur un binôme comme toi, merci pour ta bonne humeur, ton dynamisme, ton humour, pour l'entraide. Un énorme merci à Chloé aussi, et pour ces supers moments passés toutes les trois, je ne vous oublierai pas ! Je n'oublie pas non plus Louise, Elsa, Romain et Alexis pour nos pauses bien méritées, et pour la bonne ambiance que vous avez apportée pendant ces 6 mois.

Merci au projet CASDAR Fastoche qui a rendu possible le financement et le bon déroulement de ce stage.

Enfin, je remercie Anne-Lise Jacquot, mon enseignante référente, pour ses conseils avisés ! Ainsi que Guénola et Safya, pour votre suivi et pour tous les efforts que vous avez pu faire, afin de nous rendre ces 2 semestres les plus agréables possible, merci aussi pour votre gentillesse et votre bienveillance.

Liste des Abréviations

ADF : Acid Detergent Fiber

AH : Anthelminthique

AMI : Amidon

CI : Capacité d'Ingestion

CMV : Concentré Minéral Vitaminique

DB : Dessaisonné Bâtiment

DCS : Digestibilité Cellulase

DIG : Digestibilité enzymatique

dMO : Digestibilité de la Matière Organique

DP : Dessaisonné Pâturage

INRAE : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

LOMB : Note Lombaire

LS35 : Lait Standardisé à 35 g/kg de TB

MAT : Matières Azotées Totales

MG : Matières Grasses

MM : Matières Minérales

MS : Matière Sèche

MSB : Métabolites Secondaires Bioactifs

NDF : Neutral Detergent Fiber

NEC : Note d'Etat Corporel

NIRS : Near Infra Red Spectroscopie

OPG : Œuf Par Gramme

PDI : Protéines digestibles par l'intestin

PL : Production Laitière

PLA : Plantain

PLpot : Production Laitière Potentielle

PME : Prairie Multi-Espèces

PV : Poids Vif

RGA : Ray-Grass Anglais

SCS : Score de Cellules Somatiques

SDT : Salle De Traite

SGL : Strongles Gastro-Intestinaux

SP : Saisonné Pâturage

STERN : Note Sternale

TANc : Tanins condensés

TB : Taux Butyreux

TP : Taux protéique

UEL : Unité Encombrement Lait

UFL : Unité Fourragère Lait

VAOP : Vesce Avoine Orge Pois

Liste des Figures

Figure 1 : Carte des effectifs caprins par département français en 2019, (Agreste, 2020)

Figure 2 : Composition moyenne de la ration des troupeaux caprins en France (Bossis and Jost, 2016)

Figure 3 : Cycle biologique des strongles gastro-intestinaux avec les deux phases, endogène et exogène, (Gaudin, 2017)

Figure 4 : Schéma bilan, contextes, enjeux et définition des hypothèses de travail

Figure 5 : Plan d'une parcelle pâturée et organisation du pâturage au fil

Figure 6 : Composition botanique en pourcentage de MS des prairies pâturées lors de l'essai : Parcelle Plantain (PLA) à gauche, Parcelle multi-espèce (PME) à droite

Figure 7 : Moyennes ajustées du lait standardisé à 3,5 % de MG, en fonction du lot et de la période

Figure 8 : Moyennes ajustées des variables qualité du lait : Le taux butyreux (TB), le taux protéique (TP), l'urée et le taux de cellules (Score de cellules somatiques SCS), en fonction du lot, de la parité et de la période

Figure 9 : Moyennes ajustées du poids des chèvres en fonction du lot, la parité et la période

Figure 10 : Nombre d'œufs de SGI par gramme de fèces, par chèvre, en fonction de leur lot et de la date

Figure 11 : Schéma bilan, hypothèses, résultats et limites de l'essai

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition chimique de différentes herbacées (valeurs moyennes), (Novak et al., 2020)

Tableau 2 : Valeurs moyennes des indicateurs mesurés en semaine de référence pour la mise en lot

Tableau 3 : Ration quotidienne de la complémentation des deux lots expérimentaux

Tableau 4 : Espèces et variétés semées dans les prairies pâturées de l'essai

Tableau 5 : Etapes nécessaires au calcul de l'avancée quotidienne du fil

Tableau 6 : Valeur biochimique et alimentaire des concentrés et du foin ventilé

Tableau 7 : Moyenne des valeurs biochimique et alimentaire (\pm écarts-types) des prairies (N=13)

Liste des annexes

Annexe 1 : Assolement 2020-2021 Patuchev

Annexe 2 : Tableau des quantités de foin à distribuer en fonction du temps de présence au pâturage

Annexe 3 : Planning de l'essai

Annexe 4 : Production laitière individuelle moyenne des lots PLA et PME

Annexe 5 : Transformation du nombre de cellules en Score de Cellules Somatiques (SCS)

Annexe 6 : Données de production laitière et pesées: moyennes ajustées et significativités de la différence entre les lots

Annexe 7 : Photos des prairies PLA (à gauche) et PME (à droite), avant et après le pâturage (photographiques personnelles)

Annexe 8 : Courbes d'évolution du poids vif corporel chez des chèvres laitières en fonction de leur race, et de leur parité (INRA, 2018)

Annexe 9 : Croissance de la prairie PLA, en parallèle des données météorologique durant l'essai

Annexe 10 : Synthèse en anglais

Table des matières

1	Introduction : Le plantain lancéolé, une plante fourragère innovante ?	1
1.1	La production caprine en France et ses enjeux	1
1.2	Le retour du pâturage dans les systèmes caprins	1
1.2.1	Les intérêts du pâturage dans un contexte de transition agroécologique	1
1.2.2	Principale limite du pâturage des caprins : le risque parasitaire	2
1.2.3	Le dispositif de recherche Patuhev	2
1.3	Les strongles gastro-intestinaux : problématique majeure au pâturage	3
1.3.1	Cycle biologique et infestation des ruminants	3
1.3.2	Impacts dur la santé des chèvres et sur la production laitière	4
1.4	Les solutions face au parasitisme gastro-intestinal	4
1.4.1	Éliminer les agents pathogènes : les limites du recours aux anthelminthiques	4
1.4.2	Réduire le contact entre l'animal et les SGI : Conduite du pâturage	5
1.4.3	Utiliser des plantes aux composés bioactifs secondaires (alicaments)	5
1.4.4	Conclusion : des méthodes complémentaires	6
1.5	L'utilisation du plantain au pâturage : des connaissances limitées chez les caprins	6
1.5.1	Caractéristiques du plantain lancéolé	6
1.5.2	Qualités nutritionnelles, sanitaires et agronomiques du plantain	6
1.6	Conclusion	7
2	Matériel et méthodes	9
2.1	Dispositif expérimental	9
2.1.1	Présentation de l'essai et schéma expérimental	9
2.1.2	Mise en lot expérimental	9
2.1.3	Logement et spécificités	9
2.1.4	Période de reproduction	10
2.2	Alimentation	10
2.2.1	Conduite des prairies et gestion du pâturage au fil	10
2.2.2	Conduite de la complémentation	11
2.3	Mesures sur les animaux	11
2.3.1	Production laitière et qualité du lait	11
2.3.2	Poids vif et état corporel	11
2.3.3	Analyses coproscopiques	12
2.4	Mesures sur les prairies	12
2.4.1	Qualité des prairies	12
2.4.2	Densité et compositions botaniques	12

2.4.3	Hauteur d'herbe à l'entrée et à la sortie des parcelles, et suivi de la croissance	12
2.4.4	Analyses chimiques	13
2.5	Calculs et analyses statistiques	13
2.5.1	Création de nouvelles variables	13
2.5.2	Analyses statistiques	14
3	Résultats.....	15
3.1	Caractérisation des prairies	15
3.2	Impacts du pâturage de plantain sur les performances laitières des chèvres	16
3.2.1	Production laitière : lait standardisé à 3,5 % de taux butyreux	16
3.2.2	Qualité du lait : Taux butyreux, Taux protéique, Urée et Cellules	16
3.3	Impacts du pâturage de plantain sur l'état sanitaire des chèvres	17
3.3.1	Pesées et notes d'état corporel	17
3.3.1	Parasitisme : analyses coproscopiques	17
4	Discussion.....	17
4.1	Impacts du pâturage de plantain sur les performances laitières des chèvres	17
4.2	Impacts du pâturage de plantain sur l'état sanitaire chèvres	18
4.3	Le plantain : un fourrage agroécologique ?.....	19
4.4	Perspectives.....	20
5	Conclusion	21
	Références bibliographiques	23
	Annexes.....	28

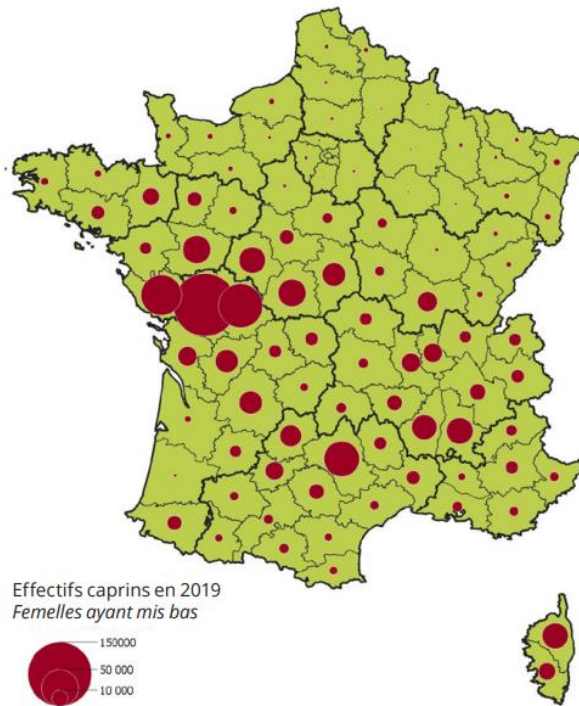


Figure 1 : Carte des effectifs caprins par département français en 2019, (Agreste, 2020)
Figure 1: Map of the number of goats by French department in 2019, , (Agreste, 2020)

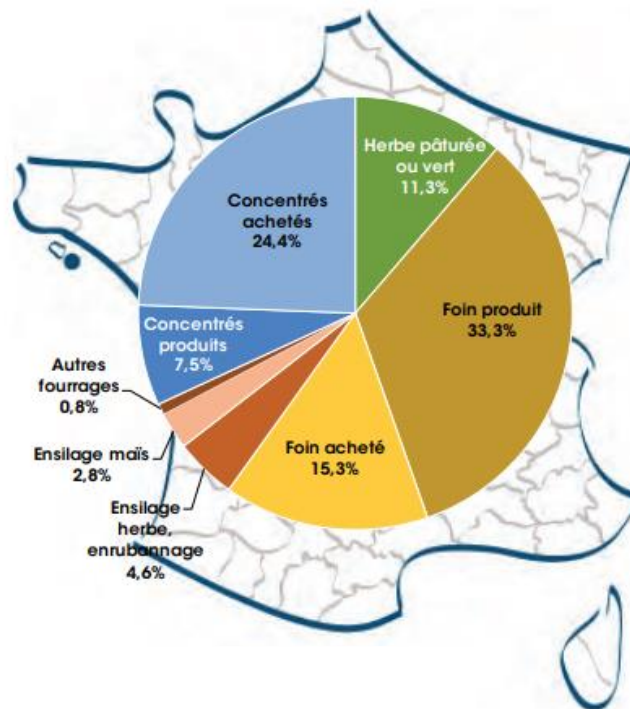


Figure 2 : Composition moyenne de la ration des troupeaux caprins en France (Bossis and Jost, 2016)
Figure 2: Average ration composition of goat flock in France (Bossis and Jost, 2016)

1 Introduction : Le plantain lancéolé, une plante fourragère innovante ?

1.1 La production caprine en France et ses enjeux

La France compte actuellement 7600 exploitations agricoles caprines, de plus de 10 femelles, avec une production de 638 millions de litres en 2019, dont 76 % est destiné à la production industrielle. La région Nouvelle-Aquitaine est la plus importante région caprine en France (Figure 1), représentant 37% de la production française de lait de chèvre (IDELE et CNE, 2020).

D'après les données Inoys-Réseaux d'élevages, la ration des exploitations caprines françaises repose principalement sur le foin (48,6 % de la ration - Figure 2), riche en fibres, qui permet de répondre en grande partie aux besoins nutritionnels des chèvres (Bossis et Jost, 2016). Depuis les années 1970, les systèmes alimentaires reposant sur l'ensilage de maïs et herbe se sont fortement développés, ce qui a permis d'augmenter la taille des cheptels caprins et de passer à des systèmes sans pâturage (Jénot *et al.*, 2012). Aujourd'hui, l'autonomie alimentaire des systèmes caprins est en moyenne de 61 %. Les systèmes les plus autonomes sont les systèmes pâturant, mais ne concernent que 18 % des élevages caprins français et sont majoritairement situés dans le Sud-Est et en régions Rhône Alpes et Bourgogne (Bossis et Jost, 2016). Les enjeux de la filière caprine française sont donc de maintenir les objectifs de production et de qualité, en améliorant l'autonomie alimentaire, de valoriser le milieu tout en préservant les ressources (Hoste et Niderkorn, 2019) et de rendre le métier plus attractif, car la demande sociétale croît en terme de bien-être de l'éleveur et de l'animal (ANICAP et interbev, 2017). Dans ce contexte de transition agroécologique, la mise à l'herbe des ruminants apporte des solutions à ces différentes problématiques économiques, environnementales et sociétales (Caillat *et al.*, 2020; Michaud *et al.*, 2020), mais il existe des freins techniques, en particulier dans les systèmes caprins où il est nécessaire d'approfondir les connaissances, et de préciser les stratégies à adopter pour les éleveurs. Leurs attentes concernent notamment le développement de références sur les pâturages avec graminées et ligneux, sur les races adaptées au pâturage, sur les traitements ciblés sélectifs, ainsi que sur les plantes à composés bioactifs secondaires (Jacquot *et al.*, 2019).

1.2 Le retour du pâturage dans les systèmes caprins

1.2.1 Les intérêts du pâturage dans un contexte de transition agroécologique

D'une manière générale, le pâturage des ruminants présente des intérêts :

- 1- **Environnementaux** : il permet de valoriser des zones non arables, d'améliorer agronomiquement les rotations, de réduire les risques d'érosion et les risques de

fuites de nitrates, de favoriser la biodiversité, de réduire l'utilisation des pesticides ou encore de limiter les émissions de gaz à effet de serre (Caillat *et al.*, 2020)

- 2- **Technico-économiques** : le pâturage améliore l'autonomie alimentaire de l'élevage et limite le recours aux intrants donc réduit les charges, diversifie les apports en nutriments, et peut réduire le travail d'astreinte de l'éleveur
- 3- **Sociétaux** : le pâturage contribue au bien-être de l'animal et de l'éleveur, au maintien des paysages et à une amélioration de la qualité des produits (Michaud *et al.*, 2020).

1.2.2 Principale limite du pâturage des caprins : le risque parasitaire

Dans un contexte d'intensification des élevages caprins, la surface attribuée au troupeau soumet les chèvres à un risque parasitaire plus élevé. D'après Hoste *et al.* (2012), le développement du pâturage augmente les risques vis-à-vis de certains parasites : des insectes, des acariens, et plus généralement des vers (helminthes), qu'on peut distinguer en 3 groupes taxonomiques : (1) les trématodes (les douves), (2) les cestodes (les ténias), (3) les nématodes (strongles pulmonaires ou digestifs). Cette plus grande exposition aux helminthes, est due à leur cycle biologique qui nécessite un passage dans le milieu extérieur avec ou sans hôte intermédiaire (Hoste *et al.*, 2012). Par ailleurs, l'intensification des élevages combinée à l'utilisation excessive d'anthelminthiques (AH) a favorisé l'apparition de résistances à certaines molécules qui les composent (Silvestre et Cabaret, 2001) qui ont rendu, dans certains cas, très difficile la gestion du pâturage (Lefrileux *et al.*, 2012), c'est pourquoi cette problématique intègre de plus en plus de projets de recherche, notamment en France.

1.2.3 Le dispositif de recherche Patuchev

L'objectif général du dispositif expérimental Patuchev, situé sur le centre INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers, est de concevoir des systèmes d'élevage caprins laitiers plus durables, en intégrant la prairie dans les systèmes de production, en augmentant la part d'herbe pâturée ou conservée dans la ration, tout en intégrant des objectifs environnementaux tels que la maîtrise des consommations d'énergies, la préservation des ressources, de la qualité de l'eau, et de la biodiversité (Caillat *et al.*, 2013). Trois modes de conduites sont comparés, se traduisant par 3 lots de 60 chèvres : (1) un lot SP (Saisonné Pâturage) : au pâturage avec une période de reproduction en septembre, (2) un lot DP (Dessaisonné Pâturage) : avec une période de reproduction en avril et au pâturage et (3) un lot DB (Dessaisonné Bâtiment) : également avec une période de reproduction en avril et conduit en chèvrerie. Les systèmes sont évalués sous une approche multicritère (zootехnique, économique, agronomique et environnementale) (Bonnes *et al.*, 2012). Ce type de dispositif sert donc de support à différents projets

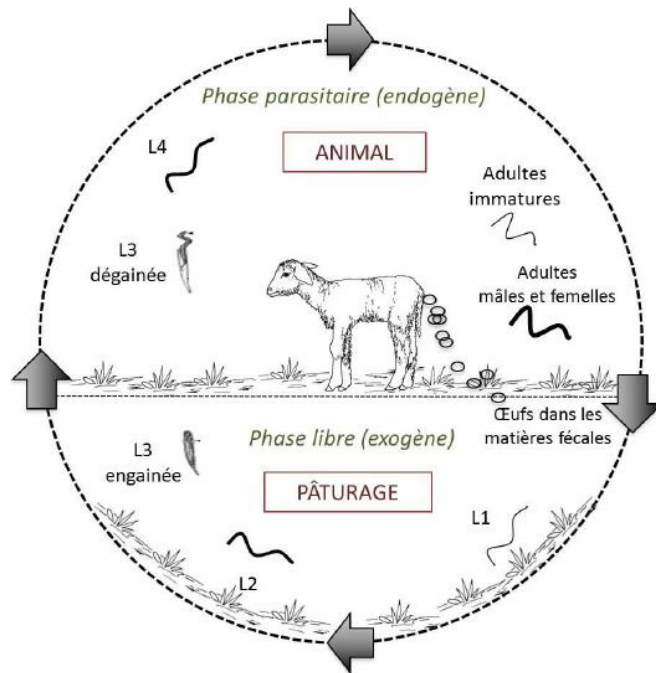


Figure 3 : Cycle biologique des strongles gastro-intestinaux avec les deux phases, endogène et exogène, (Gaudin, 2017)

Figure 3: Life cycle of gastrointestinal strongyles with the two phases, endogenous and exogenous (Gaudin, 2017)

de recherche, notamment sur l'évaluation d'espèces fourragères pouvant contribuer à une meilleure gestion du parasitisme gastro-intestinal.

1.3 Les strongles gastro-intestinaux : problématique majeure au pâturage

Les études sur les helminthoses au pâturage concernent principalement les strongyloses gastro-intestinales, en raison de leur fréquence dans plusieurs régions du monde (Hoste *et al.*, 2012). Deux genres de strongles gastro-intestinaux (SGI) prédominent chez les caprins : *Teladorsagia* et *Trichostrongylus*. L'agent des strongyloses pulmonaires des caprins (*Muellerius capillaris*) est très fréquent mais son pouvoir pathogène direct est discuté (Chartier, 2018).

1.3.1 Cycle biologique et infestation des ruminants

Le cycle biologique de la majorité des SGI est similaire : court, direct, et sans hôte intermédiaire. La phase parasitaire se développe sur l'hôte, et une phase de vie libre sur le pâturage (Figure 3) (Soulsby, 1987). En conditions idéales, leur cycle biologique dure entre 20 et 25 jours, selon les conditions météorologiques et le contact hôte-parasite, qui peut le prolonger de plus d'un an (Castells, 2004). Le stade de la vie en liberté commence lorsque les œufs sont déposés sur le sol via les fèces des ruminants. La température, l'humidité, les précipitations et l'ensoleillement influent le développement de cette phase (Stromberg, 1997). Après son développement dans l'environnement extérieur et dans des conditions appropriées, la larve éclot au stade 1, qui donnera naissance à la larve 2 pour finalement atteindre la larve 3 capable d'infester les animaux de pâturage (Habela *et al.*, 2002). Ce processus, dans les conditions naturelles peut s'étendre jusqu'à 3 ou 4 mois. Chez les ruminants, les SGI se détachent de leur enveloppe externe au niveau du rumen ou de la caillette, pénétrant puis se développant en larves 4 qui se transforment en larves 5, qui atteignent leur maturité sexuelle et deviennent des helminthes adultes (Cuéllar Ordaz, 2008).

L'étude de Hoste *et al.*, (1999), montre que la conduite du troupeau selon un système de pâturage tournant ou continu a peu d'influence sur les infestations par les SGI. Dans cette même étude, les chèvres qui ont excrété des quantités d'œufs plus importantes étaient celles en première saison de pâturage (notamment les primipares) - l'excrétion moyenne d'œufs est comprise entre 225 et 465 OPG (œuf par gramme) chez les primipares alors qu'elle varie entre 17 et 118 OPG chez les multipares, et celles présentant le meilleur niveau de production de lait. Chez ces dernières, des répercussions physiopathologiques plus marquées du parasitisme ont aussi été notées, ce qui met en évidence une résistance moins forte aux infestations parasitaires doublée d'une moindre résilience.

1.3.2 Impacts sur la santé des chèvres et sur la production laitière

Les infestations par des SGI représentent une pathologie majeure chez les petits ruminants au pâturage et peuvent induire une baisse significative de la production laitière chez les chèvres, allant jusqu'à 23 %, et une diminution du taux butyreux, jusqu'à 14 % (Hoste et Chartier, 1993). Souvent, les SGI conduisent à une mauvaise utilisation des nutriments, à cause de leur effet sur le métabolisme des protéines (Symons et Steel, 1986; Soulsby, 1987). Les SGI de la caillette provoquent une réaction inflammatoire progressive avec hyperémie et augmentation de la sécrétion de mucus (Entrocasso, 1994). L'inflammation de la muqueuse gastrique permet le passage de protéine dans la lumière des organes et de pepsinogène dans le plasma (Romero et Boero, 2001). En effet, une augmentation des concentrations de pepsinogène sérique chez des chèvres laitières a été observée au pâturage, en lien avec l'augmentation des infestations par *Teladorsagia* et *Trichostrongylus* (Hoste *et al.*, 1999). Suite au traitement AH, ces valeurs ont chuté. Cependant, la mise en relation des variations de production laitière avec les indicateurs du parasitisme au pâturage s'avère difficile en raison des nombreux facteurs, notamment alimentaires, pouvant interagir (Picquart, 1997).

1.4 Les solutions face au parasitisme gastro-intestinal

Différentes solutions complémentaires ou alternatives aux AH de synthèse, basées sur les principes de lutte de Torres-Acosta et Hoste (2008) existent : (1) Préserver l'efficacité des AH disponibles par une utilisation plus raisonnée, (2) réduire les contacts entre l'hôte et les formes infestantes des SGI par une gestion du pâturage adaptée, (3) améliorer la résistance de l'hôte, par une nutrition adaptée pour compenser les pertes induites par les vers, (4) perturber la biologie SGI, par l'exploitation de plantes contenant des Métabolites Secondaires Bioactifs (MSB) telles que les tanins condensés présents dans le sainfoin (*Onobrychis vicifoliae*).

1.4.1 Eliminer les agents pathogènes : les limites du recours aux anthelminthiques

Aujourd'hui, la lutte contre les SGI repose sur des molécules chimiques à activité AH. Leur emploi insuffisamment raisonné peut conduire au développement de résistances chez les SGI (Rose *et al.*, 2015) et le choix des molécules utilisables est restreint en raison d'éventuels résidus dans le lait (Hoste *et al.*, 1999). De plus, cet usage systématique des AH représente un coût important pour l'éleveur et certaines de ces molécules chimiques présentent une écotoxicité sur l'entomofaune des prairies. Ces faits conduisent à repenser l'utilisation des AH, notamment en répondant aux questions « quand traiter ? » et « qui traiter ? » (Wache *et al.*, 2017).

1.4.2 Réduire le contact entre l'animal et les SGI : Conduite du pâturage

Il est possible de réduire le risque de rencontre entre chèvres et parasites, par exemple, en offrant la possibilité aux chèvres d'exprimer leur comportement naturel de « cueilleur » et d'exploiter leur stratégie d'évitement des éléments parasitaires infestants. Le pâturage de landes, sous-bois ou garrigues offre plus de strates, le risque est faible pour que les larves grimpent sur les herbes, arbustes et arbres (Hoste *et al.*, 2012). Il est aussi possible de réduire le chargement par hectare mais souvent difficile pour des raisons économiques et de gestion (Napoleone *et al.*, 2011). D'autres pratiques préventives pour limiter et retarder les infestations peuvent être l'utilisation du fil arrière, la rentrée des animaux en bâtiment l'été pour éviter le surpâturage ou la rotation des prairies (Mimault et Bonnes, 2012).

1.4.3 Utiliser des plantes aux composés bioactifs secondaires (aliments)

Un des leviers pour limiter les impacts du parasitisme sur la santé et les performances des chèvres est l'utilisation de plantes à MSB. Les MSB sont des molécules qui ne participent pas au métabolisme de base des plantes mais qui assurent notamment des fonctions de défense face à des prédateurs ou pathogènes (Hoste et Niderkorn, 2019). Des études montrent que la consommation de certaines plantes riches en MSB, comme des légumineuses riches en tanins condensés (sainfoin, lotier), peuvent présenter un intérêt dans la gestion intégrée du parasitisme par les SGI car leur ingestion ralentirait la dynamique des infestations (Hoste *et al.*, 2006; Rochfort *et al.*, 2008) en perturbant la reproduction des vers, et en empêchant une bonne installation des larves (Paolini *et al.*, 2005). Certains fourrages peuvent aussi avoir des effets positifs sur la résilience des animaux, tels que le plantain lancéolé, qui possède des propriétés médicinales (Stewart, 1996), susceptibles de limiter les impacts des SGI dans le tube digestif. Dans le cas du pâturage, et non sous forme conservée (foin, ensilage, granulés), les études sont rares mais certaines ont montré des résultats favorables avec la chicorée et le lotier (Marley *et al.*, 2003; Tzamaloukas *et al.*, 2005; Peña-Espinoza *et al.*, 2016). Les effets sont majoritairement transitoires, une consommation prolongée des ressources riches MSB est donc préconisée. Il s'agit du concept d'aliment car les fourrages sont à la fois exploités pour leur propriétés nutritionnelles et pour l'amélioration de la santé du troupeau. A titre d'exemple, il a été montré que le pâturage de prairies multi-espèces (lotier, chicorée, plantain et graminées), sur 2 ans, par rapport à des prairies de Ray-Grass Anglais (RGA), a amélioré les performances des brebis et des agneaux et a réduit les besoins en AH (Grace *et al.*, 2019).

1.4.4 Conclusion : des méthodes complémentaires

En général, une intégration des solutions est préconisée, associant ces moyens qui ne seraient pas efficaces à 100 % à eux seuls mais qui sont complémentaires, afin d'assurer une gestion agroécologique de ces interactions (Hoste *et al.*, 2012). Des projets de recherche sont également en cours sur la sélection génétique d'animaux résistants aux SGI (Moreno-Romieux *et al.*, 2015).

Même si l'utilisation de plantes à MSB semble prometteuse, les connaissances sur l'impact de certaines plantes sur le parasitisme gastro-intestinal et sur les performances laitières des chèvres restent limitées, c'est notamment le cas du plantain lancéolé.

1.5 L'utilisation du plantain au pâturage : des connaissances limitées chez les caprins

1.5.1 Caractéristiques du plantain lancéolé

Le plantain lancéolé (*Plantago lanceolata* L.), de la famille des *Plantaginaceae* est une herbacée vivace commune des zones perturbées par les activités humaines, dont la floraison s'étend des mois de Juin à Août (Tonsor *et al.*, 1993). La réussite de l'implantation du plantain dans les mélanges dépend de la concurrence et est plus efficace lorsque des graminées à implantation plus lente sont associées (Sagar, 1962; Tiley et France, 1990). Le plantain supporte une large gamme d'acidité du sol (pH 4,2-7,8) (Troelstra et Berendse, 1982) et se retrouve souvent dans des prairies naturelles, en conditions de faible fertilité, notamment sur des sols pauvres en phosphore ou en potassium, bien que l'espèce soit sensible aux applications d'azote, qui favorise le nombre de feuilles, la croissance des pousses et la biomasse totale (Stewart, 1996). La proportion de plantain augmente dans les prairies mixtes en période de sécheresse, présentant une tolérance importante à la chaleur en été (Stewart, 1996). Dans les pâturages mixtes, le plantain est très appétant pour les ruminants et il est brouté sélectivement avant la plupart des légumineuses et des graminées (Milton, 1933; Sagar et Harper, 1964; Clark et Harris, 1985). Cela expose le plantain à un risque de surpâturage (Derrick *et al.*, 1993).

1.5.2 Qualités nutritionnelles, sanitaires et agronomiques du plantain

Plusieurs études ont identifié, dans le plantain, l'aucubine, glucoside iridoïde, et ses dérivés comme des MSB importants. Ceux-ci ont des effets notamment antimicrobiens, laxatifs, stimulateurs de croissance tissulaire, anti-inflammatoire, hépatoprotecteurs, antioxydant, stimulateurs de l'excrétion d'acide urique, anti-tumorale, neuroprotectrice etc. (Stewart, 1996; Zeng *et al.*, 2020). L'expérience de Box *et al.*, (2019), a montré que les concentrations de MSB du plantain, (dont l'aucubine) ne sont pas affectées par l'engrais azoté minéral, et ne montrent pas de fluctuation diurne importante. En revanche il y a un fort effet

Tableau 1 : Composition chimique de différentes herbacées (valeurs moyennes), (Novak et al., 2020)
 Table 1: Chemical composition of different grasses (average values), (Novak et al., 2020)

Nom vernaculaire	Nom latin	MS (%)	MAT (g/kg MS)	MM (g/kg MS)	TANc (g/kg MS)	DIG (%)
Chicorée	Cichorium intybus L.	14,5	207	162	2	87
Dactyle	Dactylis glomerata L.	39,6	127	88	2	66
Ray-grass anglais	Lolium perenne L.	36,8	120	90	2	62
Ray-grass hybride	Lolium x hybridum Hauskn	46,3	63	89	3	64
Luzerne	Medicago sativa L.	31,3	172	91	1	64
Sainfoin	Onobrychis viciifolia Scop.	30,9	202	81	98	73
Plantain	Plantago lanceolata L.	18,6	177	157	4	86
Rumex	Rumex crispus L.	22,8	181	111	28	78

saisonnier avec des pics de concentration au printemps pour l'aucubine (Tamura et Nishibe, 2002). Cela suggère que des facteurs environnementaux, autre que la teneur en azote du sol et les cycles diurnes, influencent la concentration des MSB du plantain (Box *et al.*, 2019). Les feuilles contiennent aussi une quantité importante de mucilage, qui contribue à la régulation du mouvement dans le système digestif avec des effets laxatifs et purgatifs (Duke, 1992).

L'ingestion de foin de plantain lancéolé par des chèvres favoriserait la teneur en minéraux du lait (Vondrášková *et al.*, 2011) car il contient des niveaux élevés de minéraux (Novak *et al.*, 2020). L'augmentation de la part de plantain pâturé dans la ration, permettrait en revanche de diminuer la teneur en urée du lait, sans modifier ni le rendement du lait, ni sa teneur en protéines et en matière grasse (Nkomboni, 2017).

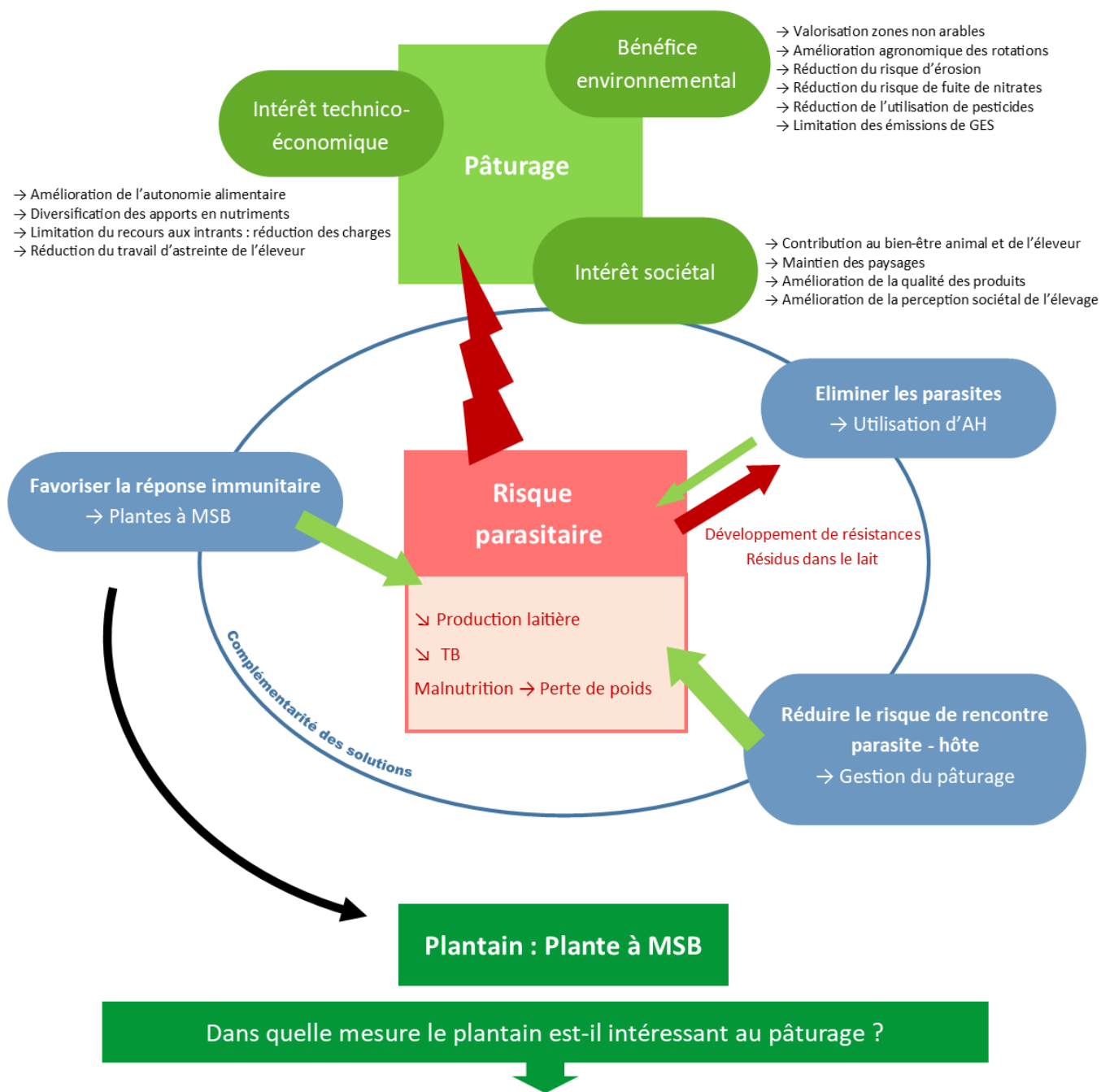
Par rapport à d'autres herbacées (Tableau 1), le plantain présente en moyenne un taux de matière sèche (MS), une teneur en matière azotée (MAT) et une digestibilité enzymatique (DIG) intéressants, mais ne contient quasiment pas de tanins condensés (TANc) (Novak *et al.*, 2020). L'inclusion du plantain dans les pâturages mixtes peut aussi améliorer les gains de poids vif des ruminants (Thomas *et al.*, 1956).

D'un point de vue environnemental, le plantain permet de réduire la concentration en azote de l'urine déposée sur le sol par les vaches au pâturage (Box *et al.*, 2017). En effet, Navarrete *et al.* (2016) ont montré que des MSB du plantain étaient responsables de la réduction de la production d'ammoniac dans le rumen, source majeure d'azote urinaire. De plus, le plantain contiendrait moins d'azote soluble et dégradable que le RGA (Minneé *et al.*, 2019).

Enfin, le nombre d'études sur les propriétés antiparasitaires du plantain est très faible et les résultats peu concluants. La plante aurait plusieurs effets médicaux légers, dont une activité AH dans les essais en éprouvette, et un effet antibiotique sur la flore du rumen (Rumball *et al.*, 1997). Tandis que certaines études sur le pâturage de plantain n'ont montré aucun effet AH sur les agneaux (Sampallo et Fernando, 2011) ou sur les bovins (Rigali Devita et Zugarramurdi Real, 2007), d'autres montrent un effet non seulement anti-parasitaire, mais aussi des effets intéressants sur la productivité des agneaux et des brebis (Judson *et al.*, 2009; Reza *et al.*, 2021). Il est donc nécessaire d'acquérir plus de données concernant cette espèce, en particulier spécifiques au pâturage des caprins, en conditions réelles d'élevage (infestation naturelle), et dans le contexte pédoclimatique français.

1.6 Conclusion

Au vu du contexte socio-environnemental décrit en début d'introduction, il peut être intéressant de replacer le pâturage du plantain au sein des cinq piliers de l'agroécologie appliqués à l'élevage (Dumont *et al.*, 2013) :



HYPOTHESES

Prairies	Performances zootechniques et sanitaires	Lait
Appétant Tolérant à la chaleur Diminue la teneur en azote de l'urine Risque de surpâturage	Présence d'Aucubine : Antimicrobien, Anti-inflammatoire, Stimulateur de croissance tissulaire → Augmentation de la résistance des chèvres aux SGI TMS, MAT, Digestibilité intéressants Amélioration du gain de poids vif	Augmentation de la teneur en minéraux du lait.

Figure 4 : Schéma bilan, contextes, enjeux et définition des hypothèses de travail
 Figure 4: Overview diagram, contexts, issues and definition of working assumptions

- 1- **Gérer la santé animale de manière intégrée** : Le plantain permettrait de minimiser l'utilisation des AH grâce au pâturage de plantes à MSB, combiné à la gestion du pâturage (pâturage au fil), en limitant la fréquence de traitement.
- 2- **Baisser les intrants en utilisant des processus écologiques** : L'intégration de plantes à MSB comme le plantain, en favorisant le pâturage des chèvres, contribuerait à une réduction des achats d'intrants (foin et concentrés) en optimisant l'autonomie alimentaire, notamment grâce à des associations d'espèces aux valeurs alimentaires intéressantes.
- 3- **Réduire les pollutions en bouclant les cycles** : Le plantain permettrait une diminution des sécrétions azotées des chèvres et donc limiterait les rejets d'azote solubles dans le sol lors du pâturage.
- 4- **Utiliser la diversité pour accroître la résilience** : L'intégration de plantain et/ou d'autres plantes à MSB au pâturage permet d'enrichir les prairies en espèces, donc de favoriser la biodiversité cultivée et d'accroître la résilience du système, notamment en cas d'aléas climatiques. Le plantain serait en effet résistant à la sécheresse.
- 5- **Préserver la biodiversité en adaptant les pratiques** : L'intégration de plantes à MSB, au pâturage mais aussi dans les prairies de fauche, favorisant la résilience des chèvres au parasitisme gastro-intestinal, permettrait de faciliter la gestion du pâturage pour les éleveurs. Cela favoriserait l'utilisation des prairies pour les élevages caprins, un atout pour la biodiversité de la faune et de la flore (Michaud *et al.*, 2020).

Le plantain est donc une plante qui présente de multiples propriétés, et qui attise la curiosité des éleveurs. En effet, de par son intérêt environnemental, agronomique, avec une résistance importante à la sécheresse, et zootechnique, car il est appétant et possède des propriétés médicinales, une valeur alimentaire et une digestibilité intéressantes. Il pourrait ainsi avoir un effet positif sur la résilience des chèvres aux impacts des SGI, et pourrait modifier leur comportement au pâturage. Cela pourrait améliorer leur santé, leur production laitière, au niveau quantitatif et qualitatif (Figure 4). La suite de ce mémoire tentera de répondre à la problématique suivante : **Dans quelle mesure le pâturage de plantain peut-il être une solution pour une meilleure gestion du parasitisme gastro-intestinal chez les chèvres laitières, et intéressant pour leurs performances zootechniques ?**

Tableau 2 : Valeurs moyennes des indicateurs mesurés en semaine de référence pour la mise en lot
 Table 2: Flock average values of indicators measured during the reference week for batching

	Moyenne (\pm écart-type)
Stade de lactation (j)	218 (\pm 11,7)
Production laitière (kg/j)	2,14 (\pm 0,60)
Taux butyreux (g/kg)	34,9 (\pm 6,6)
Taux protéique (g/kg)	38,9 (\pm 4,3)
Cellules (10^3 cel/ml)	2254 (\pm 2142)
Score des cellules somatiques	6,8 (\pm 1,6)
Urée (mg/L)	218,6 (\pm 43,5)
Poids (kg)	56,0 (\pm 10,8)
Lait standard (TB = 35 g/kg) (kg/j)	2,26 (\pm 0,60)
Capacité d'ingestion (UEL/j)	1,8 (\pm 0,2)
Note lombaire	246,5 (\pm 18,9)
Note sternale	276,0 (\pm 27,2)
SGL (œufs par gramme de fèces OPG)	55 (\pm 65)

Tableau 3 : Ration quotidienne de la complémentation des deux lots expérimentaux
 Table 3: Daily supplementation ration of the two experimental batches

	Type d'aliment	Quantité brute en g/chèvre/j
	Foin ventilé (PME)	200
Concentrés	VAOP (2 % vesce, 24 % avoine, 72 % orge, 2 % pois) – grains entiers	736 (\pm 10)
	Concentré protéique Chevy Pack 300	68 (\pm 11)
	Tournesol	80
	CMV (Complément Minéral Vitaminique)	22 (\pm 1)

2 Matériel et méthodes

2.1 Dispositif expérimental

2.1.1 Présentation de l'essai et schéma expérimental

L'essai, réalisé du 12/05/21 au 3/06/21, visait à évaluer l'impact du pâturage de plantain par des chèvres en lactation sur leurs performances zootechniques et sanitaires, et à caractériser les qualités des laits produits. Une semaine de référence en amont de l'essai a permis de constituer 2 lots homogènes de 25 chèvres. Un lot pâturait exclusivement du plantain (PLA), sous forme de cure de 3 semaines, et un lot témoin, pâturait une prairie multi-espèces (PME), sans plantain. L'essai a débuté avec une période d'adaptation du 12/05/21 au 18/05/21, et une période de mesures du 19/05/21 au 3/06/21. Le troupeau de 50 chèvres étudié est l'un des 3 troupeaux du dispositif expérimental de Patuchev de l'unité expérimentale INRAE Fourrages, Ruminants et Environnement de Lusignan. Il s'agit d'un troupeau conduit en contre-saison et en monotraite à partir de début Avril, soit à environ 6 mois de lactation.

2.1.2 Mise en lot expérimental

Une semaine de référence, du 27/04/21 au 30/04/21, a permis de caractériser individuellement les 50 chèvres, pour former deux lots expérimentaux homogènes. Les critères suivants ont été utilisés : numéro et stade de lactation, production laitière journalière (PL), taux butyreux (TB), taux protéique (TP), score de cellules somatiques (SCS), poids vif, lait standardisé 35 g/kg de TB (LS35), capacité d'ingestion (CI), note lombaire (LOMB), note sternale (STERN) et le niveau d'excrétion d'œufs de strongles gastro-intestinaux (OPG). Les valeurs moyennes de ces mesures sont présentées dans le Tableau 2, les lots avaient une production laitière quotidienne moyenne de 2,1 kg/chèvre ($\pm 0,6$), et un poids moyen de 56,0 kg ($\pm 10,8$). Chaque lot était constitué de 25 chèvres alpines en monotraite, 11 primipares et 14 multipares, en fin de lactation (en moyenne 220 jours de lactation lors de la semaine de référence). Ils étaient séparés durant toute l'expérimentation. Le lot PLA était marqué par des colliers roses, et le lot PME par des colliers jaunes.

2.1.3 Logement et spécificités

Dans le bâtiment, les chèvres sont élevées sur paille accumulée. Pendant l'essai, l'ajout de paille a été réalisé de façon modérée 3 fois par semaine, à raison de 60 kg pour chaque conduite, soit entre 400 et 450 g / chèvre. Chaque lot disposait de 3 abreuvoirs accessibles en chèvrerie. Il n'y avait pas d'accès à l'eau pendant le pâturage.

Les chèvres étaient traites le matin à 8 h 30 avant d'aller au pâturage. Le lot PLA était traité après le lot saisonné du dispositif, hors expérimentation, et avant le lot PME.

Tableau 4 : Espèces et variétés semées dans les prairies pâturées de l'essai
 Table 4: Species sown in the grazed grasslands of the trial

Lot	Espèce	Variété	Dose De Semis (Kg / Ha)
Plantain (PLA)	Plantain	Ceres Tonic	12
	Trèfle Blanc	Trio (Aran, Aberdai, Aberavantage)	1
Prairie Multi-Espèce (PME)	Luzerne flamande	Luzelle	8
	Luzerne méditerranéenne	Speeda	8
	Trèfle Violet	Semence fermière	2,8
	Trèfle Blanc	Trio	2
	RGA	Candore	3
	Fétuque élevée	Iliade	5
	Fléole	Aurora	2

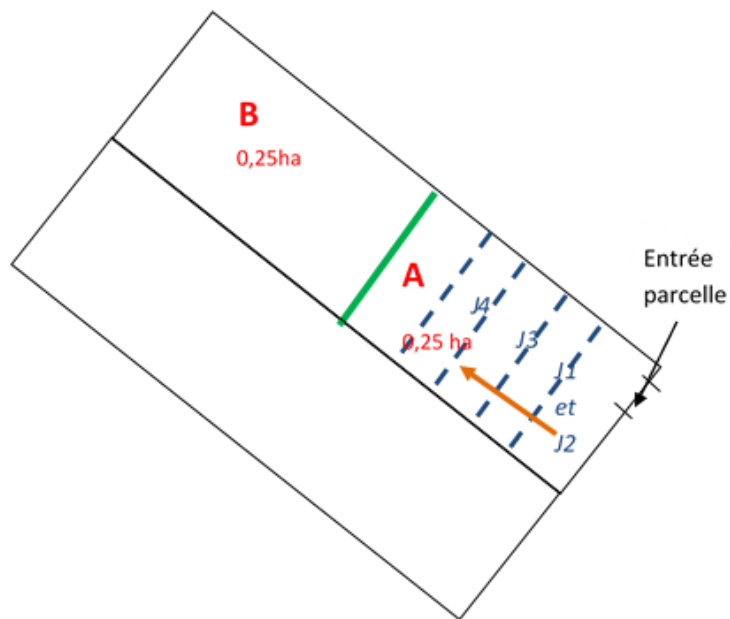


Figure 5 : Plan d'une parcelle pâturée et organisation du pâturage au fil
 Figure 5: Plan of a grazed parcel and organization of the grazing

2.1.4 Période de reproduction

Durant la période d'essai, les chèvres ont pu présenter 1 à 2 cycles de chaleurs. Un bouc était présent dans chaque lot pendant les 3 semaines d'expérimentation. Les besoins de ces boucs en période de reproduction étaient considérés comme équivalents à ceux d'une chèvre du lot. Les quantités offertes (pâturage ou foin) ont donc été ajustées à l'effectif du lot selon la présence d'un bouc.

2.2 Alimentation

Les chèvres avaient 8 h d'accès au pâturage par jour, entre 9 h 30 et 17 h 30. L'herbe était offerte à raison de 2,1 kg MS/chèvre/jour au-dessus de 4,9 cm, cette valeur a été calculée à partir des études de Caillat *et al.* (2018) et Charpentier *et al.* (2019) de manière à ce que la quantité d'herbe offerte chaque jour et le temps d'accès soient considérés comme non-limitants. En bâtiment, les deux lots recevaient la même complémentation (1,1 kg brut/chèvre/jour) composée de foin, et d'aliments concentrés. La ration quotidienne de la complémentation est détaillée dans le Tableau 3 et en 2.2.2.

2.2.1 Conduite des prairies et gestion du pâturage au fil

2.2.1.1 Caractérisation des prairies

Le lot PLA, pâturait la parcelle 8 (le parcellaire est présenté en Annexe 1), en stade de floraison tout au long de l'essai, semée en Mai 2019 avec du plantain lancéolé (Ceres tonic) à raison de 12 kg/ha et 1 kg/ha d'un mélange de trèfles blancs. Cette parcelle a reçu 50 unités d'azote minéral, un mois avant le démarrage de l'essai et a été broyée le 02/04/21 afin d'éviter une hauteur d'herbe trop importante.

Le lot PME pâturait la parcelle 28, semée en Avril 2019 en semis direct avec 7 espèces fourragères. Au semis, cette prairie est composée principalement de luzerne, fétuque élevée et RGA (Tableau 4).

2.2.1.2 Conduite du pâturage au fil

La conduite du pâturage s'est faite au fil avec avance du fil chaque matin après la traite. Le fil arrière a été repoussé tous les 4 jours (Figure 6). La surface à offrir était déterminée chaque jour à partir de la hauteur de la parcelle offerte, et la mesure de densité réalisée chaque semaine avant l'accès à la parcelle (Tableau 5).

Les jours de pluie, le temps d'accès au pâturage était raccourci, voire nul. Les chèvres recevaient alors une complémentation en foin distribué en bâtiment, dont la quantité est calculée par une règle de trois en fonction du temps de présence au pâturage (Annexe 2).

Tableau 5 : Etapes nécessaires au calcul de l'avancée quotidienne du fil
 Table 5: Steps required to calculate the daily progress of the fences

Paramètre	Formule	Unité	Fréquence de calcul
Herbe disparue (HD)	$HD = \text{Hauteur d'herbe avant fauche} - \text{hauteur d'herbe après fauche}$	cm	Une fois par semaine (chantiers de densité)
Densité (D)	$(\text{Quantité totale récoltée} * \text{TMS herbe}) / (\text{Surface prélevée} * \text{HD})$	kg MS / cm / ha	Une fois par semaine (chantiers de densité)
Biomasse disponible (B)	$D * (\text{hauteur mesurée} - 5 \text{ cm})$	kg MS / ha	Tous les jours avant pâturage
Besoin d'herbe quotidien (BH)	$\text{Nb chèvres} * 2,1 \text{ kgMS} / \text{j}$	kg MS / j	Valeur constante
Surface journalière nécessaire (SJ)	$(\text{BH} / \text{B}) * 10\ 000$	m ²	Tous les jours avant pâturage
Avancée du fil	$\text{SJ} / \text{Largeur parcelle}$	m	Tous les jours avant pâturage

Tableau 6 : Valeur biochimique et alimentaire des concentrés et du foin ventilé
 Table 6: Feed value of concentrates and hay

	VAOP	Chevry Pack	Tournesol	Foin ventilé (N=10)
MS (%)	92,5	95,1	94,0	91,3 (±1,7)
MAT (g/kg MS)	105,9	303,3	173,9	133,8 (± 8,4)
VALEUR D'ENCOMBREMENT (UEL/kg MS)	0,34	0,25	0,35	0,99 (± 0,01)
UFL (UFL/kg MS)	1,14	0,94	1,6	1,00 (± 0,03)
PDI (g/kg MS)	80,0	145,1	67,0	90,2 (± 1,7)
DCS (%)	79,1	85,9	71,0	NM
MG (g/kg MS)	35,1	31,0	446,8	NM
NDF (g/kg MS)	255,0	280,0	308,0	427,2 (± 35,2)
ADF (g/kg MS)	98,0	166,0	168,0	216,3 (± 12,3)
AMI (g/kg MS)	510,0	122,3	22,0	NM
DMO (%)	82,3	73,8	70,40	75,1 (± 1,4)

NM : non mesuré

2.2.2 Conduite de la complémentation

2.2.2.1 Fourrage sec

La quantité totale journalière de foin, environ 200 g/chèvre, quantité limitante afin d'éviter les refus, était distribuée le soir, lors de la rentrée des chèvres dans le bâtiment. Le foin utilisé en complément, a été séché en vrac avec le séchoir du dispositif Patuchev et avait une matière sèche moyenne de 91,2 %. Il est issu de prairies multi-espèces du site. La valeur alimentaire de ce foin est présentée dans le Tableau 6, et a été déterminée à partir de l'analyse de 11 échantillons journaliers collectés entre J9 et J22 après le début de l'essai (Calendrier en Annexe 3).

2.2.2.2 Aliments concentrés

Les chèvres recevaient quotidiennement, en bâtiment, 906 g de compléments, repartis en 2 fois à l'aide d'un distributeur mobile, dont les quantités distribuées ont été vérifiées durant l'essai, à raison 368 g (± 5) de VAOP et 22 g (± 1) de CMV le matin à l'auge avant d'aller en salle de traite (SDT), 68 g (± 12) de Chevy pack distribué en SDT, et 368 g (± 5) g de VAOP et 80 g de tournesol le soir à l'auge après la rentrée du pâturage. Les valeurs alimentaires des différents concentrés sont présentées dans le tableau 6, et ont été obtenues grâce à l'analyse d'un échantillon par aliment constitué à partir de 4 sous-échantillons collectés à J10, J13, J17 et J20 après le début de l'essai. Des pierres à sel enrichies en magnésium étaient également à disposition des animaux.

2.3 Mesures sur les animaux

2.3.1 Production laitière et qualité du lait

Chaque jour de l'essai, la production laitière totale de chaque lot expérimental a été enregistrée à l'aide de pesons sous le tank à lait (Annexe 4). Pendant la semaine de référence et au cours de la période expérimentale, la production laitière individuelle a été mesurée chaque jour pendant 4 jours consécutifs, avec les automates Lactocorders®. Des échantillons individuels ont alors été prélevés à chaque traite, puis transmis au LILCO de Surgères pour analyser les TB, TP, teneurs en cellules et urée.

2.3.2 Poids vif et état corporel

Chaque chèvre a été pesée deux jours consécutifs (afin de vérifier les mesures en cas de valeurs aberrantes) au début de l'essai (J-1 et J1). Une pesée de contrôle a été réalisée à la fin de la première semaine expérimentale (J15), avant la sortie au pâturage. A la fin de l'essai, les chèvres ont été pesées deux jours consécutifs (J22 et J23). Une pesée a également été réalisée le lundi 7/06, 3 jours après la fin de l'essai pour s'affranchir d'une éventuelle différence de contenu digestif entre les deux lots en fin d'essai.

Les notes d'état corporel (NEC) ont été réalisées les mêmes jours que les pesées ou le lendemain, lors de la semaine de référence, et en fin d'essai, par le même technicien.

2.3.3 Analyses coproscopiques

Les fèces ont été prélevés pour la semaine de référence le 11/04. Des collectes individuelles par fouille rectale ont été réalisées en début d'essai (J-2), et en fin d'essai (J20), après la traite, les chèvres étant bloquées au cornadis. Ces échantillons ont été transférés à l'école nationale vétérinaire (ENV) de Toulouse pour analyse. Ils ont servi à déterminer, par la méthode de Mc Master, le niveau d'excrétion d'œufs par gramme de fèces (OPG) de SGI. Un OPG observé équivaut à 50 œufs de strongles par gramme de fèces.

2.4 Mesures sur les prairies

2.4.1 Qualité des prairies

De J9 à J13 et de J16 à J23, un échantillon de 300 g frais d'herbe a été prélevé chaque jour dans chaque parcelle pâturée afin de déterminer la teneur en matière sèche de l'herbe et la valeur alimentaire des prairies. Ceci a permis de constituer un total de 13 échantillons par parcelle.

Des photos ont été prises sur le même plan au même endroit, avant et après le passage des chèvres, pour chaque lot, afin d'évaluer l'état de la prairie (Annexe 7).

2.4.2 Densité et compositions botaniques

Chaque semaine (J-1, J7 et J14), sur chaque parcelle, trois bandes d'environ 5 m² ont été fauchées à une hauteur de 4,9 cm, sur l'ensemble de la surface de la parcelle à pâturer dans les 3-4 jours à venir. La hauteur d'herbe a été mesurée avant et après la fauche. L'herbe fauchée a été entièrement ramassée et pesée. Un échantillon d'environ 500 g a été prélevé, pesé puis mis à l'étuve (72 h à 60 °C). Il a permis de calculer le taux de MS des bandes fauchées, et d'en déduire la densité des parcelles.

A ces mêmes dates, un échantillon d'herbe par parcelle pâturée a été prélevé, à des endroits représentatifs, et trié manuellement en 8 catégories : graminées, plantain, luzerne, trèfle blanc, trèfle violet, rumex, adventices et sénescents, afin de déterminer la composition botanique des parcelles.

2.4.3 Hauteur d'herbe à l'entrée et à la sortie des parcelles, et suivi de la croissance

La hauteur d'herbe a été mesurée à l'HerboMètre® chaque matin avant la sortie des chèvres dans la zone prévisionnelle à offrir pour chaque lot, suivant un circuit en W. En fonction du résultat, la longueur de fil à avancer était calculée, et la nouvelle surface était offerte après

la traite du matin. Après la sortie des chèvres de la parcelle, la hauteur d'herbe était à nouveau mesurée sur la partie pâturée, afin d'estimer la hauteur consommée.

2.4.4 Analyses chimiques

Pour déterminer la valeur alimentaire des échantillons de fourrage vert et sec, ceux-ci ont été, au préalable, séchés à l'étuve, à 60 °C pendant 72 h et broyés à la grille de 1 mm. Les analyses chimiques ont ensuite été réalisées par le laboratoire de chimie de l'URP3F (centre INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers). Les échantillons de la parcelle de plantain ont tous été analysés à partir de méthodes chimiques. Les teneurs en fibres (NDF et ADF) sont obtenues par la méthode Van Soest (1963). La teneur en sucres solubles totaux est obtenue par extraction, hydrolyse et dosage spectrophotométrique. La digestibilité enzymatique (DCS), est obtenue par hydrolyse puis séchage, la teneur en matière minérale est déterminée en passant les échantillons 3 h dans un four à 500 °C. Enfin, un analyseur C/N permet d'obtenir les teneurs en carbone et en azote (méthode Dumas, 1988).

Les échantillons issus des prairies multi-espèces (vert et foin) sont obtenus de manière prédictive, par spectroscopie dans le proche infra-rouge (NIRS). Des échantillons ont également été analysés en chimie afin de vérifier les données obtenues par NIRS.

La digestibilité de la matière organique (dMO) et les valeurs alimentaires sont ensuite obtenues grâce au logiciel Prevalim (INRA, 2010) en faisant l'hypothèse, à partir des résultats de composition botanique et d'analyses chimiques semblables, que la prairie multi-espèces était constituée à 60 % par du RGA (FV0770 dans les tables INRA 2018) et à 40 % de trèfle blanc (FV0770), le foin était assimilé à un foin ventilé de prairies permanentes de plaine (Normandie) (FF0050) et le plantain, en l'absence de valeurs dans les tables INRA, à une prairie permanente de montagne (Alpes Nord) à base de dicotylédones (FV0260).

2.5 Calculs et analyses statistiques

2.5.1 Création de nouvelles variables

Le lait standardisé (avec TB = 35 g/kg et TP = 31 g/kg), permettant de comparer les performances laitières à taux identiques a été calculé pour chaque chèvre (INRA, 2018) à partir de la formule suivante :

$$LS35 = PL \times (0,389 + 0,0052 \times (TB - 35) + 0,0033 \times (TP - 31)) \div 0,4$$

Avec LS35 la production laitière standardisée, PL la production laitière journalière brute de la chèvre, en kg, TB et TP respectivement le taux butyreux et le taux protéique du lait, en g/kg.

A partir des mesures de poids vif et de la production laitière potentielle de chaque chèvre, la capacité d'ingestion (CI) par chèvre a été calculée (INRA, 2018), lors de la semaine de référence et en début d'essai, à partir de la formule suivante :

$$CI = 1.3 + 0,016 \times (PV - 60) + 0,24 \times PL_{Pot}$$

Avec CI la capacité d'ingestion, en UEL (unité d'encombrement lait) par jour, PV le poids vif moyen, en kg, et PL_{Pot} la production laitière potentielle de la chèvre, déterminée à partir des formules suivantes :

$$\textit{Multipare} : PL_{Pot} = PL_{PotLact} \times (0,00554 \times e^{-0,00342 \times JL} - 0,00222 \times e^{-0,0555 \times JL})$$

$$\textit{Primipare} : PL_{Pot} = PL_{PotLact} \times (0,00669 \times e^{-0,00431 \times JL} - 0,00345 \times e^{-0,0270 \times JL})$$

Avec PL_{Pot} la production de lait potentielle (kg/j), $PL_{PotLact}$ la production de lait potentielle sur la lactation (kg/an), estimée pour le troupeau Patuchev à 880 kg pour les primipares et 950 kg pour les multipares, et JL (jour de lactation), le nombre de jours après la mise bas.

2.5.2 Analyses statistiques

Les variables liées à la production laitière (PL, TB, TP, Urée, Cellules, LS35), ainsi que les pesées, ont été analysées à partir de modèles mixtes à données répétées, avec le logiciel R. Les modèles intègrent l'effet traitement avec 2 modalités : PLA pour plantain ou PME pour prairie multi-espèce (lot témoin), la parité avec 2 modalités : primipares (Primi) ou multipares (Multi), et la période. Le facteur aléatoire est l'individu. Pour les données de production laitière, les résultats ont été séparés en trois périodes : une période de référence (Ref), la deuxième semaine de l'essai (Expe1), et la troisième semaine de l'essai (Expe2). Chaque période regroupe 4 mesures par chèvre. Pour les données de pesées, les résultats ont été séparés en quatre périodes : une période de référence (Ref), qui comporte une mesure par chèvre, la première semaine de l'essai (Début) avec une mesure par chèvre sur deux jours consécutifs, lors de la dernière semaine de l'essai (Fin), avec une mesure par chèvre sur deux jours consécutifs, et quatre jours après la fin de l'essai (Après), avec une mesure par chèvre. Le modèle mixte s'écrit de la manière suivante :

$$Y = \mu + t_i + d_j + p_k + td_{ij} + dp_{jk} + tp_{ik} + a_l + \varepsilon_{ijkl}$$

Où μ , t_i , d_j , p_k , a_l et ε_{ijkl} représentent respectivement la moyenne générale de la variable d'intérêt Y, les effets fixes de traitement, de période, et de parité, le facteur aléatoire individu, et l'erreur expérimentale. td_{ij} , dp_{jk} et tp_{ik} représentent les interactions entre les facteurs fixes, la triple interaction n'ayant pas été retenue pour les modèles.

L'effet de la parité est ajouté aux modèles car il peut avoir une importante influence sur certaines variables étudiées sur les chèvres, notamment le poids, la production laitière, et les

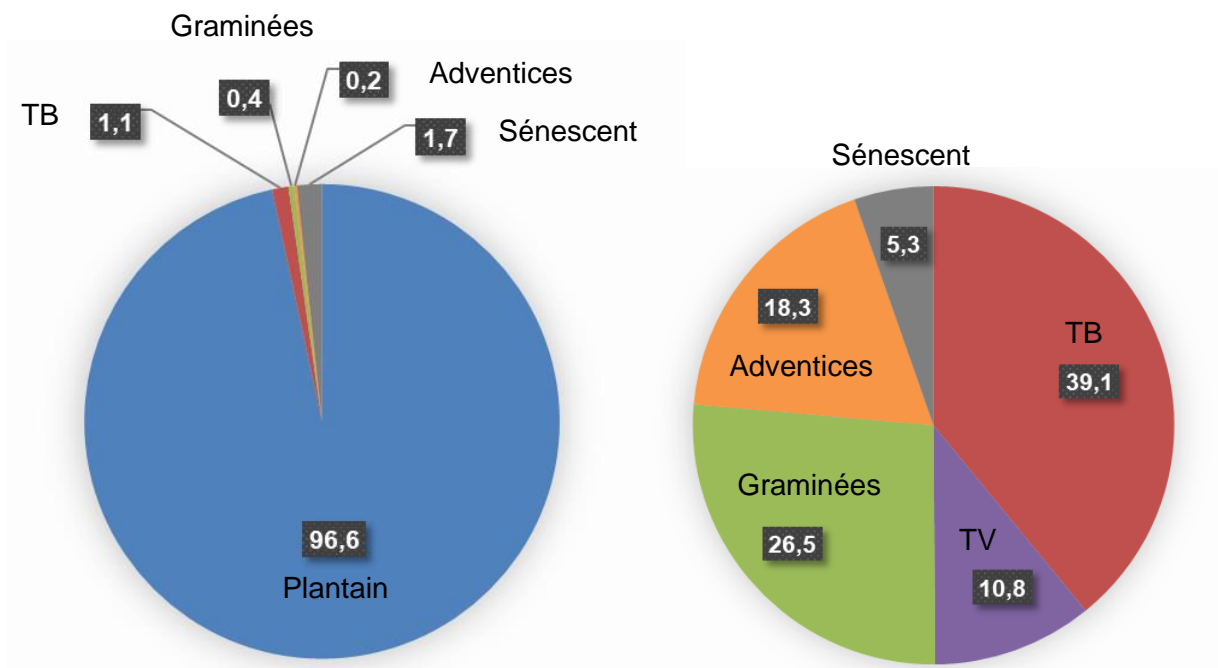


Figure 6 : Composition botanique en pourcentage de MS des prairies pâturées lors de l'essai : Parcelle Plantain (PLA) à gauche, Parcelle multi-espèce (PME) à droite
 Figure 6: Botanical composition in percent DM of grasslands grazed during the trial: Plot Plantain (PLA) on the left, Plot multispecies (PME) on the right

Tableau 7 : Moyenne des valeurs biochimique et alimentaire (\pm écarts-types) des prairies (N=13)
 Table 7: Average feed value (\pm standard deviations) of grasslands (N=13)

	PLA	PME
MS (%)	17,6 (\pm 1,2) ^a	17,0 (\pm 1,4) ^a
MAT (g/kg MS)	103,0 (\pm 9,8) ^a	174,0 (\pm 18,8) ^b
DIG (%)	63,2 (\pm 2,9) ^a	69,8 (\pm 3,3) ^b
MM (g/kg MS)	91,8 (\pm 6,0) ^a	100,0 (\pm 8,0) ^b
UEL (UEL/kg MS)	1,05 (\pm 0,01) ^a	1,01 (\pm 0,02) ^b
UFL (UFL/kg MS)	0,87 (\pm 0,03) ^a	0,88 (\pm 0,03) ^a
PDI (g/kg MS)	77,2 (\pm 2,5) ^a	88,0 (\pm 4,1) ^b
NDF (g/kg MS)	477,0 (\pm 22,5) ^a	386,0 (\pm 33,2) ^b
ADF (g/kg MS)	303,0 (\pm 20,3) ^a	242,0 (\pm 17,9) ^b
DMO (%)	69,5 (\pm 1,8) ^a	70,4 (\pm 2,1) ^a

a, b Pour chaque variable, les moyennes ayant, en exposant, une lettre différente, sont significativement différentes ($p < 0,05$)

taux butyreux et protéique en raison de niveaux d'ingestion d'herbe différents (Caillat *et al.*, 2018).

Le niveau cellulaire a été analysé grâce à la variable du Score de Cellule Somatique (SCS), transformation logarithmique du niveau cellulaire permettant ainsi d'avoir une distribution normale des données (Annexe 5).

Les données de parasitologie, ont été analysées, sur R, avec le test non paramétrique de Wilcoxon-Mann-Whitney, afin de comparer les moyennes des niveaux d'infestations, entre les lots, et leur évolution entre le début et la fin de l'essai. Un test de χ^2 a également été réalisé pour compléter l'analyse, en créant une variable d'évolution de l'infestation entre le début et la fin de l'essai, à trois modalités : Perte, Gain et Egal.

Les notes d'état corporel ont été analysées, en créant une nouvelle variable obtenue en soustrayant la NEC du 7/05 à la NEC du 28/05, grâce à une analyse de variance à deux facteurs (Lot et Parité).

Les données sur les valeurs alimentaires des parcelles ont été traitées par analyse de variance à un facteur avec un modèle intégrant l'effet parcelle :

$$Y = \mu + p_i + \varepsilon_i$$

Où Y , μ , p_i et ε_i représentent respectivement la valeur observée, la moyenne générale, les effets fixes de la parcelle ($n=2$) et l'erreur expérimentale.

Le seuil de significativité retenu est $P \leq 0,05$ pour tous les modèles utilisés. Les résultats issus des modèles mixtes sont représentés sous forme de graphiques, indiquant les moyennes ajustées des modèles et les erreurs standards.

3 Résultats

3.1 Caractérisation des prairies

Les échantillons prélevés lors des mesures de densité ont permis de déterminer les proportions de chaque espèce en matière sèche (MS), pour les parcelles PLA et PME (Figure 6).

Les moyennes des valeurs biochimiques et alimentaires déterminées grâce aux échantillons des parcelles, pendant les deux semaines expérimentales, sont présentées dans le Tableau 7. Il est constaté des différences significatives entre les deux parcelles sur la valeur d'encombrement (UEL) ($p < 0,0001$), de teneur en matière azotée totale (MAT) ($p < 0,0001$), de protéines digestibles par l'intestin (PDI) ($p < 0,0001$), de fibres (ADF et NDF) ($p < 0,0001$), de teneur en matière minérale (MM) ($p < 0,05$) et de digestibilité enzymatique (DIG) ($p < 0,0001$).

Différence significative entre les lots : 0,001 '****' 0,01 '***' 0,05 '**' Non significatif 'ns'

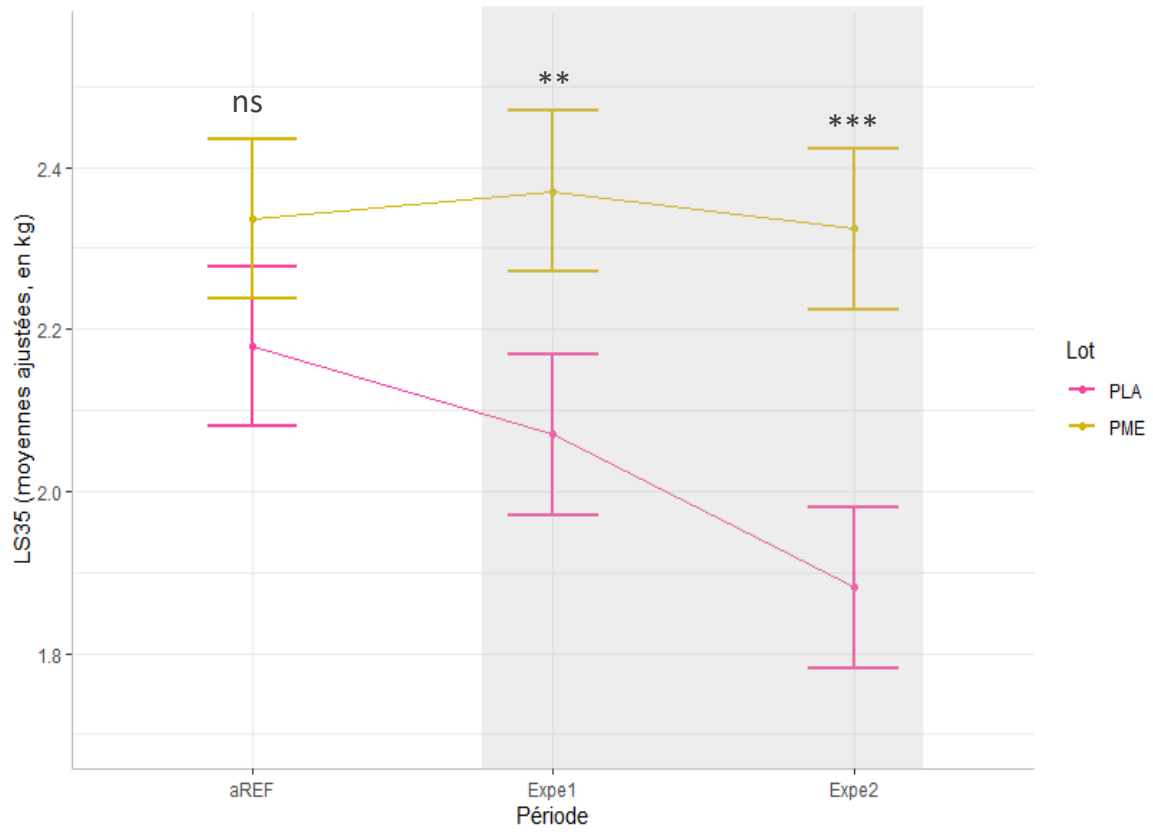


Figure 7 : Moyennes ajustées du lait standardisé à 3,5 % de MG, en fonction du lot et de la période
Figure 7: Adjusted averages of standardized milk at 3.5% fat content, according to batch and period

La teneur en matières azotées totales de la PME est 174,0 g/kg ($\pm 18,8$: écart-type), celle de la parcelle PLA est 103,0 g/kg ($\pm 9,8$). La teneur en minéraux de la PME est 100,0 g/kg ($\pm 8,0$), tandis que celle de la parcelle PLA est 91,8 g/kg ($\pm 6,0$). La valeur d'encombrement est en moyenne 1,05 UEL/kg de MS ($\pm 0,01$) pour la parcelle de plantain, et 1,01 ($\pm 0,02$) pour la PME.

Les densités mesurées des parcelles PLA et PME, étaient respectivement, pour les 3 mesures réalisées avant et pendant l'essai, 201,9 kg de MS/cm/ha ($\pm 22,04$) et 211,7 kg de MS/cm/ha ($\pm 7,7$), et les hauteurs d'herbe avant pâturage étaient respectivement 18,8 cm ($\pm 2,5$) et 18,1 cm ($\pm 3,3$).

3.2 Impacts du pâturage de plantain sur les performances laitières des chèvres

3.2.1 Production laitière

Les chèvres du lot PME présentaient, en moyenne, un LS35 de 2,32 kg, ($\pm 0,1$: erreur standard), tandis qu'il était de 1,88 ($\pm 0,1$) pour le lot PLA (Annexe 6). Cette différence est significative, lors des 2 semaines expérimentales ($p < 0,005$) (Figure 7). Aucune différence significative entre les chèvres primipares et multipares n'a été mise en évidence par le modèle.

La production laitière brute a également été analysée et les différences entre les lots sont d'autant plus marquées ($p < 0,0001$). A la fin de l'essai, la production laitière des chèvres PME était en moyenne 2,22 kg ($\pm 0,09$), alors que celle du lot PLA était 1,72 kg ($\pm 0,09$).

3.2.2 Qualité du lait : Taux butyreux, Taux protéique, Urée et Cellules

Les résultats liés à la qualité du lait produit sont regroupés sur la Figure 8. Les différences de TB entre les lots sont très marquées ($p < 0,01$) lors des semaines expérimentales. Lors de la première semaine, le TB du lait du lot PME était en moyenne 33,85 g/kg ($\pm 1,14$), tandis que celui du lot PLA était en moyenne 39,39 g/kg ($\pm 1,14$).

Les moyennes ajustées du TP ne montrent pas de différence significative entre les lots, le TP était en moyenne 36,34 g/kg pour le lot PME, et 36,50 g/kg pour le lot PLA, lors des deux semaines expérimentales.

Le niveau d'urée dans le lait est plus important chez les chèvres PME ($p < 0,0001$). Lors de la première semaine expérimentale, il était en moyenne de 283,7 mg/L ($\pm 10,4$) pour le lot PME, tandis qu'il était de 227,6 mg/L ($\pm 10,5$) pour le lot PLA. Lors de la seconde semaine expérimentale, il était en moyenne de 299,6 mg/L (± 10) pour le lot PME, tandis qu'il était de 245,1 mg/L (± 10) pour le lot PLA.

Quant au niveau de cellules, la seule différence de SCS observée entre les lots est à la limite de la significativité au seuil de 5 % ($p = 0,053$) et concerne les multipares, lors de la

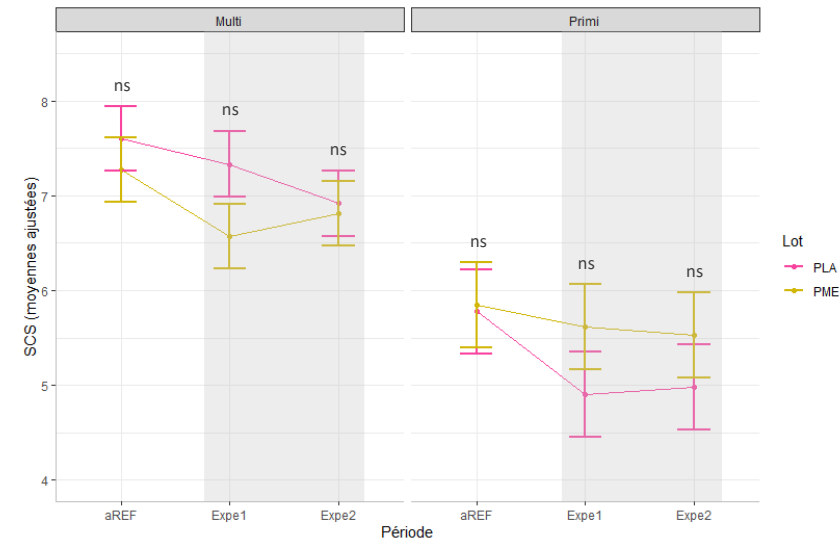
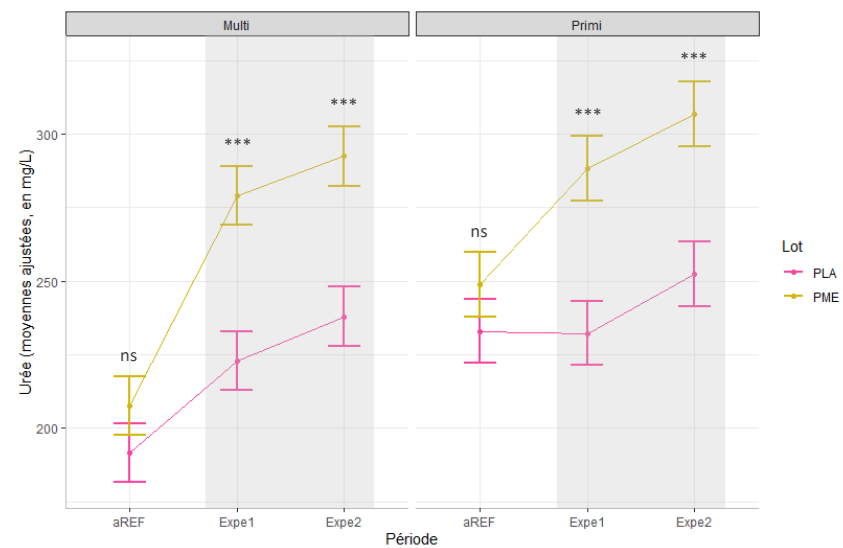
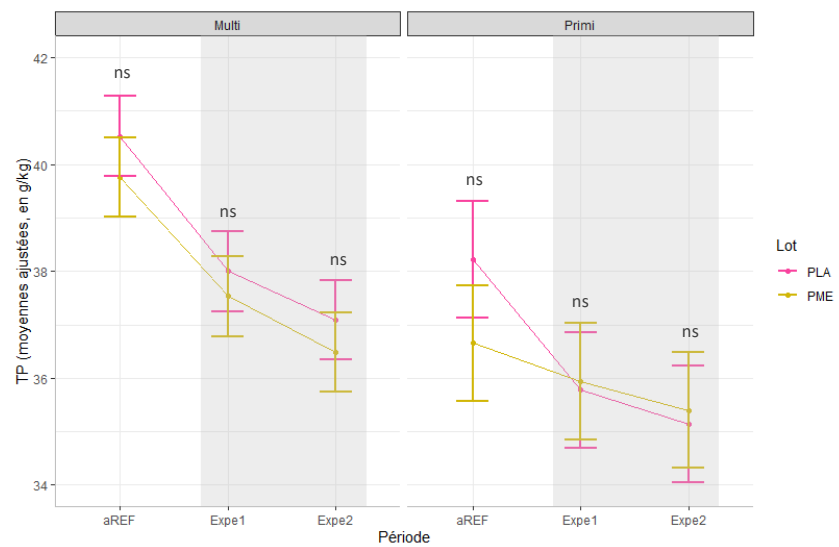
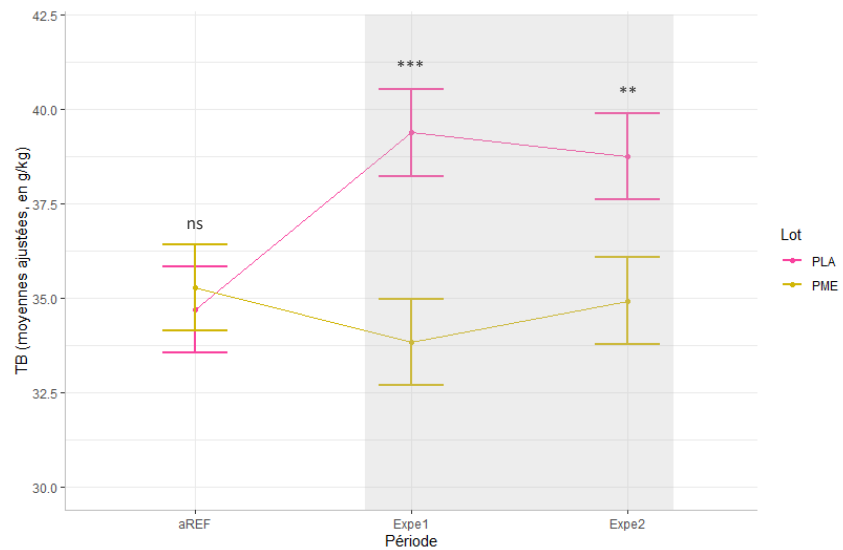


Figure 8 : Moyennes ajustées des variables qualité du lait : Le taux butyreux (TB), le taux protéique (TP), l'urée et le taux de cellules (Score de cellules somatiques SCS), en fonction du lot, de la parité et de la période.

Figure 8: Adjusted averages of milk quality variables: Fat content, protein content, urea and somatic cell score, according to batch, parity and period

Différence significative entre les lots : 0,001 '***' 0,01 '**' 0,05 '*' Non significatif 'ns'

première semaine de mesures. Celles du lot PLA ont un SCS égal à 7,33 ($\pm 0,34$) tandis que celles du lot PME ont un SCS égal à 6,58 ($\pm 0,34$). Néanmoins, cette différence disparaît la semaine suivante.

3.3 Impacts du pâturage de plantain sur l'état sanitaire des chèvres

3.3.1 Pesées et notes d'état corporel

Le poids des chèvres diminue de façon significative ($p < 0,05$), quel que soit le lot et la parité, entre le début et la fin de l'essai (Figure 9). En revanche, il n'y a aucune différence significative entre les lots à la fin de l'essai ($p = 0,2804$), de même pour les autres périodes (Annexe 6).

L'analyse des NEC montre cependant une différence significative du gain de note sternale ($p < 0,05$), entre les deux lots, les PME auraient moins perdu d'état que les PLA. Entre le début et la fin de l'essai, la note sternale moyenne du lot PME est passée de 2,75 ($\pm 0,26$) à 2,73 ($\pm 0,26$), tandis que celle du lot PLA est passée de 2,88 ($\pm 0,22$) à 2,74 ($\pm 0,24$).

3.3.2 Parasitisme : analyses coproscopiques

En fin d'expérimentation, le lot PME présente un niveau moyen d'excrétion d'œufs de SGI de 74 OPG (± 105), contre 54 OPG (± 55) pour le lot PLA. Quelle que soit la date, les différences de moyennes d'OPG observées entre les lots ne sont pas significatives. Le niveau d'excrétion des deux lots a légèrement diminué au cours de l'essai mais cette diminution n'est également pas significative (Figure 10). Le test de Khi^2 ne montre en effet aucune différence significative entre les lots quant au nombre de chèvres dont le niveau d'excrétion a augmenté ou diminué.

Le nombre de chèvres avec une excrétion nulle d'OPG est assez élevé, il passe de 58 % à 24 % pour le lot PLA, et de 40 % à 32 % pour le lot PME, ce qui impacte fortement la moyenne, au vu de la méthode de calcul des OPG.

4 Discussion

4.1 Impacts du pâturage de plantain sur les performances laitières des chèvres

Le changement de régime alimentaire des chèvres n'a pas eu d'impact marqué sur le niveau cellulaire et le TP du lait. En revanche, des effets importants sont constatés sur le niveau d'urée (avec une diminution en moyenne de 18 % par rapport au lot témoin), la production laitière (diminution de 20 %) et le TB (augmentation de 14 %).

La parcelle plantain avait une teneur très faible en protéines, présentant une différence de 41 % de MAT par rapport à la prairie multi-espèces. Or, un faible niveau d'azote dans le régime alimentaire implique un faible taux d'urée dans le lait (Lefrileux *et al.*, 2009), cela

Différence significative entre les lots : 0,001 '****' 0,01 '***' 0,05 '**' Non significatif 'ns'

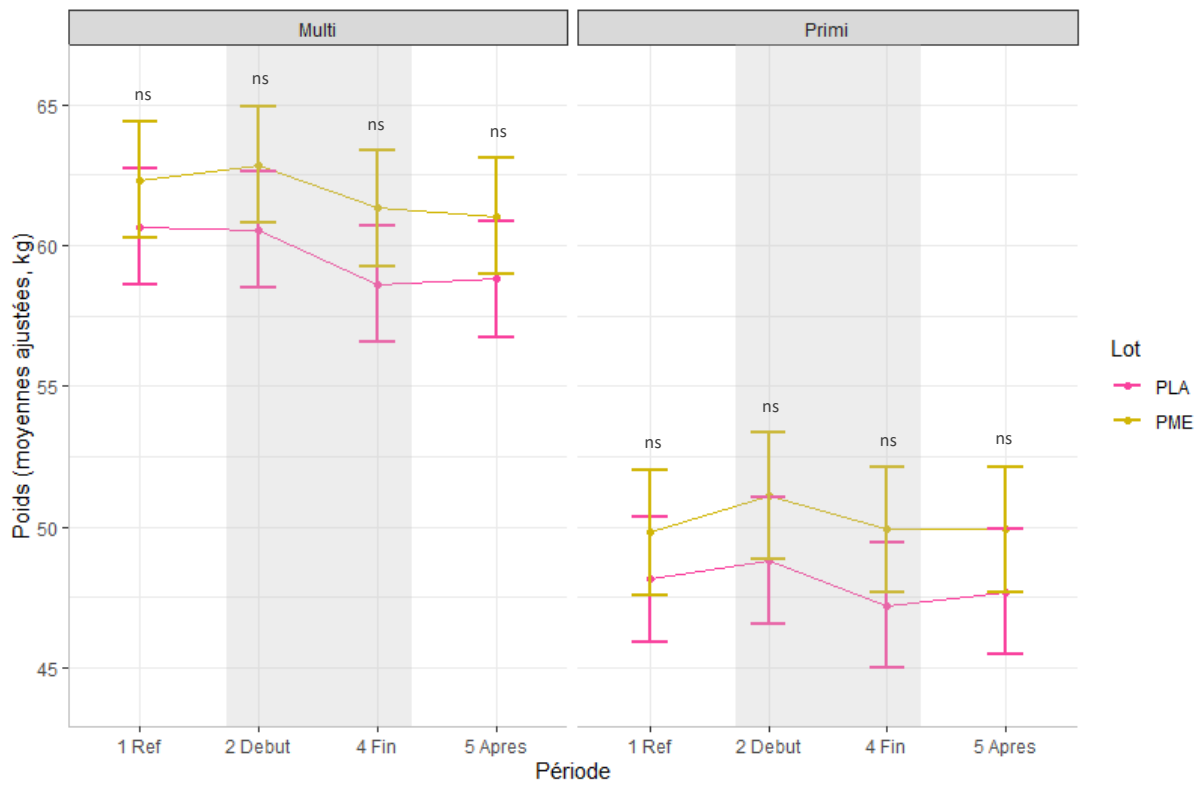


Figure 9 : Moyennes ajustées du poids des chèvres en fonction du lot, la parité et la période
 Figure 9: Adjusted averages of goat weight according to batch, parity and period

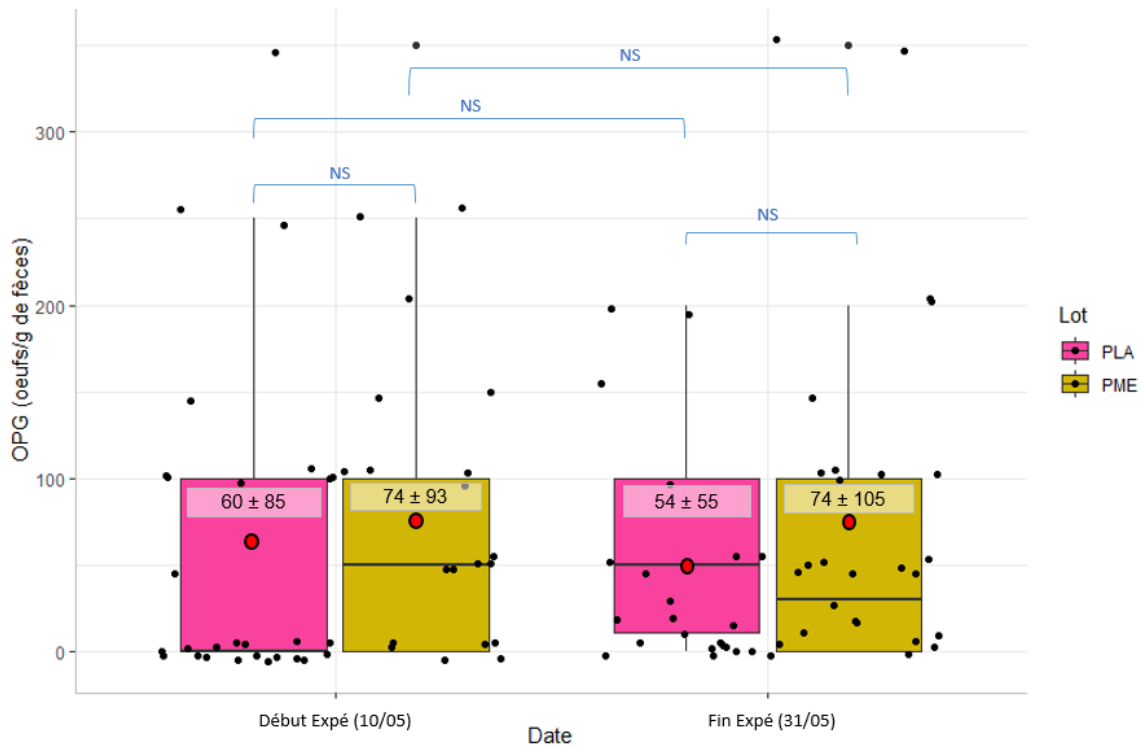


Figure 10 : Nombre d'œufs de SGI par gramme de fèces, par chèvre, en fonction de leur lot et de la date
 Figure 10: Number of strongyles eggs per gram of feces, per goat, according to their batch and date

pourrait donc expliquer les différences importantes d'urée observées. Le niveau d'urée dans le lait est un bon indicateur des rejets azotés dans l'urine, et de la nutrition protéique (Faverdin et Verre, 1998). La diminution d'urée dans le lait du lot PLA est donc cohérente avec la littérature, le plantain étant censé contribuer à la diminution des rejets azotés de l'urine dans l'environnement.

La production laitière brute était également plus faible pour les chèvres du lot PLA, impliquant une différence de 20 % par rapport au lot PME. Sachant que l'apport d'azote dans la ration alimentaire est favorable à une augmentation de la production laitière des chèvres (Lefrileux *et al.*, 2005), cela est cohérent avec la différence de MAT entre les parcelles et donc la ration de chaque lot.

Le TB était significativement plus élevé dans le lait du lot PLA. Les fibres dans la ration contribuent à l'amélioration du TB et à une augmentation du temps de mastication (Santini *et al.*, 1991; Rousselot *et al.*, 1995). En effet, d'après les résultats des valeurs alimentaires des prairies, la parcelle PLA était significativement plus riche en fibres, entre 22 % et 25 %, que la parcelle PME, ce qui expliquerait les différences observées.

Les résultats des valeurs alimentaires des parcelles sont cependant à nuancer, car les échantillons ont été prélevés sur l'herbe offerte, qui n'est pas forcément équivalente à l'herbe réellement ingérée par les chèvres. En effet, du fait de leur comportement « cueilleur », les chèvres sélectionnent certaines espèces ou certaines parties des plants. Par exemple, elles ne consommaient que très peu les tiges de plantain, mais plutôt les feuilles et, surtout, les fleurs (Annexe 7).

4.2 Impacts du pâturage de plantain sur l'état sanitaire chèvres

Dans les deux lots, les chèvres ont perdu, en moyenne, entre 1,1 et 1,8 kg, mais les différences entre les lots ne sont pas significatives. Cela indique que la possible perte d'ingestion due au pâturage de plantain, n'affecte pas le poids des chèvres, malgré une diminution plus importante de la note sternale chez les chèvres PLA. Néanmoins, les NEC sont des mesures subjectives et le délai était court entre les deux mesures, les rendant donc délicates à analyser. L'analyse de ces données serait probablement plus pertinente sur un essai plus long. Par ailleurs, les chèvres étant en fin de lactation (249 jours en moyenne), leur poids devrait augmenter, en particulier celui des primipares (Annexe 8) (INRA, 2018). Cette diminution de poids interroge sur l'alimentation des chèvres conduites en contre-saison, en cette période de fin de lactation, qui était sans doute trop pauvre en énergie. Un des leviers pour palier cette perte serait une complémentation plus adaptée, notamment plus énergétique.

Les quantités de SGI mesurées grâce aux coproscopies se situent entre 0 et 350 OPG, ce qui est faible par rapport aux données d'élevage en France (Etter *et al.*, 2000). De plus,

trop peu de chèvres n'excrétaient pas d'OPG, ce qui a entraîné une inflation de zéros dans le jeu de données, compliquant l'analyse des résultats. Ainsi, aucune différence significative entre les lots ne ressort. D'autre part, l'hypothèse de départ était que le plantain pourrait agir sur la résilience des chèvres au parasitisme gastro-intestinal, et non sur le niveau d'excrétion d'œufs de strongles. Il est donc plus pertinent, même avec un taux de parasitisme initial plus important, de s'intéresser principalement aux performances laitières et aux poids des chèvres, afin de comparer l'impact potentiel des SGI sur les chèvres, avec et sans plantain dans la ration.

4.3 Le plantain : un fourrage agroécologique ?

Même si toutes les hypothèses de départ n'ont pas été vérifiées, notamment sur l'augmentation de la résilience des chèvres aux SGI, le plantain possède des qualités et des limites en tant qu'outil potentiel au développement agroécologique du pâturage. Il a montré une résistance relativement importante à différentes conditions météorologiques (Annexe 9), avec une croissance continue et suffisante pour l'alimentation des chèvres, lors des précipitations et lors des épisodes de sécheresse. Les analyses de lait ont également montré une diminution du taux d'urée dans le lait, indicateur d'une diminution des rejets azotés dans l'environnement via l'urine des chèvres, ainsi qu'une amélioration du TB, ce qui est intéressant pour la production fromagère, principal débouché du lait de chèvre, bien que peu utile au vu de la forte diminution de production laitière brute. Contrairement au risque identifié en introduction, il n'a pas été observé de surpâturage dans les parcelles de plantain.

Toutefois, les chèvres n'étant pas assez infestées au début de l'essai, l'effet du pâturage de plantain n'a pas pu être clairement identifié sur la résilience des chèvres au parasitisme gastro-intestinal. De plus, les résultats de l'essai ont montré une moindre production laitière pour le lot PLA comparée au lot témoin, ce qui peut entraîner une baisse du revenu pour l'éleveur.

Le stade du plantain était probablement trop avancé, rendant la plante moins appétante pour les chèvres, ce qui pourrait en partie expliquer l'hétérogénéité du pâturage observée. Cela peut aussi expliquer sa faible teneur en MAT, par rapport aux données de la littérature (Jost et Richard, 2019). Les résultats auraient donc pu être différents si l'essai s'était déroulé plus tôt, à un stade plus optimal du plantain.

D'un point de vue économique, les travaux de préparation de sol avant semis ont été identiques pour les deux parcelles, plantain et multi-espèces. Pour la parcelle PME, le coût des semences a été 220 €/ha, soit un coût de 55 €/ha/an pour une durée d'implantation de 4 ans. Pour la parcelle de plantain, semée avec 12 kg/ha de plantain et 1 kg/ha de trèfle blanc, le coût des semences a été 130 €/ha, soit un coût de 32,5 €/ha/an, pour une durée

d'implantation de 4 ans également. Cependant, ces prix sont à relativiser avec la biomasse produite, globalement plus faible pour le plantain, et valorisée par les chèvres sur la parcelle. De plus, le plantain n'ayant pas pu être fauché, la perte de biomasse est plus importante que pour une PME, augmentant alors le coût final.

Enfin, en culture pure, notamment sur le sol du site, de type argilo-limoneux, il a été nécessaire d'apporter de l'azote minéral à la culture pour subvenir aux besoins nutritifs des chèvres. Malgré le fait qu'il ait été semé avec 1 kg/ha de trèfle blanc, celui-ci s'est trop peu développé pour subvenir aux besoins en azote du plantain, l'enjeu est donc de trouver quelles espèces et quelles quantités semées sont efficaces en association avec le plantain lancéolé.

4.4 Perspectives

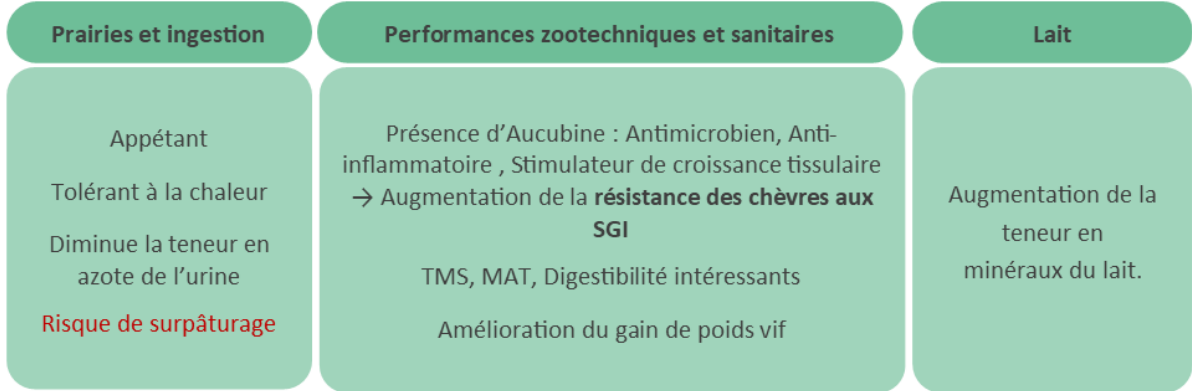
Des essais en mini-parcelles, menés également sur le site des Verrines, dans le cadre du projet Fastoche, mettent en évidence une croissance et un développement plus important du plantain lorsqu'il est associé avec certaines espèces. Par exemple, l'association Plantain, trèfle blanc et RGA présente un meilleur rendement annuel moyen (7,72 TMS/ha), que le plantain pur (7,06 TMS/ha) ou que le mélange trèfle blanc et RGA (6,90 TMS/ha). En effet, les rendements respectifs des différentes espèces évoluent différemment selon les saisons. La résistance du plantain à la sécheresse associée aux bons rendements du trèfle en automne confirme la complémentarité des mélanges, en terme de stabilité des rendements, de limitation du salissement et de résilience. Dans le cas où les effets du plantain sur les impacts du parasitisme gastro-intestinal seraient démontrés, il serait donc plus pertinent de le conseiller en mélange aux éleveurs, plutôt qu'en culture pure, sachant que celle-ci a nécessité un apport d'azote minéral lors de l'essai.

Il serait également intéressant de mesurer les teneurs en composés bioactifs du plantain, notamment les iridoïdes tels que l'aucubine. Ce sont leurs effets anti-inflammatoires, antibactérien et stimulateurs de croissance tissulaires qui pourraient être à l'origine d'une amélioration de la résilience des chèvres aux SGI. En effet, les SGI provoqueraient une inflammation et une irritation des parois intestinales (Entrocasso, 1994), qui diminueraient les performances zootechniques et laitières des chèvres.

Un second essai était mené en parallèle de celui-ci sur les effets du pâturage de sainfoin sur le taux de parasitisme et les performances zootechniques et laitières des chèvres. Le sainfoin, étant riche en tannins condensés (Tableau 1), permettrait de limiter les taux de parasitisme des chèvres, en perturbant la reproduction des SGI (Hoste *et al.*, 2006), et les connaissances que ses mécanismes et ses effets ont été plus étudiés que pour le plantain. Il s'agit donc d'une autre perspective d'étude pour utiliser des plantes à MSB au pâturage, afin de limiter les conséquences du parasitisme gastro-intestinal chez les chèvres laitières.

Dans quelle mesure le plantain est-il intéressant au pâturage ?

HYPOTHESES



RESULTATS

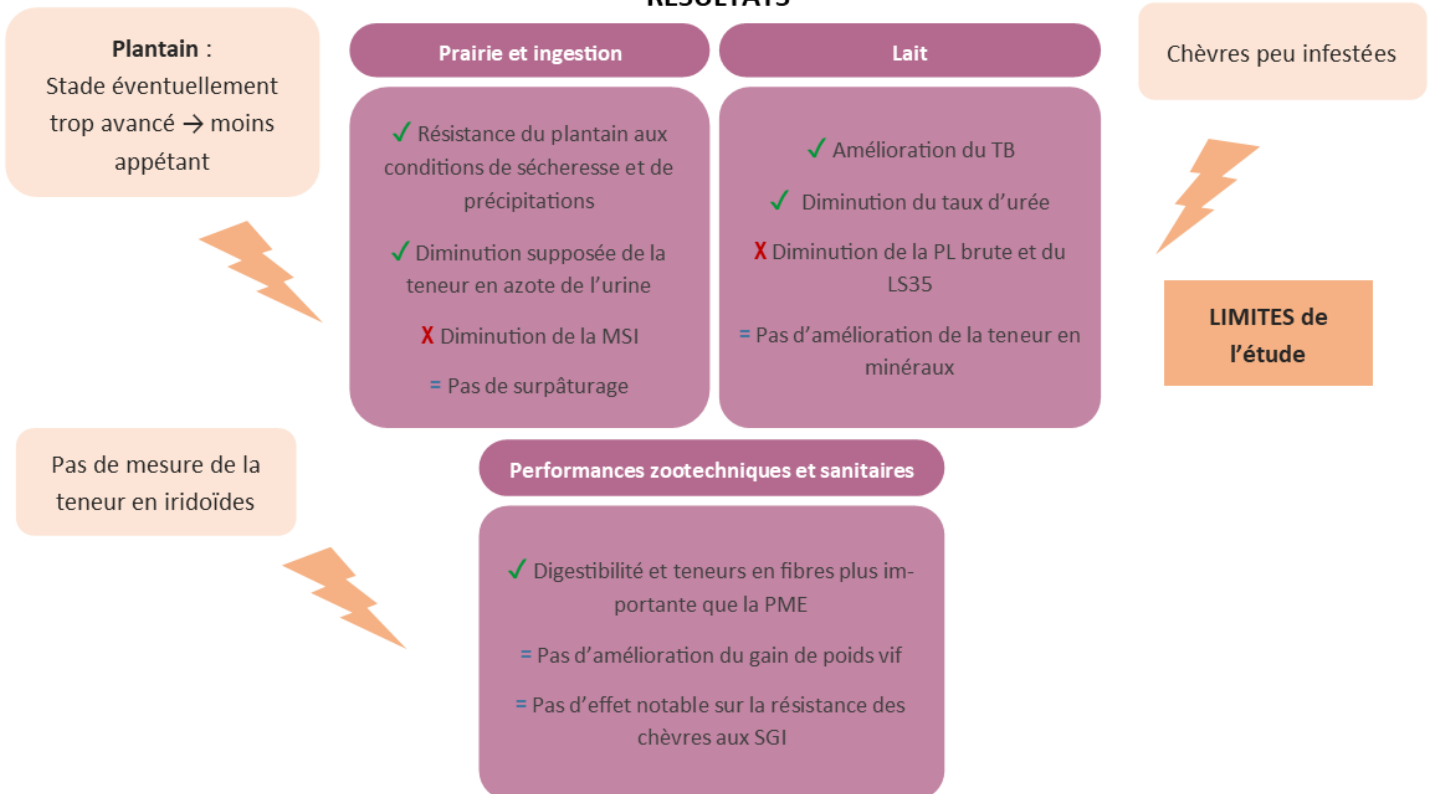


Figure 11 : Schéma bilan, hypothèses, résultats et limites de l'essai
Figure 11: Overview diagram, assumptions, results and limitations of the trial

Enfin, cet essai était une répétition d'un premier essai réalisé en 2020. Les résultats montraient également une importante baisse de production laitière, et d'urée dans le lait, mais ils ne montraient pas de différence du TB. Le lait standard du lot PLA présentait, durant les semaines expérimentales, une diminution moyenne de 14 % par rapport au lot PME en 2020, et de 16 % en 2021. De plus, la prairie de plantain n'avait pas reçu d'azote minéral, et présentait une teneur en MAT d'autant plus faible, ainsi qu'une croissance moins importante. Les chèvres étaient également très peu infestées dès le début de l'essai, aucune conclusion n'avait donc été faite quant à l'effet du pâturage du plantain sur la gestion du parasitisme gastro-intestinal. Les éléments de résultats et de discussions sont synthétisés sur la Figure 11.

5 Conclusion

Le plantain lancéolé est une plante fourragère potentiellement innovante, car, en plus de ses propriétés médicinales supposées, il devrait avoir une valeur nutritionnelle intéressante, notamment en terme de MAT, allant jusqu'à 20 % dans l'étude de (Jost et Richard, 2019). Cet essai, qui est une seconde répétition, mené sur le dispositif Patuchev, a permis de dresser de premières conclusions sur les impacts du pâturage de plantain sur les performances zootechniques et laitières des chèvres ainsi que sur leur état sanitaire.

A ce stade, le plantain n'a pas fait ses preuves concernant la gestion du parasitisme gastro-intestinal chez les chèvres laitières. Bien qu'il n'ait pas eu d'impact sur le poids des chèvres, et qu'il ait permis une diminution de la teneur en urée du lait, il a eu un impact important sur la production laitière, avec une diminution significative de la quantité produite. Ces résultats peuvent être expliqués par la qualité des prairies pâturées, leur appétence et donc, la quantité de fourrage vert ingérée. Quant à la valeur alimentaire mesurée du plantain, sa teneur en fibres est en effet plus importante, mais sa teneur en minéraux est plus faible que la prairie multi-espèces, contrairement à ce que la littérature indiquait. Cela mériterait cependant d'étudier la teneur entre les différences minéraux présents dans les deux prairies. Toutefois, tous ces résultats sont à nuancer avec le faible niveau d'excrétion d'œufs de strongles gastro-intestinaux des lots, le stade sûrement trop avancé du plantain lors de l'essai et la différence entre l'herbe offerte, sur laquelle les échantillons ont été prélevés, et l'herbe réellement ingérée.

Le plantain lancéolé n'est donc pas, à ce stade d'étude, une plante fourragère intéressante en culture pure, au pâturage. Cependant, il serait intéressant de reproduire cette expérimentation, dans un contexte d'infestation initiale plus importante des chèvres, en début de lactation, ou à un stade plus précoce du plantain. D'autre part, il s'agit d'une espèce fourragère qui se porte mieux en association, mais cela rendrait plus délicat l'évaluation de son impact

sur les performances et la santé des chèvres. Cela serait éventuellement possible grâce à un marqueur spécifique du plantain, qui permettrait de connaître le niveau d'ingestion réel de cette plante.

Références bibliographiques

ANICAP, interbev (2017) Plan de la filière caprine française.

Bonnes A, Caillat H, Guillouet P (2012) Patuchev et REDCap : deux dispositifs complémentaires de Recherche et Développement pour des élevages caprins performants et durables. *Fourrages* **212**: 263–268

Bossis N, Jost J (2016) Observatoire de l'alimentation des chèvres laitières françaises. Institut de l'Elevage, 4p.

Box LA, Edwards GR, Bryant RH (2017) Milk production and urinary nitrogen excretion of dairy cows grazing plantain in early and late lactation. *N Z J Agric Res* **60**: 470–482

Box LA, Edwards GR, Bryant RH (2019) Seasonal and diurnal changes in aucubin, catalpol and acteoside concentration of plantain herbage grown at high and low N fertiliser inputs. *N Z J Agric Res* **62**: 343–353

Caillat H, Barre P, Bossis N, Delagarde R, Disenhaus C, Ferlay A, Gaborit P, Giger-Reverdin S, Jacquot A-L, Jenot F, et al (2020) L'herbe : un atout pour les élevages caprins laitiers en France. Institut de l'Elevage - INRAE, En ligne, France, Rencontres Rech. Rumin. **25**: 321–325

Caillat H, Charpentier A, Ranger B, Bruneteau E, Boisseau C, Delagarde R (2018) Variabilité inter-individuelle de l'ingestion d'herbe par des chèvres laitières au pâturage. Institut de l'Elevage - INRAE, France, Rencontres Rech. Rumin. **23**

Caillat H, Ranger B, Guillouet PP (2013) PATUCHEV : un dispositif expérimental pour concevoir et évaluer des systèmes d'élevage caprins performants et durables. Paris, FRA : INRA. Institut de l'Elevage, Rencontres Rech. Rumin. **20**: 296

Castells D (2004) Epidemiología y control de nematodos gastrointestinales de ovinos en el Uruguay. INIA Ser. Act. Difus.

Charpentier A, Caillat H, Gastal F, Delagarde R (2019) Intake, milk yield and grazing behaviour of strip-grazing Alpine dairy goats in response to daily pasture allowance. *animal* **13**: 2492–2500

Chartier C (2018) Parasitisme helminthique des caprins. *Pathol. Caprine Diagn. À Prév. Les éditions du point vétérinaire*, 159–179

Clark DA, Harris PS (1985) Composition of the diet of sheep grazing swards of differing white clover content and spatial distribution. *N Z J Agric Res* **28**: 233–240

Cuéllar Ordaz JA (2008) La nematodiasis gastrointestinal ovina, una enfermedad que causa retraso en el crecimiento y mortandad. *Sist Prod Ovino Tecnol Para Ovinocultores* 245–248

Derrick RW, Moseley G, Wilman D (1993) Intake, by sheep, and digestibility of chickweed, dandelion, dock, ribwort and spurrey, compared with perennial ryegrass. *J Agric Sci* **120**: 51–61

Duke JA (1992) Handbook of biologically active phytochemicals and their activities. *Handb. Biol. Act. Phytochem. Their Act.*

Dumont B, Fortun-Lamothe L, Jouven M, Thomas M, Tichit M (2013) Prospects from agroecology and industrial ecology for animal production in the 21st century. *Anim Int J Anim Biosci* **7**: 1028–1043

- Entrocasso C** (1994) Fisiopatología del parasitismo gastroentérico. Enfermedades Parasit Importancia Económica En Bov 3–17
- Etter E, Chartier C, Hoste H, Pors I, Lefrileux Y, Broqua C, Vallade S, Goudeau C** (2000) Parasitisme par les nématodes du tube digestif et utilisation du pâturage : épidémiologie de l'infestation dans les troupeaux caprins laitiers en France. *Epidémiologie Santé Anim* **37**: 75–86
- Faverdin P, Verre R** (1998) Utilisation de la teneur en urée du lait comme indicateur de la nutrition protéique et des rejets azotés chez la vache laitière. *Rencontres Rech Rumin* **5**: 209–212
- Grace C, Lynch MB, Sheridan H, Lott S, Fritch R, Boland TM** (2019) Grazing multispecies swards improves ewe and lamb performance. *Animal* **13**: 1721–1729
- Habela M, Sevilla R, Corchero E, Fruto J, Peña J** (2002) Nematodosis Gastrointestinales en Ovino. *Mundo Ganad Esp* **6**
- Hoste H, Chartier C** (1993) Comparison of the effects on milk production of concurrent infection with *Haemonchus contortus* and *Trichostrongylus colubriformis* in high- and low-producing dairy goats. *Am J Vet Res* **54**: 1886–93
- Hoste H, Frileux YL, Pommaret A, Gruner L, Quackebeke E van, Kock C** (1999) Importance du parasitisme par des strongles gastro-intestinaux chez les chèvres laitières dans le Sud-Est de la France. *Prod Anim* **12**: 377–389
- Hoste H, Jackson F, Athanasiadou S, Thamsborg SM, Hoskin SO** (2006) The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends Parasitol* **22**: 253–261
- Hoste H, Manolaraki F, Arroyo-Lopez C, Torres Acosta JFJ, Sotiraki S** (2012) Spécificités des risques parasitaires des chèvres au pâturage : conséquences sur les modes de gestion. *Fourrages* **212**: 319–328
- Hoste H, Niderkorn V** (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* **238**: 319–328
- Hoste H, Sotiraki S, Landau SY, Jackson F, Beveridge I** (2010) Goat-nematode interactions: think differently. *Trends Parasitol* **26**: 376–381
- IDELE, CNE** (2020) Les chiffres clés du GEB - Caprins 2020 : Production Lait et Viande.
- INRA** (2018) Alimentation des ruminants, Editions Quæ. Versailles, France
- Jacquot A-L, Marnet P-G, Guinard-Flament J, Inda D, Disenhaus C** (2019) Perception du pâturage par les acteurs de la filière caprine dans le Grand Ouest – *Fourrages* **238**: 167–170
- Jénot F, Bossis N, Verdier G** (2012) Etude de prospective stratégique de la filière caprine en Charentes et Poitou. Répercussions prévisibles sur l'évolution des systèmes alimentaires. *Fourrages* **212**: 257–261
- Jost J, Richard F** (2019) Les prairies multi-espèces du REDCap : Du plantain en mélange pour les chèvres ? PSDR Grand Ouest Flèche, série focus PSDR4. 3 p. <https://redcap.terre-deschevres.fr/spip.php?article262>
- Judson H, McAnulty RW, Sedcole JR** (2009) Evaluation of 'Ceres Tonic' plantain (*Plantago lanceolata*) as a lactation feed for twin-bearing ewes. *Proc. N. Z. Grassl. Assoc.*

- Lefrileux Y, Le Scouarnec J, Pommaret A, Cirier N** (2005) Effects of concentrate supply with commercial feed or maize on milk performances and sensorial quality of milk in grazing dairy goats. *Rencontres Rech Rumin* **12**: 250
- Lefrileux Y, Pommaret A, Morand-Fehr P, Legarto J** (2012) Utilisation des prairies par les chèvres laitières dans les conditions du Sud-Est de la France. *Fourrages* **212**: 279–288
- Lefrileux Y, Raynaud S, Morge S, Barral J, Gauzere Y, Doutart E, Laithier C** (2009) Influence de deux systèmes d'alimentation sur la production et la composition du lait de chèvres hautes productrices et incidences technologiques en fabrication fermière lactique. *Rencontres Rech Rumin* **16**: 139–142
- Marley CL, Cook R, Keatinge R, Barrett J, Lampkin NH** (2003) The effect of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) and chicory (*Cichorium intybus*) on parasite intensities and performance of lambs naturally infected with helminth parasites. *Vet Parasitol* **112**: 147–155
- Michaud A, Plantureux S, Baumont R, DELABY L** (2020) Les prairies, une richesse et un support d'innovation pour des élevages de ruminants plus durables et acceptables. *INRAE Prod Anim* 153–172
- Milton WEJ** (1933) The palatability of the self-establishing species contributing to different types of grassland. *Emp J Exp Agric* **1**: 347–360
- Mimault C, Bonnes A** (2012) Changement de système fourrager en élevage caprin : du maïs ensilage au pâturage. *Fourrages* **212**: 275–278
- Minnéé EMK, Kuhn-Sherlock B, Pinxterhuis IJB, Chapman DF** (2019) Meta-analyses comparing the nutritional composition of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) and plantain (*Plantago lanceolata*) pastures. *J N Z Grassl* 117–124
- Moreno-Romieux C, Sallé G, Jacquiet P, Blanchard A, Chylinski C, Cabaret J, François D, Saccareau M, Astruc J, Bambou J-C, et al** (2015) La résistance génétique au parasitisme chez les petits ruminants : un enjeu de durabilité pour les productions à l'herbe. *Rencontre Rech. Rumin.* **22**: 11–17
- Napoleone M, Hoste H, Lefrileux Y** (2011) The use of grazing pastures in goat production: Development of an approach to combine optimized use of the forage resource and the control of related risks. **129**: 307–316
- Navarrete S, Kemp PD, Pain SJ, Back PJ** (2016) Bioactive compounds, aucubin and acteoside, in plantain (*Plantago lanceolata* L.) and their effect on in vitro rumen fermentation. *Anim Feed Sci Technol* **222**: 158–167
- Nkomboni D** (2017) Effect of plantain (*Plantago lanceolata* L.) proportion in the diet on nitrogen use, milk production and behaviour of lactating dairy cows. Thesis. Lincoln University
- Novak S, Barre P, Delagarde R, Mahieu S, Niderkorn V, Emile J-C** (2020) Composition chimique et digestibilité in vitro des feuilles d'arbre, d'arbuste et de liane des milieux tempérés en été. *Fourrages* **242**: 35–47
- Paolini V, Prevot F, Dorchies Ph, Hoste H** (2005) Lack of effects of quebracho and sainfoin hay on incoming third-stage larvae of *Haemonchus contortus* in goats. *Vet J* **170**: 260–263
- Peña-Espinoza M, Thamsborg SM, Desrues O, Hansen TVA, Enemark HL** (2016) Anthelmintic effects of forage chicory (*Cichorium intybus*) against gastrointestinal nematode parasites in experimentally infected cattle. *Parasitology* **143**: 1279–1293

- Picquart H** (1997) Contribution à l'étude des relations entre l'infestation parasitaire, l'alimentation et la production de lait des caprins en région Rhône-Alpes. Thèse vétérinaire. École nationale vétérinaire de Lyon, Lyon
- Reza MM, Redoy MRA, Rahman MA, Ety S, Alim MA, Cheng L, Al-Mamun M** (2021) Response of plantain (*Plantago lanceolata* L.) supplementation on nutritional, endo-parasitic, and endocrine status in lambs. *Trop Anim Health Prod* **53**: 82
- Rigali Devita PI, Zugarramurdi Real C** (2007) Evaluación del efecto del *Plantago lanceolata* cv. tonic vs. *Lolium multiflorum*, sobre el nivel de infestación por nematodos gastrointestinales en terneros Holando.
- Rochfort S, Parker AJ, Dunshea FR** (2008) Plant bioactives for ruminant health and productivity. *Phytochemistry* **69**: 299–322
- Romero JR, Boero CA** (2001) Epidemiología de la gastroenteritis verminosa de los ovinos en las regiones templadas y cálidas de la Argentina. *Analecta Vet.* 21:
- Rose H, Rinaldi L, Bosco A, Mavrot F, de Waal T, Skuce P, Charlier J, Torgerson PR, Hertzberg H, Hendrickx G, et al** (2015) Widespread anthelmintic resistance in European farmed ruminants: a systematic review. *Vet Rec* **176**: 546
- Rousselot MC, Broqua CB, Araujo C de, Borgida LP** (1995) Effets des fibres et des matières grasses protégées sur la composition du lait de chèvre. *Ann Zootech* **44**: 376–376
- Rumball W, Keogh RG, Lane GE, Miller JE, Claydon RB** (1997) 'Grasslands Lancelot' plantain (*Plantago lanceolata* L.). *N Z J Agric Res* **40**: 373–377
- Sagar GR** (1962) The effect of S23 ryegrass on the establishment and growth of three species of plantains *Plantago lanceolata*, *P. major*, *P. media*. *Ann Appl Biol* **50**: 352
- Sagar GR, Harper JL** (1964) Biological British Isles. *Plantago Major L., P. Media L. and P. Lanceolata L.* *J Ecol* **58**: 189–221
- Sampallo D, Fernando L** (2011) Efecto del pastoreo de *Plantago lanceolata* cv. Tonic sobre los recuentos de huevos de nematodos gastrointestinales en ovinos.
- Santini FJ, Lu CD, Potchoiba MJ, Coleman SW** (1991) Effects of acid detergent fiber intake on early postpartum milk production and chewing activities in dairy goats fed alfalfa hay. *Small Rumin Res* **6**: 63–71
- Silvestre A, Cabaret J** (2001) Résistance aux benzimidazoles chez les nématodes gastro-intestinaux parasites de petits ruminants : diagnostic moléculaire et stratégies de traitements.
- Soulsby E** (1987) Nematodos. Supertamilia: Trichostrongyloidea. *Parasitol. Enfermedades Parasit. En Los Anim. Domésticos, México DF.* 212–259
- Stewart AV** (1996) Plantain (*Plantago lanceolata*) - a potential pasture species. *Proc N Z Grassl Assoc* 77–86
- Stromberg BE** (1997) Environmental factors influencing transmission. *Vet Parasitol* **72**: 247–264
- Symons L, Steel J** (1986) Patogenia de la pérdida de producción en la parasitosis gastrointestinal. *Epidemiol. Control Los Parásitos Gastrointestinales Los Ovinos.* 11–30
- Tamura Y, Nishibe S** (2002) Changes in the Concentrations of Bioactive Compounds in Plantain Leaves. *J Agric Food Chem* **50**: 2514–2518

Thomas B, Rogerson A, Armstrong RH (1956) The Influence of Mineral-Rich Herbs on the Yield and Nutritive Value of Swards. *Grass Forage Sci* **11**: 10–15

Tiley GED, France J (1990) An agronomic evaluation of forage herbs in grassland. Banska Bystrica, Czechoslovakia, 163–166

Tonsor SJ, Kalisz S, Fisher J, Holtsford TP (1993) A Life-History Based Study of Population Genetic Structure: Seed Bank to Adults in *Plantago Lanceolata*. *Evolution* **47**: 833–843

Torres-Acosta JFJ, Hoste H (2008) Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Rumin Res* **77**: 159–173

Troelstra SR, Berendse F (1982) Root CEC determinations to establish root biomasses of two plant species grown in mixtures. *Plant Soil* **64**: 277–281

Tzamaloukas O, Athanasiadou S, Kyriazakis I, Jackson F, Coop RL (2005) The consequences of short-term grazing of bioactive forages on established adult and incoming larvae populations of *Teladorsagia circumcincta* in lambs. *Int J Parasitol* **35**: 329–335

Vondrášková B, Čermák B, Allison G, Klimeš F, Kobes M, Lád F, Brouček J, Špička J, Samková E (2011) Effect of the feeding of *Plantago lanceolata* with meadows hay on milk efficiency of goats. *Slovak J Anim Sci* **44**: 59–64

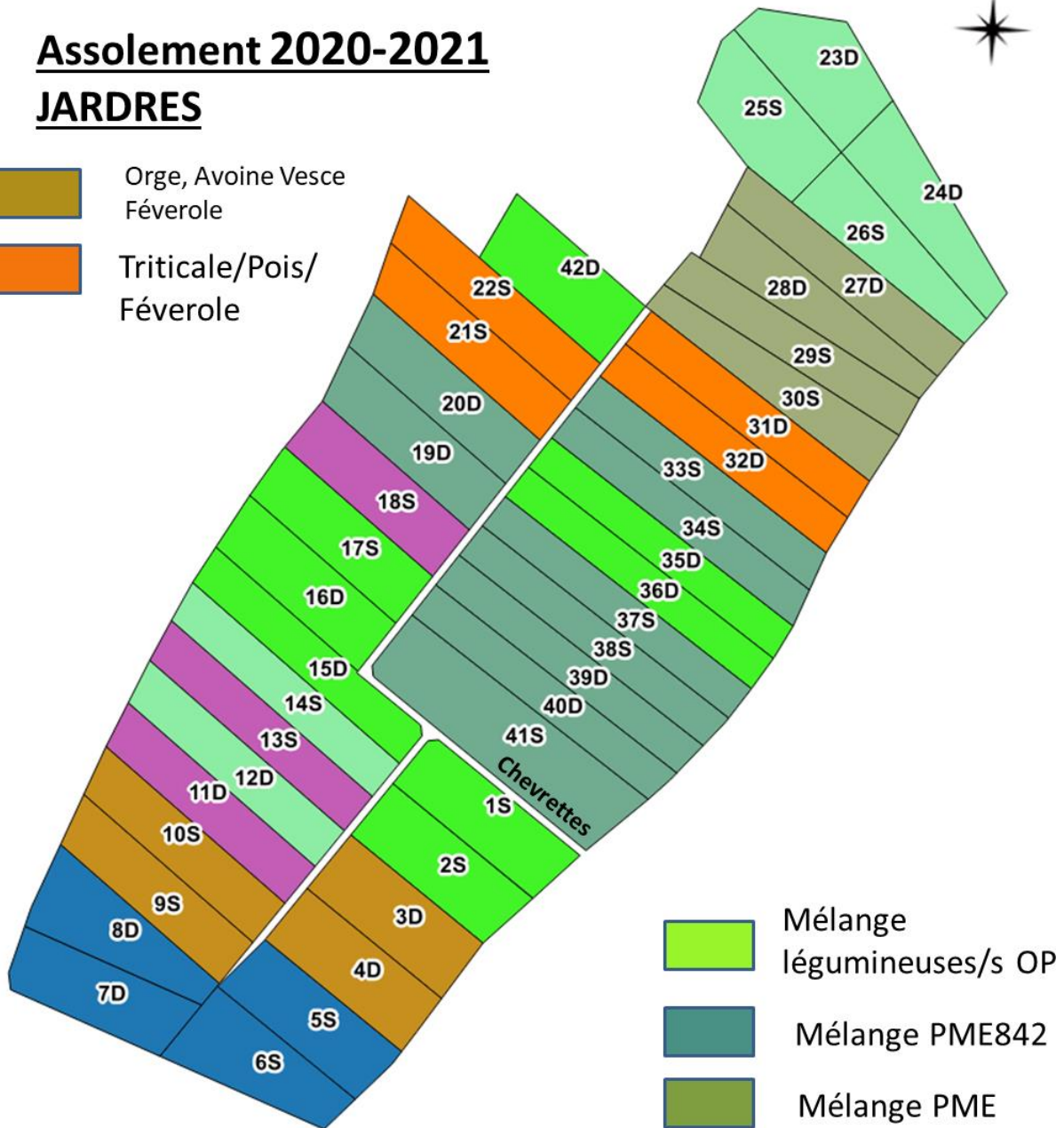
Wache A, Ravinet N, Chauvin A, Chartier C, Hoste H, Lefrileux Y, Jacquiet P, Frappat B, Trou G (2017) Le traitement ciblé-sélectif des bovins, ovins et caprins contre les strongles gastro-intestinaux. *Innov Agron* **207**: 135–153

Zeng X, Guo F, Ouyang D (2020) A review of the pharmacology and toxicology of aucubin. *Fitoterapia* **140**: 104443

Assolement 2020-2021

JARDRES

-  Orge, Avoine Vesce
Féverole
-  Triticale/Pois/
Féverole



0 300 m

N° de parcelle

S → syst saisonné pâturage

D → syst désaisonné pâturage

Annexe 2 : Tableau des quantités de foin à distribuer en fonction du temps de présence au pâturage

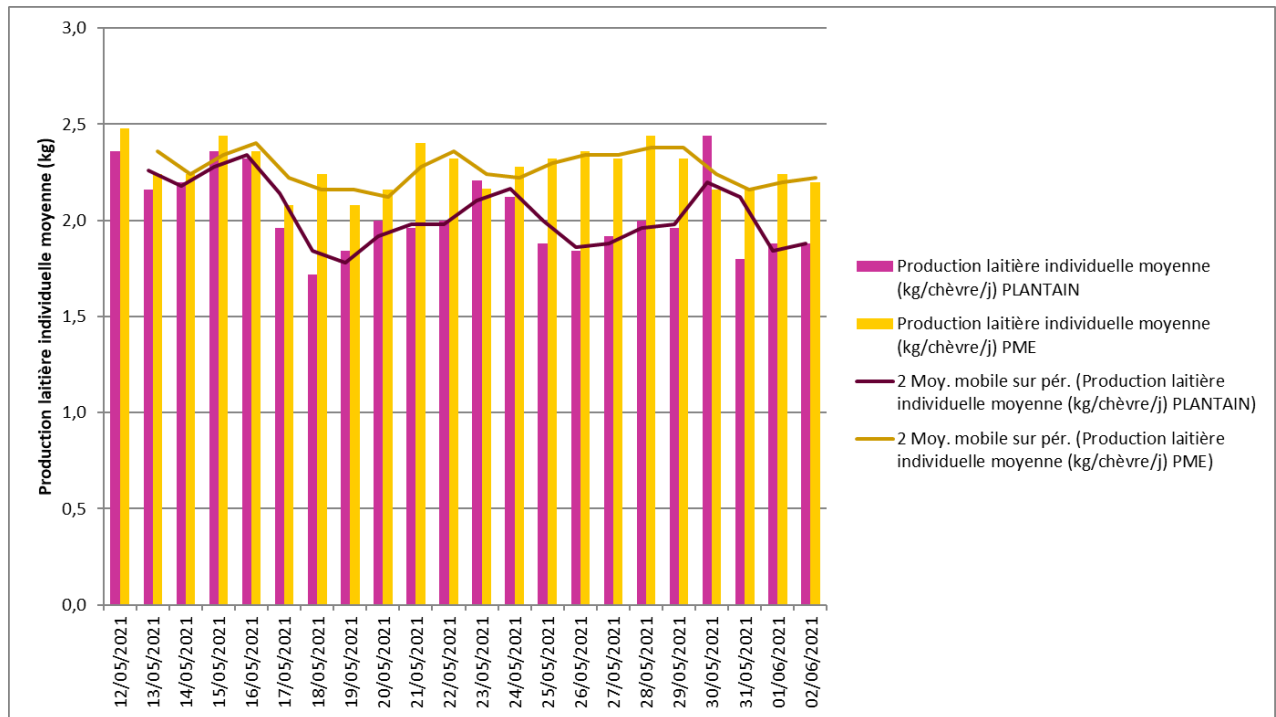
Annex 2: Table of hay quantities to be distributed according to the time of presence in the pasture

TEMPS PRESENCE AU PATURAGE (H / J)	KG BRUT DE FOIN PAR CHEVRE	KG BRUT DE FOIN POUR 25 CHEVRES	KG BRUT DE FOIN POUR 25 CHEVRES + 1 BOUC
0	1,95	48,8	50,7
1	1,7	42,5	44,2
2	1,45	36,3	37,7
3	1,2	30,0	31,2
4	1,0	25,0	26,0
5	0,8	20,0	20,8
6	0,6	15,0	15,6
7	0,4	10,0	10,4
8	0,2	5,0	5,2
9	0	0,0	0,0
10	0	0,0	0,0
11	0	0,0	0,0

Annexe 3 : Planning de l'essai
Annex 3: Trial planning

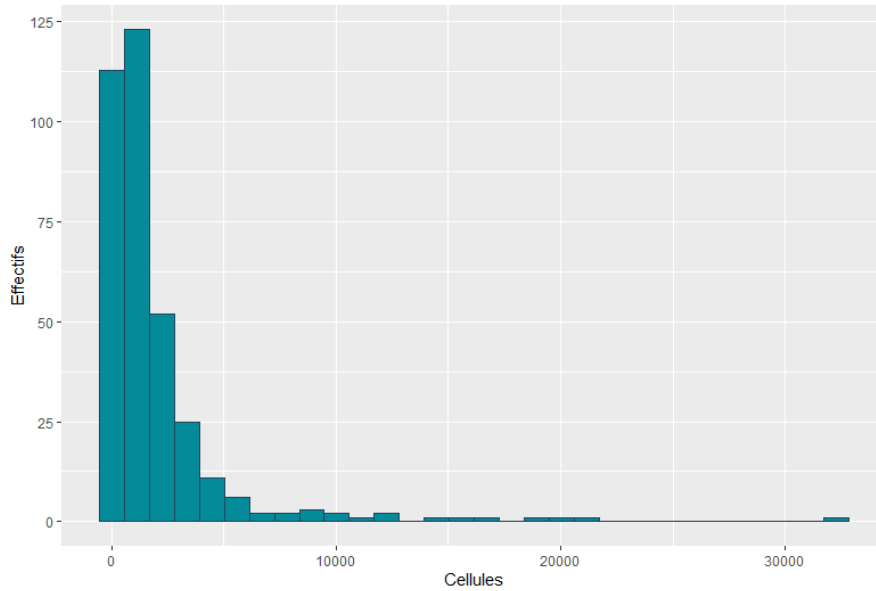
			Période	PARCELE	DPPME	PARCELE	DPLAN	Lait	Taux	Pesée	NEC	Copro	Densité + bioch + compo	Bioch herbe offerte (étuve)	Bioch Ctrés (sec) (pour 2 lots)	composés phénol (-20 °C)	Herbonètre	Pesée Foin distribué (chaque lot)	Pesée Foin Refus	Qualité foin (pour 2 lots)
	Lun	26/04/21	REF		PME sans P			S	S									X	X	
	Mar	27/04/21	REF		PME sans P			M+S	M+S				X 27 - 8					X	X	
	Mer	28/04/21	REF		PME sans P			M+S	M+S	X								X	X	
	Jeu	29/04/21	REF		PME sans P			M+S	M+S		X							X	X	
	Ven	30/04/21	REF		PME sans P			M	M									X	X	
	Sam	01/05/21			PME sans P													X		
	Dim	02/05/21			PME sans P													X		
	Lun	03/05/21			PME sans P			S	S									X	X	
	Mar	04/05/21			PME sans P			M+S	M+S			gpe						X	X	
	Mer	05/05/21			PME sans P			M+S	M+S	X								X	X	
	Jeu	06/05/21			PME sans P			M+S	M+S									X	X	
	Ven	07/05/21			PME sans P			M	M		X							X	X	
	Sam	08/05/21			PME sans P													X		
	Dim	09/05/21			PME sans P													X		
J-2	Lun	10/05/21	Pose des colliers		PME sans P							ind	X 27-8 ?					X	X	
J-1	Mar	11/05/21	Adapt.		PME sans P					X			X 27-8					X	X	
J1	Mer	12/05/21	A	27	PME sans plantain	8	Plantain			X							E	X	X	
J2	Jeu	13/05/21	A	27	PME sans P	8	Plantain										E	X	X	
J3	Ven	14/05/21	A	27	PME sans P	8	Plantain										E	X	X	
J4	Sam	15/05/21	A	27	PME sans P	8	Plantain											X		
J5	Dim	16/05/21	A	27	PME sans P	8	Plantain											X		
J6	Lun	17/05/21	A	27	PME sans P	8	Plantain										E	X	X	
J7	Mar	18/05/21	A	27	PME sans P	8	Plantain						X 28-8				E	X	X	
J8	Mer	19/05/21	Expé 1	27	PME sans P	8	Plantain										E+S	X	X	
J9	Jeu	20/05/21	E 1	27	PME sans P	8	Plantain						X				E+S	X	X	R+D
J10	Ven	21/05/21	E 1	27	PME sans P	8	Plantain						X	X	X (h)		E+S	X	X	R+D
J11	Sam	22/05/21	E 1	27	PME sans P	8	Plantain						X		X (h+c)		S	X	X	
J12	Dim	23/05/21	E 1	27	PME sans P	7	Plantain						X		X (h+c)			X	X	
J13	Lun	24/05/21	E 1	27	PME sans P	7	Plantain						X	X	X (h+c)		E+S	X	X	R+D
J14	Mar	25/05/21	E 1	27	PME sans P	7	Plantain	M	M				X 28 - 7				E+S	X	X	R+D
J15	Mer	26/05/21	Expé 2	27	PME sans P	7	Plantain	M	M	X							E+S	X	X	R+D
J16	Jeu	27/05/21	E 2	27	PME sans P	7	Plantain	M	M				X				E+S	X	X	R+D
J17	Ven	28/05/21	E 2	27	PME sans P	7	Plantain	M	M		X		X	X	X (h)		E+S	X	X	R+D
J18	Sam	29/05/21	E 2	27	PME sans P	7	Plantain						X		X (h+c)		S	X	X	
J19	Dim	30/05/21	E 2	27	PME sans P	7	Plantain						X		X (h+c)			X	X	
J20	Lun	31/05/21	E 2	27	PME sans P	7	Plantain					gp+ind	X	X	X (h+c)		E+S	X	X	R+D
J21	Mar	01/06/21	E 2	27	PME sans P	7	Plantain	M	M				X				E+S	X	X	R+D
J22	Mer	02/06/21	E 2	27	PME sans P	7	Plantain	M	M		X		X				E+S	X	X	R+D
J23	Jeu	03/06/21	E 2	27	PME sans P	7	Plantain	M	M	X			X				S	X	X	
	Ven	04/06/21								X							S	X	X	
	Sam	05/06/21																X		
	Dim	06/06/21			PME													X		
	Lun	07/06/21								X								X	X	
	Mar	08/06/21																X	X	
	Mer	09/06/21																X	X	

Annexe 4 : Production laitière individuelle moyenne des lots PLA et PME
Annex 4: Average individual milk production of PLA and PME batches

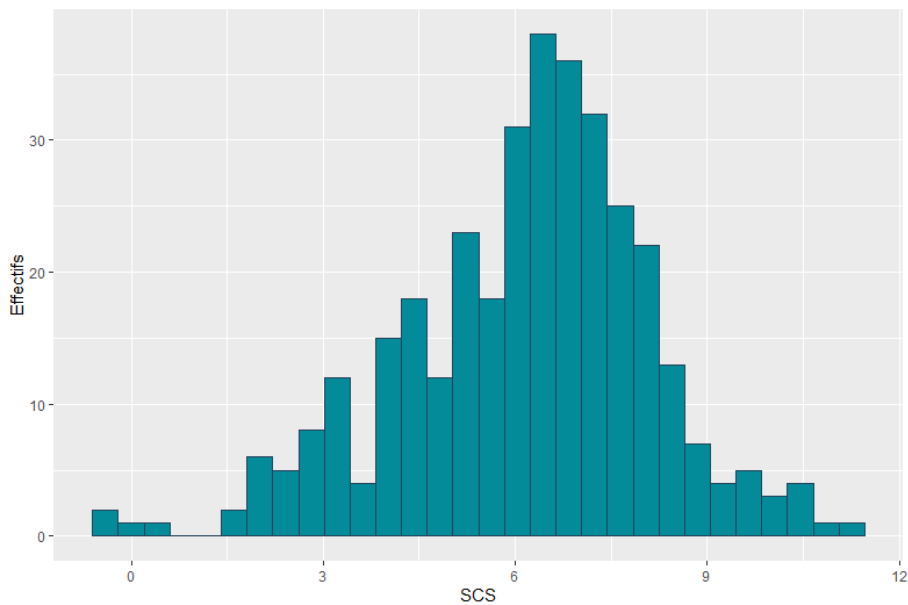


**Annexe 5 : Transformation du nombre de cellules en Score de Cellules Soma-
tiques (SCS)**

Annex 5: Transformation of cell count into Somatic Cell Score (SCS)



Distribution de la variable Cellules



Distribution de la variable SCS

Annexe 6 : Données de production laitière et pesées: moyennes ajustées et significativités de la différence entre les lots

Annex 6: Milk production data and weighing: adjusted means and significance of the difference between batches

Production laitière brute (en kg)

	PLA	PME
Référence	2,07	2,20
Expe1	1,88	2,30
Expe2	1,72	2,22

Lait standard (en kg)

	PLA	PME	p-value
Référence	2,18	2,33	0,1155
Expe1	2,07	2,37	0,0033
Expe2	1,88	2,32	<0,0001

Taux butyreux (en g/kg)

	PLA	PME	P-value
Référence	34,70	35,29	0,6698
Expe1	39,39	33,85	0,0001
Expe2	38,76	34,94 ^b	0,0072

Taux protéique (en g/kg)

		PLA	PME	P-value
Ref	Multi	40,52	39,76	0,1989
Ref	Primi	38,22	36,65	0,3082
Expe1	Multi	38,00	37,53	0,4507
Expe1	Primi	35,78	35,94	0,9166
Expe2	Multi	37,09	36,48	0,3262
Expe2	Primi	35,15	35,40	0,8688

Urée (en mg/L)

		PLA	PME	P-value
Ref	Multi	191,6	207,4	0,1697
Ref	Primi	233,0	248,8	0,1697
Expe1	Multi	222,9	279,0	<0,0001
Expe1	Primi	232,2	288,3	<0,0001
Expe2	Multi	237,9	292,4	<0,0001
Expe2	Primi	252,3	306,8	<0,0001

SCS

		PLA	PME	P-value
Ref	Multi	7,59	7,28	0,3887
Ref	Primi	5,78	5,85	0,0539
Expe1	Multi	7,33	6,58	0,7932
Expe1	Primi	4,90	5,62	0,9064
Expe2	Multi	6,93	6,83	0,2665
Expe2	Primi	5,05	5,26	0,3869

Poids (kg)

		PLA	PME	P-value
Ref	Multi	60,6	62,3	0,5016
Ref	Primi	48,1	49,8	0,5016
Début	Multi	60,6	62,9	0,3555
Début	Primi	48,8	51,1	0,3555
Fin	Multi	58,6	61,3	0,2804
Fin	Primi	47,2	49,9	0,2804
Après	Multi	58,8	61,0	0,3723
Après	Primi	47,7	49,9	0,3723

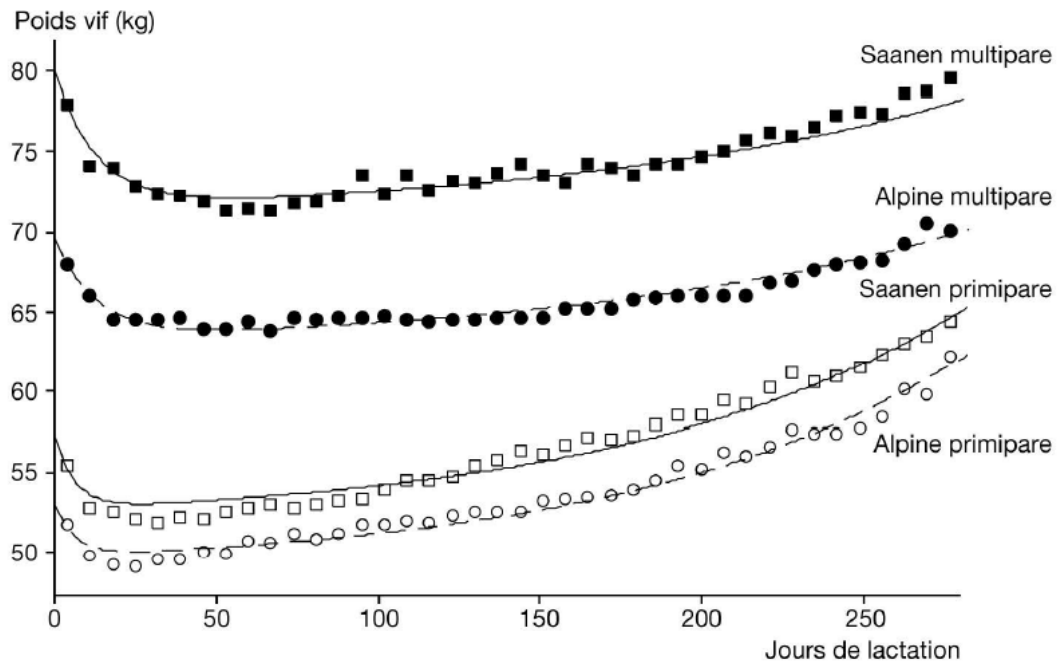
Annexe 7 : Photos des prairies PLA (à gauche) et PME (à droite), avant et après le pâturage (photographiques personnelles)

Annex 7: Photos of PLA (left) and PME (right) grasslands, before and after grazing (personal photos)



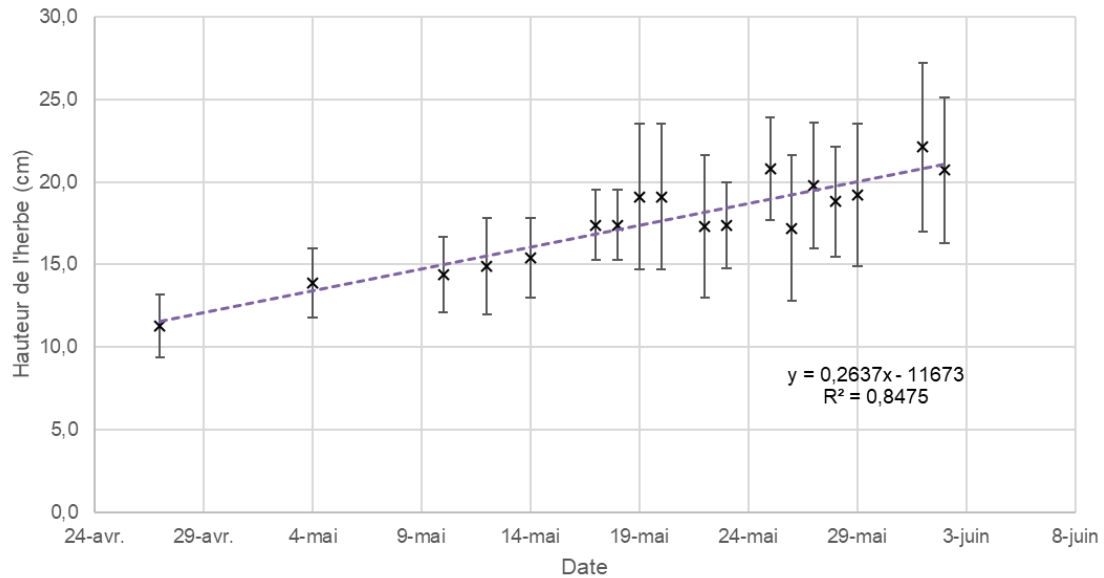
Annexe 8 : Courbes d'évolution du poids vif corporel chez des chèvres laitières en fonction de leur race, et de leur parité (INRA, 2018)

Annex 8: Evolution curves of live body weight in dairy goats according to their breed, and their parity (INRA, 2018)

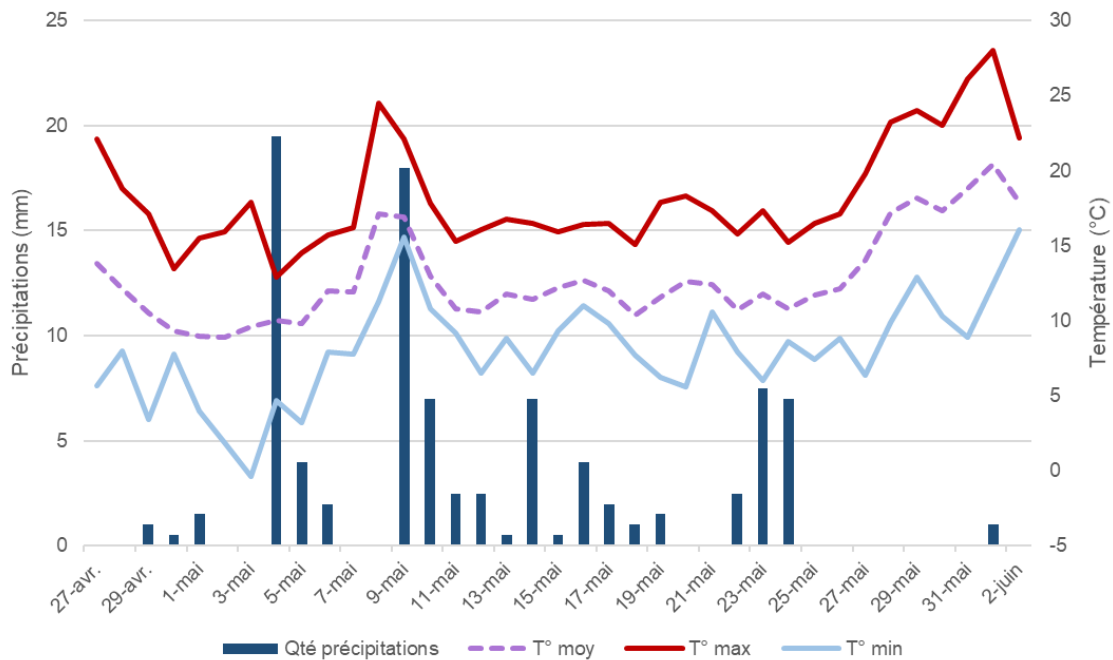


Annexe 9 : Croissance de la prairie PLA, en parallèle des données météorologiques durant l'essai

Annex 9: Growth of the PLA grassland, in parallel with the meteorological data during the trial



Croissance du plantain (Parcelle 8) : évolution de la hauteur de l'herbe mesurée à l'herbomètre



Températures et précipitations à Lusignan (Station Inrae) – Printemps 2021

Annexe 10 : Synthèse en anglais

Annex 10: Summary in English

1. Introduction: State of the art and context of the study

1.1. Goat production in France and its issues

France has more than 7600 goat farms, with a production of 638 million liters in 2019, 76% of which is destined for industrial production. The most productive region is Nouvelle-Aquitaine (Figure 1). Goat rations in France are based on hay and concentrated feed (Figure 2).

Since the 1970s, feeding systems based on corn and grass silage have developed strongly, which has led to an increase in the size of goat herds and a shift to grazing-free systems (Jénot *et al.*, 2012). Today, French goat farms have very little feed self-sufficiency, about 61 %, the most autonomous systems are the grazing systems (Bossis *et Jost*, 2016). The challenges for French goat systems are therefore to maintain production and quality objectives, to enhance the environment while preserving resources (Hoste and Niderkorn, 2019) and to make the profession more attractive, as societal demand is growing in terms of the well-being of the farmer and of the animal (ANICAP and interbev, 2017).

In this context of agro-ecological transition, ruminant grazing provides solutions to the various economic, environmental, and societal issues (Michaud *et al.*, 2020), but there are technical obstacles, particularly in goat systems, where it is necessary to deepen knowledge and to specify the strategies to be adopted by farmers. In particular, the development of grazing increases the risk of helminths, especially digestive-tract nematodes (Hoste *et al* 2012). In addition, the excessive use of anthelmintics (AH) has favored the appearance of resistance to certain molecules that compose them (Silvestre and Cabaret, 2001), which in some cases has made grazing management very difficult (Lefrileux *et al.*, 2012).

1.2. Management of gastrointestinal strongyles in goat systems

The parasitic phase of gastrointestinal strongyles (SGI) develops on the host, and a free-living phase on the pasture (Figure 3) (Soulsby 1987). The goats most susceptible to these parasites are primiparous and those with higher milk levels (Hoste *et al* 2012). Nematode infestations can induce a significant decrease in milk production, and a change in milk fat content (Hoste and Chartier, 1993; Hoste *et al.*, 2010). They cause inflammation of the abomasum, with hyperemia and increased mucus secretion (Entrocasso, 1994), allowing the passage of proteins into the organ lumen (Romero and Boero, 2001).

Today, the control of SGI relies on chemical molecules with AH activity. Their use is not well thought out and can lead to the development of resistance in SGI (Rose *et al.*, 2015) and the choice of usable molecules is limited because of possible residues in milk (Hoste *et al.*, 1999). In addition, this systematic use of AHs represents a significant cost to the farmer and some of these chemical molecules exhibit ecotoxicity on grassland entomofauna (Wache *et al.*, 2017).

One lever to limit the impacts of parasitism on goat health and performance is the use of plants with bioactive secondary metabolites (MSB). MSB are molecules that are not involved in basic plant metabolism but provide defense functions against predators or pathogens (Hoste and Niderkorn, 2019). For example, certain species rich in condensed tannins (sainfoin, trefoil), may contribute to the management of parasitism by SGI because their ingestion would disrupt worm reproduction, and prevent proper larval settlement (Hoste *et al.*, 2012).

These forages may also have positive effects on animal resilience (Hoste *et al.*, 2012), such as *Plantago lanceolata*. It does not contain tannins but an iridoid compound (aucubin), which would provide antimicrobial, laxative, tissue growth stimulating, anti-inflammatory and other effects. (Stewart, 1996; Zeng *et al.*, 2020). The ingestion of plantain hay by goats would promote the mineral content of milk (Vondrášková *et al.*, 2011) as it contains high levels of minerals (Table 1) (Novak *et al.*, 2020). On the other hand, it would decrease the urea content of milk, without changing either milk yield or protein and fat content (Nkomboni, 2017). From an environmental point of view, plantain would reduce the nitrogen concentration of urine deposited on the ground by grazing cows (Box *et al.*, 2017). Finally, results regarding the anti-parasitic properties of plantain are few and inconclusive. While some studies on plantain grazing have shown no AH effect on lambs (Sampallo and Fernando, 2011) or cattle (Rigali Devita and Zugarramurdi Real, 2007), others show not only an anti-parasitic effect, but also interesting effects on lamb and ewe productivity (Judson *et al.*, 2009; Reza *et al.*, 2021). It is therefore necessary to acquire more data concerning this species, in particular specific to goat grazing, in real breeding conditions (natural infestation), and in the French pedoclimatic context.

1.3. Conclusion

The plantain is therefore a plant that has multiple properties, and which attracts the curiosity of breeders. Indeed, because of its environmental, agronomic interest, with an important resistance to drought, and zootechnical interest, because it is palatable and has medicinal properties, and an interesting food value and digestibility. It could thus have a positive effect on the resistance of goats to the impacts of SGI, and could modify their grazing behavior. This could improve their health, their milk production, both quantitatively and qualitatively (Figure 4). The remainder of this course paper will attempt to answer the following issue: **To what extent can plantain grazing be a solution for a better management of gastrointestinal parasitism among dairy goats, and interesting for their zootechnical performance?**

2. Material and methods

2.1. Experimental device

The trial took place at the INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers center, in Lusignan, in 2021, within the Patuchev research device, from 12/05 to 03/06. An adaptation phase took place from 12/05 to 18/05, and a measurement phase from 19/05 to 3/06.

A reference week took place from 27/04 to 30/04, allowing to characterize individually 50 goats, in order to form two homogeneous experimental batches, according to the following criteria: lactation number, stage, daily milk production (PL), fat content (TB), protein content (TP), somatic cell score (SCS), live weight, standard milk at 35% of TB (LS35), voluntary feed intake (CI), lumbar score (LOMB) and sternal score (STERN) (Table 2). One batch was exclusively grazing plantain (PLA), as a 3-week treatment, and a second batch was grazing a multi-species grassland (PME), without plantain. Each batch consisted of 25 Alpine goats, 11 primiparous and 14 multiparous, with once-daily milking, in late lactation (220 days). They were separated during the whole experiment.

2.2. Feed management

Both batches had 8 hours of access to pasture per day. They received indoor the same supplementation of hay and concentrate feed. The daily ration of the supplementation is shown in Table 3, and their feed values are detailed in Tables 6.

The botanical compositions, in dry matter (DM), of the plots grazed by the PLA and PME batches, evaluated during the trial, are shown in Figure 6, and their respective feed values in Table 7. At the beginning of the measurement phase, the measured densities of the PLA and PME plots were 208.5 kg DM/cm/ha (± 24.7) and 171.1 kg DM/cm/ha (± 7.7), respectively, and the grass heights were 17.3 cm (± 4.3) and 13.1 cm (± 2.1).

Grazing management was done with the wire advanced every morning after milking. The rear wire was pushed back every 4 days (Figure 5). The expected amount of grass offered above 5 cm was 2.1 kg DM/goat/day. The area offered was therefore determined each day from the measured height of the offered grass, and the density measurement, performed each week before accessing the plot (Table 5).

2.3. Experimental measures

2.3.1. Milk production and quality

Each day of the trial, the total milk production of each experimental batch was recorded. During the reference week and each experimental week, individual milk production was measured for 4 days, using Lactocorders®. Individual samples were then taken at each milking and sent to LILCO in Surgères for analysis of TB, TP, cell, and urea content.

2.3.2. Live weight and body condition

Each goat was weighed on two consecutive days at the beginning and end of the trial (planning in Annex 3). A weighing was also done on Monday 7/06, after the end of the trial to avoid a possible difference in digestive content between the two batches at the end of the trial.

2.3.3. Coproscopic analysis

Feces were collected for the reference week on 11/04. Individual collections by rectal search were made at the beginning and at the end of the trial, after milking, with the goats blocked at the feed fence. These samples were transferred to the National Veterinary School of Toulouse for

analysis. They were used to determine, by microscopic observation, the level of egg excretion per gram of feces (OPG) of SGI. One OPG observed is equivalent to 50 strongyle eggs per gram of feces.

2.3.4. Measures on the grasslands

During the experimental weeks, several samples were collected from the plots to determine their DM content and feed values. Samples were also used to calculate the density of the paddocks to be grazed in the next few days, which, together with the height of the grass measured allowed to calculate the daily area to be grazed and to estimate the growth of each paddock.

2.4. Creation of new variables and statistical analyses

The standardized milk (with TB = 35 g/kg and TP = 31 g/kg), the voluntary feed intake (CI) and the potential milk production (PL_{pot}) were calculated with the following formulas:

$$LS35 = PL \times (0.389 + 0.0052 \times (TB - 35) + 0.0033 \times (TP - 31)) \div 0.4$$

With LS35 the standardized milk production, PL the milk production of the goat, in kg, TB and TP respectively the butyric rate and the protein rate of milk, in g/kg.

$$CI = 1.3 + 0.016 \times (PV - 60) + 0.24 \times PL_{pot}$$

With CI the voluntary feed intake, in UEL (milk bulk unit), PV the average live weight, in kg, and PL_{pot} the potential milk production of the goat.

$$\textit{Multiparous: } PL_{Pot} = PL_{PotLact} \times (0,00554 \times e^{-0,00342 \times JL} - 0,00222 \times e^{-0,0555 \times JL})$$

$$\textit{Primiparous: } PL_{Pot} = PL_{PotLact} \times (0,00669 \times e^{-0,00431 \times JL} - 0,00345 \times e^{-0,0270 \times JL})$$

With PL_{Pot} the potential milk production (kg/d), $PL_{PotLact}$ the potential milk production over the lactation (kg/lactation), equal to 880 kg for primiparous and 950 for multiparous, and JL is the number of days after farrowing.

Milk production variables (PL, TB, TP, Urea, SCS, LS35), as well as weighings, were analyzed using mixed models, with R software. The models include the effects of treatment (PLA or PME), parity (Primi or Multi), and period, as well as their interactions. Parasitology data were analyzed in R using the non-parametric Wilcoxon-Mann-Whitney test to compare the mean infestation levels between batches and their evolution between the beginning and the end of the trial. The data on the feed values of the plots were processed by one-factor analysis of variance with a model incorporating the plot effect. The significance level used was $P \leq 0.05$ for all models used.

3. Results and discussion

3.1. Impacts of plantain grazing on the dairy performance of goats

The change in goat diet had no net impact on cell level and TP. However, there were significant differences between batches for milk yield, with a 20 % decrease compared to the control batch, for milk urea (18 % decrease) and TB (14 % increase) (Figures 7 and 8).

The urea level in milk is a good indicator of nitrogen release in urine, and of protein nutrition (Faverdin and Verre, 1998). The decrease in milk urea in the PLA batch is therefore consistent with the literature, as plantain is thought to contribute to the reduction of nitrogenous urine discharge into the environment. In addition, a low level of nitrogen in the diet implies a low level of urea in milk (Lefrileux *et al.*, 2009). The plantain plot had a much lower nitrogen content than the PME plot (Table 7), 103.0 (\pm 9.8) and 174.0 (\pm 18.8) g/kg DM, respectively, which could, in part, explain the differences in milk urea levels between the batches, and in gross milk production that was also lower for the PLA goats. Indeed, the addition of nitrogen in the diet is known to increase milk production (Lefrileux *et al.*, 2005). TB was significantly higher in the milk of the PLA group. Fiber in the diet contributes to the improvement of TB and an increase in chewing time (Santini *et al.*, 1991; Rousset *et al.*, 1995). Indeed, according to the results of the feed values of the grasslands, the PLA plot is significantly richer in fiber than the PME plot, which would explain the observed differences.

However, the results of the feed values of the plots must be qualified because the samples were taken from the grass offered, which is not necessarily equivalent to the grass ingested by the goats. For example, they consumed very little of the plantain stems, but rather the leaves and the flowers (Annex 5).

3.2. Impacts of plantain grazing on goat health

In both batches, the goats lost on average between 1.1 and 1.8 kg, but the differences between the batches were not significant. This indicates that the possible loss of feed intake due to plantain grazing does not affect the weight of the goats. However, as goats are at the end of lactation (249 days on average), their weight should increase, especially in primiparous goats (Annex 6) (INRA, 2018), this could highlight a lack of energy in the diet.

The amounts of SGI eggs measured through coproscopies show no significant difference between batches. The values are between 0 and 350 OPG, which is low, compared to breeding data in France (Etter *et al.*, 2000). In addition, too few goats were infested, which caused an inflation of zeros in the dataset, complicating the analysis of the results. On the other hand, the initial hypothesis was that plantain could affect the resilience of goats to gastrointestinal parasitism, not the rate of parasitism. It is therefore more relevant, even with a higher initial parasitism rate, to focus on milk performance and goat weights, in order to compare the potential impact of SGI on goats with and without plantain in the ration.

3.3. Plantain: an agroecological forage species?

Plantain has qualities and limitations as a potential tool for agroecological pasture development. It has shown a rather high resistance to different weather conditions (Annex 8), with continuous growth and sufficient feed for goats, both during rainfall and during drought episodes. Milk analyses also showed a decrease in urea levels in the milk, indicating a decrease in nitrogenous discharges to the environment via the goats' urine, as well as an improvement in TB, although not very

interesting considering the decrease in milk yield. Contrary to the risk identified in the introduction, overgrazing was not observed in the plantain plots.

However, plantain is a plant that requires a soil rich in nitrogen. In pure cultivation, especially on the site soil, a clay-loam soil, it seems necessary to add mineral nitrogen to the crop to meet the nutritional needs of the goats. In addition, the results of the trial showed a lower milk production for the PLA batch compared to the control batch, which may result in lower income for the farmer. Finally, since the goats were not sufficiently infested at the beginning of the trial, the effect of plantain grazing could not be clearly identified on the resilience of the goats to gastrointestinal parasitism, when comparing the experimental and control batches. It would be interesting to measure the levels of bioactive compounds in plantain, especially iridoids such as aucubin. It is their anti-inflammatory, antibacterial and tissue growth stimulating effects that could be responsible for the improved resilience of goats to SGI.

The plantain stage was probably too advanced, making the plant less palatable to goats, which may partly explain the observed heterogeneity of the pasture (Annex 6). This may also explain its low MAT content, compared to the literature (Jost and Richard, 2019). Thus, the results might have been different if the trial had been run earlier, at a more optimal stage of the plantain.

4. Conclusion

This trial, which is a second repetition, allowed to set up first conclusions on the impacts of plantain grazing on the zootechnical and dairy performances of the goats as well as on their sanitary status. At this stage, plantain has not proven its effectiveness in the management of gastro-intestinal parasitism in dairy goats, but the results must be qualified with the low initial parasitism rate of the lots. Although it had no impact on the weight of the goats and allowed a decrease in the urea content of the milk, it did result in a significant decrease in milk production. This can be explained by the quality of the pastures grazed, their palatability and therefore the amount of green forage ingested. As for the feed value of the plantain, its mineral content is lower than the multi-species grassland, contrary to what the literature indicated, but its fiber content is indeed higher

The lanceolate plantain is not an interesting forage plant for pure cultivation on pasture. However, it would be interesting to reproduce this experiment in a context of greater initial infestation of goats, at the beginning of lactation, or at an earlier stage of the plantain. On the other hand, it is a forage species that does better in association, but this would make it more difficult to evaluate its impact on the performance and health of the goats. This would be possible with a specific marker for plantain, which would allow us to know the real level of intake of this plant.

 agriculture • alimentation • environnement	Diplôme : Master 2 Spécialité : Ingénieur Agronome Spécialisation / option : Agroecology Enseignant référent : Anne-Lise Jacquot
Auteur(s) : Emma Locher Date de naissance* : 18/09/1998	Organisme d'accueil : INRAE Nouvelle-Aquitaine Poitiers – Unité Ferlus Adresse : Les Verrines, 86600 Lusignan
Nb pages : 22 Annexe(s) : 10	Maître de stage : Hugues Caillat
Année de soutenance : 2021	
Titre français : Le pâturage de plantain lancéolé : quels impacts sur la gestion du parasitisme gastro-intestinal et sur les performances des chèvres laitières ?	
Titre anglais : Plantain grazing: what impacts on gastrointestinal parasitism management, and performance of dairy goats ?	
<p>Résumé (1600 caractères maximum) : Le retour du pâturage dans les systèmes caprins français est un enjeu important pour assurer une transition agroécologique et une meilleure autonomie alimentaire. Cependant, les chèvres sont très sensibles aux strongles gastro-intestinaux (SGI) présents au pâturage. Le plantain lancéolé, du fait de ses supposées propriétés médicinales, pourrait contribuer à gérer ce parasitisme. Deux lots homogènes de 25 chèvres ont été formés pour évaluer l'impact du pâturage de plantain sur la résilience des chèvres aux SGI, et sur leurs performances laitières. Pendant 23 jours, à raison de 8 h d'accès journalier, un lot pâturait exclusivement du plantain (PLA), tandis que l'autre pâturait une prairie multi-espèces sans plantain (PME). Chaque chèvre recevait quotidiennement à l'auge 200 g de foin et 906 g de concentrés en complément. La parcelle PLA contenait 7,1 % de MAT en moins que celle du lot PME ($p < 0,0001$). La valeur d'encombrement était 4 % plus élevée pour la parcelle PLA ($p < 0,0001$). Le poids vif, le niveau d'excrétion d'œufs de SGI, le TP et les cellules n'ont pas été affectés au cours de cette étude. En fin d'essai, la production laitière était plus faible (-19 %, $p < 0,005$) pour le lot PLA, ainsi que le niveau d'urée (-18 %, $p < 0,0001$). Dans notre étude, le pâturage de plantain en culture pure n'a pas montré d'intérêt au regard de la perte de production laitière. Il serait plus intéressant en association et à un stade plus précoce, améliorant sa qualité. Son effet sur la résilience des chèvres au parasitisme n'a pu être démontré du fait du trop faible niveau d'infestation initial.</p>	
<p>Abstract (1600 caractères maximum) : The comeback of grazing in French dairy goat systems is an important issue to ensure an agroecological transition and a better feed self-sufficiency. However, goats are very sensitive to gastrointestinal strongyles (SGI) present on pasture. The lanceolate plantain, because of its supposed medicinal properties, could help manage this parasitism. Two homogeneous batches of 25 goats were formed to evaluate the impact of plantain grazing on the resilience of goats to SGI, and on their milk performance. For 23 days, with 8 h of daily access, one batch grazed exclusively plantain (PLA), while the other grazed a multi-species grassland without plantain (PME). Each goat received 200 g of hay and 906 g of concentrates daily as a supplement. The PLA plot had 7.1% less MAT than the PME plot ($p < 0.0001$). Bulkiness value was 4% higher for the PLA plot ($p < 0.0001$). Live weight, SGI egg excretion level, TP, and cells were not affected in this study. At the end of the trial, milk production was lower (-19%, $p < 0.005$) for the PLA lot, as was urea level (-18%, $p < 0.0001$). In our study, plantain grazing in pure culture did not show any interest with regard to the loss of milk production. It would be more interesting in association and at an earlier stage, improving its quality. Its effect on the resilience of goats to parasitism could not be demonstrated because the initial level of infestation was too low.</p>	
Mots-clés : Plantain, Chèvres laitières, Parasitisme gastro-intestinal, Performances laitières, Pâturage Key Words: Plantain, Dairy goats, Gastrointestinal parasitism, Dairy performance, Grazing	

* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires