



HAL
open science

Le plantain dans l'alimentation des chèvres au pâturage : effets sur leurs performances zootechniques et leur santé

Oriane Robinne

► To cite this version:

Oriane Robinne. Le plantain dans l'alimentation des chèvres au pâturage : effets sur leurs performances zootechniques et leur santé. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. dumas-03102274

HAL Id: dumas-03102274

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03102274>

Submitted on 7 Jan 2021

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.

AGROCAMPUS OUEST

CFR Angers CFR Rennes

<p>Année universitaire : 2019 - 2020</p> <p>Spécialité : Biologie Agro-Sciences</p> <p>Spécialisation (et option éventuelle) : Sciences de l'Animal pour l'Elevage de Demain (SAED)</p>	<p>Mémoire de fin d'études</p> <p><input type="checkbox"/> d'ingénieur de l'École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AGROCAMPUS OUEST), école interne de l'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> de master de l'École nationale supérieure des sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage (AGROCAMPUS OUEST), école interne de l'institut national d'enseignement supérieur pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement</p> <p><input type="checkbox"/> d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)</p>
---	---

Le plantain dans l'alimentation des chèvres au pâturage : effets sur leurs performances zootechniques et leur santé

Par : Oriane ROBINNE



Soutenu à Rennes le 14 Septembre 2020

Devant le jury composé de :

Président : Yannick Le Cozler

Maître de stage : Hugues Caillat

Enseignant référent : Pierre-Guy Marnet

Autres membres du jury : Jocelyne Flament
(Rapporteuse)

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

Tout d'abord, je tiens à remercier mon maître de stage, Hugues Caillat, pour son accompagnement, son encadrement, et ses conseils tout au long de mon stage. Très formateur et pédagogue, il m'a appris énormément sur l'alimentation des ruminants, sur les chèvres et sur le pâturage. Je garde en tête le très fameux livre rouge : l'alimentation des ruminants, INRA 2018, que je compte bien, un jour, connaître par cœur. Merci pour sa patience et son humour. A tous les lecteurs qui le côtoieront un jour : ne pas lui parler de sa manière à préparer la machine à café ! ;)

Je remercie aussi toute l'équipe sur la ferme expérimentale : Benoît, Margot, Quentin, Fabrice et Damien pour leur aide précieuse au cours de l'essai. Merci pour l'accueil chaleureux et leurs échanges d'expériences, merci pour leur bonne humeur et la bonne ambiance présente tous les jours à la ferme. Mes connaissances sur la gestion d'un troupeau de chèvres ont largement augmentées grâce à eux. Je remercie de même l'équipe administrative pour la gestion de mon stage et les pauses café très agréables, et toute l'équipe de l'INRAE de Lusignan. Merci à Marie-Laure, directrice de l'unité, pour son accueil et son attention. Merci aussi à Jeff, Patrick, Tom, et Vincent sans qui les repas à la cantine n'auraient pas été aussi distrayants.

Merci, bien sûr, à mes professeurs, qui m'ont permis d'accéder à une formation extrêmement intéressante et passionnante. Merci pour leur écoute et leurs conseils, merci pour leur humour et leur pédagogie. Merci pour ces bons moments passés autour d'un dîner ou lors d'un voyage en Italie. Enfin, merci pour leur accompagnement dans nos projets professionnels, qui, sans eux, n'auraient pas pris forme de la même manière.

Merci à Marie-Emmanuelle (ou ME pour les intimes) pour son aide dans nos dossiers, rapports, organisation et tant d'autres. Quelle patience et joie de vivre !

Et pour finir, je remercie mes camarades de promo, sans qui ces deux années n'auraient pas été les mêmes. Merci pour l'ambiance, les apéros, les gymnights, les interspés (on a gagnéééééé !), et les travaux de groupe (bah oui quand même). Merci pour l'amitié créée si facilement, qui nous a permis de vivre notre meilleure vie.

Le plantain dans l'alimentation des chèvres au pâturage : effets sur leurs performances zootechniques et leur santé

Table des matières

Liste des abréviations	0
Liste des figures et tableaux	0
Introduction	1
I. Contexte et enjeux actuels de la filière caprine	1
II. INRAE et le projet Patuchev : leurs missions pour répondre aux enjeux	1
II.A. INRAE en Nouvelle-Aquitaine-Poitiers et l'Unité Ferlus	1
II.B. Le projet Patuchev : quels types de systèmes d'élevage permettraient une meilleure autonomie en intrants, principalement énergétiques sous contrainte de production?	2
II.B.1. Des choix techniques répondant à des enjeux environnementaux.	2
III. Les plantes à composés bioactifs secondaires dans les pâtures : quelle valorisation et quels effets sur les performances des animaux ?	2
III.A. Le pâturage au sein des systèmes caprins : intérêts, gestion et enjeux	2
III.A.1. L'herbe, une ressource équilibrée et peu coûteuse.	2
III.A.2. Le pâturage, comment gérer une conduite complexe et un risque de parasite important ?	3
III.B. Le plantain, une plante à composés bioactif secondaire encore méconnue chez les chèvres au pâturage.	4
III.B.1. Utilisation thérapeutique du plantain	4
III.B.2. Valeur au pâturage	4
Conclusion, hypothèses et problématique :	5
A) Matériel et méthodes	6
1. Dispositif expérimental	6
1.1 Traitements, animaux et schéma expérimental	6
1.2 Conditions expérimentales	7
2. Notations et mesures	8
2.1 Mesures expérimentales sur les animaux.....	8
2.2 Mesures expérimentales sur les prairies	9
3. Analyses chimiques : matière sèche et valeur alimentaire	10
4. Calculs et analyses statistiques	10
4.1 Création de nouvelles variables.....	10
4.2 Analyses statistiques.....	11
B) Résultats :	12
1. Caractéristiques des prairies exploitées	12
1.1 Densité, hauteur d'herbe et stade des prairies plantain et multi-espèces	12
1.2 Valeurs alimentaires : plantain et prairie multi-espèces.	12

2. Performances zootechniques	13
2.1 Effet du régime alimentaire (lot) sur la production laitière : quantité et qualités du lait (taux butyreux et protéique, taux d'urée, taux de cellules).....	13
2.2 Ingestion de fourrage : estimations de la capacité d'ingestion (CI) et de la quantité ingérée au pâturage (MSVI).....	13
2.3 Effet du régime alimentaire (lot) sur la santé des chèvres : poids vif, état corporel et parasitisme gastro-intestinal.	14
C) Discussion :.....	15
1. Effet du pâturage de plantain sur les performances des chèvres laitières	15
2. Effet du pâturage de plantain sur la santé des chèvres laitières	16
Conclusion	17
Liste bibliographique :	18
Annexes.....	21

Liste des abréviations

DB : Dessaisonné Bâtiment
DP : Dessaisonné Pâturage, lot testé
MAT : Matière azotée totale
MS : Matière sèche
MSB : Métabolites Secondaires Bioactifs
PDI : Protéines réellement digestibles dans l'Intestin grêle
PDIE : Protéines Digestibles dans l'intestin grêle permises par l'énergie (E) apportée par l'aliment
PDIN : Protéines Digestibles dans l'intestin grêle permises par l'azote (N) apporté par l'aliment
PLA : lot plantain
PME : Prairies Multi-Espèce, lot témoin
SCS : Score des Cellules Somatiques
SP : Saisonné Pâturage
TB : Taux Butyreux
TP : Taux Protéique
UEL : Unité d'Encombrement Lait
UFL : Unité Fourragère Lait

Liste des figures et tableaux

Figure 1 : Répartition géographique de la production de lait de chèvre en France (IDELE, CNE, 2019)	1
Figure 2 : Equilibre énergie-azote (PDIE/UFL) et équilibre ruminal (Herisset et Delagarde, 2011, d'après les Tables INRA 2007)	2
Figure 3 : Paramètres faisant varier l'ingestion d'herbe au pâturage par la chèvre laitière (Charpentier, 2018, INRA, 2018).....	2
Figure 4 : Production laitière (kg/j/chèvre) en fonction du lot (plantain et témoin) n=42	12
Figure 5 : Qualités du lait - Taux protéique (g/kg), taux butyreux (g/kg), taux de cellules (score de cellules somatique) et taux d'urée (mg/kg) moyens par chèvre n=42	12
Figure 6 : Quantité ingérée au pâturage par chèvre et par jour en fonction des lots.....	14
Figure 7 : Poids vif et état corporel des chèvres à la fin de l'essai n=42.....	14
Figure 8 : Nombre d'œufs de strongles par gramme de fèces en fonction du lot n=42	14
Tableau 1 : Valeurs alimentaires du plantain et du ray-grass (DairyNZ, 2013)	3
Tableau 2 : Récapitulatif des études réalisées sur les effets du plantain sur les performances zootechniques et la santé de différents ruminants.....	5
Tableau 3 : Caractéristiques des chèvres dessaisonnées pâturage (DP) en semaine de référence.	6
Tableau 4 : Composition des prairies multi-espèces (PME) : parcelles 27 et 28	6
Tableau 5 : Méthode de calcul permettant d'obtenir l'avancée quotidienne du fil.	3
Tableau 6 : Caractéristiques générales moyennes des parcelles pâturées et du foin distribué	12

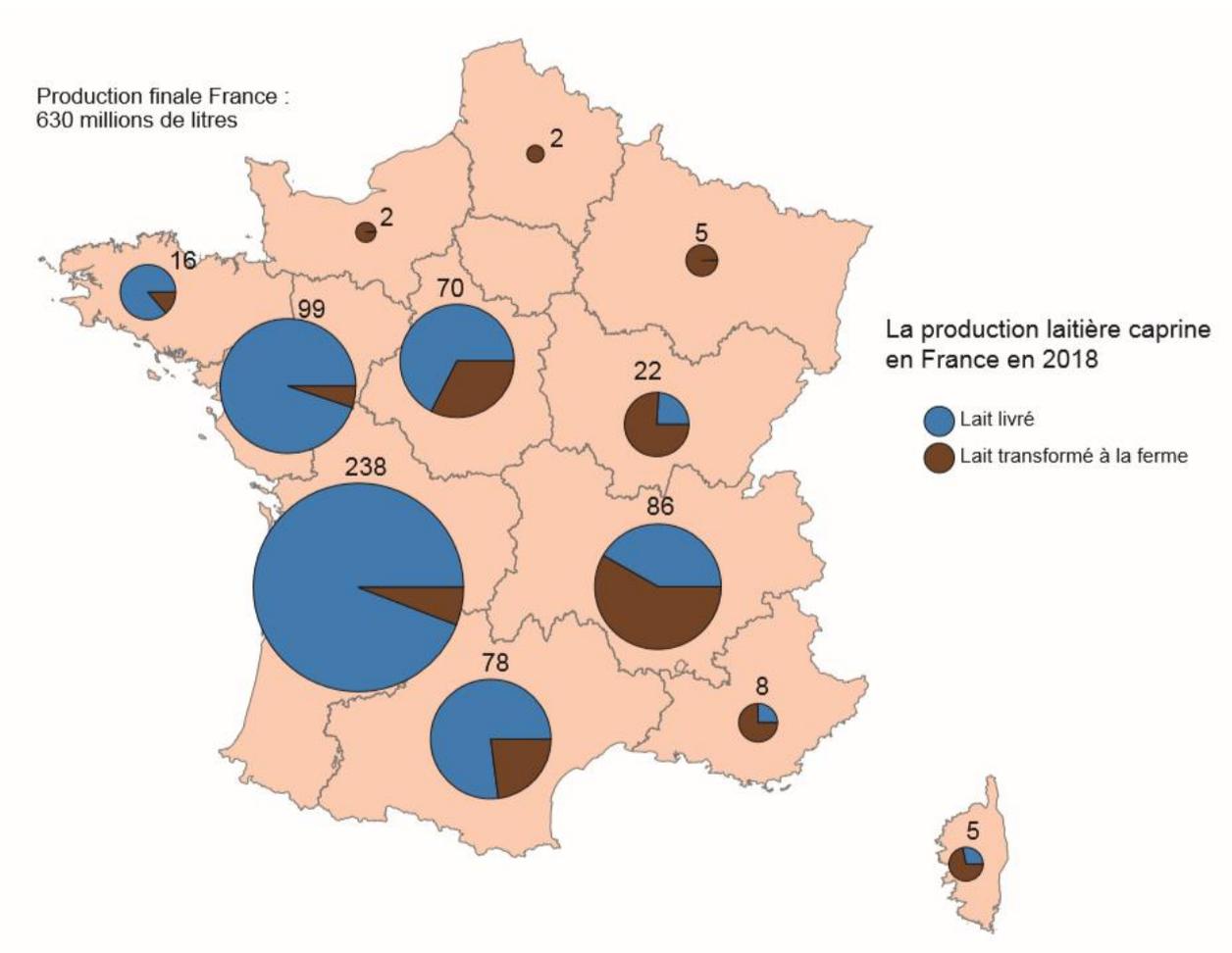


Figure 1: Répartition géographique de la production de lait de chèvre en France (IDELE, CNE, 2019)

Introduction

I. Contexte et enjeux actuels de la filière caprine

Avec plus de 630 millions de litres de lait de chèvre sur le territoire (figure 1), la France est le leader européen en termes de production laitière, et le premier consommateur de fromage de chèvre. La filière caprine est composée d'environ 6000 élevages professionnels dont 47 % sont fromagers, 48 % livreurs et 5 % mixtes (une partie livreur et une partie transformation fromagère). 20 % des élevages caprins sont certifiés Agriculture Biologique (IDELE, CNE, 2019).

D'après une étude réalisée sur les élevages caprins du réseau Inosys-Réseaux d'élevages, ceux-ci présentent une grande diversité des systèmes fourragers à l'échelle nationale. 88 % des élevages caprins français se basent sur une alimentation fourragère herbe, dont 30 % par le pâturage (Caillat *et al.*, 2016). Dans le Grand-Ouest, où la production de lait représente 70 %, seulement 5 % des exploitations de plus de 100 chèvres pratiquent le pâturage (Bossis, 2012).

Entre 2000 et 2010, l'élevage caprin s'est fortement intensifié. Le contexte économique se caractérise par une forte augmentation des coûts de production, et un prix du lait incertain. Le métier d'éleveur de chèvre diminue en attractivité et on observe un vieillissement de la population (25 % des exploitations à transmettre dans les 5 ans) (Données Inosys-Réseaux d'Élevage, GEB).

Malgré le niveau élevé de la production laitière en France, les volumes de lait de chèvre produits et collectés sont actuellement inférieurs à la demande. La demande de produits biologiques et issus de pratiques respectueuses de l'environnement et des animaux augmente (ANICAP, INTERBEV, 2017).

Aujourd'hui, l'alimentation constitue le 1^{er} poste des dépenses. La structure des exploitations et l'indisponibilité en surface ne permettent pas d'avoir une autonomie alimentaire suffisante (Jénot *et al.*, 2012). L'autonomie alimentaire se traduit par la capacité d'un système à produire lui-même les fourrages et concentrés qu'il utilise pour l'alimentation de son troupeau. Elle est faible dans les élevages caprins : 55 % d'autonomie massique contre 88 % en élevage bovin (Bossis *et al.*, 2014).

Les enjeux de la filière sont donc de permettre l'évolution vers des systèmes de production plus autonomes, économes, et permettant un revenu de travail et une activité plus attractifs (ANICAP, INTERBEV, 2017).

Dans ce contexte, la pratique du pâturage apparaît comme un levier efficace pour contribuer à améliorer l'image du produit, les performances économiques des exploitations en diminuant les coûts de production, et les conditions environnementales (Huyghe *et al.*, 2017). C'est ainsi qu'en 2013, le centre INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers de Lusignan a mis en place l'expérimentation système Patuchev (Unité expérimentale Ferlus) pour concevoir des élevages caprins plus durables en valorisant la prairie dans les systèmes de type polycultures-élevages.

II. INRAE et le projet Patuchev : leurs missions pour répondre aux enjeux

II.A. INRAE en Nouvelle-Aquitaine-Poitiers et l'Unité Ferlus

Le centre de recherche INRAE Nouvelle-Aquitaine-Poitiers conduit des projets de recherche qui contribuent au développement d'une agriculture performante et durable à la préservation de l'environnement. Il est spécialisé sur les prairies, les productions animales et les territoires. Parmi l'ensemble des dispositifs expérimentaux dont dispose le centre, l'Unité Ferlus (fourrages, ruminants et environnement de Lusignan) dispose de dispositifs expérimentaux et de recherches sur les prairies et cultures fourragères. Elle évalue leurs effets sur l'environnement et sur des systèmes innovants d'élevages laitiers bovins (OasYs) et caprins (Patuchev).

Cinq thématiques de recherches sont au centre de cette unité, toutes ciblées sur l'objectif de concevoir et d'évaluer des systèmes fourragers et d'élevages laitiers innovants et performants sur les plans économique, social et environnemental. Le projet Patuhev fait partie d'une de ces thématiques.

II.B. Le projet Patuhev : quels types de systèmes d'élevage permettraient une meilleure autonomie en intrants, principalement énergétiques sous contrainte de production?

II.B.1. Des choix techniques répondant à des enjeux environnementaux.

Patuhev est un projet de recherche mis en place en 2013. Il s'inscrit dans une logique de recherche de performance économique, environnementale et sociale (Caillat *et al.*, 2013), afin de répondre à l'enjeu d'autonomie alimentaire et environnemental des élevages caprins. Le concept s'appuie sur une expérimentation-système, appliquant les principes de l'agroécologie (Dumont *et al.*, 2014) et mettant en place des choix techniques pour limiter l'usage d'intrants (concentrés et produits de synthèse), favoriser la biodiversité et améliorer l'attractivité du métier d'éleveur de chèvres. Pour cela, le système comprend une maximisation de la consommation de fourrages issus de prairies multi spécifiques et valorisés par le pâturage, ou du foin séché en grange par énergie solaire (Caillat *et al.*, 2013). Également, l'expérimentation vise à mettre en place des plantes des méthodes alternatives aux traitements chimiques telles que l'utilisation de plantes à composés bioactifs secondaires pour gérer le parasitisme gastro-intestinal.

III. Les plantes à composés bioactifs secondaires dans les pâtures : quelle valorisation et quels effets sur les performances des animaux ?

III.A. Le pâturage au sein des systèmes caprins : intérêts, gestion et enjeux

Pour répondre aux besoins nutritionnels et assurer de bonnes performances, la ration de la chèvre laitière doit être suffisante et équilibrée en énergie, protéines et minéraux (Sauvant *et al.*, 2012). En élevage, elle est composée de 68 % de fourrages verts ou conservés selon les régimes : herbe verte (pâturage ou donnée à l'auge), herbe fanée (foin), ou herbe ensilée, ensilage de maïs, paille. Les concentrés représentent 32 % de l'alimentation, et sont en général des céréales (maïs, triticale, orge), des aliments composés et des aliments minéraux et vitaminiques. Ces concentrés sont majoritairement achetés, seulement 23 % sont produits sur l'exploitation (Bossis et Jost, 2016).

La volatilité du coût des matières premières, liée à des aléas climatiques de plus en plus fréquents, auxquels s'ajoutent une attente insistante des consommateurs et citoyens, redirigent les éleveurs caprins vers des systèmes plus autonomes en aliments et orientés vers le pâturage. C'est dans ce contexte que le pâturage des prairies est reconsidéré et rénové comme un moyen de répondre à ces enjeux (Lefrileux *et al.*, 2012, Bossis, 2012).

III.A.1. L'herbe, une ressource équilibrée et peu coûteuse.

L'herbe est la ressource fourragère la plus naturellement adaptée aux différentes conditions pédoclimatiques françaises. De par sa capacité de stockage du carbone des sols prairiaux, et au maintien de la biodiversité et des paysages, elle a un effet positif sur l'environnement (Lemaire *et al.*, 2015), et répond à la demande du consommateur qui recherche une production plus « naturelle ». L'exploitation de l'herbe au pâturage est la conduite alimentaire la moins coûteuse : 0.03 €/kg contre un prix d'achat de 0.33 €/kg de concentrés, sachant que sans pâturage, la consommation journalière en concentrés en élevages caprins peut dépasser 1 kg de concentrés par chèvre et par jour (Bossis, 2012).

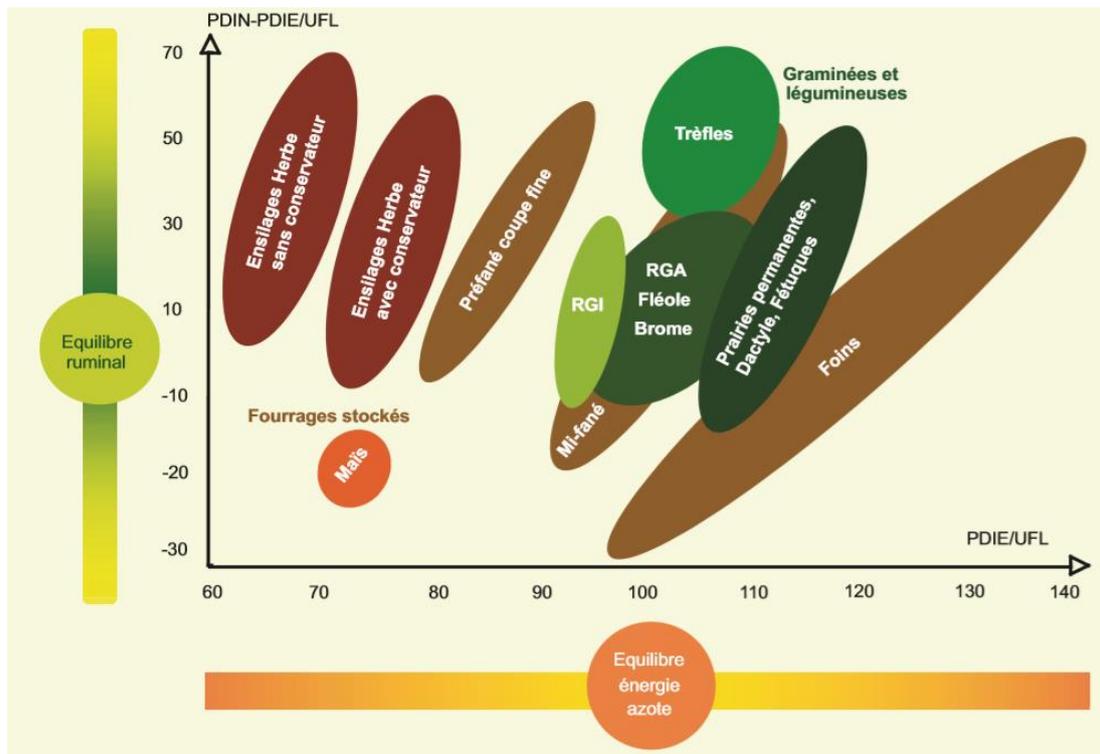


Figure 2 : Equilibre énergie-azote (PDIE/UFL) et équilibre ruminal (Herisset et Delagarde, 2011, d'après les Tables INRA 2007)

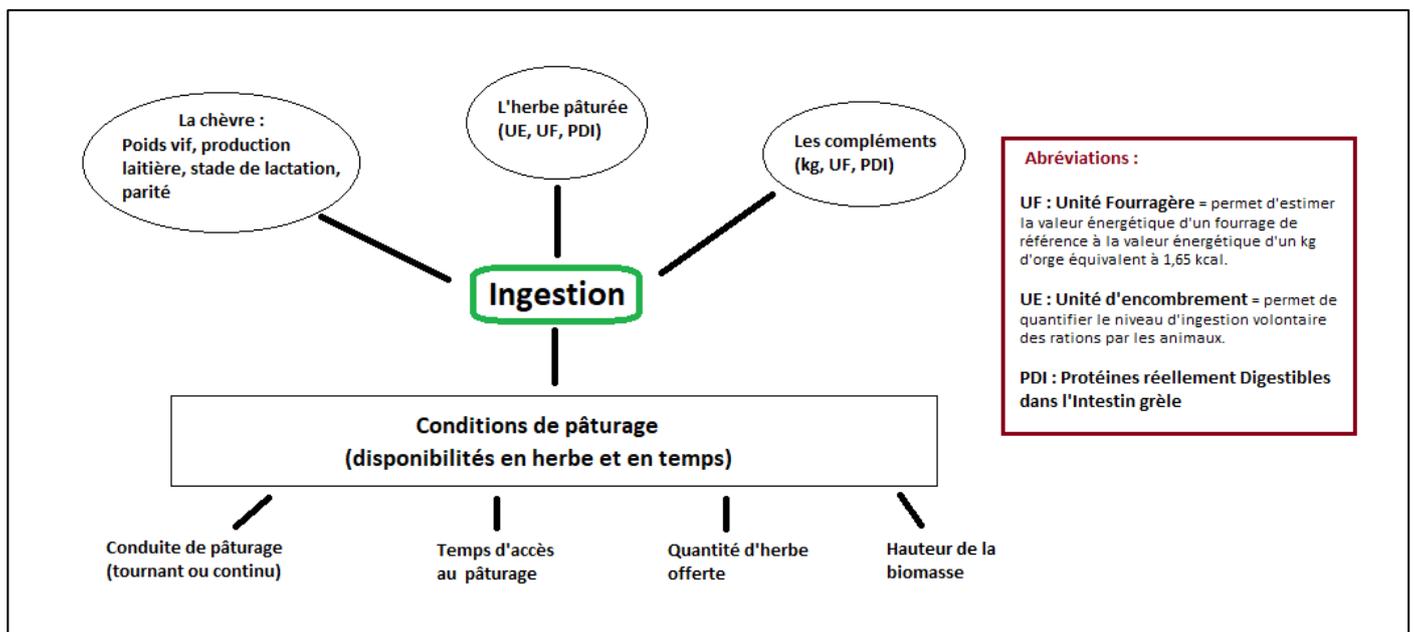


Figure 3 : Paramètres faisant varier l'ingestion d'herbe au pâturage par la chèvre laitière (Charpentier, 2018, INRA, 2018)

Les avantages d'une conduite au pâturage dans le cadre d'une prairie multi-espèce sont aussi notables au niveau de la composition de cet aliment. En effet, l'herbe est équilibrée naturellement en énergie et protéines, elle donne une ration de qualité et permet de diminuer l'apport en concentrés. Selon l'INRA, l'objectif pour une bonne valorisation de la ration est 100 grammes de PDI/UFL¹. L'herbe fraîche (graminées et légumineuses) contient de 90 à 120 g de PDIE/UFL (PDIE : PDI permises par l'énergie (E) apportée par l'aliment) (INRA, 2018) (figure 2). Une complémentation azotée, par l'apport de concentrés dans l'alimentation, n'est donc pas habituellement nécessaire au pâturage. Les éleveurs pratiquant le pâturage utilisent entre 100 et 185 kg de concentrés en moins par chèvre (Herisset et Delagarde, 2011). Une bonne herbe de pâturage contient 15% de matière azotée (MAT : indicatrice de protéines absorbées par le tube digestif) et 77% de digestibilité de la matière organique (INRA, 2018).

Enfin, un régime alimentaire à base d'herbe pâturée confère aux produits laitiers bovins des qualités nutritionnelles et organoleptiques différentes d'un régime à base d'ensilage de maïs (Ferlay et al., 2013). Un travail de recherche (projet FLECHE) est en cours de réalisation pour tester cet effet là sur les caprins.

III.A.2. Le pâturage, comment gérer une conduite complexe et un risque de parasite important ?

Aujourd'hui, il est possible de concilier de faibles apports en concentrés (moins de 350 kg/chèvre/an) et production laitière (850 L/chèvre/an), mais les résultats ne sont pas toujours présents, car la maîtrise technique de ce système avec pâturage n'est pas optimisée dans tous les élevages (Bossis, 2012). Une conduite des caprins au pâturage nécessite beaucoup de technicité de la part de l'éleveur (Jacquot *et al.*, 2019). Cela se justifie par l'incertitude de la disponibilité en herbe (surface disponible, pousse de l'herbe, qualité, aléas climatiques) et de l'exposition aux parasites gastro-intestinaux (Jacquot *et al.*, 2019, Legarto et Leclerc, 2007).

Pour atteindre ses performances optimales, la chèvre doit ingérer une certaine quantité de fourrages. L'ingestion d'herbe au pâturage demeure compliquée à estimer. Elle dépend de nombreux paramètres (figure 3), notamment le temps d'accès et la quantité d'herbe offerte au pâturage. Il est nécessaire de les connaître et de les fixer afin de permettre une étude efficace de la variabilité qu'il peut exister entre les chèvres. Pour une valorisation optimale de l'herbe, les chèvres doivent avoir un accès à l'herbe et une quantité d'herbe non limitants (Charpentier, 2018). Selon l'IDELE, il est recommandé d'offrir au minimum 2,5 kilos de MS/jour/chèvre d'herbe (au-dessus de 4-5 cm) avec un apport d'environ 600 grammes. Pour conserver les performances zootechniques des chèvres, il est donc conseillé un temps de présence de 6 heures par jour minimum au pâturage (Charpentier, 2018).

A l'état naturel, la chèvre sélectionne ses aliments, et cueille les végétaux à un mètre de hauteur, exempts de parasites. Elle est donc biologiquement inadaptée au pâturage et les parasites sont la principale menace sanitaire (35 à 65% des dépenses de médicaments) (Girard, 2019). Les parasites internes provoquent des irritations et inflammation du système digestif, causant un affaiblissement des animaux et une baisse des performances, notamment la production laitière (Hoste et al., 2010). La gestion du parasitisme passe généralement par l'utilisation d'anthelminthiques de synthèse (Hoste et al., 2012).

Mais le développement croissant des résistances aux anthelminthiques de synthèse au sein des populations de vers, et la volonté de réduire les intrants impose de rechercher de nouvelles méthodes de lutte alternative. L'utilisation de plantes riches en métabolites secondaires bioactifs (MSB), responsables d'effets thérapeutiques et anthelminthiques, représente une solution attractive pour la filière (Hoste et al., 2012, Hoste et Niderkorn, 2019). Ces plantes sont utilisées comme alicament, c'est-à-dire une ressource combinant une bonne valeur nutritionnelle et des effets bénéfiques sur la santé animale. L'efficacité dépend de la consommation volontaire par les ruminants. L'appétence et la disponibilité prolongée sont donc deux paramètres à prendre en compte (Hoste et al., 2012).

¹ Les PDI sont les Protéines réellement Digérées par l'Intestin grêle. Les UFL sont les Unités Fourragères Lait, i.e. la quantité d'énergie nette absorbable pendant la lactation ou l'entretien du ruminant (1 UFL = 1700 kcal).

Tableau 1 : Valeurs alimentaires du plantain et du ray-grass (DairyNZ, 2013)

	Matière sèche (MS) (%)	Protéines (% de MS)	Sucres et amidons solubles (% de MS)	Fibre (% de MS)	Digestibilité (% de MS)	Energie métabolisable (MJ/kg de MS)
Plantain	9-20	16-28	11-20	23-36	69-77	11,0-12,0
Ray-Grass	10-30	12-28	8-21	40-55	65-85	9,5-12,5

En Europe, le sainfoin, riche en tannins condensés (catégorie de MSB) a été le modèle le plus utilisé pour explorer le concept d'alicaments (Hoste et Niderkorn, 2019). Le tannin permet de protéger la structure des protéines dans le rumen afin qu'elles soient d'avantage assimilées par l'intestin, et diminue l'infection parasitaire. La chicorée, riche en sesquiterpènes lactone (autre catégorie de MSB), est un autre modèle de plantes bioactives à propriétés anthelminthiques (Hoste et Niderkorn, 2019). C'est une plante très productive et capable de donner d'excellentes performances aux bovins (Stewart, 1996).

Cela a ouvert la possibilité que d'autres plantes à composés bioactifs secondaires puissent également être utiles comme composantes de pâturage. L'appétence du plantain, sa culture et son adaptation faciles en font un candidat évident pour des études plus approfondies (Stewart, 1996).

III.B. Le plantain, une plante à composés bioactif secondaire encore méconnue chez les chèvres au pâturage.

III.B.1. Utilisation thérapeutique du plantain

Le plantain est un genre de plantes herbacées de la famille des *Plantaginaceae*, celle des plantains véritables, qui comprend les espèces *Plantago major* (grand Plantain) et *Plantago lanceolata* (Plantain lancéolé) (Guillot, 2012). On trouve les plantains tout autour du monde, dans de très nombreux habitats différents, humides et secs, alpins et côtiers, et y compris au sein des villes et le long des routes (Guillot, 2012).

Le plantain est réputé pour ses effets thérapeutiques, notamment pour ses propriétés anti-inflammatoires, antimicrobiennes et anti-oxydantes. Ces propriétés médicinales dépendent principalement des activités des composants bioactifs secondaires présents dans la plante (Adom et al., 2017), tels que les iridoïdes glucosides (Runsted et al., 2000). On retrouve parmi ces iridoïdes, l'aucubine, qui a un effet anti-inflammatoire, antiviral et antibactérien (Grigore et al., 2015). Le plantain possède aussi du mucilage, une substance végétale constituée de polysaccharides, qui contribue à calmer l'inflammation cutanée en raison de ses qualités émoullientes, et régule les mouvements à travers le système digestif (Stewart, 1996).

Le plantain serait aussi composé de tannins (Dorfler et Roselt, 1989, Launert, 1984). Des études supplémentaires seraient nécessaires pour confirmer cette présence (Stewart, 1996).

III.B.2. Valeur au pâturage

Riche en minéraux (calcium, phosphore, cuivre) et en protéines, le potentiel du plantain en tant qu'herbe fourragère fait l'objet de discussions depuis de nombreuses années.

Le plantain lancéolé (*Plantago lanceolata*) est le plus répandu dans les prairies européennes. Il peut être cultivé comme fourrage et est considéré comme étant de meilleure qualité que le *Plantago major* (Heuzé et Tran, 2015), et moins aqueux et plus adapté aux terres acides que la chicorée (Vergonjeanne, 2016).

Comparativement au ray-grass, le plantain contient une plus faible concentration de fibres et une plus faible teneur en matière sèche, mais est plus riche en protéines (tableau 1). La teneur en énergie métabolisable est similaire, bien que le plantain puisse rester de meilleure qualité que le ray-grass pendant les étés chauds et secs (DairyNZ, 2013). En complément de ces données, un suivi sur les feuilles de plantain a été réalisé en 2018, montrant des valeurs alimentaires intéressantes à différents stades de la plante. Les résultats ont montrés que les teneurs du plantain en NDF, et ADF, qui sont de bons indicateurs de la teneur en fibres des fourrages, sont comprises respectivement entre 24 et 40 % de MS et entre 15 et 29 % de MS selon le stade. La matière azotée totale (MAT), est comprise entre 13 et 20 % de MS (Joste et Caillat, non publié). Les valeurs les plus grandes sont atteintes à partir du mois de mai.

Tableau 2 : Récapitulatif des études réalisées sur les effets du plantain sur les performances zootechniques et la santé de différents ruminants

Référence	Animaux étudiés	Type de prairie / Espèce végétale	Test	Principaux résultats
Grieve, 1931	Ruminants	NA	NA	Le plantain réduit les populations de parasites
Moorhead et al., 2002	Agneaux	2 types de prairies : pures Plantain lancéolé pur et Ray-grass pur (<i>Lolium perenne</i>)	Effet du Plantain lancéolé sur le poids vif des agneaux.	Gain de poids vif chez les agneaux nourris au plantain lancéolé pur, par rapport au ray-grass.
Sievers et al., 2006	Veaux	3 types de prairies : Plantain lancéolé + 7% légumineuses + faible charge parasitaire. Et Graminées + 7% légumineuses + forte ou faible charge parasitaire.	Effet du Plantain lancéolé sur les nématodes gastro-intestinaux des veaux.	Réduction de la production d'œufs de parasites gastro-intestinaux. Légère augmentation du poids vif
Judson et al., 2006	Agneaux et brebis	2 types de prairies : pures Plantain lancéolé pur et Ray-grass pure (<i>Lolium perenne</i>).	Effet du Plantain lancéolé sur poids vif des agneaux et des brebis. Effet du Plantain lancéolé sur le nombre d'œufs de strongles dans les fèces des brebis.	48 % moins d'œuf de strongles dans les fèces pour les brebis pâturant le plantain que les brebis pâturant du ray-grass. Augmentation du poids vif agneaux et du poids au sevrage lors du traitement au plantain. Gain de poids vif chez les brebis au cours de la lactation lors du traitement au plantain, alors que perte de poids pour le ray-grass.
Robertson, 1995	Agnelles	6 types de prairies : pures Maquis, Lotier corniculé, Sulla, Plantain lancéolé, Luzerne, et Ray-grass/trèfle blanc.	Effet de 6 herbes dont plantain sur le gain de poids vif, la croissance de laine, et le nombre d'œufs de parasites sur les agnelles.	Pas d'effet positif significatif du plantain sur ces paramètres. Diminution du nombre d'œufs lors du pâturage sur Sulla. Le gain de poids vif était le plus élevé sur le pâturage de luzerne.
Fraser et Rowarth 1996	Agneaux	5 types de prairies : pures Chicorée, Plantain lancéolé, Trèfle blanc, Lotier, et Raygrass.	Effet du pâturage de ray-grass, chicorée, lotier, plantain et trèfle blanc sur le gain de poids vif et le poids de la laine.	Pas d'effet significatif du plantain sur ces paramètres. Gain de poids vif plus important pour la chicorée et lotier que pour le plantain et le raygrass. Le poids de laine était plus élevé sur le lotier et trèfle blanc.
Knight et al., 1996	Mouton (agneaux)	9 types de prairies : pures Ray-grass à haut ou bas endophyte, Dactyle, Plantain lancéolé, Fétuque élevée, Luzerne, Trèfle blanc, Lotier et Chicorée.	Effet de plusieurs espèces dont plantain sur le poids de carcasse et nombre de parasites internes des agneaux.	Pas d'effet positif significatif du plantain sur ces paramètres. Les agneaux infectés qui broutaient la chicorée avaient un nombre d'œufs fécaux et des populations de nématodes adultes plus faibles, et un poids de carcasse plus élevé, que les agneaux qui broutaient le plantain ou l'herbe

Le plantain s'établit rapidement, et donne un meilleur rendement que la plupart des autres graminées la première année dans des conditions de sécheresse (Stewart, 1996). Associé à des légumineuses, il bénéficie de la fixation de l'azote de ces dernières et soutient la production des prairies aux périodes où les légumineuses sont moins productives. Il est très appétant pour les bovins, les moutons, les cerfs et les chevaux (Ivins, 1952). Des éleveurs de chèvres mettent en avant cette appétence pour leurs chèvres, y compris au stade de floraison.

Plusieurs expériences démontrent que le plantain permet aussi d'obtenir des performances animales supérieures par rapport au ray-grass. L'apport de plantain se traduit par un gain de poids vif supérieur pour les agneaux en finition et les brebis en lactation (Moorhead et al, 2002, Judson et al., 2009). Quelques études néozélandaises se sont intéressées aux effets du plantain lancéolé sur les parasites des ruminants. Les résultats se contredisent : le plantain ayant été décrit comme plante réduisant la population de parasites par Grieve (1931), Sievers et al. (2006) et par Judson et al. (2009), ne semble pas avoir d'effet significatif sur les parasites dans l'étude de Knight et al., en 1996, confirmant les résultats de Robertson de 1995 (tableau 2).

Conclusion, hypothèses et problématique :

Le plantain est une plante présentant de multiples propriétés, tant médicales qu'alimentaires. Deux intérêts majeurs sont relevés : le plantain a un intérêt agronomique, de par sa tolérance à la sécheresse et au piétinement, son adaptation à tout type de sol ; et un intérêt zootechnique : il est appétant et possède une bonne digestibilité et valeur alimentaire.

Les témoignages et résultats récents étant positifs, le potentiel du plantain mérite d'être exploré chez les chèvres laitières. Dans le cadre du projet Patuchev, l'apport de plantain pourrait répondre aux enjeux de la filière caprine : procurant une ration équilibrée, il pourrait augmenter les performances des caprins (état corporel, quantité et qualité laitière) et grâce à ses propriétés anti-inflammatoires, il pourrait avoir un effet possible sur les parasites gastro-intestinaux. Ce mémoire abordera donc le sujet avec la problématique suivante :

Dans quelle mesure le pâturage de plantain par des chèvres laitières influence les performances zootechniques, sanitaires et la qualité du lait ?

Tableau 3 : Caractéristiques des chèvres dessaisonnées pâturage (DP) en semaine de référence.

	Moyenne
Stade de lactation (j)	237 (± 11)
Lait (kg/j)	1,98 ($\pm 0,64$)
Lait standard (TB = 35 g/kg) (kg/j)	2,16 ($\pm 0,75$)
Taux butyreux (g/kg)	37,33 ($\pm 5,90$)
Taux protéique (g/kg)	38,16 ($\pm 3,02$)
Cellules (10^3 cel/ml)	2925 (± 3627)
Score des cellules somatiques	6,79 ($\pm 1,60$)
Taux urée (mg/kg)	223,52 ($\pm 51,11$)
Poids (kg)	57,5 ($\pm 12,5$)
Capacité d'ingestion (kg de MS/j)	1,78 ($\pm 0,25$)
Note Lombaire	255 (± 16)
Note Sternale	289 (± 26)
Strongles Gastro-intestinaux (œufs par gramme de fèces OPG)	82 (± 91)

Les travaux menés sur le dispositif expérimental Patuchev (UE FERlus INRAE Lusignan – 86) permettent de caractériser les effets de l'introduction de plantain lancéolé pâturé dans la ration des chèvres laitières dessaisonnées sur les performances zootechniques (production laitière, poids, qualités du lait, etc) et sanitaires (parasitisme gastro-intestinal).

A) Matériel et méthodes

1. Dispositif expérimental

1.1 Traitements, animaux et schéma expérimental

1.1.1 Traitements expérimentaux : nombre, nature, doses, etc

L'essai visait à évaluer l'impact du pâturage de plantain par des chèvres en lactation sur les performances zootechniques et sanitaires.

Deux lots ont été constitués à partir du troupeau conduit en contre-saison ayant accès aux parcelles du dispositif Patuchev : un lot plantain (PLA) et un lot témoin sur prairie multi-espèces (PME) avec un temps d'accès au pâturage de 6 h par jour (9 h 00- 15 h 00).

Les chèvres des deux lots comparés ont reçu la même quantité de fourrage complémentaire et la même dose de concentrés.

1.1.2 Animaux : type d'animaux (chèvres laitières, chèvres tarées, chevrettes...), stade de ces animaux, nombre

L'essai est conduit sur 42 chèvres Alpine primipares et multipares (21 Plantain et 21 PME). L'ensemble des chèvres sont en fin de lactation (240 j). La mise en lot a été faite de façon à avoir des lots homogènes avec des animaux diversifiés choisis parmi le troupeau entier grâce à la semaine de référence. Le lot plantain était composé de 13 primipares, contre 14 pour le lot témoin.

1.1.3 Schéma expérimental

Un schéma expérimental en continu sur 22 jours a été effectué, du 20 mai au 11 juin matin. Les chèvres n'ont pas changé de lot pendant l'essai.

1.1.4 Phase pré-expérimentale : semaine de référence

Une semaine de référence a été effectuée du 11 au 15 mai 2020 afin de pouvoir faire le choix des animaux de chaque lot qui ont été soumis aux mesures. Ont été mesurés individuellement pendant cette semaine de référence : qualité et quantité du lait (3 jours du mardi au jeudi), le poids vif (1 mesure) et la note d'état corporel (1 mesure). Pour la mise en lots, les variables suivantes ont été utilisées pour constituer 2 lots homogènes : numéro de lactation, stade, production laitière journalière, taux butyreux (TB), taux protéique (TP), score des cellules somatiques (SCS), Poids vif, Lait standard 35, capacité d'ingestion, note lombaire et note sternale. Les résultats des mesures de référence sont présentés dans le tableau 3.

Tableau 4 : Composition des prairies multi-espèces (PME) : parcelles 27 et 28

Espèce	Variété	Dose de semis (kg/ha)
Luzerne flamande	Luzelle	8
Luzerne méditerranéenne	Speeda	8
Trèfle violet	Semence fermière	2,8
Trèfle blanc (1/3 Aran + 1/3 Aberdai + 1/3 Aberavantage)	Trio	2
Ray-grass anglais	Candore	3
Fétuque élevée	Iliade	5
Fléole	Aurora	2

1.2 Conditions expérimentales

1.2.1 Logement

Les chèvres ont été conduites en lot unique jusqu'au 1^{er} jour de l'essai (séparation après la traite). Le matin de ce 1^{er} jour, les chèvres ont été identifiées avec des colliers de couleurs et réparties dans leur lot expérimental respectif séparé physiquement par une barrière. Les chèvres ont été pesées et sont allées ensuite sur leur parcelle de pâturage respective.

1.2.2 Traite

Les chèvres ont été traitées une fois par jour à 8h30. Les chèvres de ce lot expérimental (DP) ont été traitées après le lot saisonné pâturage (SP) et avant le lot dessaisonné bâtiment (DB) du dispositif Patuchev. Le lot « plantain » est traité en premier.

1.2.3 Alimentation

1.2.3.1 Description de la ration : type de fourrage, de concentré (quantités, proportions, valeur théorique des aliments, ration)

Les parcelles utilisées (7, 8, 27 et 28) ont été semées en avril 2019 et n'ont jamais été pâturées. Les parcelles 7 et 8 ont été semées avec du plantain lancéolé (*Ceres Tonic*) à raison de 12 kg /ha avec 1 kg d'un mélange de trèfles blancs (nain, intermédiaire, géant - Trio). Les parcelles 27 et 28 ont été semées avec un mélange multi-espèces de luzerne, trèfle, ray-grass, fétuque et fléole (quantités décrites dans le tableau 4)

Le foin utilisé en complément a été séché en vrac avec le séchoir du dispositif Patuchev. Ce foin est issu des prairies multi-espèces mises en place sur le dispositif. La valeur de ce foin est estimée 114 g de MAT et 494 g de NDF (/kg de MS). Le fourrage distribué est issu de la même cellule du séchoir pour les 2 lots mais sa valeur alimentaire peut-être variable d'un jour à l'autre.

Ration par jour par chèvre :

- Pâturage offert à volonté (1,5 kg MS/chèvre/ jour)
- 500g brut de foin par chèvre (pas de refus)
- 640 g d'un mélange composé de : 500 g d'un méteil (VAOP) en grains entiers : Orge (49 %) Avoine (33 %) Vesce (12 %) Triticale (3,5 %) Pois (1,5 %) et 1 % d'impuretés, 50g d'un concentré protéique « Chevy Pack 300 », 80g de graines de tournesol et 10g d'un complément minéral et vitaminique Alim AI 7/21.

La valeur du VAOP était, en kg de MS, de 0,63 UFL, 118 g de MAT, 40,5 % d'amidon, 6,4 % de sucres et 3,5 % de matière grasse (MG). La valeur du concentré protéique « chevy pack 300 », en kg de MS, était de 0,84 UFL, 311 g de MAT, 2,3 % d'amidon, 8,4 % de sucres et 1,7 % de MG. La valeur des concentrés était identique pour chaque lot expérimental.

Des pierres à sel enrichies en magnésium ont été à disposition des animaux.

1.2.3.2 Conditions d'alimentation

Les chèvres ont reçu quotidiennement 640 g de compléments réparti en 2 fois à raison de : 250 g de VAOP et 10 g de CMV le matin au cornadis fermé et 50 g de Chevy pack distribué en salle de traite ; et 250 g de VAOP et 80 g de tournesol le soir au cornadis fermé après la rentrée du pâturage. La quantité totale journalière de foin a été distribuée après la sortie au pâturage. Les refus de foin ne devaient pas excéder 1% de la quantité distribuée.

Chaque lot a disposé de 2 abreuvoirs accessibles en chèvrerie. Il n'y a pas eu d'accès à l'eau pendant le pâturage.

La quantité d'herbe offerte au-dessus de 5 cm est de 1,5 kg MS/chèvre/jour pour un objectif de 1 kg de MS consommé par jour. Sur le dispositif PatuChev, une parcelle dédiée au pâturage est de 0,5 ha pour 60-64 chèvres. Dans le cadre de l'expérimentation, pour chaque lot de 21 chèvres, la conduite du pâturage a été effectuée au fil avec avance du fil chaque jour pendant la traite du matin sur un total de 1 ha par lot. Le fil arrière a été repoussé tous les 4 jours.

1.2.4 Reproduction : détection chaleurs, insémination, etc

Un bouc a été présent dans chaque lot à partir du 25/05 jusqu'au 8/06. Pour la période du 20/05 au 24 mai inclus un seul bouc a alterné quotidiennement entre chaque lot avec un changement à la traite du matin. Les besoins de ces boucs en période de reproduction ont été considérés comme équivalents à ceux d'une chèvre du lot. Les quantités offertes (pâturage, foin, concentrés) ont donc été ajustées à l'effectif du lot selon la présence ou non d'un bouc.

2. Notations et mesures

2.1 Mesures expérimentales sur les animaux

2.1.1 Production laitière et qualité du lait (taux protéique, taux butyreux, cellules, urée)

Pendant la semaine de référence et chaque semaine expérimentale, la production laitière individuelle a été mesurée chaque jour durant trois jours (du mardi au jeudi) à l'aide des automates de mesures Lactocorders®. La production laitière journalière totale de chaque lot expérimental a été pesée à l'aide des pesons sous le tank général, après vidange du circuit de collecte.

De même, les taux butyreux (TB), taux protéique (TP), taux de cellules et urée ont été mesurés individuellement durant ces trois jours. Un échantillon a été prélevé à chaque traite dans un flacon bromopolé, homogénéisé et identifié par une puce électronique. Un deuxième échantillon a été prélevé pour mesurer la qualité du lait de tank de chaque lot expérimental. Les échantillons ont été stockés à 4° C jusqu'à analyse de la qualité du lait.

La production et la qualité du lait a été obtenue à partir de six de contrôles laitiers sur chaque chèvre en fonction des valeurs aberrantes supprimées.

2.1.2 Poids vif et état corporel

Chaque chèvre a été pesée six fois : lors de la semaine de référence, au début de l'essai, à la fin de chaque semaine expérimentale, et deux fois de suite à la fin de l'essai. Une dernière pesée a été effectuée 4 jours après la fin de l'essai pour s'affranchir d'une éventuelle différence du contenu digestif entre les 2 lots en fin d'essai. Les pesées ont été réalisées avant la sortie au pâturage et réalisées à l'aide du plateau de pesée et automate TEO.

La note d'état corporel a été réalisée les mêmes jours que les pesées ou le lendemain lors de la semaine de référence et en fin d'essai. Les notes d'état ont été réalisées par la même personne.

2.1.3 Collecte des fèces pour analyses coproscopiques

Les fèces ont été prélevées pour la semaine de référence le 20/04 afin de compléter la mise en lots homogènes. Une collecte individuelle a de nouveau été réalisée en début d'essai et en fin d'essai, après les traites, en bloquant les chèvres au cornadis. Ces échantillons ont servi à déterminer le niveau d'excrétion d'œufs par gramme de fèces (OPG) de strongles gastro-intestinaux. Les fèces sont récoltées par fouille rectale, 15 grammes minimum, et

Tableau 5 : Méthode de calcul permettant d'obtenir l'avancée quotidienne du fil.

Paramètres	Unité	Formule	Fréquence de calculs
Herbe disparue (HD)	cm	HD = Hauteur avant fauche – hauteur après fauche	Lors des mesures de densité à la motofaucheuse
Densité herbe (D)	kg MS/cm/ha	D = kg MS/ha (récoltés) * HD	Lors des mesures de densité à la motofaucheuse
Stock disponible (SD)	kg MS/ha	SD = D * (hauteur parcelle – hauteur moyenne après coupe (5cm))	Lors des mesures de densité à la motofaucheuse
Besoin d'herbe disponible (BHD)	kg MS/j	BHD = Nb chèvres * Besoin journalier (1,5 kg MS/chèvre/j)	Lors des mesures de densité à la motofaucheuse
Surface journalière nécessaire (SJ)	m ²	SJ = (BHD * 10 000) / SD	Journalier
Avance du fil (A)	m/j	A = SJ / Largeur parcelle	Journalier

placés en flacons code-barres identifiant les fèces à la chèvre concernée. Les échantillons fécaux ont été conservés à 4°C dès le prélèvement et ont été expédiés à l'ENV de Toulouse. Un œuf par gramme (OPG) observé équivaut à 50 œufs de strongles par gramme de fèces chez la chèvre.

2.2 Mesures expérimentales sur les prairies

2.2.1 Aliments concentrés

Des échantillons représentatifs de chaque aliment concentré ont été collectés 4 fois au cours de l'expérimentation dans le but de réaliser un échantillon de 400g de chaque aliment et de déterminer leur matière sèche et leur valeur alimentaire.

2.2.2 Fourrages

Dans le but de déterminer la quantité de fourrage à offrir chaque jour au pâturage, des mesures d'hauteur d'herbe et de densité ont été réalisées sur les parcelles concernées. En fonction du résultat de l'herbomètre d'entrée et de la densité, la longueur de fil à avancer a été calculée pour la nouvelle surface à offrir après la traite du matin (tableau 5).

2.2.2.1 Hauteur herbomètre offert

Les hauteurs d'herbe d'entrée et de sortie de pâturage ont été mesurées chaque matin avant la sortie des chèvres. 40 mesures sont réalisées en suivant un circuit en W sur la surface à offrir, avec au moins 4 diagonales. La croissance de l'herbe a été calculée en même temps.

2.2.2.2 Densité

Sur chaque parcelle, chaque semaine, 3 bandes de 7 m x 0,71 m ont été fauchées à la motofaucheuse AGRIA à une hauteur de 5 cm. La mesure est réalisée sur l'ensemble de la surface de la parcelle à pâturer dans les 3-4 jours à venir, dans des zones jugées représentatives. Lorsque l'herbe est fauchée, 10 poignées sont ramassées sur la bande afin de constituer un échantillon de 500g pour mesurer la matière sèche et la valeur alimentaire. La totalité de l'herbe fauchée est ramassée pour être pesée. Après la récolte, la longueur exacte de chaque bande fauchée est mesurée au décimètre. Avant et après la fauche, la hauteur est mesurée sur chaque bande à l'aide de l'herbomètre à raison de 14 mesures par bande (une mesure tous les 50 cm environ). Les valeurs moyennes et les écart-types de chaque bande sont notées sur la feuille de prélèvement. Ces mesures ont permis d'estimer la densité.

2.2.2.3 Composition botanique de l'herbe offerte

Lors de chaque mesure de densité, un échantillon d'herbe représentatif de l'herbe à offrir dans les jours à venir a été prélevé, en coupant avec la tondeuse à main à une hauteur de 4 cm environ (hauteur de coupe motofaucheuse). Les échantillons ont été triés manuellement en 6 catégories : Graminées, Plantain, Trèfles blanc, Trèfle violet, Adventices, Sénescents. Chaque catégorie a été pesée avant et après l'étuve pour déterminer la MS, puis rassemblée en un même échantillon pour mesurer la valeur alimentaire.

2.2.2.4 Valeur alimentaire de l'herbe offerte

Plusieurs fois par semaine d'expérimentation, un échantillon représentatif de l'herbe offerte (1kg) a été prélevé par petites poignées en suivant un W, sur chaque parcelle, le matin avant la sortie au pâturage. Ces échantillons ont permis de déterminer la MS et la valeur alimentaire de l'offert.

2.2.2.5 Mesures sur le foin distribué et refusé

Les quantités brutes de fourrages distribués et refusés ont été pesées chaque jour à l'aide d'un plateau de pesée prévu à cet effet et enregistrées pour chaque lot. S'il n'y a pas de refus, il a été indiqué clairement « 0 » dans le fichier. Cinq échantillons d'environ 500 g de foin distribué de chaque lot expérimental ont été prélevés par poignées lors de la préparation des bacs, pendant 5 jours consécutifs par semaine d'expérimentation. Pour chaque échantillon, il a été effectué des mesures de MS et de valeur alimentaire.

3. Analyses chimiques : matière sèche et valeur alimentaire

Les échantillons d'herbe, de foin et d'aliments sont séchés à l'étuve 72 heures à 60°C et broyés à 0.8 mm avant de procéder aux analyses. La teneur en matière sèche (en %) est obtenue en divisant le poids sec de l'échantillon (passé à l'étuve) par le poids vert de l'échantillon (avant l'étuve).

Pour connaître la valeur alimentaire des aliments (MM, MAT, N, NDF, sucres, Dcell ²), des analyses biochimiques ont été réalisées par spectroscopie dans le proche infra-rouge (NRIS).

4. Calculs et analyses statistiques

4.1 Création de nouvelles variables

Grâce à la formule de standardisation du lait, un calcul du lait standard (avec des taux TB = 35 g/kg et TP= 31g/kg) a été effectué pour chaque chèvre, permettant de comparer les chèvres des deux lots avec des taux similaires (INRA, 2018).

$$LS35MG = PL * (0,389 + 0.0052 * (TB - 35) + 0,0033 * (TP - 31)) / 0,4$$

Avec LS35MG la production laitière standard, PL la production laitière moyenne de la chèvre au cours de l'essai, exprimées en kg, et TB et TP respectivement le taux butyreux et le taux protéique moyens obtenus au cours de l'essai, exprimés en g/kg.

En utilisant les données des poids vifs et les données du lait standardisé de chaque chèvre, il a été calculé la capacité d'ingestion (CI) de chaque chèvre avec la formule ci-dessous (INRA, 2018) :

$$CI = 1,3 + 0.016 * (PV - 60) + 0,24 * LS35MG$$

Avec CI la capacité d'ingestion, exprimée en UEL, PV le poids vif moyen (kg) et LS35MG la production laitière standard de la chèvre.

L'ingestibilité d'un fourrage est exprimée en valeur d'encombrement d'un fourrage (VEF), en UEL/kg MS.

$$VEF = 140/If$$

Avec If l'ingestibilité du fourrage (exprimée en g/kg PV^{0.75}) calculée à partir de la digestibilité, des teneurs en MAT, en matière sèche et de la composition en graminées et légumineuses du fourrage (INRA, 2018). De ce fait, chaque espèce d'herbe a une VEF particulière, qui évolue en fonction du cycle de l'espèce en question.

Grâce à la VEF et la CI, il a été possible d'estimer la quantité réellement ingérée de fourrage au pâturage par chaque chèvre, lorsque ce dernier n'est pas complété avec des concentrés.

Comme les chèvres ont reçu une complémentation, il a fallu soustraire à cette valeur la quantité de fourrage ingéré en moins en raison de l'apport de concentrés. Soit :

$$MSVI = (CI / VEF) - QFIM$$

Avec MSVI l'estimation de la quantité de matière sèche volontairement ingérée au pâturage exprimée en kg de MS, CI la capacité d'ingestion (en UEL), VEF la valeur d'encombrement en UEL/kg de MS et QFIM la quantité de fourrage ingérée en moins, d'une valeur de 0,192 kg de MS pour un apport de 0,640 kg de concentrés.

4.2 Analyses statistiques

Le traitement statistique consistait en une analyse de variance à l'aide du logiciel R. Seules les données du 26 mai au 11 juin de chaque lot ont été analysées, la semaine du 20 au 26 mai étant considérée comme une période d'adaptation aux traitements. Pour chaque variable la normalité a été testée, et dans le cas où elle n'était pas validée, ces variables ont été transformées avec un de ces deux modèles : $x = \log(x)$ ou $x = \sqrt{x}$ avec x la variable concernée.

Les valeurs quantitatives et qualitatives des productions laitières par chèvre et par semaine ont été obtenues en moyennant les valeurs journalières de chaque semaine pour chaque chèvre. Un coefficient de variation a été calculé sur les valeurs journalières afin de trier les données aberrantes.

Les données concernant les mesures animales ont été traitées par une analyse de variance avec un modèle intégrant les effets lots et parité. L'interaction entre ces deux variables n'étant pas significative, elle n'a pas été ajoutée dans le modèle. Les variables mesurées lors de la semaine de référence ont été ajoutées au modèle en covariable.

$$Y = \mu + li + pj + rk + eijk$$

Où μ , li , pj , rk , et $eijk$ représentent respectivement la moyenne générale, les effets fixes du lot ($n=2$), de la parité ($n=2$), la covariable référence et l'erreur expérimentale.

L'effet du lot sur le nombre de strongles gastro-intestinaux (SGI) a été traité par l'analyse de variance mais aussi par le test du khi2, en créant 2 modalités : gain ou perte de SGI entre le 20 avril et le 8 juin.

Les données sur l'herbe ont été traitées par une analyse de variance avec un modèle intégrant l'effet parcelle :

$$Y = \mu + pi + e$$

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

Le seuil de significativité retenu est $P \leq 0,05$ pour les deux modèles.

Tableau 6 : Caractéristiques générales moyennes des parcelles pâturées et du foin distribué

	Plantain	PME	Foin ventilé
Matière sèche (%)	22,3 (\pm 4) ^a	23,5 (\pm 3) ^a	94,8 (\pm 3) ^b
Matière azotée totale (%)	9,2	14,5	11,4
Digestibilité (%)	61,1	71,0	69,0
NDF (%)	48,2	43,2	49,4
Sucres (%)	4,2	12,1	13,4
Valeur d'encombrement (UEL)	1,18	1,07	0,83
Densité parcelle (kg de MS/cm/ha)	171,7 (\pm 20,6)	221,7 (\pm 48,7)	/
Hauteur herbe entrée (cm)	12,4 (\pm 2,0) ^a	18,3 (\pm 3,1) ^a	/
Hauteur herbe sortie (cm)	7,9 (\pm 1,9) ^a	8,2 (\pm 2,3) ^a	/
Photos parcelles			

B) Résultats :

1. Caractéristiques des prairies exploitées

1.1 Densité, hauteur d'herbe et stade des prairies plantain et multi-espèces

Les deux lots de chèvres ont eu accès à deux parcelles de chaque espèce (plantain et prairie multi-espèce (PME)). Du 20 mai au 31 mai, les lots ont commencé à pâturer sur les parcelles 7 et 27, puis du 1^{er} juin au 11 juin, fin de l'essai, ils ont pâturé sur les parcelles 8 et 28.

La parcelle 7 (plantain pur), avait une densité moyenne estimée était de 154 kg de MS/cm/ha, à une hauteur d'entrée moyenne de 14,4 cm. Le plantain était au stade de fleuraison, bien avancé : 6 feuilles par pied, fleuri (tableau 6). La parcelle 8 (plantain pur), dont la densité moyenne était de 190 kg de MS/cm/ha, et à hauteur d'entrée de 10,3 cm, était à un stade fleuri, mais peu avancé (moins 6 feuilles par pied, quelques fleurs).

La parcelle 27 (prairie multi-espèce) avait une la densité moyenne était de 177 kg de MS/ha. Le stade de la prairie était épié, et très avancé, avec une hauteur d'herbe moyenne de 26,9 cm. La parcelle 28 (PME) avait une densité plus élevée, de 262,4 kg de MS/cm/ha, pâturée à un stade optimal, à hauteur moyenne de 10,4 cm, stade non épié, ou peu (tableau 6).

Les moyennes des densités et hauteurs d'herbe d'entrée et de sortie des quatre parcelles pâturées sont présentées dans le tableau 6. La densité moyenne des parcelles de plantain est significativement inférieure à la densité des parcelles de multi-espèces. Les hauteurs d'entrée et de sortie ont tendance à être supérieures pour les parcelles PME, mais cette différence n'est pas significative.

Des photos supplémentaires des parcelles avant et après le pâturage sont disponibles en annexe 1.

1.2 Valeurs alimentaires : plantain et prairie multi-espèces.

Les valeurs alimentaires du plantain et de la prairie multi-espèce sont présentées dans le tableau 6. Ces résultats sont issus des analyses biochimiques et des calculs effectués post-analyses. La matière azotée totale, qui reflète la concentration en protéines dans la plante, est inférieure pour le plantain que pour la prairie multi-espèce : $9,2 \pm 1,1$ % de MAT contre $14,5 \pm 2,3$ %. Les matières sèches sont respectivement de 22,3 et 23,5 % pour le plantain et la PME. La digestibilité du plantain est inférieure à celle de la PME : $61,1 \pm 5,8$ % contre $71,0 \pm 4,1$ %. La teneur en fibres (NDF) est plus élevée chez le plantain que chez la PME : $48,2 \pm 4,7$ % contre $43,2 \pm 3,7$ %. La valeur d'encombrement, calculée à partir des valeurs alimentaires ci-dessus, est supérieure pour le plantain : 1,2 UEL contre 1,07 UEL pour la PME. Des valeurs alimentaires supplémentaires du plantain analysées au laboratoire LABCO sont présentées en annexe 2.

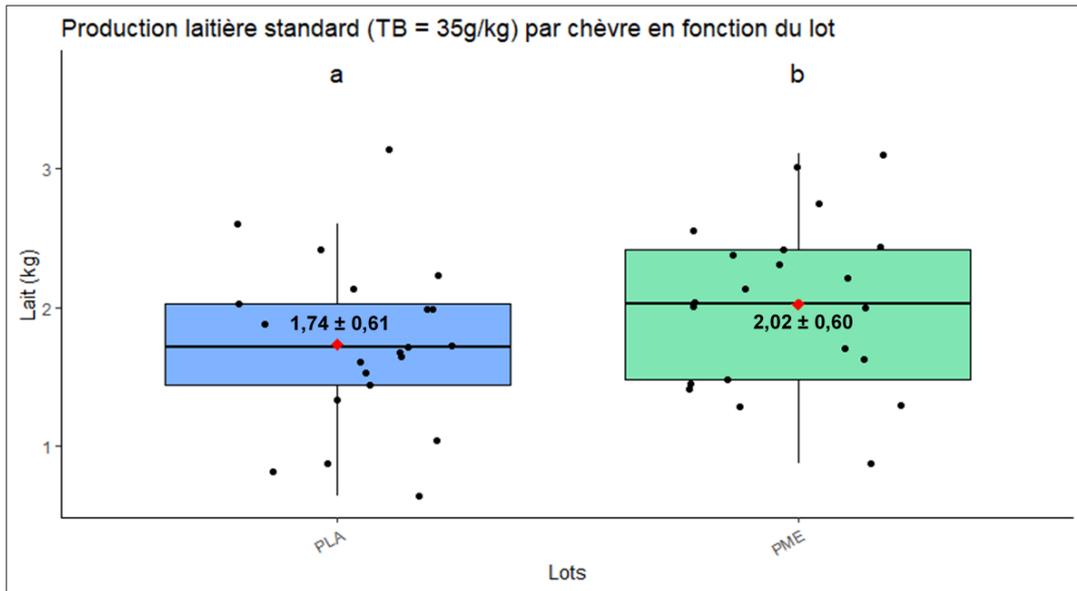


Figure 4 : Production laitière (kg/j/chèvre) en fonction du lot (plantain et témoin) n=42

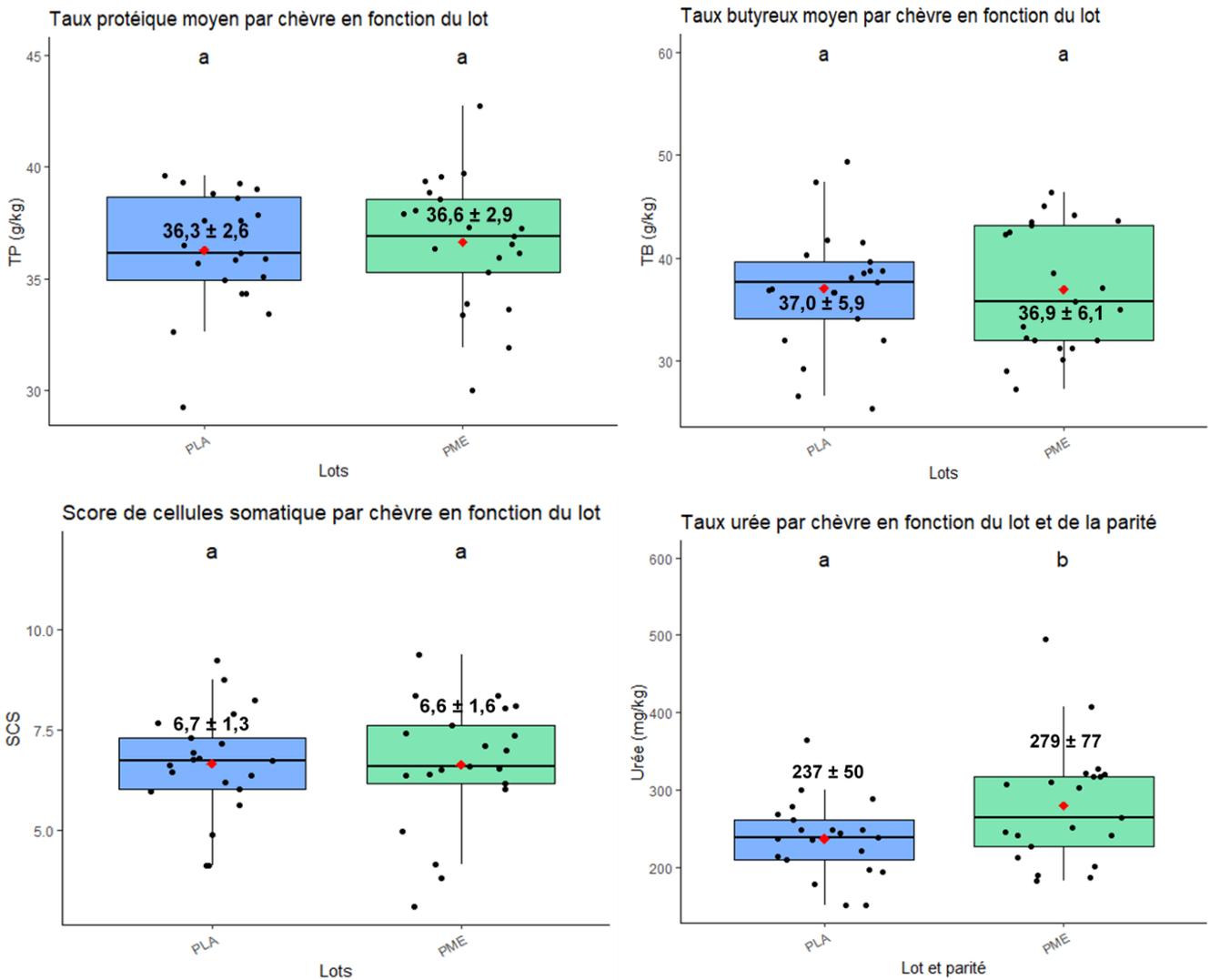


Figure 5 : Qualités du lait - Taux protéique (g/kg), taux butyreux (g/kg), taux de cellules (score de cellules somatique) et taux d'urée (mg/kg) moyens par chèvre n=42

2. Performances zootechniques

Les résultats sur les performances zootechniques ont été obtenus en moyennant les données mesurées au cours de l'expérimentation. Dans les graphiques présentés en boîte à moustache, chaque point noir représente la valeur moyenne d'une chèvre. Les points rouges représentent la moyenne du lot. L'effectif total des chèvres est indiqué dans le titre. Les lettres a et b permettent d'indiquer une différence significative entre les deux lots. Seuls les graphiques représentant la variable testée en fonction du lot ont été présentés en résultat.

2.1 Effet du régime alimentaire (lot) sur la production laitière : quantité et qualités du lait (taux butyreux et protéique, taux d'urée, taux de cellules).

2.1.1 Quantité de lait : lait standard LS35MG

A partir des calculs du lait standard, à 35 g/kg de taux butyreux (TB) et 31 g/kg de taux protéique (TP), il a été observé une différence entre les deux lots. Le lot plantain a une production moyenne standard de lait de $1,74 \pm 0,61$ kilos contre $2,02 \pm 0,60$ kilos pour le lot témoin (figure 4). Cette différence, de 300 grammes de lait en moins pour les chèvres PLA, est significative et équivaut à 14% de lait en moins.

Les primipares ont produit plus de lait que les multipares, à hauteur de $2,10 \pm 0,40$ kilos de lait, contre $1,76 \pm 0,68$ kilos pour les multipares, lots confondus.

La comparaison de la production laitière moyenne (non standard) par chèvre a aussi montré une différence significative entre les deux lots à hauteur de 300 grammes de moins pour le lot plantain.

2.1.2 Qualité du lait : taux protéique, taux butyreux, cellules et urée

Les graphiques illustrant les taux protéiques, butyreux, cellules et urée sont représentés en figure 5.

Le taux protéique (TP) moyen des chèvres n'est pas différent selon les lots ou la parité. En moyenne, les taux s'élèvent respectivement pour les lots PLA et PME à $36,3 \pm 2,6$ et $36,6 \pm 2,9$ g/kg de lait. Les primipares du lot PME ont un TP supérieur aux multipares du même lot et aux primipares du lot PLA.

Le taux butyreux (TB) moyen ne diffère pas non plus selon les lots. Le TB moyen des lots PLA et PME est respectivement de $37,0 \pm 5,9$ g/kg et $36,9 \pm 6,1$ g/kg de lait. Les primipares et multipares ont des taux similaires.

Les moyennes des scores de cellules somatiques montrent qu'il n'y a pas de différence significative entre PLA et PME. Elles s'élèvent à $6,6 \pm 1,6$ pour le lot témoin, et $6,7 \pm 1,3$ pour le lot plantain. Les primipares ont un score moins élevé que les multipares, quel que soit le lot.

Le taux d'urée moyen dans le lait est significativement inférieur dans le lot plantain : 237 ± 50 mg/kg de lait contre 279 ± 77 mg/kg pour le lot témoin. Le taux d'urée du lot plantain a diminué de 15 %. n'y a pas de différence observée entre les parités.

2.2 Ingestion de fourrage : estimations de la capacité d'ingestion (CI) et de la quantité ingérée au pâturage (MSVI)

La capacité d'ingestion (exprimée en UEL) n'est significativement pas différente entre les deux lots. Les chèvres du lot plantain et du lot témoin avaient une capacité d'ingestion égale à 1,77 UEL/j, avec des écarts types de 0,22. Les primipares avaient une capacité

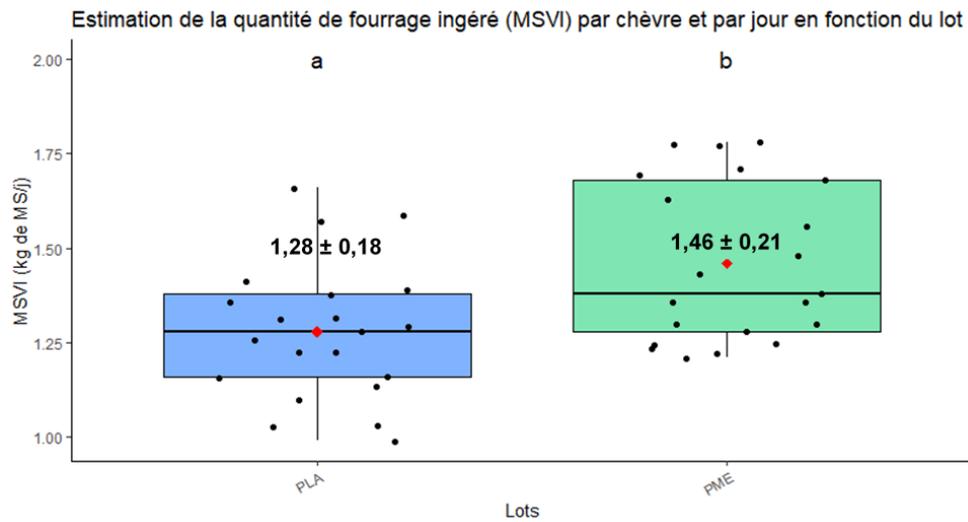


Figure 6 : Quantité ingérée au pâturage par chèvre et par jour en fonction des lots

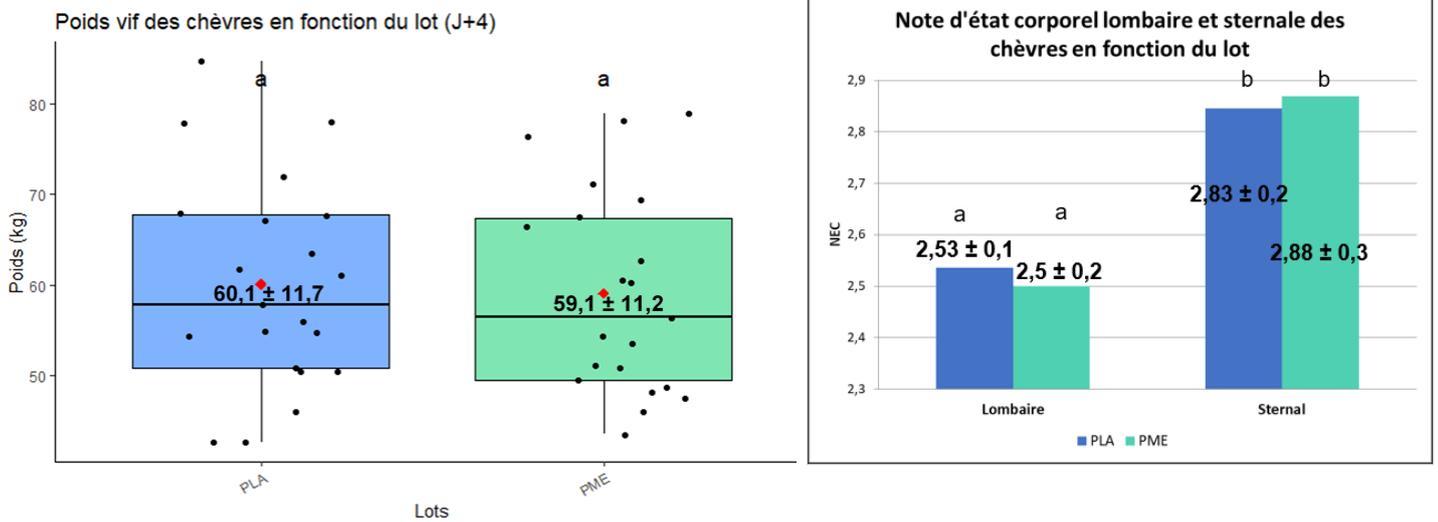


Figure 7 : Poids vif et état corporel des chèvres à la fin de l'essai n=42

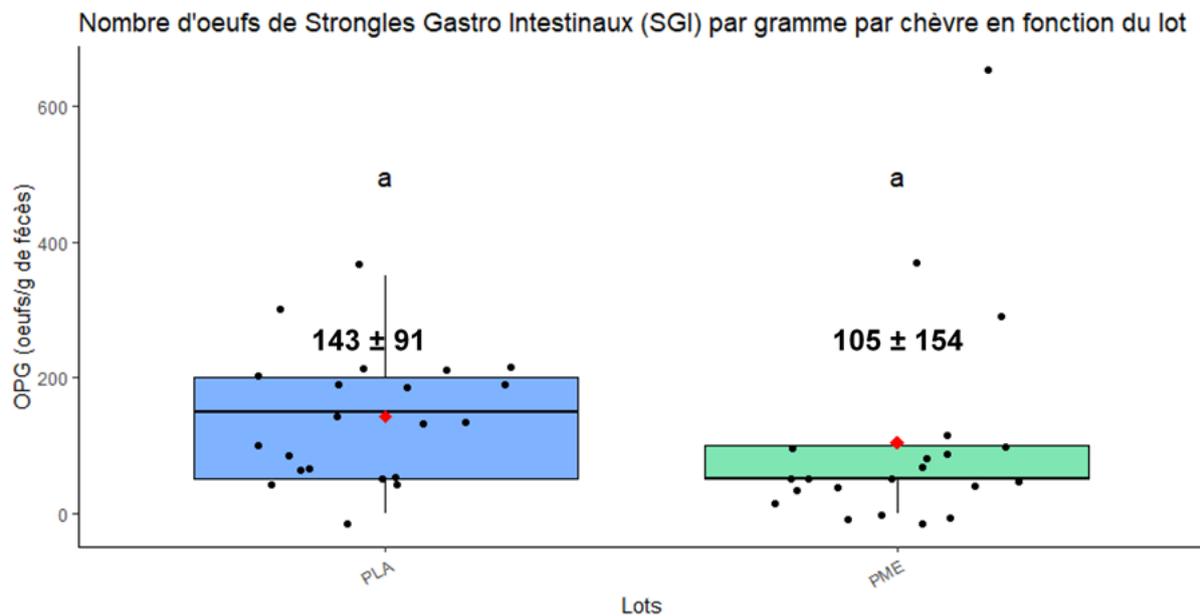


Figure 8 : Nombre d'œufs de strongles par gramme de fèces en fonction du lot n=42

d'ingestion significativement inférieure aux primipares, quel que soit le lot : 1,5 UEL contre 1,8 pour les multipares.

L'estimation de la MSVI (matière sèche volontairement ingérée) a permis d'identifier une différence significative d'ingestion de fourrage au pâturage entre les deux lots. Le lot plantain a en moyenne ingéré $1,28 \pm 0,18$ kilos de MS par jour et par chèvre alors que le lot témoin a ingéré $1,46 \pm 0,21$ kilos de MS par jour et par chèvre, soit 12 % de moins (figure 6). Les primipares des deux lots ont une ingestion significativement moins importante que les multipares : environ 0,22 kilos de MS en moins par jour et par chèvre.

2.3 Effet du régime alimentaire (lot) sur la santé des chèvres : poids vif, état corporel et parasitisme gastro-intestinal.

2.3.1 Poids vif

Le poids des chèvres ne diffère pas significativement entre les deux lots. En fin d'essai, les chèvres ont un poids moyen de $57,8 \pm 8,3$ kilos dans le lot plantain (PLA) et $58,3 \pm 8,2$ kilos dans le lot témoin (PME). Quatre jours après la fin de l'expérimentation, les chèvres du lot PLA avaient un poids moyen de $60,1 \pm 11,7$ kilos, contre $59,1 \pm 11,2$ kilos pour les chèvres du lot PME (figure 7).

Il n'y a pas de différence de poids entre les primipares des deux lots et les multipares des deux lots.

2.3.2 Note d'état corporel (NEC)

Il n'y a pas de différence significative d'état corporel entre les deux lots. A la fin de l'essai, les notes d'état corporel étaient similaires entre les deux lots. La note lombaire moyenne était de $2,53 \pm 0,1$ pour les chèvres PLA, et de $2,5 \pm 0,2$ pour les PME. La note sternale était respectivement pour les PLA et PME de $2,8 \pm 0,2$ et $2,9 \pm 0,3$. Il n'y a pas eu de perte ou de gain d'état corporel significatif au sein des deux lots (figure 7).

Il n'a pas été relevé de différence significative des NEC entre les primipares et les multipares des deux lots.

2.3.3 Suivi parasitaire : analyses coproscopiques

Bien que le nombre d'œufs de strongles gastro-intestinaux (SGI) semble être plus élevé dans le lot plantain que dans le lot témoin, la différence n'est pas plus significative. Les chèvres du lot plantain avaient en moyenne 143 ± 91 œufs par gramme de fèces (OPG), contre 105 ± 154 OPG pour les chèvres du lot témoin en fin d'expérimentation (figure 8). Entre le 20 Avril et le 08 juin, le nombre moyen d'œufs de strongles a augmenté quel que soit le lot ou la parité. 14 chèvres du lot plantain ont vu le nombre de strongles augmenter contre 8 dans le lot PME durant cette période. Cette différence n'est pas significative d'après le test de khi2.

Entre les primipares et multipares des deux lots, il a été remarqué que les primipares ont significativement moins de strongles que les multipares : 83 œufs contre 146 œufs pour les multipares.

C) Discussion :

1. Effet du pâturage de plantain sur les performances des chèvres laitières

Le régime alimentaire de plantain n'a pas eu d'effet sur les taux butyreux, protéiques et de cellules du lait. La production laitière et la composition en urée du lait pour les deux régimes sont, elles, différentes.

La diminution de la production laitière individuelle et du taux d'urée dans le lait est significative. Il a été montré que l'urée et la production laitière sont corrélées positivement : plus le taux d'urée diminue, plus le niveau de lait diminue (Pandrot, 2011). Ces diminutions n'étaient pas attendues et pourraient se justifier par l'incertitude de la quantité et qualité des prairies de plantain : surface disponible, pousse de l'herbe, valeur alimentaire, aléas climatiques (Jacquot *et al.*, 2019).

La diminution du taux d'urée et de la production laitière peut indiquer une ration manquant d'azote (Lefrileux *et al.*, 2009). L'azote constitue l'élément principal des protéines, essentielles à l'entretien de l'animal. Une carence azotée dans la plante entraîne plusieurs symptômes : elle se manifeste par une diminution de la croissance des organes aériens et par une coloration claire des feuilles de la plante (Gastal et Saugier, 1986, Caillat, communication personnelle). D'après les mesures réalisées au cours de l'essai, le plantain était moins productif qu'attendu : le plant comportait des feuilles peu développées, de couleur verte-jaune, avec une MAT moyenne mesurée à 9,2 %. Les valeurs alimentaires mesurées en Nouvelle-Zélande présentent le plantain riche en protéines : 16 à 28% de MAT (DairyNZ, 2013). Contrairement aux parcelles à Lusignan, ce plantain néozélandais est semé avec un apport supplémentaire d'azote, ce qui résulte en un plant beaucoup plus vert et plus développé, signe d'une richesse en azote. Sur les 1,28 kilos de MS et 1,46 kg de MS ingérés respectivement pour le lot PLA et PME, la matière azotée totale ingérée est respectivement de 118 g et 212 g par jour et par chèvre. Cette différence n'est pas à négliger et indique une plus faible consommation de protéines dans le lot plantain.

Au pâturage, l'herbe est valorisée en continu dans des conditions évoluant rapidement. L'estimation du stock d'herbe présent et de la croissance à venir peuvent faciliter la gestion de cette ressource. Ces deux estimations sont basées sur des mesures de densité, à savoir la quantité d'herbe présente par hectare sur un centimètre de hauteur d'herbe, et de hauteur d'herbe. La densité des parcelles calculée au cours de l'essai a pu être biaisée par une multitude de facteurs : météo, efficacité de la motofaucheuse, hauteur de l'herbe, rigidité de la plante, mauvaise connaissance de l'espèce, etc. Les hauteurs d'herbe ont été mesurées à l'aide d'un herbomètre, mesurant la hauteur partant du sol jusqu'à l'inflorescence de la plante. La quantité réellement offerte chaque jour aux chèvres, calculée à partir de ces deux paramètres (densité et hauteur d'herbe), a pu être mal estimée pour les prairies de plantain, espèce encore méconnue et difficile à faucher. De plus, les chèvres ne consommaient pas les tiges de plantain, laissant alors une partie de la quantité offerte estimée non consommée. La productivité du plantain était assez faible sur les parcelles exploitées : environ 7400 m² ont été nécessaire aux 21 chèvres du lot PLA pour apporter 1,5 kilos de MS par chèvre et par jour, contre 4000 m² pour le lot témoin (PME).

Au cours de l'essai, la capacité d'ingestion des chèvres n'a pas évolué différemment selon le régime alimentaire, contrairement à l'ingestion réelle de fourrage (MSVI). Cette quantité ingérée, moins importante chez les chèvres PLA, montre que le plantain est une espèce encombrante et fibreuse. La valeur d'encombrement et la teneur en fibres (NDF) estimées

confirment cette observation. Le plantain prend plus de place dans le rumen de la chèvre, couvrant alors la capacité d'ingestion plus rapidement que les multi-espèces. Les chèvres ne peuvent donc pas compenser la carence en azote par une consommation plus importante de fourrage.

Une baisse de la production laitière et d'urée peut résulter aussi d'une baisse du taux protéique. Cette baisse n'est pas observée au sein du lot plantain. L'absence d'effet sur le TP d'une variation de l'azote alimentaire a déjà été observée dans d'autres études (Lefrileux et al, 2009).

Un deuxième essai est prévu pour l'année prochaine. Un apport d'azote supplémentaire sera nécessaire pour donner un plantain en quantité et qualité suffisante.

Sur les 2,6 kilos de MS offerts aux chèvres (fourrages + concentrés), le pâturage de plantain représente 50% de la quantité ingérée (1,28 kg de MS). Ce résultat permet de confirmer la significativité de l'essai : le reste de la ration (foin et concentrés) ne couvre pas les effets de la consommation de plantain. L'apport de foin a été effectué parce que les prairies de plantain n'étaient pas aussi productives que voulues. Dans le cas où les prairies étaient de qualité et quantité optimales, il aurait été intéressant de ne pas distribuer de foin afin d'offrir plus de plantain au pâturage, pour qu'il représente plus de 50% dans la ration. Peut-être aurait-il été observé un effet plus grand sur les performances et la santé des chèvres.

2. Effet du pâturage de plantain sur la santé des chèvres laitières

Les résultats de l'essai montrent que le pâturage de plantain n'a pas eu d'effet antiparasitaire sur les chèvres. Le niveau d'excrétion d'œufs de strongles a continué à augmenter au cours de l'essai, sans être pour autant excessif. Les chèvres restent très peu parasitées, que ce soit dans le lot plantain et dans le lot témoin. En élevage caprin, les chèvres sont traitées à partir de 700 œufs par gramme de fèces (OPG). Les chèvres de l'expérimentation ont un nombre d'OPG ne dépassant pas 600 œufs par gramme de fèces (valeur d'une chèvre dans le lot PME). Le parasitisme des chèvres PLA semble être plus important que celui des chèvres PME, mais il est à noter que 50 œufs de strongles équivalent à 1 œuf par gramme de fèces observé. Donc 140 grammes de fèces en moyenne chez les chèvres plantain signifie qu'il a été observé en moyenne 2,8 œufs par grammes. Il aurait été intéressant de parasiter expérimentalement les chèvres pour qu'elles soient suffisamment parasitées au début de l'essai, comme dans les études portant sur l'effet du sainfoin sur le parasitisme gastro-intestinal (Hoste et al, 2010). Le système expérimental Patuchev met en situation réelle les animaux, afin de se rapprocher le plus de la réalité des élevages commerciaux. Cette procédure n'a donc pas été réalisée.

Des chercheurs de l'école vétérinaire de Toulouse ont montré que pour que les tanins condensés présents dans la plante aient un effet antiparasitaire, il faut que la quantité de tanins consommée représente environ 2 % de la matière sèche de la ration ingérée, et cela pendant une cure minimum de 15 jours, (Hoste, 2005). Durant notre expérimentation les chèvres ont subi une cure de 22 jours. On pourrait donc expliquer cette évolution par le fait que la quantité de tanins ingérée aurait été inférieure aux 2 % requis. Des échantillons d'herbe offerte de la parcelle de plantain ont été effectués tous les jours durant l'expérimentation pour être analysés afin de connaître la quantité de tanins présents. Ces échantillons n'ont pas encore été analysés. Toutefois, certaines études et analyses, non publiées, ont montré que le plantain n'est pas riche en tanins, à hauteur de 4 g/kg de MS, contre 97 g/kg de MS pour le sainfoin. Le sainfoin, comprenant une quantité suffisante de tanins a des effets anti-parasitaires (Paolini et al., 2002, Hoste et al., 2005).

D'autres composés bioactifs composent le plantain tels que les iridoïdes. Ils ont a un effet anti-inflammatoire, antiviral et antibactérien (Grigore et al., 2015). Les strongles gastro-intestinaux parasitent l'appareil digestif de la chèvre, inflammant et irritant les parois intestinales (Hoste et al., 2010). Ces inflammations diminuent les performances des animaux, notamment laitières. Les chèvres de l'expérimentation étant très peu parasitées, il n'est pas possible de déduire une amélioration de la santé des chèvres. Dans le cas inverse, il aurait peut-être été observé une amélioration de la santé animale. Il est aussi possible que la quantité d'iridoïdes ingérée ne soit pas suffisante pour diminuer l'inflammation et augmenter les performances. Des analyses pour mesurer la quantité d'iridoïdes et de tannins dans le plantain seraient à effectuer pour vérifier ces hypothèses.

Les qualités du lait sont importantes à analyser pour connaître les conséquences économiques et sociétales de l'apport de plantain dans l'alimentation, de même que les qualités fromagères. Des analyses des composés phénoliques sont en cours afin de connaître l'effet du plantain sur les qualités gustatives du fromage de chèvre.

Conclusion

Le plantain lancéolé est réputé pour être riche en minéraux et protéines, résistant et facile à cultiver. Il comprend des iridoïdes, composés bioactifs dont les propriétés sont anti-inflammatoires, antimicrobiennes et anti-oxydantes. Selon certaines études, il permet un gain de poids vif chez les agneaux et une diminution des parasites gastro-intestinaux chez les brebis. L'essai mené à Patuchev a permis d'avoir une première idée sur les effets du plantain dans l'alimentation des chèvre laitière, étude encore jamais réalisée auparavant. D'après les résultats de l'expérimentation, le plantain n'a pas permis une amélioration des performances laitières (quantité et qualités du lait) ni de l'état général de la chèvre (poids vif et état corporel). Ce résultats peut être expliqué par la qualité des prairies de plantain, traduisant une probable carence en azote, et la quantité disponible. La surface utilisée pour le lot plantain a été plus grande que pour le lot témoin, montrant une productivité faible, non attendue au départ.

Comparé au sainfoin, le plantain possède peu de tanins condensés qui permettent une diminution de l'infestation parasitaire gastro-intestinale, et sa teneur en iridoïdes, composés aux effets anti-inflammatoires, n'est pas connue. Son apport dans l'alimentation des chèvres au pâturage n'a pas montré de diminution du parasitisme gastro intestinal, probablement dûe à la faible présence de parasites chez les chèvres.

Un deuxième essai est prévu dans un an, présentant de meilleures conditions pour le bon développement du plantain sur les parcelles de Patuchev.

Ce premier essai a permis de remarquer que la plante est appétente pour les chèvres, même au stade de floraison, et que son besoin en azote est plus important que prévu. Facile à cultiver, résistant au piétinement et apparaissant tôt dans l'année dans les prairies, il pourrait constituer une bonne herbe fourragère pour l'élevage caprin.

Liste bibliographique :

Adom, M.B., Taher, M., Mutalabisin, M.F, Amri, M.S, Kudos, M.B.A., Sulaiman, M.V.A.W., Sengupta, P., Susanti, D., 2017. Chemical constituents and medical benefits of *Plantago major*. In : *Biomedicine and Pharmacotherapy*. Vol 96, p. 348-360.

ANICAP, INTERBEV, 2017. Plan de la filière caprine française : états généraux de l'alimentation, plan de la filière caprine française à l'horizon 2022. 54 p.

Bossis, N., 2012. Performances économiques et environnementales des systèmes d'élevages caprins laitiers : impacts du pâturage. In : *Fourrages*. Vol 212, p. 269-274.

Bossis, N. Jost, J., 2016. Observatoire de l'alimentation des chèvres françaises. Données 2007-2014, issues des exploitations suivies dans le cadre du dispositif Inosys-Réseaux d'Élevage conduit par l'Institut de l'Élevage, les Chambres d'Agriculture et les Contrôles Laitiers. 4 p.

Bossis N., Legarto J., Guinamard C., 2014. Etat des lieux de l'autonomie alimentaire des élevages caprins français. In : *Rencontre Recherche Ruminants*. Vol 21, p. 127.

Caillat H., Bossis, N., Jost, J., Pierre, P., Legarto, J., Lefrileux, Y., Delargarde, R., 2016. Les légumineuses dans les systèmes caprins: quelles espèces pour quelles valorisations ? In : *Fourrages*. Vol 227, p. 199-206.

Caillat, H., Ranger, B., Guillouet, P., 2013. PATUCHEV : un dispositif expérimental pour concevoir et évaluer des systèmes d'élevage caprins performants et durables. In : *Rencontre Recherche Ruminants*. Vol 20, p. 296.

Charpentier, A. Régulation et prévision de l'ingestion des chèvres laitières au pâturage. Thèse de doctorat : Biologie des organismes, Biotechnologies animales, végétales et microbiennes. Poitiers : Université de Poitiers. 2018. 178 p.

DairyNZ, 2013. Plantain management. In : *Farmfact*. Vol 1, n° 78b, p. 1-4.

Dorfler, H., Roselt, G., 1989. *The Dictionary of Healing Plants*. Edition Blackford Press, Londres, Angleterre, 336p.

Dumont, B., Bernués, A., 2014. Editorial: Agroecology for producing goods in services in sustainable animal farming systems. In : *Animal*. Vol 8, n° 8, p. 1201-1203.

Ferlay A., Graulet B., Chilliard Y., 2013. Maîtrise par l'alimentation des teneurs en acides gras et en composés vitaminiques du lait de vache. In : *INRA Productions Animales*. Vol 26, n°2, p. 171-186.

Fraser, T.J., Rowarth, J.S., 1996. Legumes, herbs or grass for lamb performance? In : *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*. Vol 58, p. 49-52.

Gastal, F., Saugier, B., 1986. Alimentation azotée et croissance de la fétuque élevée. Assimilation du carbone et répartition entre organes. In : *Agronomie*, Vol 6, n°2, p. 155-166.

Grieve, M., 1931. *A modern Herbal: volume 2*. Edition Jonathan Cape Ltd, Faringdon, Angleterre, 476 p.

Guillot, G., 2012. *Guide des plantes des villes et des villages*. Edition Belin, Paris, France, 271 p.

- Herisset, R., Delagarde, R., 2011.** Valeur de l'herbe. Plus c'est feuillu, meilleur c'est ! In : Cap élevage. n° 53, p. 28-29.
- Heuzé, V., Tran, G., 2015.** Ribwort plantain (*Plantago lanceolata*). Feedipedia, a programme by INRA, CIRAD, AFZ and FAO [en ligne]. 5 octobre 2015. Disponible sur : <https://www.feedipedia.org/node/114> [Consulté le 10 février 2020].
- Hoste, H., Gaillard, L., Lefrileux, Y., 2005.** Consequences of the regular distribution of sainfoin hay on gastrointestinal parasitism with nematodes and milk production in dairy goats. In : Small Ruminant research. Vol 59, p. 265-271.
- Hoste, H., Manolaraki, F., Arroyo-Lopez, C., Torres Acosta, J.F.J., Sotiraki, S., 2012.** Spécificité des risques parasitaires des chèvres au pâturage : conséquences sur les modes de gestion. In : Fourrages. Vol 212, p. 379-328.
- 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. In : Fourrages. Vol 238, p. 171-180.
- Hoste, H., Sotiraki, S., Landau, S.Y., Jackson, F., Beveridge, I., 2010.** Goat – Nematode interactions : think differently. In : Trends in Parasitology. Vol 26, n°8, p. 376-381.
- Huyghe, C., Van den Pol-Van Dasselar, A., Krause, A., 2017.** Le pâturage en France et en Europe : état des lieux et enjeux. In : Fourrages, Association Française pour la Production Fourragère. p. 1-10.
- Institut de l'élevage (IDELE), CNE, 2019.** Les chiffres clés du GEB - Caprins 2019 : Productions lait et viande. 10 p.
- Institut de l'élevage (IDELE), 2011.** L'alimentation pratique des chèvres laitières. Edition par l'Institut de l'élevage, Paris, France, 216 p.
- Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), 2018.** Alimentation des ruminants. Edition Quae, Versailles, France, 731 p.
- Ivins, J.D., 1952.** The relative palatability of herbage plants. In : Journal of the British Grassland Society. Vol 7, p. 43–54.
- Jacquot, A.L., Marnet, P.G., Flament, J., Inda, D., Disenhaus, C., 2019.** Perception du pâturage par les acteurs de la filière caprine dans le Grand Ouest. In : Fourrages. Vol 238, p. 167-170.
- Judson, H. G., McAnulty, R., Sedcole, R., 2009.** Evaluation of Ceres Tonic plantain (*Plantago lanceolata*) as a lactation feed for twin-bearing ewes. In : Proceedings of the New Zealand Grassland Association. Vol 71, p. 201-205.
- Knight, T.L., Moss, R.A., Fraser, T.J., Rowarth, J.S., Burton, R.N., 1996.** Effect of pasture species on internal parasites of lambs. In : Proceedings of the New Zealand Grassland Association. Vol 58, p. 59-62.
- Launert, E., 1984.** The Country Life Guide to Edible and Medicinal plants of Britain and Northern Europe. Edititon Hamlyn, Londres, Angleterre, 288 p.
- Lefrileux, Y., Raynaud, S., Morges, 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. In : Rencontres Recherche Ruminants. Vol 16, p. 139-142.

Legarto, J., Leclerc, M.C., 2007. Guide pour la conduite du pâturage caprin. Synthèse réalisée dans le cadre du réseau national des techniciens caprins travaillant sur le thème du pâturage. 207p.

Lemaire, G., Gastal, F., Franzluebbbers, A., Chabbi, A., 2015. Grassland–Cropping Rotations : An Avenue for Agricultural Diversification to Reconcile High Production with Environmental Quality. In : Environmental Management. Vol 56, n°5, p. 1065-1077.

Moorhead, A.J.E, Judson, H.G, Stewart, A.V., 2002. Liveweight gain of lambs grazing 'Ceres Tonic' plantain (*Plantago lanceolata*) or perennial ryegrass (*Lolium perenne*). In : Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. Vol 62, p. 171-173.

Pandrot, C., 2011. Le taux d'urée du lait de chèvre. Fidocl Conseil Elevage [en ligne]. 2011. Disponible à l'adresse : <http://www.fidocl.fr/content/le-taux-duree-du-lait-de-chevre> [Consulté le 03 Juillet 2020].

Paolini, V., Dorchies, Ph., Athanasiadou, S., Hoste, H., 2002. Effet des tanins condensés et des plantes à tanins sur le parasitisme gastro-intestinal par les nématodes chez la chèvre. In : Rencontres Recherche Ruminants. Vol 9, p. 411-414.

Robertson, H.A., Niezen, J.H, Waghorn, G.C, Charleston, W.A.G, Jinlong, M., 1995. The effect of six herbage on liveweight gain, wool growth and faecal egg count of parasitised ewe lambs. In : Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. Vol 55, p. 199-201.

Runsted, N., Göbel, E., Franzyk, H., Jensen, S.R., Olsen, C.E., 2000. Chemotaxonomy of *Plantago*. Iridoid glucosides and caffeoyl phenylethanoid glycosides. In : Phytochemistry. Vol 55, p.337-348.

Sauvant, D., Giger-Reverdin, S., Meschy, F., Puillet, L., Schmidely, P., 2012. Actualisation des recommandations alimentaires pour les chèvres laitières. In : INRA Productions Animales. Vol 25, n°3, p. 259-276.

Sievers, G., Nannig, S., 2006. Effect of the supplementary feeding with *Plantago lanceolata* on the egg output of gastrointestinal nematodes in calves. In : Archivos de Medicina Veterinaria. Vol 38, n°3, p. 233-238.

Stewart, 1996. Plantain (*Plantago lanceolata*), a potential pasture species. In : Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. Vol 58, p. 77-86.

Vergonjeanne, R., 2016. Plantain ou Chicorée ? Les éleveurs de Haute-Vienne parlent de leur expérience. Terre-net [en ligne]. 25 Novembre 2016. Disponible à l'adresse : www.web-agri.fr/conduite-elevage/culture-fourrage/article/plantain-ou-chicoree-les-eleveurs-de-haute-vienne-parlent-de-leur-experience-1178-123841.html [Consultée le 14 février 2020].

ANNEXES

Annexe 1 : Consommation des prairies de plantain et de PME à Patuchev : avant et après pâturage.



Figure 1 : Plantain lancéolé avant pâturage

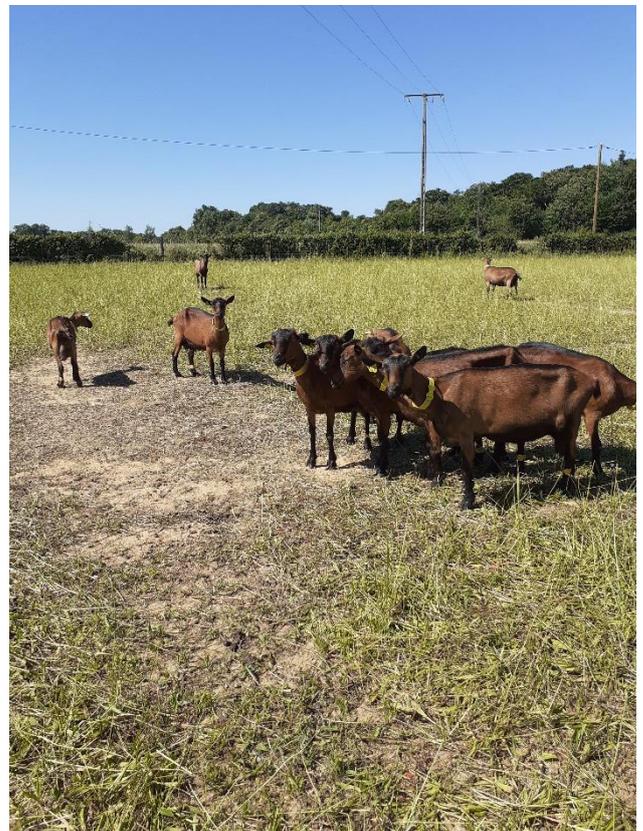


Figure 2 : Plantain lancéolé après pâturage



Figure 3 : Prairie multi-espèce avant pâturage



Figure 4 : Prairie multi-espèce. Comparaison avant et près pâturage : derrière et devant le fil.

Annexe 2 : Valeurs alimentaires du plantain lancéolé des parcelles 7 et 8 de Patuchev. Analyses LABCO

Valeurs alimentaires	Moyennes
Matière minérale (g/kg MS)	101,1
Matière azotée (g/kg MS)	81,0
Matière cellulosique (g/kg MS)	285,0
Sucres (g/kg MS)	83,7
Ca (g/kg MS)	21,0
P (g/kg MS)	3,3
K (g/kg MS)	18,7
UFL (/kg MS)	0,7
UFV (/kg MS)	0,7
PDIA (/kg MS)	24,5
PDIN (/kg MS)	53,6
PDIE (/kg MS)	84,8
DSC	56,2
DMO	0,7
ADF (g/kg)	353,3
NDF (g/kg)	521,4
UEL (UE/kg)	1,2
UEB (UE/kg)	1,5

 	Diplôme : Master Spécialité : Biologie Agro-Sciences Spécialisation / option : Sciences de l'Animal pour l'élevage de demain Enseignant référent : Lucile Montagne
Auteur(s) : Oriane Robinne Date de naissance* : 31/10/1997	Organisme d'accueil : INRAE Unité Ferlus Adresse : Centre de recherche des Verrines INRAE 86000 Lusignan
Nb pages : 17 Annexe(s) : 2	
Année de soutenance : 2020	Maître de stage : Hugues Caillat
Titre français : Le plantain dans l'alimentation des chèvres au pâturage : effets sur leurs performances zootechniques et leur santé.	
Titre anglais : Plantain in the feed of grazing goats: effects on their zootechnical performances and health.	
<p>Résumé : Dans un contexte de volatilité des prix et de faible autonomie alimentaire des éleveurs caprins, le pâturage peut prendre une place plus importante dans l'alimentation des chèvres. Le plantain lancéolé est une plante réputée pour être riche en minéraux et protéines, résistante et facile à cultiver. Elle comprend des iridoïdes, composés bioactifs dont les propriétés sont anti-inflammatoires. Selon certaines études, elle permet un gain de poids vif chez les agneaux et une diminution des parasites gastro-intestinaux chez les brebis. L'essai mené à Patuchev a permis d'avoir une première idée sur les effets du plantain dans l'alimentation des chèvre laitière sur leurs performances zootechniques et leur santé, étude encore jamais réalisée auparavant. D'après les résultats, la matière azotée totale est plus faible qu'en prairie multi-espèces : 9,2 % de MS contre 14,5 % pour la PME. Le plantain engendre une baisse de lait (- 14 %) et une baisse d'urée (- 15 %). Le plantain n'a pas permis une amélioration de la santé animale : le poids et la note d'état corporel restent les mêmes. Il n'y a pas eu d'effet sur le parasitisme gastro-intestinal. Ces résultats peuvent être expliqués par la qualité des prairies de plantain, traduisant une probable carence en azote. La quantité disponible a pu être mal estimée, le plantain étant difficile à ramasser, et peu connu. Les chèvres n'étaient pas parasitées au début de l'expérimentation, ce qui n'a pas pu montrer un effet du plantain sur les strongles gastro-intestinaux.</p>	
<p>Abstract: In a context of price volatility and low food autonomy of goat farmers, grazing may take on a more important role in goat feeding. Plantain lanceolate is a plant reputed to be rich in minerals and proteins, resistant and easy to grow. It contains iridoids, bioactive compounds with anti-inflammatory properties. According to some studies, it allows a gain of weight in lambs and a decrease in gastrointestinal parasites in sheep. The trial carried out in Patuchev gave a first idea of the effects of plantain in the feed of dairy goats on their zootechnical performances and health, a study never before carried out. According to the results of the experiment, the total nitrogen content is lower than in multi-species grassland: 9.2% of DM compared to 14.5% for PME. Plantain causes a drop in milk (-14%) and a drop in urea (-15%). Plantain did not improve animal health: weight and body condition score remain the same. There was no effect on gastrointestinal parasitism. These results can be explained by the quality of the plantain grasslands, reflecting a probable nitrogen deficiency. The quantity available may have been misestimated, as plantain is difficult to collect and little is known about it. The goats were not parasitized at the beginning of the experiment, which could not show an effect of plantain on gastrointestinal strongles.</p>	
Mots-clés : Plantain, pâturage, chèvres laitières, performances zootechniques, santé, parasitisme.	
Key Words: Plantain, pasture, dairy goats, zootechnical performance, health, parasitism.	

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