



UNIVERSITÀ DI CORSICA
PASQUALE PAOLI



Université de Corse

Faculté des Sciences et techniques

Master Sciences et Technologie de
l'Agriculture, de l'Alimentation et du Vivant

Parcours Qualité des Productions Agroalimentaires

Contribution à l'étude de la qualité du lait de brebis Corses :

Influence du niveau de production laitière des brebis et
de leur conduite alimentaire sur la composition du lait

Mémoire présenté par **Pierre Eckmann**

Sous la responsabilité de Monsieur **Ange-Marie Pasquali**

Station Expérimentale d'élevage de l'ODARC

Janvier-Juin 2022

Remerciements :

J'aimerais remercier Monsieur **Ange Bianchini**, responsable de la division Recherche & Développement de l'ODARC de m'avoir permis d'effectuer mon stage à la station expérimentale d'Altiani ainsi que pour l'aide qu'il m'a apporté lors de la rédaction de mon rapport.

J'aimerais ensuite remercier :

Ange-Marie Pasquali, mon tuteur de stage, pour l'aide qu'il m'a apporté pour l'interprétation des résultats, pour la rédaction de mon rapport ainsi que pour sa patience à mon égard.

Nina Bouichou, ma collègue et amie de laboratoire, pour le soutien qu'elle m'a apportée tout au long de l'expérience, et toutes les discussions passionnantes que nous avons pu avoir.

A l'ensemble des personnes travaillant au sein de la station expérimentale d'Altiani, pour leur sympathie.

L'Université de Corse, ainsi que tous les professeurs et intervenants du Master 2 QPA pour la qualité de leurs enseignements.

Ma famille pour son soutien sans faille.

Et enfin j'aimerais remercier tous les amis que je me suis fait pendant ces deux ans en Corse dans le cadre de mes études, pour tous les bons moments que nous avons passés tous ensemble.

Présentation de la structure :

L'Office du Développement Agricole et Rural de Corse (ODARC) est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) créé en 1982, sur lequel la Collectivité de Corse exerce une tutelle.

Les missions confiées à l'ODARC sont définies par les articles 65 de la loi du 13 mai 1991 : « L'Office du Développement Agricole et Rural de Corse est chargé, dans le cadre des orientations définies par la Collectivité Territoriale de Corse, de la mise en œuvre d'actions qui tendent au développement de l'agriculture et à l'équipement du milieu rural » ainsi que par l'article 20 de la loi du 22 janvier 2002 « Il exerce les compétences anciennement dévolues au Centre national pour l'aménagement des structures des exploitations agricoles »

L'ODARC propose et déploie des dispositifs financiers en lien avec les orientations politiques fixées par l'Assemblée de Corse en matière de développement agricole et rural régional. Ces dispositifs financiers s'inscrivent notamment dans le Programme de Développement Rural de la Corse (PDRC) ou du Plan Ambition 2021-2025. Ces programmes sont dotés de fonds spécifiques Européens, le Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural (FEADER), ainsi que de fonds régionaux et nationaux.

Ils ont plusieurs objectifs tels que la modernisation de l'agriculture, l'aide à l'installation de nouveaux agriculteurs, la promotion des métiers de l'agriculture, la diversification, le développement rural, le développement forestier, l'organisation et la structuration des filières de productions, le développement de la qualité, et la durabilité des systèmes de production, avec une mise en avant du maintien du paysage, des pratiques traditionnelles et le soucis de l'environnement.

L'ODARC a été doté de deux stations expérimentales : l'une, située à Migliacciaru, est dédiée à l'amélioration des cultures de fourrages et de céréales ; l'autre, située à Altiani, est spécialisée dans la conduite d'élevage ovin. C'est au sein de la station expérimentale d'Altiani que j'ai réalisé mon stage. Cette dernière dispose d'une assise foncière constituée de 52 hectares de prairies et de parcours ainsi que d'infrastructures dédiées à des fonctions spécifiques : une bergerie et une fromagerie expérimentale, un centre d'insémination artificielle ovin, un haras de boucs, une verraterie et une miellerie. Ces outils sont mis à la disposition de différents groupements professionnels des secteurs ovin, caprin, porcin et apicole. Le site d'Altiani est un pôle de compétences en élevage qui favorise l'échange d'informations entre professionnels

Table des figures :

Figure 1 : Evolution de la consommation moyenne de fourrage par lot.....	16
Figure 2 : Evolution de la production laitière des 3 lots de brebis.....	17
Figure 3: Evolution des NEC des 3 lots de brebis.	18
Figure 4 : Evolution des poids moyens des 3 lots de brebis.	19
Figure 5 : Evolution du taux butyreux du lait de chaque lot.....	20
Figure 6 : Evolution de la proportion d'AGS pour 100 g d'AG du lait de chaque lot.....	21
Figure 7: Evolution de la proportion d'AGI pour 100 g d'AG du lait de chaque lot.....	21
Figure 8 : Evolution de la proportion d'AGMI pour 100 g d'AG du lait de chaque lot.	22
Figure 9: Evolution de la proportion d'AGPI pour 100 g d'AG du lait de chaque lot.	22
Figure 10: Evolution du taux protéique du lait de chaque lot.....	23

Table des tableaux :

Tableau I: Tableau récapitulatif des constantes physiologiques constituant les 3 groupes de brebis.	10
Tableau II : Dates de prélèvement des échantillons.....	12
Tableau III: Evolution de la consommation moyenne de fourrage pour chaque lot de brebis.	34
Tableau IV: Résultats moyen des quantités de lait produites par les différents lots lors de l'expérience.	34
Tableau V: Moyennes des NEC des brebis par lot lors de l'expérience.	34
Tableau VI: Moyenne des poids des brebis par lot lors de l'expérience.	34
Tableau VII: Résultat d'analyse du taux butyreux du lait des différents lots lors de l'expérience. ...	34
Tableau VIII: Evolution de la proportion d'AGS pour 100 g d'AG du lait de chaque lot de brebis. .	35
Tableau IX: Evolution de la proportion d'AGI pour 100g d'AG du lait de chaque lot de brebis.	35
Tableau X : Evolution de la proportion d'AGMI pour 100 g d'AG du lait de chaque lot de brebis. .	35
Tableau XI: Evolution de la proportion d'AGPI pour 100 g d'AG du lait de chaque lot de brebis. ...	36
Tableau XII: Résultats d'analyses des taux protéiques du lait des différents lots lors de l'expérience.	36
Tableau XIII: Résultats d'analyses du taux d'urée du lait des différents lots lors de l'expérience.	36

Table des matières

Remerciements :	2
Présentation de la structure :	3
I. Introduction.....	1
II. Synthèse Bibliographique	2
1. Composition du lait de brebis :	2
(1) La matière grasse et les acides gras	2
(a) Origine des acides gras dans le lait :	3
(2) Les matières azotées du lait :	4

(a) Les protéines du lait :	4
(b) Urée.....	5
2. Impact de l'alimentation sur la composition du lait :	5
(1) Effet d'une alimentation au pâturage :	6
(2) Effet de l'alimentation en bergerie :	7
3. Impact de la production laitière et des paramètres physiologiques.	8
(1) Effet du stade de lactation	8
(2) Relation entre la note d'état corporelle et la production laitière :	8
III. Matériel et méthode :	10
1. Constitution des lots :	10
2. Mode de rationnement et conduite des lots expérimentaux :	10
Alimentation en bergerie.....	10
Alimentation en pâturage :	11
3. Récolte des échantillons de lait :	11
4. Suivi des paramètres physiologiques des brebis :	12
5. Analyse de la composition fine du lait :	12
(1) Dosage du taux butyreux	12
(2) Identification et quantification des acides gras du lait selon la Norme NF ISO 16958.....	12
(3) Analyse par chromatographie en phase gazeuse (CPG).....	13
(4) Dosage de la matière protéique : par la méthode au noir Amido (AFNOR NF V04-216) 13	
(5) Dosage de l'urée :	14
(6) Traitement statistique des données.....	14
IV. Résultats :	16
1. Evolution de la consommation fourrage par les lots :	16
2. Évolution de la production laitière :	17
3. Évolution des NEC des brebis :	18
4. Évolution du poids des brebis :	19
5. Résultats du dosage de taux butyreux	20
6. Résultats d'analyses des acides gras :	21
7. Résultats des dosages de matière protéique :	23
8. Résultats des dosage de l'urée :	24
V. Discussion	26
1. Impact de l'alimentation sur les paramètres physiologiques de la brebis et sur la composition du lait.....	26

2. Impact de la quantité de lait produite sur les paramètres physiologiques de la brebis et la composition du lait :.....	29
VI. Conclusion :	31
VII. Références bibliographique :	32
VIII. Annexe :	34
IX. Résumé :.....	37

I. Introduction

En France, l'élevage ovin laitier est concentré majoritairement dans trois bassins de production : le rayon de Roquefort, les Pyrénées-Atlantiques et la Corse.

En Corse, en 2020, l'élevage ovin était composé de 75 875 brebis-mère laitières avec une production totale de 93 710 hectolitres de lait pour 579 exploitants ovins (DRAAF de Corse, 2021). Ce lait est essentiellement utilisé pour la production de fromage notamment le Brocciu, fromage emblématique corse qui bénéficie d'une appellation d'origine protégée (AOP) depuis 2003.

Depuis 1985, le schéma de sélection de la race ovine Corse a permis d'augmenter significativement la production laitière, ce qui a conduit à une légère dégradation du taux de matière sèche utile (MSU) par effet de dilution. En conséquence, il a été décidé récemment d'inclure les taux butyreux et protéique du lait dans les critères du schéma de sélection. La connaissance de la composition du lait représente un grand intérêt pour la filière ovine Corse car celle-ci est au centre d'enjeux économiques (les éleveurs étant rémunérés en fonction de la qualité du lait), technologiques (pour l'aptitude à la transformation fromagère) et sociétaux, afin de répondre aux exigences des consommateurs.

La production et la composition du lait de brebis sont conditionnées par différents paramètres : la période de production, les facteurs génétiques, le stade de lactation de l'animal, le système de traite (monotraite ou bitraite), la pratique agricole ou encore le mode de rationnement du troupeau.

En Corse, les élevages sont conduits sur pâturage tout au long de l'année. Un apport quotidien de fourrages secs et d'une complémentation constituée d'un mélange de céréales et autres aliments concentrés permet généralement de couvrir les besoins des animaux.

Même si les brebis pâturent toute l'année, les ressources végétales disponibles varient en fonction des saisons et de certains facteurs, notamment climatiques. Ainsi, l'hiver est peu propice à la pousse d'herbe, tandis qu'au printemps, l'offre est nettement plus abondante. Cela se traduit par une complémentation habituellement plus importante l'hiver qu'au printemps. Le régime alimentaire des brebis n'est donc pas constant au cours de la campagne de lactation.

Dans ces conditions, la question de l'influence quantitative et qualitative du pâturage sur la production laitière à ces deux périodes de la campagne se pose. C'est ce que nous avons entrepris d'étudier durant ce stage. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur une expérimentation, réalisée en parallèle, destinée à évaluer la capacité d'ingestion de la brebis Corse.

II. Synthèse Bibliographique

1. Composition du lait de brebis :

Le lait est un mélange complexe dont la définition a été précisée par le Conseil de l'Union Européenne : « La dénomination lait est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenu par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction » (Règlement (CE) « OCM unique » n°1234/2007 2009).

Le lait de brebis est un mélange constitué de différentes phases :

- Une solution vraie : glucides (lactose), protéines solubles, vitamines et minéraux,
- Une solution colloïdale : protéines (en particulier les caséines)
- Une émulsion : matières grasses.

Le lait de brebis est en moyenne constitué à 81 % d'eau (variation entre 80 et 86 %), de 7 % de lipides (variation entre 5,7 et 9,3 %), 6 % de protéines (variation entre 4,7 et 6,3 %), 5 % de glucides et environ 1 % de minéraux et vitamines. On trouve en moyenne 200 mg de calcium pour 100 g de lait (Lagriffoul et al., 2008)

Cette composition du lait est affectée par différents facteurs tels que la race de la brebis, l'âge, l'alimentation, la saison, la santé de l'animal, les pratiques agricoles, le stade de lactation, etc. Cela entraîne donc des variations de la composition du lait tout au long de l'année. La matière grasse présente dans le lait augmente de 20 à 25 % entre janvier et mai/juin ; la matière sèche, quant à elle, passe de 16,7 % en janvier à 18,5 % en juin. (Lagriffoul et al. 2008)

(1) La matière grasse et les acides gras

La matière grasse est constituée de globules gras composés à 96 % de triglycérides. Ces derniers sont formés d'une molécule de glycérol et de 3 acides gras attachés à cette molécule.

Les acides gras (AG) sont des chaînes hydrocarbonées de longueur variable (4 à 24 carbones) comportant un groupement méthyle (CH_3) à une extrémité et un groupement carboxyle (COOH) à l'autre. Ils peuvent être saturés, lorsque toutes les liaisons carbone-carbone sont simples, ou insaturés, lorsqu'ils présentent au moins une double liaison.

Environ 69 % des acides gras présents dans le lait sont saturés. Les majoritaires sont :

- L'acide palmitique (C16:0) (jusqu'à 24 % des acides gras)
- L'acide stéarique (C18:0)
- L'acide myristique (C14:0)

- L'acide caprique (C10:0)
- L'acide laurique (C12:0)

Les 30,5 % restant sont constitués des acides gras insaturés (essentiellement monoinsaturés 22 % contre 4 % de poly-insaturés) :

- Acide oléique (*cis*9-18:1)
- Acide linoléique (oméga 6 essentiel) (*cis*9,*cis*12-18:2 ou C18:2 n-6)
- Acide linolénique (Oméga 3 essentiel) (*cis*9,*cis*12,*cis*15-18:3 ou C18:3 n-3)

(Dang-Van et al., 2013)

De nombreuses études tendent à montrer que certains acides gras présents dans le lait, notamment les acides linoléiques conjugués (CLA) et les acides gras polyinsaturés (AGPI) tels que les oméga 3 ont un effet bénéfique sur la santé en ayant des propriétés anticancérogène, antiathérogène, antilipogénique. (Coppa et al. 2012).

(a) Origine des acides gras dans le lait :

Les acides gras présents dans le lait des ruminants proviennent de 2 sources distinctes :

- L'alimentation (pour 60 % d'entre eux) : une partie des acides gras transit du bol alimentaire jusqu'aux glandes mammaires sans subir de transformation et une seconde partie provient des réserves lipidiques de l'animal.
- La synthèse *de novo* (pour 40 % d'entre eux).

Origine alimentaire :

Les triglycérides apportés par l'alimentation sont tout d'abord hydrolysés. Par l'action de la digestion, ces acides gras sont absorbés au niveau du jéjunum, puis subissent une estérification avec une molécule de glycérol pour devenir des triglycérides et des phospholipides. Ces lipides sont ensuite transportés par des lipoprotéines dans la lymphe pour rejoindre la circulation sanguine. Ces lipoprotéines pourront alors être prélevées dans le sang pour terminer dans les glandes mammaires en étant métabolisés par les lipoprotéines-lipases et former des acides gras disponibles pour les acini mammaires.

Mobilisation des réserves corporelles de l'animal :

Lorsque l'apport énergétique nécessaire à la production laitière de la brebis n'est pas apporté en quantité suffisante par l'alimentation, la brebis peut mobiliser ses réserves lipidiques dans ses tissus adipeux. Pour cela, les triglycérides présents dans les tissus sont hydrolysés pour donner des acides gras non estérifiés qui sont transportés dans le sang jusqu'aux glandes mammaires par des

lipoprotéines. Ces lipoprotéines sont ensuite métabolisées par des lipoprotéines-lipases pour former des acides gras libres disponibles pour les acini mammaires. (Couteils, 2017)

La synthèse de *novo* est à l'origine de la production de la totalité des AG du C6:0 au C12:0, 95 % du C14:0 et 50 % du C16:0 de la matière grasse du lait. (Bernard et al., 2008)

La synthèse de *novo* permet de former des acides gras allant jusqu'à 16 carbones. Cette synthèse débute à partir d'un précurseur, l'acétyl-CoA activé par l'acétyl-CoA carboxylase pour donner du malonyl-CoA, et d'un réducteur, le NADPH.

L'élongation de la chaîne est un cycle en 4 étapes : une étape de condensation, une étape de réduction, une étape de déshydratation et une étape de réduction, ajoutant 2 carbones à la chaîne à chaque cycle. Cette élongation peut mener à former des acides gras à 16 carbones (acide palmitique), mais peut aussi être stoppée avant, par l'enzyme thioestérase II permettant de former des chaînes d'acides gras plus courtes. (Couteils, 2017)

Intérêt des acides gras dans la transformation fromagère :

Les acides gras présents dans le lait représentent un intérêt pour la qualité organoleptique des fromages ainsi que pour la qualité technique de transformation. En effet, les acides gras insaturés à longues chaînes ont un point de fusion plus faible que les autres AG et amènent à la formation de fromages plus souples et moins fermes. De plus certains acides gras très volatils tels que l'acide butyrique et l'acide caproïque participent à l'arôme des fromages et certains acides gras peuvent être dégradés par des enzymes microbiennes afin de former des composés aromatiques (Voisin, 2010)

(2) Les matières azotées du lait :

Dans les matières azotées présentes dans le lait, nous retrouvons la matière protéique (les caséines et les protéines du lactosérum) et la matière azotée non-protéique, principalement l'urée.

Le lait de brebis contient environ 55,6 g/L de matière azotée totale. (variation entre 47,7 et 62,8 g/L)

(a) Les protéines du lait :

Les protéines du lait sont constituées majoritairement de caséines (environ 80 %), de protéines solubles (albumines et lactoglobulines, à environ 19 %) et d'enzymes (environ 1 %). (CUDEC)

Les protéines du lait sont présentes dans deux phases distinctes :

- Les caséines formant des complexes en se liant au phosphate de calcium colloïdal

- La phase soluble constituée des différentes protéines solubles et des protéines du lactosérum

Les caséines ne sont pas uniformes et sont présentes sous différentes formes dans le mélange : on retrouve les caséines α S1, α S2, β , κ (qui permet le maintien du lait à l'état liquide) et γ (produit de dégradation de la caséine β).

Les protéines jouent un rôle majeur lors de la transformation fromagère, grâce à l'aptitude des caséines à précipiter lors de l'acidification du lait. Le fromage est constitué d'un réseau tridimensionnel de protéines (les caséines), plus le taux de protéines dans le lait est élevé plus la coagulation du lait sera optimale. (Martin et al., 1995)

(b) Urée

L'urée représente à elle seule environ la moitié des 5 % de la matière azotée non-protéique et est formée, dans le foie, par la transformation de l'ammoniac résultant du catabolisme et de la synthèse des protéines dans le rumen.

La valeur moyenne d'urée dans le lait de brebis est de 300 mg/L et varie entre 200 et 500 mg/L. (Lagriffoul et al. 1999)

Le taux d'urée augmente lorsque le ratio protéine/énergie n'est plus à l'équilibre. En effet, si l'alimentation apporte trop de protéine mais pas assez d'énergie, le taux d'urée dans le sang (et donc dans le lait) augmente. De plus un taux d'urée élevé peut indiquer d'autres troubles métaboliques tel qu'une mauvaise dégradation ruminale. (Lagriffoul et al. 1999)

Le taux d'urée étant un bon indicateur de la proportion de protéines et d'énergie apportées aux animaux par l'alimentation, un suivi du taux d'urée dans le lait, permet d'optimiser leur rationnement afin de les maintenir en bonne santé et d'optimiser les coûts de la ration. (Lagriffoul et al. 1999)

2. Impact de l'alimentation sur la composition du lait :

D'après Pulina et al., 2006 « La composition du lait varie du fait de facteurs liés à l'animal (espèces, âge, génétique, nombre de lactations, stade de lactation, santé), les pratiques agricoles (système de management, nutrition, nombre de descendants), et de l'environnement (sol, climat, altitude). »

Adapter la conduite d'élevage des brebis représente un intérêt tout particulier, car l'alimentation des brebis influe sur la composition du lait. Une bonne connaissance de l'influence de l'alimentation et

notamment du pâturage sur la concentration en composés bénéfiques permettrait donc d'améliorer la qualité du lait, d'un point de vue nutritionnel, organoleptique et technologique.

(1) Effet d'une alimentation au pâturage :

Les brebis ne peuvent pas synthétiser les acides gras à longues chaînes, notamment celles à 18 carbones. Ces acides gras doivent donc être présents dans leur alimentation afin d'être disponible dans le lait (Elgersma et al, 2006).

L'herbe présente sur le pâturage peut contenir jusqu'à 3 % d'acides gras au printemps et en automne, mais moins de 1 % en été (Bauchart et al. 1984). Les acides gras des plantes sont majoritairement composés de chaînes comprenant entre 14 et 24 carbones, avec une prédominance de chaînes à 16 et 18 carbones (Elgersma et al, 2006). Les acides gras présents dans l'herbe sont principalement les C18:3, le C18:2 et le C16:0 (Hawke et al., 1973).

Les acides gras insaturés ingérés dans l'alimentation par les ruminants sont ensuite transformés par la flore bactérienne du rumen. En effet, les AGI vont subir des hydrogénations partielles ou totales par les enzymes bactériennes conduisant à la formation de simples liaisons et de modifier leurs configuration (*trans*isomérisation) et former des AGS (Doreau et al., 2012).

Dans les glandes mammaires, une partie des acides gras de moyennes (C12:0 à C16:0) à longues chaînes (C18:0 à C24:0) subissent une désaturation en position $\Delta 9$ par la $\Delta 9$ désaturase. L'AG C18:0 est notamment désaturé à hauteur de 49 à 60 % par cette enzyme pour donner du *cis*9-C18:1 représentant 60 % du *cis*9-C18:1 sécrété dans le lait.

L'action de la $\Delta 9$ -désaturase est aussi à l'origine de 90% du *cis*9-C14:1 ; 50 à 56 % du *cis*9-C16:1 et plus de 60 % du *cis*9,*trans*11-CLA présent dans le lait. (Ferlay et al., 2017).

La composition en acide gras des pâtures varie tout au long de l'année selon divers facteurs tels que l'espèce, le stade végétatif, la température et l'intensité lumineuse (Hawke et al., 1973). L'herbe fraîche, par exemple, contient une plus grande proportion d'acides gras C18:3 (entre 50 et 75 % des AG totaux), avec des maxima observés au printemps et en automne, lors de la pousse et de la repousse d'herbe, avec une forte augmentation en début de saison (Elgersma et al., 2006). Ceci explique que le lait soit plus riche en C18:0, *cis*9-C18:1 ; *trans*11-C18:1 ; *cis*9,*trans*11-CLA et C18:3 n-3 dans les premières semaines de mise à l'herbe tandis que les teneurs en AGS de 10 à 16 carbones diminuent. Lorsque le stade de végétation est plus avancé, une baisse de la concentration de C18:3 n-3 est observée (Chilliard et al., 2007).

Ainsi, les ruminants ayant reçu une alimentation à base de foin ou d'ensilage d'herbe en bergerie voient leurs taux butyreux sensiblement augmenter lors de la mise à l'herbe (A.Hoden et al., 1991). A titre d'exemple, lors de la mise au pâturage de bovins, Dermaquilly et al. ont observé un arrêt de la baisse de la production laitière et dans le même temps un accroissement rapide de la matière grasse dans le lait ainsi qu'un accroissement plus lent de la matière azotée (Demarquilly et al., 1962). Concernant le taux d'urée, ce dernier, est aussi influencé, chez les bovins, par la consommation d'herbe au pâturage, avec des moyennes plus élevées et des variations plus grandes que chez les vaches en stabulation. Un pic de production d'urée est observé lors de la première semaine de mise à l'herbe chez les vaches. Ceci est dû à une grande richesse en azote soluble de l'herbe. Cependant le taux d'urée diminue quelques semaines plus tard suite à la baisse rapide de la teneur en matière azotée de l'herbe et à l'adaptation de la flore microbienne du rumen. (Block et al., 1998)

(2) Effet de l'alimentation en bergerie :

Le processus de transformation de l'herbe en fourrage a un impact sur la qualité de l'aliment, en effet, sa teneur en AG baisse sensiblement à la suite de l'oxydation des acides gras et de la perte des feuilles, lesquelles sont plus riches en AG que les tiges (Chilliard et al., 2007).

Les fourrages deshydratés ainsi obtenus ont une teneur en matière sèche comprise entre 85 et 95 % de la matière totale (de Ofeu Aguiar Prado, 2018) et sont pauvre en lipides (environs 3 %) (Doreau et al., 2005).

La consommation de fourrage par les ruminants induit cependant une plus grande consommation d'AGPI (Doreau et al., 2005) et augmente la quantité de C18:2 n-6 et de C18:3 n-3 du fait d'une hydrogénation plus faible des AG qu'avec l'herbe fraîche. (Chilliard et al., 2007)

De plus, il est important de prendre en compte les espèces présentes dans les fourrages car certaines d'entre elles, tel que le trèfle violet, ont un impact sur le processus de biohydrogénation ruminale (Dewhurst et al., 2003), lequel est dû à une enzyme, la polyphénol oxydase (De Ofeu Aguiar Prado, 2018). Cette enzyme inhibe l'activité des lipases végétales par la formation de complexe protéines-phénol-lipides, réduisant ainsi l'activité lypolitique (Chilliard et al., 2007).

Une autre part de l'alimentation en bergerie est l'apport d'aliments concentrés. Cette ressources constitue un complément protéique et énergétique permettant de couvrir les besoins de l'animal. Cependant une proportion trop importante d'aliments concentrés dans la ration peut avoir des effets nefastes sur la composition du lait et sur le métabolisme de l'animal. L'excès d'énergie peut en effet mener à une diminution du TB et du TP du lait, et une augmentation du poids de l'animal (F. Boquier

et G.Caga, 2001), à une augmentation de la biohydrogénation ruminale et à une baisse de la synthèse *de novo*. S'ensuit alors une diminution de la teneur en AGS, une augmentation de la teneur en AGI (Dewhurst et al., 2006) et une acidification du rumen (Harfoot et Hazlewood, 1997).

En plus d'un effet alimentation propre à la bergerie, la stabulation des ruminants a aussi des conséquences sur la quantité et la qualité du lait produit.

Par exemple, dans le cas d'une mise en stabulation Coulon et al ont remarqué que la production laitière et le taux protéique du lait des vaches diminuaient, cela s'expliquant par une modification du régime alimentaire et par une baisse de la luminosité (J.B Coulon et al., 1986a).

3. Impact de la production laitière et des paramètres physiologiques.

(1) Effet du stade de lactation

Durant la période qui va de la mise bas au tarissement, la production de lait de la brebis varie, ce qui a une influence sur la composition du lait. Chez la brebis Lacaune, la quantité de lait produite diminue et le taux protéique augmente jusqu'au 5^{ème} mois (Legarto et al., 2014).

Chez la vache, le taux d'urée dans le lait est plus faible durant les 2 mois suivant la mise bas puis augmente, avant de diminuer en fin de lactation (Block et al., 1998).

Le temps d'ensoleillement a également un impact sur la composition et la quantité de lait produit. Il a été démontré que plus les journées étaient longues, plus la production de lait était élevée, notamment à cause d'une augmentation de la prolactine une hormone déclenchant la production de lait (Coulon et al., 1991).

La quantité de lait produite est corrélée de façon inverse à la concentration des autres composants du lait, notamment le taux butyreux et le taux protéique. Lorsque le pic de production laitière est atteint, le taux butyreux et le taux protéique sont à leur minimum. Inversement, lorsque la production laitière diminue, le taux butyreux et le taux protéique augmentent. Cela s'explique par un effet de dilution (J.Legarto et al., 2014).

(2) Relation entre la note d'état corporelle et la production laitière :

La note d'état corporelle (NEC) est une méthode de notation de l'état de santé de la brebis par une technique de maniement de la région lombaire. Cette note varie de 1 à 5 (de très maigre à obèse) selon le dépôt de gras présent au niveau de l'épine dorsale. Cette note permet en temps normal d'adapter

l'alimentation des brebis ainsi que la conduite des animaux selon l'objectif fixé. La note optimale pour une brebis en lactation est située entre 2,5 et 3. (Molina et al. 1992)

Dans une expérience menée sur différents troupeaux de brebis, Molina et al. ont observé une corrélation négative entre la NEC de brebis et la production laitière. Ainsi, si la Production laitière augmente, la note d'état corporelle de la brebis diminue (Molina et al., 1992). Cela s'explique par une utilisation significativement supérieure des réserves corporelles chez les ruminants à forte production laitière afin de répondre à des besoins nutritionnels plus important que chez les brebis à plus faible PL (Mace, 2020).

III. Matériel et méthode :

Afin de déterminer l'impact du pâturage (durant les périodes hivernale et printanière) et de la production laitière sur la composition fine du lait, 3 lots constitués de 10 brebis chacun ont été constitués sur la base de leur production laitière et de certains critères physiologiques :

- Lot 1 : production laitière basse alimentation en bergerie.
- Lot 2 : production laitière haute et alimentation en bergerie.
- Lot 3 : production laitière haute, pâture et complémentation en bergerie.

L'expérimentation, d'une durée de 10 semaines, se sépare en deux phases de 5 semaines qui correspondent chacune à des rationnements différents de chaque lot. Avant chaque phase, les lots de brebis ont eu une semaine d'adaptation aux nouvelles conditions durant lesquelles aucun échantillonnage n'a été effectué.

1. Constitution des lots :

Plusieurs éléments ont été nécessaires pour former ces 3 lots afin de s'affranchir des éventuels effets qui pourraient être induits par des états physiologiques différents, le seul critère discriminant devant être la production laitière. Pour cela, nous avons homogénéisé les critères suivants :

- le rang de lactation qui correspond au nombre d'années de lactation des animaux.
- Le poids.
- La note d'état corporel (NEC).

Ces différents critères de sélection sont résumés dans le tableau I.

Tableau I: Tableau récapitulatif des constantes physiologiques constituant les 3 groupes de brebis.

	Moyenne production laitière (en ml)	Moyenne NEC	Moyenne poids (en kg)
Lot 1	547,69 ± 94,71	2,06 ± 0,36	31,63 ± 3,25
Lot 2	1015,83 ± 153,83	2,00 ± 0,34	32,73 ± 3,46
Lot 3	945,00 ± 132,7	1,89 ± 0,26	32,57 ± 3,46

2. Mode de rationnement et conduite des lots expérimentaux :

Alimentation en bergerie

Quotidiennement, les trois lots de brebis ont été alimentés avec du fourrage distribué à volonté et ont reçu, au moment de la traite, un mélange de maïs et d'aliments concentrés. Lors de la première phase

d'expérimentation, 200 g d'aliment concentré et 200 g de maïs ont été distribués. Puis lors de la seconde phase, la ration a été diminuée à 100 g d'aliment concentré et 100 g de maïs en maintenant toutefois une distribution de fourrage en excès. Ce changement de régime alimentaire entre les deux phases de l'étude était une condition nécessaire au protocole concernant la mesure de la capacité d'ingestion de la brebis Corse.

La quantité de fourrage journalier distribuée aux différents groupes a été pesée de façon systématique, ainsi que les refus, afin de connaître la quantité de fourrage ingérée. Les portions ont été adaptées afin d'obtenir environ 15 % de refus quotidiens.

Notre fourrage étant constitué, en majorité, de dactyle et de trèfle violet, la teneur en acide gras du dactyle est de $16,7 \pm 3,14$ g/kg de MS. Sa composition en acides gras est de $20,7 \pm 3,59$ pour le C16:0, $2,04 \pm 0,41$ pour le C18:0 ; $2,79 \pm 1,24$ pour le *cis*9-C18:1 ; $15,7 \pm 1,48$ pour le C18:2 n-6 et $51,8 \pm 4,86$ pour le C18:3 n-3.

Pour le trèfle violet, la teneur en acides gras est de $22,8 \pm 8,23$ g/kg de MS. La composition en acides gras est (en %) : $18,0 \pm 3,53$ pour le C16:0, $2,99 \pm 1,00$ pour le C18:0 ; $3,90 \pm 2,00$ pour le *cis*9-C18:1 ; $19,8 \pm 2,52$ pour le C18:2 n-6 et $49,0 \pm 9,11$ pour le C18:3 n-3. (de Ofeu Aguiar Prado, 2018)

Alimentation en pâturage :

Contrairement aux deux lots conduits en bergerie, les brebis du lot pâturant sont conduites 6 à 7 heures chaque jour sur une prairie naturelle de 2 hectares ayant un couvert composé majoritairement de trèfles et de poacées.

3. Récolte des échantillons de lait :

Une fois par semaine, un contrôle laitier est effectué dans la bergerie où se situent les groupes expérimentaux. Les brebis de chaque groupe sont traitées et le lait est récolté dans des éprouvettes de contrôle laitier, ce qui permet de noter la quantité de lait produite par chaque individu au sein des groupes et donc de suivre l'évolution de production tout au long de l'expérimentation.

En plus des laits individuels, un lait de mélange est prélevé pour chacun des lots.

En définitif, lors de chaque contrôle, 30 laits d'individus et 3 laits de mélange sont échantillonnés.

Le tableau suivant indique les dates de prélèvement des échantillons :

Tableau II : Dates de prélèvement des échantillons.

CL1	CL2	CL3	CL4	CL5
17/02/2022	24/02/2022	03/03/2022	10/03/2022	18/03/2022
CL6	CL7	CL8	CL9	CL10
07/04/2022	14/04/2022	21/04/2022	26/04/2022	03/05/2022

4. Suivi des paramètres physiologiques des brebis :

Même si les différents lots ont été constitués de façon à s'affranchir des paramètres physiologiques des brebis, ces derniers sont tout de même susceptibles d'évoluer au cours de l'expérimentation, c'est pourquoi la NEC et le poids des brebis sont mesurés toutes les 2 semaines.

5. Analyse de la composition fine du lait :

(1) Dosage du taux butyreux

Pour déterminer la quantité de matière grasse dans les échantillons de lait prélevés, nous utilisons la méthode Gerber. Cette méthode de dosage du taux butyreux repose sur un procédé de dissolution des protéines du lait par ajout d'acide sulfurique et de séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, favorisée par l'ajout d'alcool amylique.

Pour cela, 10 mL d'acide sulfurique sont incorporés dans un butyromètre, 11 mL de lait de l'échantillon sont ajoutés délicatement dans le butyromètre afin qu'ils soient déposés à la surface de l'acide sulfurique en formant deux phases distinctes. Enfin 1 mL d'eau distillée et 1 mL d'alcool amylique sont ajoutés dans le butyromètre avant d'être secoué pour homogénéiser et casser les globules gras du lait. Une réaction exothermique ainsi qu'un changement de couleur vers le rouge foncé apparaissent.

Par la suite, les butyromètres sont centrifugés à 350 tours par minute pendant 5 minutes puis sont plongés au bain-marie à 65°C pendant 5 minutes. Le taux de matière grasse est lu directement sur le butyromètre.

(2) Identification et quantification des acides gras du lait selon la Norme NF ISO 16958

Avant de pouvoir analyser les acides gras du lait par chromatographie en phase gazeuse (CPG), il est nécessaire de les rendre volatils. Pour cela, nous utilisons une méthode qui repose sur le principe de

transestérification directe, qui permet la préparation d'esters méthyliques d'acides gras (EMAG) à partir d'échantillons de lait liquides. Les EMAG ainsi préparés sont ensuite séparés par CPG sur colonne capillaire.

Protocole de *transestérification*

Pour ce faire, trois solutions sont préparées à l'avance :

- Une solution étalon contenant de la tritridécanoïne et de l'undécanoate de méthyle. Le premier constituant permet d'évaluer la performance de *transestérification* et le second sert d'étalon interne pour la quantification des AG.
- Une solution de *transestérification* préparée à partir d'une solution de méthoxyde de sodium diluée dans du méthanol. Cette solution sert à initier la réaction de *transestérification*.
- Une solution de neutralisation préparée à partir d'hydrogénocitrate de sodium sesquihydraté et de chlorure de sodium permet de stopper la réaction de *transestérification*.

Après décongélation des échantillons de lait au bain-marie, qui ont été pesés au préalable, la solution étalon ainsi que la solution de *transestérification* sont incorporées dans le tube, qui est ensuite vortexé. De l'hexane est ajouté dans le tube suivi de la solution de neutralisation avant que le tube ne soit à nouveau vortexé.

Les tubes sont ensuite centrifugés. Le surnageant alors obtenu contient les EMAG. Ce surnageant est récupéré à l'aide d'une pipette Pasteur et transféré dans un bêcher dans lequel est ajouté du chlorure de calcium afin de retirer l'eau résiduelle. Après filtration, les EMAG en solution sont transférés dans des piluliers et conservés au congélateur.

(3) Analyse par chromatographie en phase gazeuse (CPG)

Les analyses des échantillons de lait ont été réalisées à l'aide d'un chromatographe en phase gazeuses Clarus 590 (Perkin Elmer, Illinois USA) équipé de deux injecteurs et de deux détecteurs à ionisation de flamme avec comme gaz vecteur du dihydrogène. Chaque échantillon a été élué sur une colonne Restek RTX 2330 (90 % biscyanopropyle/10 % phénylcyanopropyle polysiloxane ; longueur 105 m, diamètre interne 0,25 mm ; épaisseur de phase 0,20 µm). La séparation des composés est réalisée en programmation de température et les profils chromatographiques et spectraux des échantillons ont été comparés à ceux de standards d'acide gras méthylés commerciaux. Les échantillons sont injectés à l'aide d'un passeur automatique, ce qui permet d'obtenir une bonne reproductibilité des analyses.

(4) Dosage de la matière protéique : par la méthode au noir Amido (AFNOR NF V04-216)

La méthode au noir amido permet de déterminer la teneur en protéines vraies du lait.

Le principe de cette méthode est l'addition d'une solution de noir amido à un échantillon de lait. Le noir amido et les protéines du lait présentes dans l'échantillon vont réagir pour former un complexe insoluble.

La solution de noir amido est constituée de colorant noir amido 10B, d'hydrogène-orthophosphate de sodium (di hydraté) et d'acide citrique (monohydraté).

Dans un tube à essai, le noir amido et le lait sont ajoutés afin de débiter la réaction, les tubes sont ensuite homogénéisés dans un mélangeur soleil pendant 10 minutes afin que les protéines soient bien fixées par le noir amido. Ensuite, les tubes sont passés en centrifugeuse pendant 10 minutes.

L'absorbance du complexe noir-amido/protéines contenu dans le surnageant est ensuite lue à 578 nm à l'aide d'un spectrophotomètre de type ATL33. Le taux protéique est déterminé sur la base d'une courbe d'étalonnage réalisée préalablement grâce à des échantillons de lait ayant une concentration connue.

(5) Dosage de l'urée :

L'urée est transformée en ammoniac par l'uréase. Les ions ammonium réagissent avec un dérivé phénolique et forment un complexe de couleur verte/bleue dont l'intensité mesurée à 700 nm est directement proportionnelle à la concentration d'urée dans l'échantillon. Le dosage est effectué au laboratoire à l'aide de kits spécifiques et d'un appareillage CDR FoodLab.

(6) Traitement statistique des données

Les différents constituants du lait seront analysés dans un premier temps au moyen de courbes de variations réalisées à l'aide du logiciel Excel. Ces éléments sont fournis à travers l'étude des laits de troupeau de chacun des trois lots sur la totalité de l'expérimentation.

Afin de répondre aux problématiques posées, à savoir, l'influence du niveau de production laitière et de l'alimentation au pâturage (hiver vs printemps) sur la composition du lait, nous avons comparé les trois lots sur la base d'analyses réalisées sur la totalité des individus tout au long de l'expérimentation. Pour cela nous avons utilisé le test de l'analyse des variances (ANOVA), avec comparaison multiple des moyennes, qui permet de vérifier si les moyennes de deux populations sont égales.

- L'hypothèse nulle (H_0) stipule que toutes les moyennes de la population sont égales.
- L'hypothèse alternative (H_1) stipule qu'au moins l'une des moyennes diffère.

Cette analyse a été réalisée pour chacun des constituants du lait étudié, excepté le taux d'urée, ce dernier n'étant quantifié que sur les laits de troupeau. Elle a, de plus, été effectuée sur chacune des deux phases du protocole expérimental.

Dans une étape suivante, nous avons comparé, à l'aide du test t de Student sur séries appariées, l'évolution des constituants du lait entre les deux phases expérimentales (hiver *vs* printemps) qui correspondent aux changements de régime alimentaire.

Ces différents tests statistiques ont été réalisés à l'aide du logiciel R et de son package Rcmdr.

IV. Résultats :

Dans la partie résultat, nous allons tout d'abord observer l'évolution des paramètres des lots de brebis (évolution de la consommation moyenne de fourrage par individu, évolution de la production laitière, évolution de la NEC et l'évolution des poids) afin de prendre en compte ces évolutions lors de la discussion sur les composants du lait (TB, TP, urée).

1. Evolution de la consommation fourrage par les lots :

Le graphique suivant représente les courbes d'évolution de la consommation moyenne de fourrage pour chaque lot de brebis.

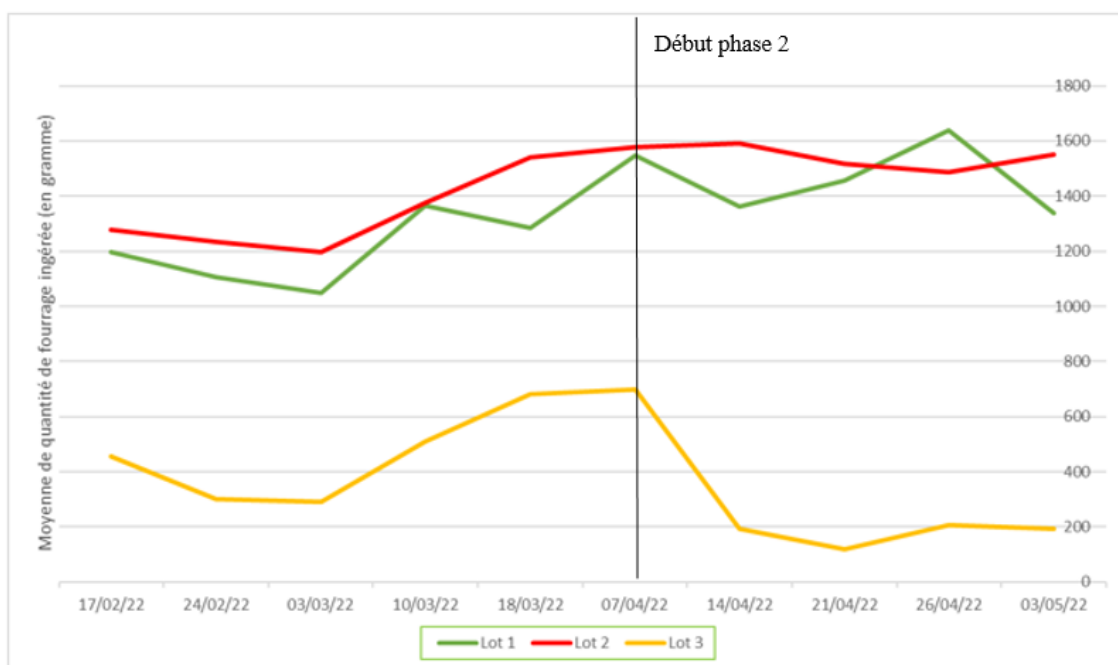


Figure 1 : Evolution de la consommation moyenne de fourrage par lot

Nous observons que les lots 1 et 2, conduits en bergerie, ingèrent une quantité similaire de fourrage qui varie entre 1,1 et 1,7 kg/jour sur la période. Leur consommation est largement supérieure à celle des brebis pâturantes du lot 3, laquelle n'excède pas 700 g/j au plus haut de la période, c'est-à-dire au voisinage de la 5^{ème} semaine d'expérimentation.

2. Évolution de la production laitière :

Le graphique suivant représente les courbes d'évolution de la quantité de lait moyenne produite pour chaque lot de brebis.

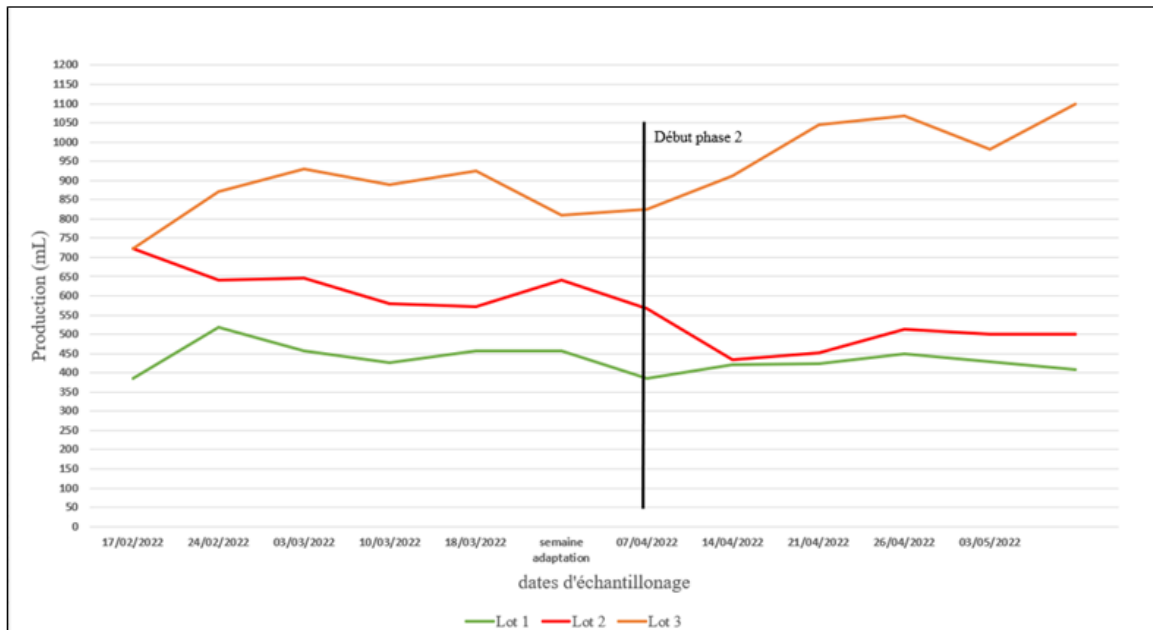


Figure 2 : Evolution de la production laitière des 3 lots de brebis.

Ce graphique représente les courbes d'évolution de la production laitière des 3 groupes de brebis tout au long des deux phases de l'expérimentation. Nous observons que les lots 2 et 3 à productions laitières hautes (lot 2 en bergerie et lot 3 pâturant) présentent initialement des niveaux similaires de production de lait, respectivement 722 mL et 724 mL en moyenne. Le groupe de brebis à PL basses, quant à lui, débute l'expérimentation avec une production laitière moyenne de 386 mL.

Nous constatons que pour le lot 1, la courbe varie peu. La production laitière demeure significativement stable tout au long de l'expérience ($p > 0,05$).

Pour le lot 2, nous observons une baisse significative de la PL tout au long de l'expérience ($p < 0.05$), plutôt lente sur la première phase, puis plus rapide à partir de la seconde phase, jusqu'à atteindre des quantités de productions laitières proche de celles du lot 1 ($p < 0.05$).

Le lot 3, quant à lui, a une PL croissante tout au long de la campagne, avec une hausse significativement plus marquée lors de la seconde phase ($p < 0.05$).

3. Évolution des NEC des brebis :

Le graphique suivant représente les courbes d'évolution de la note d'état corporelle moyenne pour chaque lot de brebis.

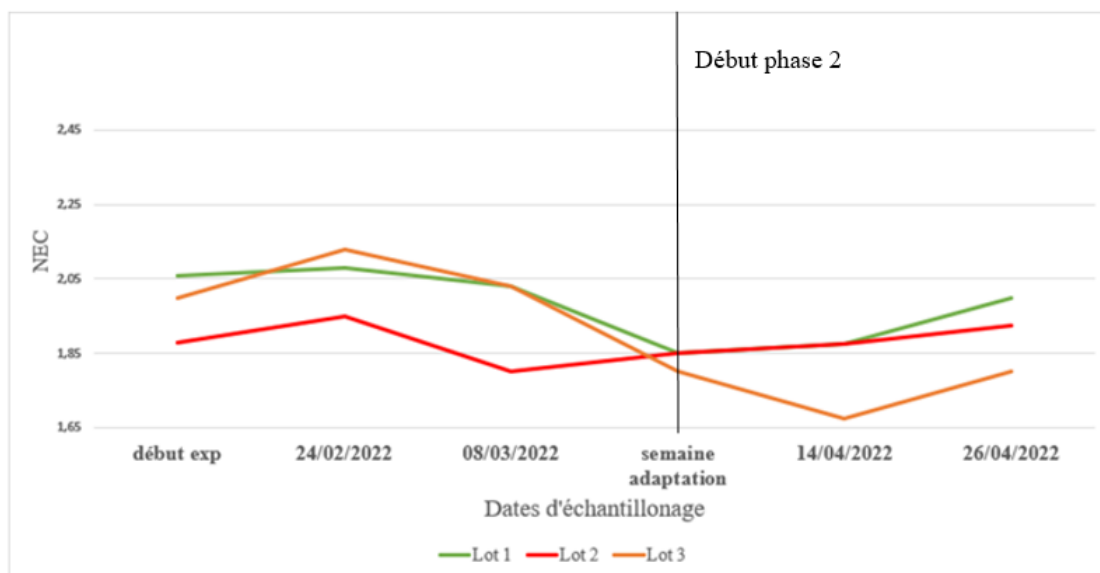


Figure 3: Evolution des NEC des 3 lots de brebis.

Sur ce graphique, nous observons les 3 courbes d'évolution de la moyenne des NEC de chaque lot de brebis. Les NEC des brebis du lot 1 ne varient que très légèrement dans la première phase de l'expérience (2,06 à 2,03). Une légère diminution apparaît lors de la semaine d'adaptation et du début de la seconde phase, avant de remonter légèrement à partir du CL7 (de 1,85 à 2,00).

Pour le lot 2, les NEC sont restées plutôt stables sur l'entièreté de l'expérience, avec une légère baisse lors de la 4^{ème} semaine d'expérimentation.

Enfin, pour le lot 3, nous observons une courbe décroissante de la NEC jusqu'au CL7, avec une perte assez forte de réserve graisseuse (2,00 à 1,68) avant d'observer une légère croissance entre la 7^{ème} et 9^{ème} semaine, passant de 1,68 à 1,80.

4. Évolution du poids des brebis :

Le graphique suivant représente les courbes d'évolution des poids moyen des poids pour chaque lot de brebis.

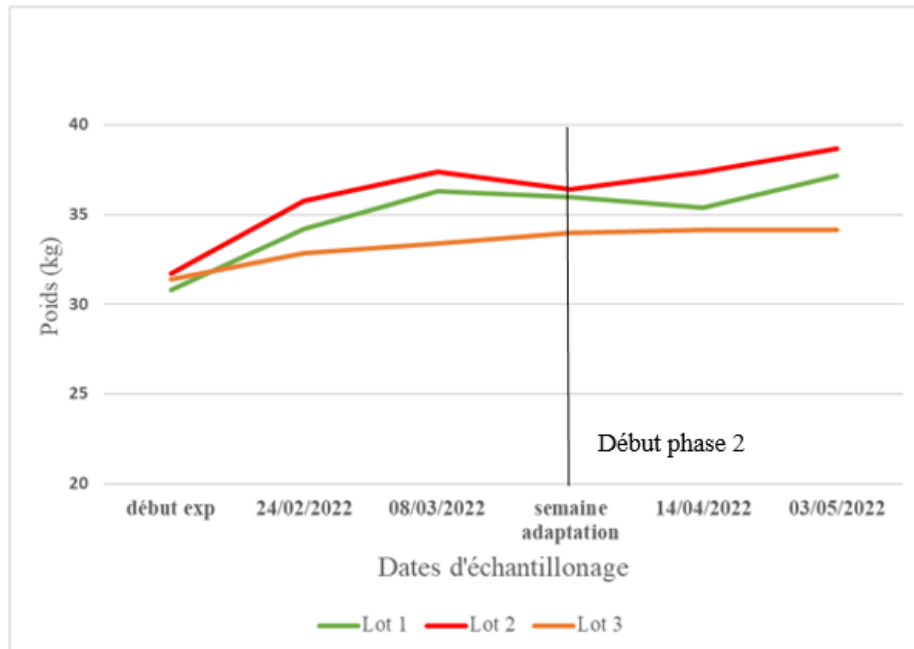


Figure 4 : Evolution des poids moyens des 3 lots de brebis.

Ce graphique représente les courbes d'évolution de la moyenne des poids des 3 lots de brebis au cours de l'expérimentation.

Pour les brebis restant en bergerie, nous observons globalement une augmentation du poids tout au long de la période, plus marqué lors de la première phase et avec une légère diminution lors de la semaine d'adaptation pour le lot 2 et à la 7^{ème} semaine pour le lot 1.

Quant au lot 3, nous constatons que la courbe à une croissance moins marquée que celles des deux lots conduits en bergerie.

5. Résultats du dosage de taux butyreux

Le graphique suivant représente les courbes d'évolution du taux butyreux (TB) du lait pour chaque lot de brebis.

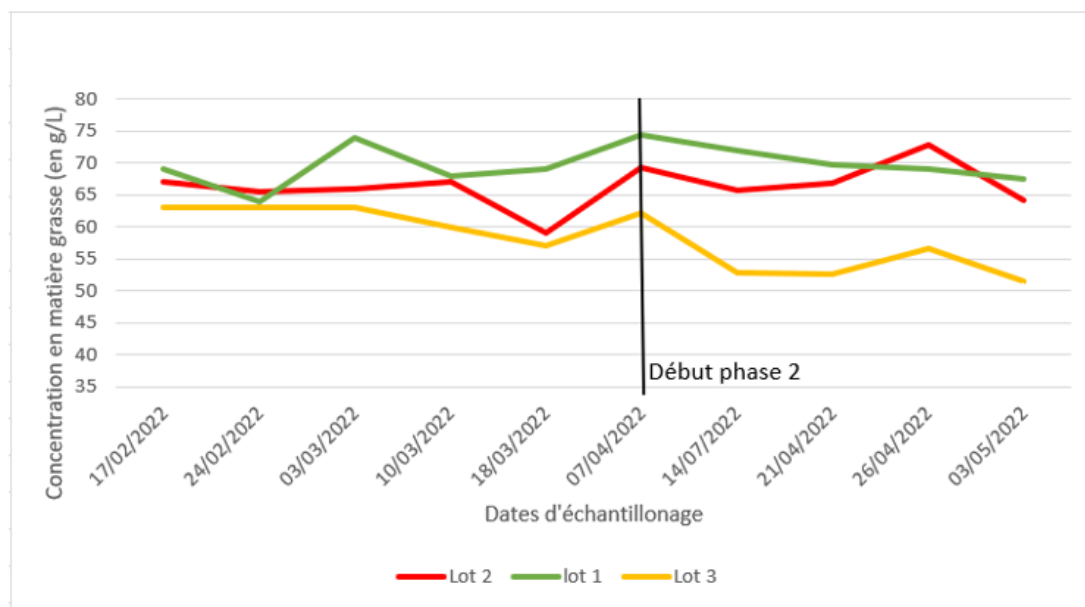


Figure 5 : Evolution du taux butyreux du lait de chaque lot.

Ce graphique représente les courbes d'évolution du taux butyreux du lait au cours de l'expérimentation. Nous observons que les TB du lait des différents lots sont très proches en début d'expérience puis évoluent différemment (voir figure 5).

Les TB du lait de chaque lots varient de façon significativement différente au cours de la première phase de l'expérimentation ($p < 0.05$).

Le TB du lot 3 est décroissant tout au long de l'expérimentation, passant de 63 à 52 g/L de matière grasse, et significativement différent d'une phase à l'autre ($p < 0.05$).

Les valeurs de TB du lait du lot 2 est significativement le même entre les deux phases ($p > 0.05$). Cependant graphiquement nous observons que le TB est décroissant lors de la première phase de l'expérimentation (de 67 à 59 g/L) avant d'augmenter en seconde phase (de 59 à 64 g/L).

Le TB du lait du lot 1, quant à lui, est plutôt stable tout au long de l'expérience (de 69 à 68 g/L), avec cependant un pic croissant en semaine 3 (de 64 à 74 g/L) puis un second pic lors de la 6ème semaine (de 69 g/L à 74 g/L). Les valeurs de TB du lait du lot sont significativement les mêmes entre les deux phases ($p > 0.05$).

6. Résultats d'analyses des acides gras :

Ces graphiques en barres représentent l'évolution de la proportions des AGS, AGI, AGMI et AGPI dans le lait de chaque lot de brebis.

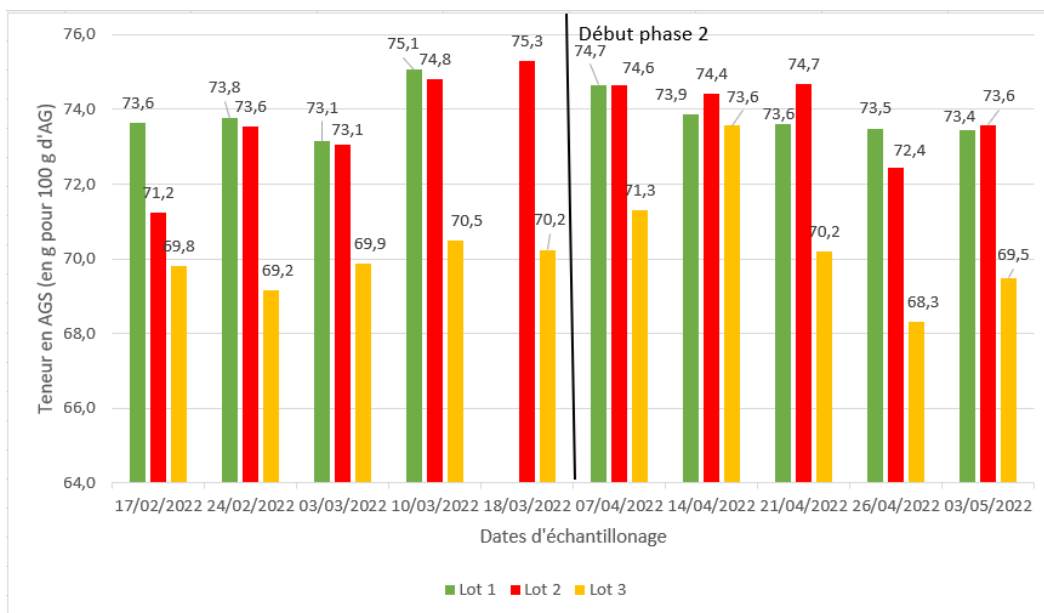


Figure 6 : Evolution de la proportion d'AGS pour 100 g d'AG du lait de chaque lot.

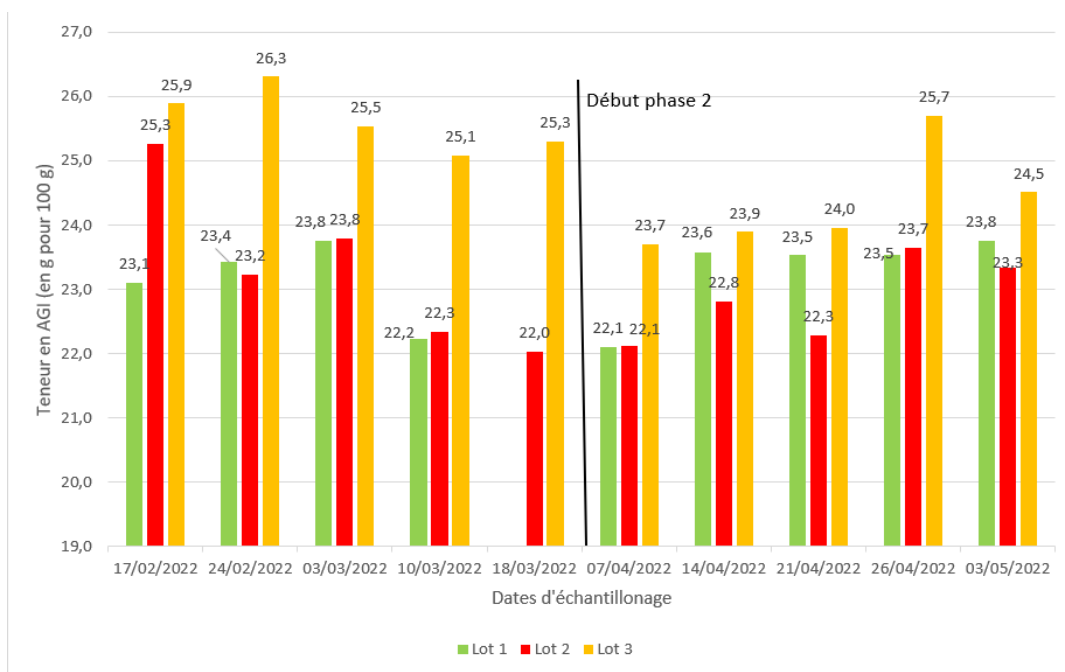


Figure 7: Evolution de la proportion d'AGI pour 100 g d'AG du lait de chaque lot.

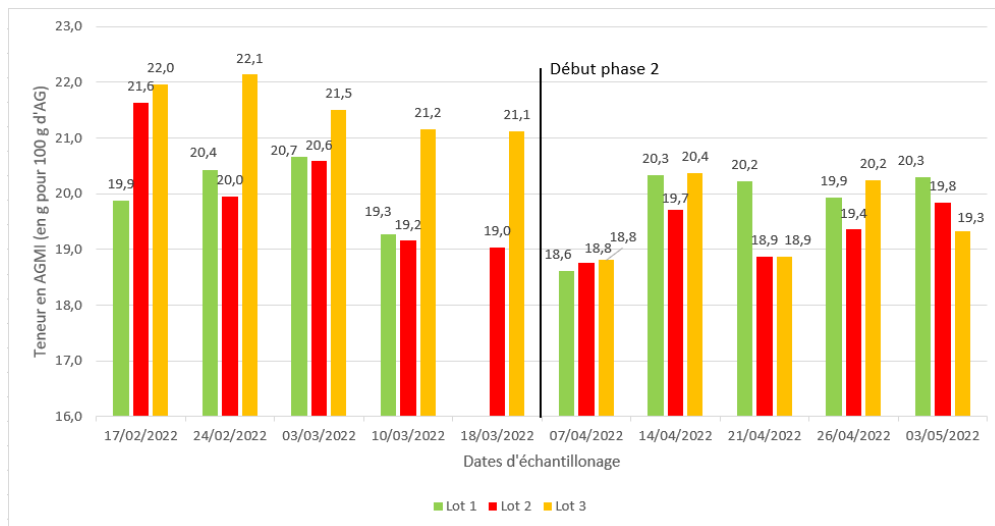


Figure 8 : Evolution de la proportion d'AGMI pour 100 g d'AG du lait de chaque lot.

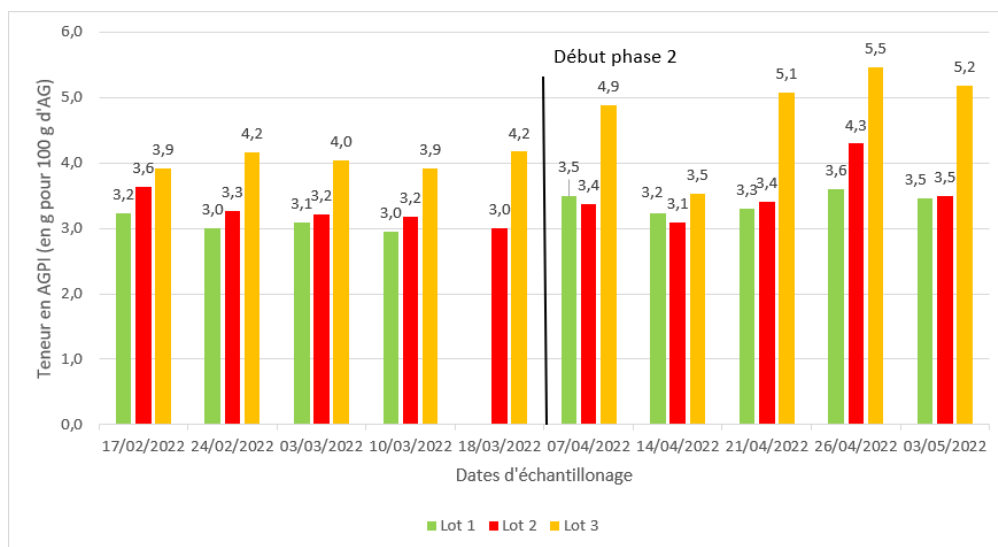


Figure 9: Evolution de la proportion d'AGPI pour 100 g d'AG du lait de chaque lot.

Ces graphiques représentent l'évolution des proportions de chaque familles d'acides gras dans le lait des différents lots. Nous pouvons observer que les taux varient peu au cours de l'expérimentation.

La proportion d'AGS dans les lait des lots conduits en bergerie a des valeurs significativement identique pour les deux lots et sont plus élevée dans le lait des lots de brebis conduites en bergerie que dans celui du lot de brebis pâturantes (en moyenne 73,8 g contre environ 70,2 g) (voir figure 6).

Le taux d'AGPI est significativement plus élevé dans le lait des brebis du lot 3 similaire avec une nette augmentation en phase 2 de l'expérience (voir figure 9) ($p < 0.05$) (en moyenne 4,1 g puis 4,8 g en seconde phase), que celui des brebis des lots 1 et 2 (3,3 g), qui eux ont des valeurs similaires lors des deux phases.

Le taux d'AGMI est plus élevé dans le lait des brebis du lot 3 notamment en première phase, avant de diminuer en seconde phase ($p < 0.05$) (voir figure 8).

Ainsi, les proportions d'AGPI et d'AGMI étant plus élevées dans le lait du lot 3, les proportions d'AGI dans le lait sont donc supérieures à celles des lots conduits en bergerie (Voir figure 7).

Nous observons que les proportions en AGI, AGPI et AGMI dans le lait des lots en bergerie sont à des valeurs significativement identiques et sont plutôt stable tout au long de l'expérience, sauf pour les AGPI augmentant pour l'ensemble des lots en phase 2 ($p < 0.05$).

7. Résultats des dosages de matière protéique :

Le graphique suivant représente les courbes d'évolution du taux protéique (TP) du lait des lots de brebis.

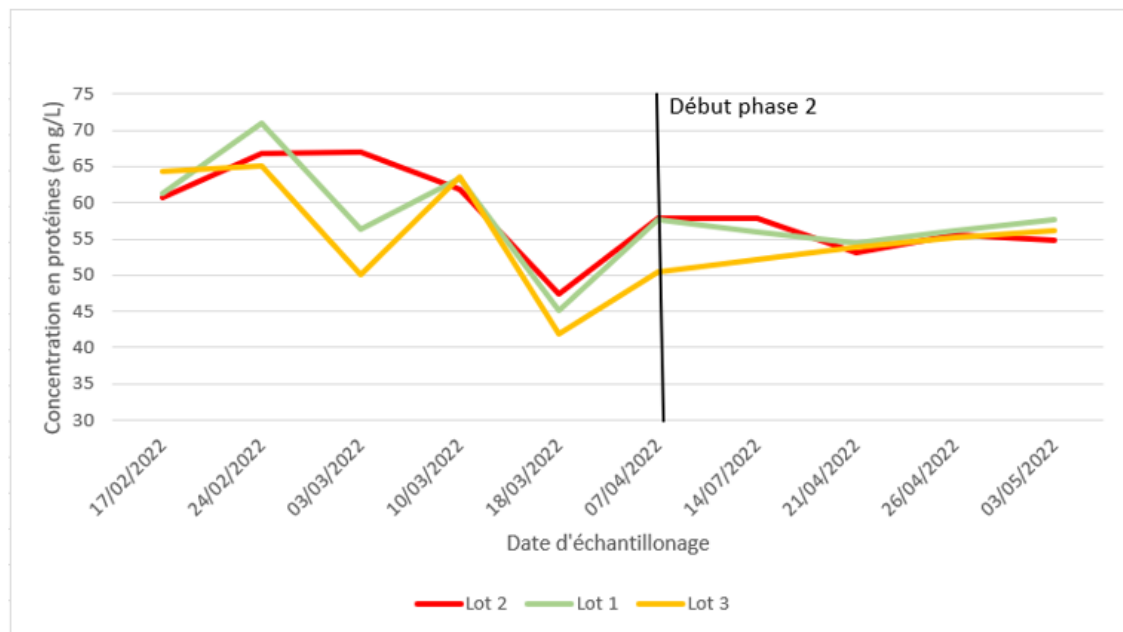


Figure 10: Evolution du taux protéique du lait de chaque lot

Cee graphique représente l'évolution du taux protéique du lait au cours de l'expérimentation. Nous observons que les TP du lait des différents lots sont très proches en début d'expérience puis évoluent différemment (voir figure 10).

Pour le lot 3, nous observons une évolution en dents de scie avec une tendance à la baisse lors de la première phase de l'expérimentation (de 64 à 42 g/L), avec un pic en semaine 4 (de 50 à 64 g/L). Lors de la seconde phase de l'expérimentation, la courbe croît (de 42 à 56 g/L) sans toutefois atteindre le niveau de départ.

Pour le lot 2, nous observons une tendance à la baisse du TP du lait lors de la première phase (de 61 g/L à 47 g/L) avant d'augmenter en seconde phase (de 47 g/L à 55 g/L).

Quant au lot 1, le TP du lait est plus faible à la fin de la première phase de l'expérience, cependant 2 pics croissants sont observables lors de la 2ème et de la 4ème semaine (respectivement de 61 à 71 g/L et de 56 à 63 g/L). Lors de la seconde phase de l'expérience, la concentration en protéine du lait du lot 1 est légèrement croissante (de 45 à 58 g/L).

Les valeurs des TP du lait des lots 1 et 2 ne sont pas significativement différentes lors de la première phase ($p>0.05$).

Lors de la 5^{ème} semaine de l'expérience (phase 1) nous observons une forte baisse du taux protéique du lait pour les 3 groupes de brebis, mais, globalement une baisse de la concentration en protéine du lait sur toute la première phase de l'expérience.

Lors de la seconde phase, l'évolution est moins marquée, les courbes convergent vers des valeurs proches autour des 56 g/L de protéines et ne sont pas significativement différentes entre elles ($p>0.05$).

8. Résultats des dosage de l'urée :

Le graphique suivant représente les courbes d'évolution de la concentration en urée dans le lait pour chaque lot de brebis.

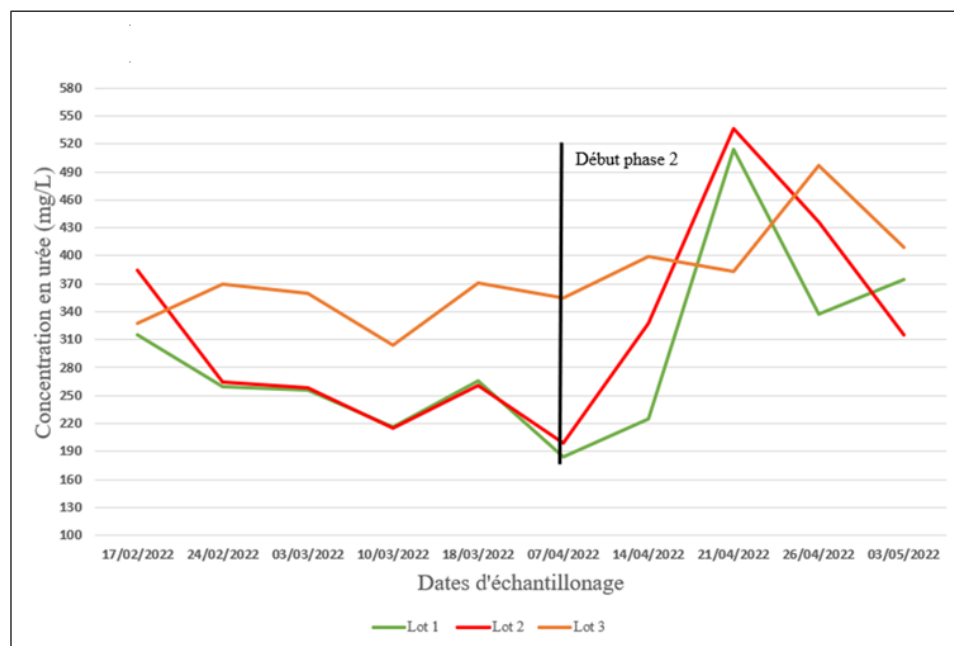


Figure 8 : Evolution du taux d'urée dans le lait des 3 lots de brebis.

Ce graphique représente l'évolution de la concentration en urée dans le lait pour chacun des 3 lots de brebis. Les deux lots de brebis conduit en bergerie présentent des taux d'urée qui tendent à diminuer au cours de la première phase (de 385 mg/L à 260 mg/L pour les productions hautes ; et de 315 mg/L à 265 mg/L pour les productions basses). Cependant, lors de la deuxième phase de l'expérimentation nous constatons une forte hausse de la semaine 5 jusqu'à la semaine 8 pour les deux groupes en bergerie puis une baisse du taux jusqu'à la dernière semaine de l'expérience.

Pour le lot 3, nous observons des valeurs peu variable tout le long de la phase 1, avec une légère diminution lors de la 4^{ème} semaine. Lors de la seconde phase, l'augmentation du taux d'urée dans le lait du lot pâurant est plus marquée, notamment avec un pic en semaine 9 (498 mg/L) puis une diminution la dernière semaine.

V. Discussion

1. Impact de l'alimentation sur les paramètres physiologiques de la brebis et sur la composition du lait

Lors de cette expérimentation, les brebis du lot 2 et du lot 3, ayant une alimentation différente, ont vu leurs paramètres physiologiques évoluer différemment, de même que la composition de leur lait.

Pour commencer, nous avons observé une différence de consommation moyenne de fourrage entre les lots (voir figure 1). Nous avons déjà indiqué dans le paragraphe précédent que, lors de la première phase, la quantité d'herbe de prairie naturelle disponible pour les brebis a été moins importante que lors de la seconde phase, où la production d'herbe a considérablement augmenté.

Cependant, les brebis sortant pâturer étaient au nombre de 10 sur une prairie de 2 hectares. Malgré la faible hauteur du couvert végétal, les brebis ont donc pu prélever de la ressource herbagère sur la parcelle. Cela se confirme par un niveau de consommation de fourrage en bergerie du lot 1 plus faible que celui du lot 2, celui-ci tendant à diminuer lors de la phase 2.

Les deux groupes formés sur le critère de haute production laitière n'ont pas connu la même évolution en termes de quantité de lait produite alors que leur niveau de production laitière était équivalent en début d'expérimentation (voir figure 2).

La quantité de lait produite par le groupe sortant pâturer n'a cessé d'augmenter, tandis que celle du lot 2 a diminuée tout au long de l'expérimentation, notamment lors de la seconde phase. Cette diminution de la PL du lot 2 n'était pas attendue lors de la mise en place de l'expérimentation, l'alimentation et la conduite d'élevage ont donc potentiellement eu un impact sur la quantité de lait produite par les deux groupes.

Comme cela a été observé chez les bovins (Demarquilly, Journet, 1962), la mise en pâturage a un effet sur la quantité de lait produite en induisant une augmentation de la production laitière. Coulon *et al.* ont, quant à eux, observé une forte baisse des productions laitières chez les bovins lors de leurs mise à l'étable. Sur la base de ces informations, il est donc possible que l'enfermement du lot 2 en bergerie ait induit une baisse de la production laitière tandis que la mise à l'herbe du lot 3 a pu entraîner une augmentation de sa celle-ci. De plus, comme l'ont observé Coulon *et al.*, plus le temps d'ensoleillement dans la journée est élevé, plus la quantité de lait produite est importante. Nous pouvons émettre l'hypothèse que le lot 2 étant moins exposé à la lumière naturelle, celui-ci n'a pas bénéficié de cet effet, contrairement au lot 3.

Nous avons également observé une différence d'évolution de deux paramètres physiologiques des lots : la NEC et le poids des brebis (voir figure 3 et 4).

Effectivement, nous observons une augmentation de la NEC moyenne des brebis du lot 2 au cours de l'expérimentation, tandis que la NEC moyenne du lot 3 est décroissante (voir figure 3). Le poids moyen des brebis du lot 2 augmente aussi plus fortement que celui du lot 3.

Comme nous l'avons observé, la courbe d'évolution du TB (voir figure 5) du lot 3 est décroissante tout au long de l'expérimentation, tandis que le TB du lait du lot 2 est assez stable en première phase, avant d'augmenter lors de la seconde phase. D'après la littérature, chez les bovins entrant en pâturage, le TB du lait augmente fortement. (Dermaquilly, Journet, 1962). Dans notre cas, le taux butyreux du lait du lot 3 n'augmente pas et continue même de diminuer.

Tout comme pour le TB, l'évolution du taux protéique du lait (voir figure 10) lors des deux phases de l'expérience, ne correspondent pas à ce que nous aurions pu attendre en se basant sur la littérature. En effet, la proportion d'azote dans l'alimentation en pâturage est plus élevée en comparaison à l'alimentation en bergerie (Block et al., 1998). Le TP du lait du lot 3 aurait donc dû augmenter ou du moins diminuer moins fortement que pour les deux autres lots.

Nous pouvons supposer, que malgré le fait que la parcelle soit grande et que seulement 10 brebis pâturent, les brebis du lot 3 n'ont pas trouvé une quantité suffisante d'énergie, de matière grasse et de matière azotée dans l'herbage, pouvant être lié à une mauvaise qualité du couvert végétale. Cela pourrait expliquer la baisse de la NEC moyenne du lot, l'augmentation plus faible du poids moyen, un taux butyreux du lait décroissant et une baisse du protéique en première phase.

Cependant, lors de la seconde phase de l'expérimentation, le taux protéique du lot 3 rejoint des valeurs proches de celles du lot 2. Nous pouvons donc supposer que lors de la repousse au printemps, la matière azotée de l'herbage était plus importante, permettant au taux protéique du lait d'augmenter.

Lors de la 5^{ème} semaine de l'expérimentation, les trois groupes de brebis ont vu leurs taux protéiques brusquement chuter. En raison de fortes pluies cette semaine-là, les brebis du lot 3 ne sont pas sorties pâturer. Le fait de rester en bergerie pendant ces quelques jours avec une alimentation semblable aux autres lots a donc pu faire baisser le taux protéique du groupe. Cependant, pour les deux groupes restant en bergerie, nous ne pouvons qu'émettre l'hypothèse que cette pluviométrie élevée a eu un impact sur le comportement des brebis (stress) expliquant cette baisse subite du taux protéique des laits.

La différence de conduite des 2 lots a également eu un impact sur la proportion des familles d'acides gras de leur lait.

En effet, d'après nos graphiques (voir figure 6, 7, 8 et 9), nous observons une proportion plus élevée d'AGS dans le lait des lots en bergerie, tandis que nous observons une proportion plus élevée d'AGPI (notamment en phase 2), d'AGMI (notamment en phase 1) et d'AGI dans le lait du lot pâturant.

Cette différence de proportion en AGS et en AGPI entre les lots conduits en bergerie et le lot 3 peut s'expliquer par le type d'alimentation à leur disposition. En effet, nous avons vu que les acides gras majoritaires dans l'herbe fraîche sont les C18:3 et C18:2 qui sont des AGPI (Hawke et al., 1973). Les lots conduits en bergerie n'ayant pas accès au pâturage, leur taux d'AGPI dans le lait est donc plus faible que celui du lot 3.

La proportion d'AGS dans le lait du lot 3 est donc plus faible que celle des autres lots car la proportion d'AGPI est plus élevée, faisant diminuer mécaniquement la proportion d'AGS dans le lait du lot 3.

De plus, l'augmentation de la proportion d'AGPI dans le lait du lot 3 lors de la seconde phase de l'expérimentation s'explique par le changement de saison (hiver vs printemps) et donc du début de la pousse de l'herbe au pâturage. Or, les jeunes pousses d'herbe sont plus riches en AGPI que l'herbe à un stade plus avancé (Chilliard et al., 2007). Cette augmentation de la quantité d'herbage ayant une plus grande proportion d'AGPI est donc aussi à l'origine de la baisse de la quantité d'AGMI dans le lait du lot 3.

La stabilité des proportions des différentes familles d'AG dans le lait des lots en bergerie, s'explique par le fait que l'alimentation est restée la même tout au long de l'expérience. N'ayant pas eu accès au pâturage, leurs taux n'ont pas pu varier comme cela a pu être le cas pour le lot 3.

Le taux d'urée, quant à lui, a évolué différemment durant l'expérience pour les lots 2 et 3 (voir figure 10).

La courbe d'évolution du taux d'urée du lait du lot 3 a été plus élevée tout au long de l'expérimentation en comparaison au lot 2 conduit en bergerie. Cela peut s'expliquer par la part plus importante de matière azotée dans l'herbe fraîche (Block et al., 1998). Cependant, cela ne correspond pas à ce que nous avons observé. Effectivement, le taux protéique et la concentration en urée sont corrélés positivement, or, lors de la première phase, le lot 3 avait un taux protéique plus faible que les lots en bergerie. Le lot 3 aurait donc dû avoir une concentration en urée plus faible en phase 1 et plus élevée en phase 2. Il est possible que l'urée du lait en première phase provienne de la dégradation des protéines d'une autre source que l'alimentation au pâturage telle que le fourrage ou les aliments concentrés.

L'évolution de la concentration en urée du lot 2 est plus faible que celle du lot 3 du fait de son alimentation à base de fourrage.

Cependant une augmentation forte et soudaine de la concentration en urée dans le lait, qui n'est pas explicable à ce stade de nos connaissances, apparaît en phase 2 pour le lot 2 alors que celle-ci aurait dû être stable du fait d'une alimentation identique tout le long de cette phase.

2. Impact de la quantité de lait produite sur les paramètres physiologiques de la brebis et la composition du lait :

Nous avons vu, lors de cette expérimentation, que les productions laitières étaient différentes pour chaque lot (2 lots à PL haute et 1 lot à PL basse). Nous avons observé une évolution différente de leurs paramètres physiologiques et de la composition du lait.

Tout d'abord, nous n'avons pas remarqué de différence sur les quantités moyennes de fourrage ingérées par les lots 1 et 2, qui sont du même ordre de grandeur. Nous observons une moyenne de 100 g supplémentaires pour le lot 2, mais la différence de PL des deux lots ne semble pas avoir un impact visible sur la quantité de fourrage ingéré (voir figure 1).

Lors de la mise au point de l'expérimentation, la baisse de PL du lot 2 (qui était à haute PL) n'était pas prévu. Comme nous l'avons vu dans la partie « Résultats », la courbe d'évolution de la quantité de lait produite par le lot 1 est restée plutôt stable tout au long de l'expérience. L'effet de l'enfermement est moins marqué sur ce lot étant donné que la sélection des brebis de ce lot reposait sur le critère d'une PL basse. La courbe d'évolution de la quantité de lait produite du lot 2 ayant rejoint celle du lot 1 durant l'expérience, il est possible que le stress induit par l'enfermement soit une des causes de la baisse de production laitière observée.

La production laitière a influé sur l'évolution des NEC moyennes et des poids moyens des lots de brebis. Comme nous l'avons observé, les poids et les NEC des lots en bergerie ont augmenté de manière plus marquée que ceux du lot 3 (voir figure 3).

Cela peut s'expliquer par le fait que les brebis sortant pâturer ont vu leur niveau de production laitière augmenter tout au long de l'expérience contrairement à la PL du lot 2 qui a rejoint des valeurs proches de celles du lot 1.

Or, la baisse de la NEC des brebis du lot 3 peut s'expliquer par une corrélation négative de ce paramètre avec la quantité de lait produite (Molina et al., 1992). Ainsi, plus la production laitière augmente, ce qui est le cas pour le groupe de brebis sortant pâturer, plus la NEC diminue du fait de la mobilisation des réserves corporelles des brebis pour répondre aux besoins énergétiques plus élevés. (Mace, 2020). Nous observons donc que le lot 2, ayant vu sa moyenne de quantité de lait produite diminuer tout au long de l'expérimentation, a eu des besoins énergétiques liés à la production

de lait de plus en plus faibles. Ainsi, les brebis du lot 2 ont eu moins recours à leurs réserves corporelles expliquant sans doute que leur NEC s'est accrue.

Les poids moyen des brebis à PL basse (lot 1 et lot 2 après baisse de la PL) ont augmenté de manière plus importante (voir figure 4). Nous pouvons émettre l'hypothèse que les dépenses énergétiques du lot 3 sont supérieures à celles des lots de brebis en bergerie. En effet, comme la production laitière est élevée, le besoin énergétique est plus important, de plus, les brebis du lot 3 sortant pâturer ont une activité physique que n'ont pas les brebis en bergerie.

Ainsi, il est possible que la part de dépense énergétique plus importante chez les brebis du lot 3 soit à l'origine d'une augmentation plus faible de la moyenne de leurs poids.

Comme nous l'avons vu dans la partie « Bibliographie », la quantité de lait produite est corrélée de façon inverse à la concentration des autres composant du lait, notamment le taux butyreux et le taux protéique. Lorsque le pic de production laitière est atteint, le taux butyreux et le taux protéique sont à leur minimum. Inversement, lorsque la production laitière diminue, le taux butyreux et le taux protéique augmentent. Cela s'explique par un effet de dilution (J. Legarto et al., 2014).

La PL du lot 3 n'a pas cessé de croître tout au long de l'expérimentation, tandis que le lot 2 a vu sa production laitière diminuer pour rejoindre des valeurs proches de celles du lot 1. Ainsi, par effet de dilution, le taux butyreux du lait du lot 2 a donc augmenté tout au long de l'expérimentation jusqu'à rejoindre des valeurs proches de celles du lot 1, tandis que le TB du lait du lot 3 n'a pas cessé de diminuer (voir figure 5).

Cet effet de dilution s'appliquant aussi au taux protéique, nous observons sur nos courbes (voir figure 10) une diminution du TP du lait du lot 3 en phase 1. Nous pouvons donc supposer qu'une part de cette baisse est liée à l'effet de dilution. Cependant, la PL du lot 3 étant croissante tout au long de l'expérimentation, son TP aurait dû être plus faible que celui des autres lots en phase 2. Il est possible que l'apport de matière azotée par l'alimentation ait été suffisamment conséquent pour que la courbe soit croissante malgré l'effet de dilution.

La production laitière, dans l'état de nos connaissances actuelle, ne semble pas avoir d'impact sur la proportion des familles d'acides gras présentes dans le lait, ainsi que sur la concentration en urée du lait qui vient essentiellement de la dégradation des protéines et donc de l'alimentation. En effet, les courbes d'évolution de la concentration en urée du lait (voir figure 10) des lots de brebis en bergerie évoluent de la même manière malgré une différence de PL en début d'expérimentation.

VI. Conclusion :

Lors de cette expérimentation, nous avons pu visualiser des premiers éléments de réponses quant à l'influence de deux paramètres, l'alimentation au pâturage et la quantité de lait produite par les brebis, sur la qualité et la composition du lait.

L'alimentation à base de pâturage a augmenté la proportion d'AGPI (notamment au printemps, lors de la 2^{ème} phase) et diminué la proportion d'AGS dans le lait du lot 3, en comparaison aux proportions d'AG dans le lait des lots conduits en bergerie. Ainsi, l'alimentation des brebis au pâturage a augmenté la proportion d'AG utiles à la qualité organoleptique des fromages, mais aussi essentiel à la santé humaine (oméga-3, oméga-6). Le lot 3 a aussi vu sa production laitière augmenter tout au long de l'expérimentation avec une croissance plus forte au printemps. Ceci a induit des besoins énergétiques plus importants menant à la baisse de la NEC des brebis et à une augmentation plus modérée de leurs poids. Nous observons aussi une concentration en urée plus élevée dans le lait du lot 3 en raison d'une richesse en matière azotée plus importante dans l'herbe fraîche que dans les fourrages.

D'après nos connaissances, le taux butyreux et le taux protéique auraient dû augmenter dans le lait du lot 3, tandis que ceux des lots en bergerie auraient dû être plus faibles. Cependant, la PL du lot 2 n'a pas cessé de diminuer tout au long de l'expérimentation jusqu'à rejoindre des valeurs de PL proches de celle du lot 1, ne nous permettant pas de comparer l'effet de l'alimentation sur la composition du lait entre deux lots à hautes PL (lot 2 vs lot 3) ainsi que l'effet de la production laitière sur la composition du lait entre lots à différentes PL (lot 2 vs lot 1), biaisant donc l'interprétation de nos résultats.

En effet, la quantité de lait produite par le lot 3 a augmenté tout au long de l'expérimentation, ce qui a induit un effet de dilution qui a eu pour effet de diminuer les taux butyreux et protéiques. Le lot 2 ayant une PL en baisse, l'effet de dilution a été moins important, ce qui a conduit à une augmentation des TB et TP.

A ce stade, il serait utile de comprendre les raisons qui ont mené à la baisse de la production laitière du lot 2 conduit en bergerie, en prenant notamment en compte des facteurs tel que le stress.

Il serait aussi utile de déterminer la composition de l'herbe au pâturage, ainsi que de mesurer la quantité d'herbe ingérée sur la pâture afin d'obtenir un plus grand nombre d'explications aux résultats obtenus.

VII. Références bibliographique :

- **Block E., Dépatie C., Lefebvre D., Petitclerc D.**, 1998, « L'urée du lait : les sources de variation et les implications. » Conseil des productions animales du Québec. Symposium sur les bovins laitiers. 1998, p78-85.
- **Bocquier F., Caja G.**, 2001, « Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation » Institut National de la recherche Agronomique, 2001, 14 (2) p129-140.
- **Voisin A.**, « Influence du type d'alimentation sur la texture et la saveur du fromage. » Etudes Vétérinaires, Université Paul-Sabatier, Toulouse, 2010.
- **Chilliard Y., Glasser F., Enjalbert F., Ferlay A., Bocquier F., Schmidely Ph.**, 2007, « Données récentes sur les effets de l'alimentation sur la composition en acide gras du lait de vache, de chèvre et de brebis. » Renc.Rech. Ruminants, 2007, p.321-327.
- **Coppa M., Ferlay A., Monsallier F., Verdier-Metz I., Pradel P., Didienne R., Montel M-C., Pomiès D., Martin B., Farrugia A.**, 2012, « Le système de pâturage influence-t-il les caractéristiques nutritionnelles et sensorielles des fromages ? » Fourrages, Association Française pour la Production Fourragères, 2012, 209, p33-41.
- **Coulon J.B., d'Hour P., Rouel J., Albaret E., Lefaivre R.**, 1989, « Evolution de la production laitière des vaches à la rentrée à l'étable : influence de la nature de la ration de base et de la méthode de complémentation en aliment concentré. » Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1989, 38 (2-3) pages 121-126.
- **Coulon J.B., d'Hour P., Garel J.P., Petit M.**, 1986, « Performances des vaches laitières autour de la rentrée à l'étable à l'automne : influence du type de ration de base et de la quantité de concentré offerte. » Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1986, 35 (1), pages 37-48.
- **Couteils T.**, « Etude de la relation entre le déficit énergétique des brebis Lacaune et les diarrhées chez les agneaux. » Médecine vétérinaire, Ecole nationale Vétérinaire de Toulouse, 2017, 74 pages.
- **Decaen C., Journet M., Manis Y., Marquis B.**, 1966, « Influence saisonnière sur la production et la composition du lait. » Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1966, 15 (3), p.259-277.
- **Demarquilly C.**, 1963, « Influence de la nature du pâturage sur la production laitière et la composition du lait. » Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 1963, 12 (2), p.69-104.
- **Elgersma A., Tamminga S., Dijkstra J.**, 2006, « Fresh Herbage for Dairy Cattle » Springer 2006, chapitre 10, p.175-194.
- **Ferlay A., Bernard L., Meynadier A., Malpuech-Brugère C.**, 2017, « Production of *trans* and conjugated fatty acids in dairy ruminants and their putative effects on human health : A review » Biochimie, 2017. p1-14
- **Hoden A., Coulon J.-B.**, 1991, « Maîtrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matière grasses et protéiques. » INRA Productions Animales, 1991, 4 (5), p.361-367.
- **Lucas de Ofeu Aguiar Prado.** « Prédiction de la production et de la composition de la matière grasse du lait par modélisation : rôle des flux de nutriments absorbés. » Ecole doctorale ABIES Université Paris Saclay, Saint-Genès-Champanelle, 2018.
- **Legarto J., Gelé M., Ferlay A., Hurtaud C., Lagriffoul G., Palhiere I., Peyraud J.L., Rouille B., Bunschwig P.**, 2014, « Effets des conduites d'élevage sur la production de lait, les taux butyreux et protéique et la composition en acides gras du lait de vache, chèvre et

- brebis évaluée par spectrométrie dans le moyen infrarouge. » INRA Production Animales, 2014, 27 (4), p.269-282.
- **Mace T.**, « Physiologie et génétique de la dynamique des réserves corporelles des ovins allaitants dans un milieu contraignant. » Pathologie, Toxicologie, Génétique et Nutrition, Université de Toulouse, 2020.
 - **Molina M.P., Molle G., Ligios S., Ruda G., Casu S.**, 1992, « Evolution de la note d'état corporel des brebis de race Sarde dans différents systèmes d'élevage et relation avec la production laitière. » Purroy A. Etat corporel des brebis et chèvres Zaragoza : CIHEAM, 1992, p.91-96.
 - **Dang Van Q.C., Focant M., Froidmont E., Larondelle Y.**, 2013, « Influence de la structure de la ration et de la supplémentation lipidique sur la qualité nutritionnelle de la matière grasse du lait. » CRA-W & GxABT – Carrefour Productions animales, p.98-103.
 - **DRAAF** : chiffre clés de l'agriculture Corse, Bilan de campagne 2020, Edition 2021.

VIII. Annexe :

Tableau III: Evolution de la consommation moyenne de fourrage pour chaque lot de brebis.

		17/02/2022	24/02/2022	03/03/2022	10/03/2022	18/03/2022
Moyenne fourrage ingéré (en g)	Lot 1	1198	1107	1048	1365	1285
	Lot 2	1278	1233	1198	1375	1540
	Lot 3	455	300	290	510	680
		07/04/2022	14/04/2022	21/04/2022	26/04/2022	03/05/2022
Moyenne fourrage ingéré (en g)	Lot 1	1548	1362	1458	1640	1340
	Lot 2	1578	1590	1518	1488	1550
	Lot 3	700	192	118	205	193

Tableau IV: Résultats moyen des quantité de lait produites par les différents lots lors de l'expérience.

		départ	17/02/2022	24/02/2022	03/03/2022	10/03/2022	18/03/2022
production laitière (en mL)	Lot 1	386	518	456	425	456	458
	Lot 2	722,78	642	646	579	571	640
	Lot 3	724	872	931,11	890	924	809
		semaine adaptation	07/04/2022	14/04/2022	21/04/2022	26/04/2022	03/05/2022
production laitière (en mL)	Lot 1	386	422	423	450	428	408
	Lot 2	567	434	452	514	500	500
	Lot 3	824	911	1044	1068	982	1098

Tableau V: Moyennes des NEC des brebis par lot lors de l'expérience.

		début exp	24/02/2022	08/03/2022	semaine adaptation	14/04/2022	26/04/2022
NEC	Lot 1	2,06	2,08	2,03	1,85	1,875	2
	Lot 2	1,88	1,95	1,8	1,85	1,875	1,925
	Lot 3	2,00	2,13	2,03	1,80	1,68	1,80

Tableau VI: Moyenne des poids des brebis par lot lors de l'expérience.

		début exp	24/02/2022	08/03/2022	semaine adaptation	14/04/2022	03/05/2022
Poids (en kg)	Lot 1	30,8	34,18	36,28	36	35,38	37,16
	Lot 2	31,69	35,75	37,38	36,4	37,36	38,68
	Lot 3	31,41	32,87	33,38	33,98	34,14	34,12

Tableau VII: Résultat d'analyse du taux butyreux du lait des différents lots lors de l'expériences.

		17/02/2022	24/02/2022	03/03/2022	10/03/2022	18/03/2022
TB (g/L)	Lot 2	67	66	66	67	59
	lot 1	69	64	74	68	69
	Lot 3	63	63	63	60	57
		07/04/2022	14/07/2022	21/04/2022	26/04/2022	03/05/2022
TB (g/L)	Lot 2	69	66	67	73	64
	lot 1	74	72	70	69	68
	Lot 3	62	53	53	57	52

Tableau VIII: Evolution de la proportion d'AGS pour 100 g d'AG du lait de chaque lot de brebis.

	AGS (en g pour 100g)		
	Lot 1	Lot 2	Lot 3
17/02/2022	73,6	71,2	69,8
24/02/2022	73,8	73,6	69,2
03/03/2022	73,1	73,1	69,9
10/03/2022	75,1	74,8	70,5
18/03/2022		75,3	70,2
07/04/2022	74,7	74,6	71,3
14/04/2022	73,9	74,4	73,6
21/04/2022	73,6	74,7	70,2
26/04/2022	73,5	72,4	68,3
03/05/2022	73,4	73,6	69,5

Tableau IX: Evolution de la proportion d'AGI pour 100g d'AG du lait de chaque lot de brebis.

	AGI (en g pour 100 g)		
	Lot 1	Lot 2	Lot 3
17/02/2022	23,1	25,3	25,9
24/02/2022	23,4	23,2	26,3
03/03/2022	23,8	23,8	25,5
10/03/2022	22,2	22,3	25,1
18/03/2022		22,0	25,3
07/04/2022	22,1	22,1	23,7
14/04/2022	23,6	22,8	23,9
21/04/2022	23,5	22,3	24,0
26/04/2022	23,5	23,7	25,7
03/05/2022	23,8	23,3	24,5

Tableau X : Evolution de la proportion d'AGMI pour 100 g d'AG du lait de chaque lot de brebis.

	AGMI (en g pour 100 g)		
	Lot 1	Lot 2	Lot 3
17/02/2022	19,9	21,6	22,0
24/02/2022	20,4	20,0	22,1
03/03/2022	20,7	20,6	21,5
10/03/2022	19,3	19,2	21,2
18/03/2022		19,0	21,1
07/04/2022	18,6	18,8	18,8
14/04/2022	20,3	19,7	20,4
21/04/2022	20,2	18,9	18,9
26/04/2022	19,9	19,4	20,2
03/05/2022	20,3	19,8	19,3

Tableau XI: Evolution de la proportion d'AGPI pour 100 g d'AG du lait de chaque lot de brebis.

	AGPI (en g pour 100g)		
	Lot 1	Lot 2	Lot 3
17/02/2022	3,2	3,6	3,9
24/02/2022	3,0	3,3	4,2
03/03/2022	3,1	3,2	4,0
10/03/2022	3,0	3,2	3,9
18/03/2022		3,0	4,2
07/04/2022	3,5	3,4	4,9
14/04/2022	3,2	3,1	3,5
21/04/2022	3,3	3,4	5,1
26/04/2022	3,6	4,3	5,5
03/05/2022	3,5	3,5	5,2

Tableau XII: Résultats d'analyses des taux protéiques du lait des différents lots lors de l'expérience.

		17/02/2022	24/02/2022	03/03/2022	10/03/2022	18/03/2022
TP (g/L)	Lot 2	61	67	67	62	47
	Lot 1	61	71	56	63	45
	Lot 3	64	65	50	64	42
		07/04/2022	14/07/2022	21/04/2022	26/04/2022	03/05/2022
TP (g/L)	Lot 2	58	58	53	56	55
	Lot 1	58	56	54	56	58
	Lot 3	50	52	54	55	56

Tableau XIII: Résultats d'analyses du taux d'urée du lait des différents lots lors de l'expérience.

		17/02/2022	24/02/2022	03/03/2022	10/03/2022	18/03/2022
Urée (en mg/L)	Lot 1	315	260	256	216	265
	Lot 2	385	265	258	215	260
	Lot 3	328	370	360	304	370
		07/04/2022	14/04/2022	21/04/2022	26/04/2022	03/05/2022
Urée (en mg/L)	Lot 1	184	225	514	338	375
	Lot 2	199	328	537	437	315
	Lot 3	355	399	383	498	409

IX. Résumé :

En Corse, la production de lait de brebis est principalement utilisée pour la fabrication fromagère. Dans le cadre de ce stage, nous avons porté notre intérêt sur l'influence de la production laitière des brebis et de leur conduite alimentaire sur la composition du lait.

Cette étude dure 10 semaines et est réalisée sur trois lots constitués de 10 brebis chacun : 2 lots à forte PL, l'un en bergerie et l'autre sortant pâturer, et un lot à PL basse en bergerie. Les lots en bergerie reçoivent du fourrage à volonté ainsi que 400 g d'aliment concentré en phase 1 (5 semaines) puis 200 g d'aliments concentrés et de maïs en phase 2 (5 semaines). Des prélèvements d'échantillons de lait ont été réalisés toutes les semaines et analysés. Les notes d'état corporel et les poids des brebis ont été pris toutes les deux semaines.

Les taux butyreux ont été mesurés par la méthode gerber, les taux protéiques par analyse spectrophotométrique, les taux d'urée à partir de kits d'analyses et d'un appareil FoodLab et l'identification et quantification des acides gras par CPG.

Les résultats obtenus confirment l'influence du niveau de production laitière sur les paramètres physiologiques des brebis, ainsi que sur la concentration en taux butyreux et en taux protéique du lait. L'alimentation au pâturage influence elle-même, la quantité de lait produite, le taux butyreux, le taux protéique, la concentration en urée et la proportion des familles d'acides gras dans le lait.

In Corsica, ewe's milk production is mainly used for cheese production. In the framework of this internship, we focused our interest on the influence of the milk production of the ewes and their feeding behaviour on the composition of the milk.

This study lasted 10 weeks and was carried out on three groups of 10 ewes each: two groups with high MP, one in the sheepfold and the other out to pasture, and one group with low MP in the sheepfold. The groups in the sheepfold were given unlimited forage and 400 g of concentrate in phase 1 (5 weeks) and 200 g of concentrate and corn in phase 2 (5 weeks). Milk samples were taken weekly and analysed. Body condition scores and ewe weights were taken every two weeks.

Butyrate was measured by the Gerber method, protein levels by spectrophotometric analysis, urea levels from analysis kits and a FoodLab apparatus and fatty acid identification and quantification by GPC.

The results obtained confirm the influence of the level of milk production on the physiological parameters of the ewes, as well as on the concentration of the butyrate and protein content of the milk. Pasture feeding influences the quantity of milk produced, the butter content, the protein content, the urea concentration and the proportion of the fatty acid families in the milk.

Mots clés : brebis, alimentation, production, composition, physiologie