



ISARA

23 rue J.Baldassini  
69 364 LYON CEDEX 07



Coopérative fromagère des Bergers du Larzac

ZAE Millau Sud  
12 230 La Cavalerie



AVEM

CAP DU CRES  
12 100 MILLAU



## **Effets de l'alimentation sur la qualité nutritionnelle du lait de brebis**

Quels sont les effets de la conduite du troupeau sur la qualité des acides gras du lait et des produits laitiers dans une perspective de transition agroécologique ?

Cas des élevages ovins lait aveyronnais



**Mémoire de Fin d'études**

50<sup>e</sup> Promotion (2020-2022)

Date de soutenance : 20/09/2022

Tuteur pédagogique :

DEMONTE Valérie

GARÇONNET Anaïs

Élève Ingénieur ISARA-Lyon

Directeur de mémoire :

PARENTI Thomas

Directeur de la production

Ce document ayant été réalisé par des Élèves-Ingénieurs de l'ISARA dans le cadre d'une convention avec la Coopérative fromagère des Bergers du Larzac, toute mention, communication ou diffusion devra faire état de l'origine ISARA.

## Table des matières

<b>Introduction .....</b>	<b>1</b>
<b>Partie 1 : La stratégie de gestion des systèmes d'exploitation : levier de la qualité du lait</b>	<b>4</b>
1.1. Le lait, matrice alimentaire complexe .....	4
1.2. Caractérisation de la matière grasse du lait.....	5
1.3. Origine et facteurs influençant le profil des acides gras du lait de brebis.....	7
1.3.1 La digestion des lipides du bol alimentaire .....	7
1.3.2 Les facteurs individuels sources de variation .....	10
1.3.3 Les pratiques d'alimentation : premier levier d'amélioration du profil des AG.....	11
1.3.4 Les effets des acides gras sur la santé humaine.....	12
<b>Partie 2 : Méthodologie et modalités de mis en œuvre.....</b>	<b>15</b>
2.1. Le territoire Aveyronnais, milieu complexe valorisé par l'élevage de brebis laitières...	15
2.2. La coopérative fromagère des Bergers du Larzac.....	17
2.3. Le rôle de l'AVEM dans le secteur du Sud Aveyron.....	18
2.4. Les critères de sélection des élevages et description de l'échantillon.....	19
2.5. La construction de l'enquête pour le recueil des données structurelles .....	22
2.6. Le protocole de prélèvement des données laitières.....	23
2.7. La fabrication du fromage blanc .....	24
2.8. Le traitement des données.....	25
2.9. La communication des résultats.....	25
<b>Partie 3 : Résultats .....</b>	<b>26</b>
3.1. Résultats spécifiques à la période de prélèvement 1 (P1) : majorité des brebis nourries avec des fourrages et compléments conservés .....	26
3.1.1 Cas du lait cru pour P1 à 60 jours après mises bas.....	26
3.1.2 Cas du fromage blanc pour P1 à 60 jours après mises bas .....	34
3.2. Résultats spécifiques à la période de prélèvement 2 (P2) : le pâturage de plus en plus important.....	39
3.2.1 Cas du lait cru pour P2 à 90 jours après mises bas.....	39
3.3. Résultats du lait et du fromage blanc : des corrélations intéressantes .....	46
<b>Partie 4 : Discussion .....</b>	<b>48</b>
4.1. Les résultats de la qualité laitière au regard de ceux de la bibliographie.....	48

4.2.	L'agroécologie, sciences et convictions en faveur de la qualité du lait. ....	51
4.3.	Les limites et perspectives de l'étude.....	52
	<b>Qualité de vie au travail.....</b>	<b>53</b>
	<b>Conclusion.....</b>	<b>55</b>

## Remerciements

Mes premiers remerciements s'adressent tout d'abord à mon directeur de mémoire, Monsieur Thomas PARENTI (directeur de production de la Coopérative fromagère des Bergers du Larzac), ainsi qu'à Kevin ROUAIX (responsable de la fabrication) et Laetitia PRIVAT (responsable de la qualité). Un grand merci à tous les trois de m'avoir donné la chance de vivre cette expérience riche sur le plan professionnel et humain. Merci de m'avoir accordé votre attention et votre temps, de m'avoir fait bénéficier de vos expériences et conseils. Merci à Patrice CONIL et aux laitiers pour leurs participations primordiales dans la collecte et gestion des échantillons de lait.

Je suis reconnaissante à tous les éleveurs pour leurs participations, leurs accueils chaleureux et les différents moments d'échanges que j'ai partagé avec eux que ce soit chez eux ou au téléphone. Merci de m'avoir consacré un peu de votre temps si précieux.

Je remercie également les membres de l'école d'ingénieur de Purpan, qui m'ont donné ma chance dans le cadre de ma reprise de mes études à 28 ans. Mes remerciements s'adressent plus particulièrement à Mme Arielle VIDAL, à Mme Charlotte PAES et à Mme Céline DOMANGE qui m'ont accompagné au cours de cette étude. Merci de m'avoir appris à mener une réflexion scientifique, à me guider lors de mes moments de doutes et au cours du traitement statistique. Merci à toutes pour votre disponibilité. De la même façon je remercie Mme Valérie DEMONTE, enseignante à l'ISARA, pour son rôle d'enseignante référente.

Au sein de l'AVEM, je tiens à remercier Olivier PATOU (vétérinaire) et plus particulièrement Camille BLAYAC (agronome) qui m'a partagé son expérience qu'elle avait acquis lors de la première année du projet SANTINEL. Son soutien et ses encouragements m'ont été précieux.

Enfin je tiens à remercier plus personnellement les membres de ma famille, de ma belle-famille pour leur soutien sans failles ! Merci Sébastien pour ton amour pur et sincère ♥.

À toi ma petite crevette qui danse la samba dans mon ventre depuis quelques mois. Ta présence n'a pas facilité la rédaction de ce mémoire, bien au contraire !

Mais, tu es la cerise sur le gâteau de cette aventure et maintenant nous commençons à 3 notre plus beau voyage.



## Table des abréviations et des sigles

AB : Agriculture biologique

AG : Acide gras

AGI : Acide gras insaturé

AGMI : Acide gras mono-insaturé

AGPI : Acide gras polyinsaturé

AGS : Acide gras saturé

ALA : Acide  $\alpha$ -linoléique

AOP : Appellation d'Origine Protégée

AVEM : Association Vétérinaires Eleveurs du Millavois

CLA : l'acide linoléique conjugué

MàH : Mise à l'herbe

MCV : Maladie cardiovasculaire

MS : Matière sèche

MSU : Matière Sèche Utile

QTE : Quantité

TB : Taux butyreux

TP : Taux protéique

SANTINEL : SANTé INnovante en ELevage

SAU : Surface agricole utile

UTH : Unité de Travail Humain

UFL : Unités Fourragères lait

PDIA : Protéines d'origine alimentaire digestibles dans l'intestin

PDIE : Protéines Digestibles dans l'intestin grêle (PDI) permises par l'énergie (E)

PDIN : Protéines Digestibles dans l'intestin grêle (PDI) permises par l'azote (N) apporté par l'aliment

s : écart type d'un échantillon d'une population

$\bar{x}$  : moyenne d'un ensemble de données

Ø : absence

Pour répondre à des contraintes de l'ordre du nombre de pages, les sigles et abréviations utilisés ne sont pas renvoyés à une note en bas de page lors de leurs premiers usages, mais seront notés entre parenthèses.

## Table des tableaux

Tableau 1 : Synthèse comparative de la composition du lait de 3 espèces de ruminants.....	5
Tableau 2 : Composition des laits et profil des AG extrait de l'étude de (ESVAN et al. 2010) (écart-type, g/100g AGT) .....	6
Tableau 3: Description de l'échantillon étudié. * Pour un élevage la campagne laitière 2021/2022 constitue sa première campagne laitière : toutes les brebis à la traite sont des antenaises.....	22
Tableau 4: Caractéristiques de la population retenue et du bol alimentaire distribué à P1, 60 jours après MB .....	27
Tableau 5 Composition moyenne en MS, MG, MP et urée des laits pour la période P1, 60 jours après mise bas.....	28
Tableau 6: Composition moyenne en acides gras des laits pour la période P1, 60 jours après mise bas.....	28
Tableau 7 Compositions moyennes des groupes d'acides gras des laits pour la période P1, 60 jours après mise bas.....	29
Tableau 9 : Influence de la composition floristique sur le profil des AG .....	31
Tableau 8 : Effet du pâturage sur le profil en acide gras du lait à P1, 60 jours après mise bas .....	32
Tableau 10 Synthèse des corrélations significatives entre variables nutritionnelles et le rapport C16-0/C18-3 n-3.....	34
Tableau 11 Descriptif des groupes et principaux acides gras du fromage blanc à P1 en g/100 g sur produit fini.....	35
Tableau 12 caractéristique de la population retenue et du bol alimentaire distribué à P2, 90 jours après MB .....	41
Tableau 13 Composition moyenne en MS, MG, MP et urée des laits pour la période P2, 90 jours après mise bas.....	41
Tableau 14 : Composition en AG du lait à P2.....	41
Tableau 15 Composition moyenne des groupes d'acides gras des laits pour la période P2, 90 jours après mise bas.....	42
Tableau 16 Synthèse des corrélations significatives entre l'ingestion quotidienne et le profil des acides gras du lait .....	44
Tableau 17: Synthèse des corrélations observées sur P1 et P2 - Lait cru.....	47

## Table des figures

Figure 1 Nomenclature abrégée de l'acide $\alpha$ -linoléinique. Source : Spielmann, Mendy 1993.....	6
Figure 2 Lipolyse et hydrogénation des acides gras dans le rumen source (Sauvant, Bas 2001) ....	8
Figure 3: localisation des exploitations de l'échantillon.....	19
Figure 4 Représentation graphique des élevages de SANTINEL 2022 .....	20
Figure 5 Répartition temporelle des collectes d'échantillons - P2.....	40
Figure 6 Composition et répartition moyenne en acides gras des laits pour la période P2, 90 jours après mise bas.....	42



## Introduction

Le récent rapport émis par les Nations Unies relatif à la sécurité alimentaire confirme la dégradation de la situation alimentaire mondiale (Maetz 2022). Plus d'une personne sur 8 dans le monde, soit 924 millions d'individus, n'a pas un accès régulier et suffisant à des aliments sains et nutritifs lui permettant d'avoir une croissance et un développement normaux : on parle d'insécurité alimentaire grave (FAO 2021; OMS 2022). L'indisponibilité des ressources alimentaires est inégale d'un pays à l'autre, l'Afrique abrite 40 % des personnes ayant souffert d'insécurité alimentaire grave en 2021. S'en suit le continent asiatique avec 489 millions de personnes en danger où plus de 80% se situent en Asie du Sud suivi par l'Amérique du Sud (Maetz 2022; Unicef 2020). Cette insécurité frappe davantage les femmes et les enfants dont 45 millions d'enfants souffrent de la forme la plus mortelle de malnutrition : l'émaciation (OMS 2022).

Les phénomènes climatiques, les conflits géopolitiques, les crises économiques et sanitaires, inégalité de revenus sont les principaux facteurs d'accroissement de la détresse alimentaire humaine (OMS 2022). La pandémie du COVID-19 a compromis l'équilibre du système alimentaire mondiale conduisant à un accroissement de la faim dans le monde. Entre 2019 et 2021 plus de 200 millions de personnes ont connu l'insécurité alimentaire (Maetz 2022; Unicef 2020). Plus récemment la guerre en Ukraine, confrontant 2 des plus grands producteurs mondiaux de céréales et de graines d'oléagineux, bases de l'alimentation, annonçant de graves conséquences à venir sur la sécurité alimentaire et la nutrition à l'échelle mondiale (OMS 2022).

La malnutrition ne se résume pas qu'à la sous-nutrition, l'obésité relative aux individus en surpoids est également un défaut du système alimentaire mondial. La démocratisation des produits alimentaires industriels ultra-transformés riches en sucre, matières grasses, sels et autres composés controversés conduit chaque année à la prévalence de l'obésité. Cette dernière a atteint 13,1% en 2016 (Maetz 2022). De nombreuses recherches ont établi le lien probant entre obésité et maladies chroniques dont les plus fréquentes sont les maladies cardiovasculaires (MCV), maladies respiratoires et diabète de type 2 (Poirier, Després 2003) (Schlienger 2010). Causant le décès de plus de 4 millions de morts à l'échelle planétaire, touchant 38 millions d'enfants de moins de cinq ans, le surpoids et l'obésité sont devenus une pandémie mondiale à part entière qui alerte tous les acteurs de la santé humaine (ONU 2022; Unicef 2020).

Parmi tous les nutriments mis en cause dans la recrudescence des MCV, la consommation excessive et non équilibrée de matières grasses composées d'acides gras a été reconnue comme étant l'un des

principaux facteurs aggravants (Lecerf 2008). Les acides gras saturés (AGS) ainsi que les acides gras polyinsaturés (AGPI) sont particulièrement surveillés (Dallongeville 2015). Selon l'agence nationale française Anses, les lipides doivent contribuer quotidiennement à la couverture des besoins énergétiques d'un individu à hauteur de 35 à 40%. Cela permet à chacun de répondre à ses besoins en matière d'acides gras essentiels et donc indispensables au bon fonctionnement du métabolisme. Cependant, pour environ 43% des adultes et 34% des enfants vivant en France les apports alimentaires de lipides sont excédentaires, les exposants de ce fait à un risque accru de développer une maladie chronique (Anses 2021). A contrario, d'autres acides gras sont considérés comme bénéfiques et essentiels à la bonne santé, on peut citer les acides gras polyinsaturés à longue chaîne plus couramment appelés : les oméga-3 et les oméga-6 (Ansion, Vété 2019; Blondeau, Schneider 2006).

Aujourd'hui le consommateur prend davantage conscience de l'impact de son rythme de vie ainsi que de son mode d'alimentation sur sa santé. Le marché des produits dits fonctionnels réputés pour avoir des bienfaits physiologiques est en pleine expansion. Le consommateur accorde plus de confiance aux produits considérés comme sains (Fall 2009).

C'est dans ce contexte que l'Association Vétérinaires Eleveurs du Millavois (AVEM) a initié le projet SANTINEL pour SANTé INNOvante en Élevage. Issue d'une construction collective entre des partenaires scientifiques et d'enseignements, ce projet se déroule sur une période de 5 ans à compter de 2021. Son objectif est de participer à l'amélioration des pratiques d'alimentation des élevages de brebis et chèvres laitières en cohérence avec des systèmes en transition agroécologique. Le tout dans un objectif global de proposer au consommateur un produit sain et bénéfique pour leur santé. Au cours de la première année de recherche, 41 élevages adhérents à l'AVEM ont été sollicités afin de permettre la collecte d'informations concernant la conduite d'alimentation des brebis ainsi que la collecte de 2 échantillons de lait : le premier échantillon est collecté lorsque les brebis sont alimentées entièrement en bergerie et le second à partir de la mise à l'herbe. Chacun des échantillons fut analysé en spectrométrie par infrarouge (MIR) afin de pouvoir faire le lien entre alimentation et le profil d'acides gras du lait.

Fort d'une première année de mise en place, le projet s'est enrichi en 2022 de la participation de la coopérative Fromagère des Bergers du Larzac. Cette entreprise encrée sur le territoire du Larzac apporte ainsi son expertise en matière de transformation laitière et permet d'étendre l'étude jusqu'au produit consommable. Ainsi en 2022, 18 élevages coopérateurs ont été sollicités afin de réaliser une première phase de collecte de données suivies par une phase de prélèvement de lait et d'analyse.

Pour cette année, 4 échantillons de lait ont été collectés afin d'analyser les grands changements stratégiques d'alimentation des brebis jusqu'au milieu de lactation de ces dernières. La particularité est que parmi ces 18 élevages, une fabrication individuelle de fromage blanc a été réalisée avec 4 litres de lait pour chaque élevage puis envoyée en analyse en chromatographie en phase gazeuse (CPG). L'utilisation de 2 méthodes d'analyses, l'une plus précise, mais plus coûteuse, permettra de confirmer l'utilisation du MIR en routine.

Ce document vise ainsi à apporter des connaissances supplémentaires aux acteurs du projet et éleveurs. Éléments qui leur permettront de répondre à la problématique : quels sont les effets de la conduite du troupeau sur la qualité des acides gras du lait et des produits laitiers dans une perspective de transition agroécologique ?

En découlent 4 hypothèses que nous guidera tout au long de la construction de la méthodologie, de l'analyse statistique et de l'interprétation des résultats :

- Le niveau de production et la composition du troupeau impactent la composition du lait de brebis laitière
- La qualité sanitaire du lait impacte la composition du lait de brebis laitière
- Les caractéristiques des matières premières impactent la composition du lait de brebis laitière
- Les valeurs nutritionnelles du bol alimentaire impactent la composition du lait de brebis laitière

Pour répondre à ces questions, nous aborderons dans un premier temps la revue bibliographique. Elle a pour objectif de synthétiser l'état des connaissances en lien avec notre problématique. Ensuite, seront expliqués la manière et les moyens mis en œuvre pour obtenir des données qui seront par la suite analysés dans la partie résultats. S'en suit une discussion permettant de relier nos résultats à la revue bibliographie. Nous exposerons les limites auxquelles nous nous sommes confrontés et ouvrirons sur les perspectives d'évolution pour le projet SANTINEL 2023. Enfin une conclusion sera le mot de la fin.

# Partie 1 : La stratégie de gestion des systèmes d'exploitation : levier de la qualité du lait

## *1.1. Le lait, matrice alimentaire complexe*

Le lait, produit de la sécrétion des glandes mammaires, est considéré comme étant une matrice alimentaire en raison de la coexistence de diverses phases, éléments structurels et nutriments (Moatsou, Sakkas 2019a). Il a été défini en 1908 au cours du Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève comme étant : le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum (Pougheon 2001). La quantité et la composition du lait excrété par l'animal varient en fonction de différents facteurs qui seront définis ultérieurement. Mais naturellement cette variation quotidienne est principalement destinée à répondre aux besoins du nouveau-né : l'agneau (E. Alichanidis, Moatsou, Polychroniadou 2016). Ces variations quotidiennes rendent l'établissement de moyenne complexe. Ainsi, les valeurs présentées dans ce chapitre ne doivent être considérées comme des valeurs indicatives.

Le lait est un mélange hétérogène constitué de 3 phases (FAO 1995). La première est la phase aqueuse (93,2%) contenant l'eau, les composés azotés solubles, le lactose, les biocatalyseurs et les sels minéraux. La seconde est la phase colloïdale (2,6%) correspondant à l'ensemble des micelles de caséines en suspension et la dernière, la phase lipidique (4,2%) représentant les globules gras en émulsion dans la phase aqueuse.

Le lait de vache qui est le lait le plus représenté dans la littérature et dans les habitudes de consommation se compose d'environ 87,5% d'eau et 12,5% de solides totaux appelés également matière sèche (MS) (Mohapatra, Shinde, Singh 2019). Le lait de brebis et le lait de chèvre contiennent plus de matière sèche avec respectivement 17,8 et 13,2% de MS (E. Alichanidis, Moatsou, Polychroniadou 2016). Cette matière sèche se compose principalement de la matière grasse (MG), de la matière protéique (MP), du lactose, des minéraux et vitamines.

Le lait de vache est plus riche en matière grasse que le lait de chèvre, 39,6 g/kg vs 36,7 g/kg (Gelé et al. 2014). Concernant la matière protéique, il n'a pas été révélé de différence significative entre le lait de vache et le lait de chèvre. Ces 2 espèces produisent en moyenne 34 à 36 g/kg de lait (E. Alichanidis, Moatsou, Polychroniadou 2016). Le lait de brebis est le lait le plus riche en termes de matière grasse et de matière protéique en comparaison avec le lait de vache et de chèvre. Les

moyennes sont estimées à 74 g/kg de MG et 57 g/kg de MP (Gelé et al. 2014) . Concernant la teneur en lactose, principal glucide du lait, le lait de vache et de brebis sont similaires (48g/kg) et plus riches que le lait de chèvre (44 g/kg). Les travaux de Park et al. en 2007 et de Zhang, Mustafa, Zhao en 2006) ont mis en avant le fait que le lait de brebis était plus riche en minéraux, calcium et magnésium que les 2 autres espèces présentées précédemment. Du fait de sa plus grande concentration en MG, MP et autres éléments constitutifs, le lait de brebis se caractérise par une valeur énergétique plus élevée que les autres espèces majeures productrices de lait de consommation : 5932 kJ/kg pour le lait de brebis, 3730 kJ/kg pour le lait de vache et 3018 kJ/kg pour le lait de chèvre (Balthazar et al. 2017; Mohapatra, Shinde, Singh 2019).

Tableau 1 : Synthèse comparative de la composition du lait de 3 espèces de ruminants

	MS (%)	MG (g/kg)	MP (g/kg)	Lactose (g/kg)	Energie (kJ/kg)
Vaches	12,50	39,6	34	48	3730
Chèvres	13,20	36,7	36	44	3018
Brebis	17,80	74	57	48	5932

## 1.2. Caractérisation de la matière grasse du lait

La matière grasse du lait regroupe un ensemble de composés ayant une masse volumique inférieure à celle de l'eau et qui sont également insolubles dans l'eau, mais solubles dans les solvants organiques. Ainsi la matière grasse se compose de deux groupes d'éléments. Le premier étant les composés lipidiques (99,5%) : lipides simples (glycérides et cholestérides) et les lipides complexes. Le second, les composés liposolubles : cholestérols, acides gras libres, hydrocarbures et vitamines représentent en moyenne 0,5% de la matière grasse totale (Mouche 2017).

La matière grasse se présente sous forme de fines gouttelettes dispersées dans la phase aqueuse du lait: c'est une émulsion de globules gras (Wendorff, Haenlein 2017). Ces molécules de taille moyenne de 4,5 µm du lait sont des éléments importants du lait lui conférant des qualités technologiques, nutritionnelles et biologiques (Moatsou, Sakkas 2019b). Grâce à la petite taille de ses globules gras, le lait de brebis permet une meilleure digestibilité et a un métabolisme lipidique plus efficace que la matière grasse du lait de vache (Mohapatra, Shinde, Singh 2019 ; Park, 1994).

Les globules gras ont une structure complexe constituée d'une membrane (2-3%) de diglycérides, cholestérol, phospholipides, sphingolipides, acides gras et d'un cœur de triglycérides (Bugeat 2011). Ainsi 98% de la matière grasse laitière totale sont des triglycérides formés d'une molécule de glycérol estérifiée et de 3 acides gras (AG) (Gaucheron, Tanguy 2009). Un AG est constitué

d'une chaîne hydrocarbonée (-CH<sub>2</sub> ou -CH=) terminée d'une part, par un groupement carboxyle (-COOH) et d'autre part, par un groupement méthyle (-CH<sub>3</sub>). Environ 400 acides gras composent la matière grasse du lait. Leurs différences s'observent par la longueur de leur chaîne, variant de 4 à 24 atomes de carbone, le degré d'insaturation, c'est-à-dire le nombre de doubles liaisons, le positionnement sur la chaîne et la configuration spatiale « cis » ou « trans » de la ou des doubles liaisons (Gelé et al. 2014).

Afin de simplifier les usages et écritures, la nomenclature abrégée des AG permet de classer ces derniers. On mentionne ainsi le nombre d'atomes de carbone suivi par le nombre de doubles liaisons ainsi que la première double liaison présente à partir du carbone terminal (Spielmann, Mendy 1993).

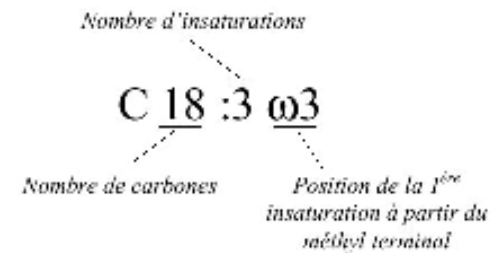


Figure 1 Nomenclature abrégée de l'acide  $\alpha$ -linoléique. Source : Spielmann, Mendy 1993

La présence ou l'absence de doubles liaisons permet de distinguer les acides gras saturés des acides gras insaturés.

➔ Les acides gras saturés (AGS)

Un acide gras saturé est un acide gras dont tous les atomes de carbone sont saturés en hydrogène, il ne comporte de ce fait aucune double liaison. On distingue, les acides gras saturés à chaînes courtes comportant au maximum 6 carbones, les acides gras saturés à chaîne moyenne de 6 à 10 carbones et les acides gras saturés à chaînes longues paires et impairs de 12 carbones et plus (Lecerf 2016).

➔ Les acides gras insaturés (AGIS)

À la différence des AGS et AGIS comportent une ou plusieurs doubles liaisons carbone-carbone. Lorsqu'ils comportent qu'une seule double liaison on les qualifie d'acide gras mono-insaturé ou de polyinsaturés lorsqu'ils sont composés de plusieurs doubles liaisons.

Tableau 2 : Composition des laits et profil des AG extrait de l'étude de (ESVAN et al. 2010) (écart-type, g/100g AGT)

	Bovins	Caprins	Ovins
TB (g/100g de lait)	35,6 (±7,3)	39,5 (±6,7)	65,3 (±14,6)
AGS	77,7 (±3,8)	72,4 (±2,1)	74,7 (±3,6)
AGMI	18,3(±3,6)	23,9 (±1,7)	21,4 (±3,2)
AGPI	3,9 (±0,3)	3,7 (±0,5)	3,8 (±0,6)

### 1.3. *Origine et facteurs influençant le profil des acides gras du lait de brebis*

#### 1.3.1 *La digestion des lipides du bol alimentaire*

Au sein des aliments consommés par les ruminants, les acides gras sont sous la forme de triglycérides qui sont les lipides de stockage des végétaux. On les retrouve également au sein des membranes cellulaires sous forme de phospholipides et de galactolipides stockés dans les parties végétatives des fourrages. Lorsqu'on étudie les rations distribuées aux animaux, il est possible d'observer que les acides gras les plus abondants sont les C18:1 (acide oléique), C18:2 n-6 (acide linoléique) et C18:3 n-3 (acide  $\alpha$ -linoléique) (Chilliard et al. 2007).

Au cours de la digestion dans le rumen, une part des acides gras sont absorbés et catabolisés en acide gras volatiles qui seront absorbés au niveau de la paroi ruminale (Buccioni et al. 2012; Cuvelier et al. 2005; Zhang, Mustafa, Zhao 2006) : c'est le métabolisme des hydrates de carbone. Les autres lipides vont subir plusieurs mécanismes complexes dont l'objectif est de permettre à l'organisme de valoriser les composés absorbés au niveau de l'intestin grêle : c'est le processus du métabolisme lipidique ruminal. Ainsi les aliments ingérés par les ruminants sont dégradés et modifiés par la flore ruminale (*Annexe 1*).

#### *Le métabolisme des hydrates de carbone*

Afin d'assurer leur pérennité, les bactéries présentes dans le rumen transforment sous formes solubles et assimilables les hydrates de carbone (Zhang, Mustafa, Zhao 2006). Pour ce faire, elles hydrolysent les composés via la sécrétion d'enzymes que sont par exemple l'hémicellulases, la cellulase et l'amylase (Wattiaux, Armentano 2014). Les produits (glucose, cellobiose, xylose et acide galacturonique) sont absorbés par les cellules bactériennes et participent ainsi à leur propre métabolisme grâce à plusieurs processus de fermentations anaérobies (Russell, Gahr 2000). Le pyruvate ainsi produit par le métabolisme des bactéries est dégradé et les acides gras volatils (AGV) dont les principaux sont l'acétate, le propionate et le butyrate font partie des produits terminaux (Bergman 1990; Wattiaux, Armentano 2014). Rejetés par les microorganismes dans le liquide ruminal, les AGV dont la chaîne carbonée est courte seront absorbés au niveau de l'épithélium ruminal (Russell, Gahr 2000).

#### *Le métabolisme lipidique ruminal*

Le deuxième processus impliqué dans la digestion des lipides alimentaires : le métabolisme lipidique ruminal, implique 2 phénomènes : la lipolyse des triacylglycérols suivie par l'hydrogénation et par la synthèse lipidique sous l'action des microorganismes ruminants

(Meynadier, Dusart, Touitou 2019). Cette étape entraîne une restructuration des composés lipidiques conduisant ainsi à la production d'isomères.

La première étape de la digestion des lipides consiste par la lipolyse qui hydrolyse des esters d'acides gras. Cette étape est faite sous l'action de différentes espèces de bactéries, la plus connue *Anaerovibrio lipolytica* va hydrolyser les triglycérides (Prins et al. 1975). Les galactolipides et phospholipides vont subir cette hydrolyse sous l'action des souches de bactéries non cellulolytiques du genre *Butyrivibrio* (Buccioni et al. 2012 ; Lourenço, Ramos-Morales, Wallace 2010). Cette activité lipolytique intense permet la production d'acides gras libres et de glycérol (Bauman, McGuire, Harvatine 2011).

Les acides gras libres vont ensuite subir la seconde étape du métabolisme ruminal qui consiste en une succession de modifications de la configuration et/ou du positionnement des acides gras : la biohydrogénation. La biohydrogénation permet de saturer graduellement les acides gras insaturés (Sauvant, Bas 2001). Ainsi le profil des acides gras résultant des phénomènes de lipolyses et de biohydrogénations présente des teneurs en acides gras saturés plus importantes que celui des acides gras ingérés (Cuvelier et al. 2005).

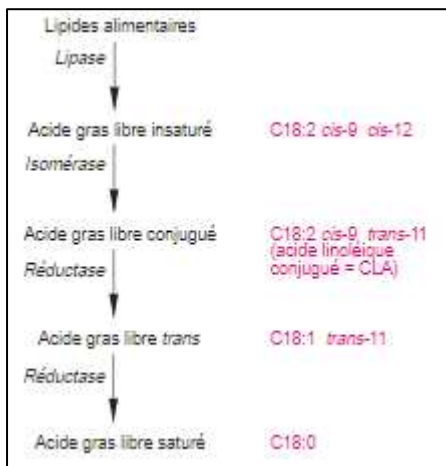


Figure 2 Lipolyse et hydrogénation des acides gras dans le rumen source (Sauvant, Bas 2001)

La figure ci-contre montre des modifications que va subir l'acide linoléique conjugué (CLA) au cours de la digestion.

Certains produits tels que le C18:1 trans peuvent ne pas être complètement métabolisés et donc leurs transferts vers le sang via l'intestin sont impossibles (Sauvant, Bas 2001).

Bien qu'étant un processus complexe et variant d'un acide gras à l'autre, il est possible de caractériser le processus de biohydrogénation par la succession de différent processus d'isomérisation et d'hydrogénation (Meynadier, Dusart, Touitou 2019). Toutefois, il est à noter que toutes les voies biochimiques ne sont pas encore mises en lumière par la science.

### Synthèse lipidique sous l'action des microorganismes ruminiaux

Lourenço, Ramos-Morales, Wallace en 2010 ont également mis en exergue une activité lipolytique chez les protozoaires et les lipases végétales présents dans le rumen de l'animal. Cependant les résultats des études sont parfois contradictoires et remettent en cause l'activité lipolytiques chez les protozoaires.



## L'excrétion des acides gras dans le lait

Tous les lipides résultant de l'activité ruminal et biologique se retrouvent dans l'intestin. Les lipides encore intacts vont sous l'action de la bile, des lipases pancréatiques et des ions carbonates être émulsionnés et former des micelles. Associés à une protéine (apoprotéine) les acides gras vont migrer vers la muqueuse pour rejoindre la circulation sanguine via le passage par les vaisseaux lymphatiques. Les composés lipidiques vont alors être disponibles pour la synthèse de la matière grasse dans le lait (Cuvelier et al. 2005; Chilliard et al. 2000; Grummer 1991)

Chez les ruminants, deux processus biologiques sont à l'origine de la synthèse des triglycérols qui composent la matière grasse du lait. 40% des acides gras du lait proviennent de la synthèse de novo et la seconde résulte du prélèvement direct des acides gras dans le fluide sanguin (Chilliard, Ferlay, Doreau 2001; Grummer 1991; Jenkins, Bridges 2007; Palmquist 2006; Sauvant, Bas 2001).

La synthèse de novo se déroulant dans les cellules épithéliales mammaires permet la synthèse des acides gras à courte et moyenne chaîne carbonée. Cette voie de biosynthèse se fait à partir d'acétate et  $\beta$ -hydroxybutyrate et a lieu au niveau de la membrane ou de la lumière du réticulum endoplasmique lisse (Chilliard, Ferlay, Doreau 2001 ; Chilliard et al. 2007). Elle se décompose en deux phases, il y a dans un premier temps la carboxylation de l'acétyl-coenzyme A puis dans une seconde étape ce composé va subir une élongation. Le processus d'élongation est régulé par plusieurs hormones dont les thioestérases I et II. Elles vont stopper l'élongation et permettre ainsi la libération de l'acide gras ayant ainsi entre 4 et 16 carbones (Albenzio et al. 2016; Chilliard, Ferlay, Doreau 2001; E. Alichanidis, Moatsou, Polychroniadou 2016) .

Les acides gras à chaînes longues (à partir de C16:0) sont prélevés par les cellules des glandes mammaires directement dans le fluide sanguin. Ils proviennent des AG alimentaires, comme vu précédemment, mais aussi des AG des lipides microbiens (Sauvant, Bas 2001) et de la mobilisation des réserves corporelles (source de 10% des acides gras du lait). Le prélèvement est réalisé par hydrolyse des triacylglycérols à l'aide de la lipoprotéine lipase. Les acides gras entrant dans la cellule épithéliale mammaire par cette voie sont principalement les acides palmitiques, stéariques et oléiques.

Lorsque tous les acides gras issus de la synthèse de novo et du prélèvement sanguin sont dans les cellules épithéliales mammaires, le processus de synthèse des triglycérides réalisé par le glycérol-3-phosphate ou  $\alpha$ -glycérophosphate va aboutir à la formation des globules gras dans le lait. Il a été vu précédemment que la teneur en acides gras saturés absorbés à la suite du processus ruminal était plus importantes que celui des acides gras ingérés. Ici, les acides gras du lait sont moins saturés que ceux présents dans les lipoprotéines du sang. Cela s'explique que dans les cellules de la mamelle,

les acides gras dont le C18:0 va être transformé en acide oléique sous l'action de l'enzyme  $\Delta$ -9 désaturase. Il en est de même pour le C18:1 trans 11 qui devient l'acide linoléique.

L'ensemble de ces processus vont induire une certaine quantité d'AG dans le lait. Cependant, nous avons pu aborder le sujet des variations quotidiennes de la composition du lait. La suite de ce présent document vise de ce fait à mettre en évidence les principaux facteurs de variation.

### *1.3.2 Les facteurs individuels sources de variation*

La production et la composition du lait sécrété par les mammifères sont sous l'effet de différents facteurs qui résultent d'une part des décisions stratégiques prises par les gestionnaires des exploitations, mais également de l'environnement dans lequel évoluent les animaux. La suite de cette revue bibliographique a pour objectif de faire un panorama des principaux facteurs conditionnant la richesse du lait que sont les facteurs individuels, les conditions du milieu, la conduite d'élevage et l'alimentation.

Sur le plan individuel, chaque individu d'une espèce possède un matériel génétique différent et de ce fait possède un potentiel exploitable et exprimable différent. La race et l'espèce de l'animal sont les premiers facteurs de variations. Le lait de brebis contient plus de matière grasse que le lait de vache et de chèvre (cf. tableau 1 et 2). Il contient également plus de calcium et d'éléments minéraux (FAO 2020; Gramme 2020).

Pougheon (2001) et Skoufos et al. (2016) confirment au travers de leurs études ces variations, mais ils exposent également les limites de la comparaison interraciales qui résultent d'une combinaison entre les différences génétiques et les conditions d'élevages propres à chaque système d'exploitation. Au sein d'un même troupeau, l'âge et le stade de lactation vont également induire des variations. La production laitière des brebis va évoluer au cours de la campagne laitière et également au cours des années (Legarto et al. 2014). Par exemple, le TP (taux protéique) va augmenter jusqu'à 150 jours de lactation. On observe une évolution inverse au volume de la production laitière (Pougheon 2001). Enfin l'état sanitaire de l'animal est également un facteur de variation. Le stress subi ainsi que les lésions au niveau du pis vont engendrer une rétention lactée et donc une possible modification chimique du lait. Les mammites\*, premiers problèmes sanitaires de la mamelle, vont modifier l'aspect du lait ainsi que sa composition. Plus l'infection sera importante et plus la composition du lait va se rapprocher de la composition du plasma sanguin (Meyer, Denis 1999).

### *1.3.3 Les pratiques d'alimentation : premier levier d'amélioration du profil des AG*

L'alimentation est un facteur couramment utilisé pour faire varier le profil en acides gras laitier. La composition botanique du fourrage distribué représente une source d'hémicellulose et de cellulose qui sont des substrats de la flore microbienne du rumen. La dégradation de ces composés conduit à la production d'acétate et de butyrate précurseurs de la synthèse de la matière grasse du lait (Cuvelier et al. 2005). Chilliard et al. (2007) ont mis en évidence que le foin de légumineuses avait un impact positif sur la composition en acide  $\alpha$ -linoléique ( $\omega 3$ ) en comparaison aux laits de brebis et chèvres produits avec des rations à base de graminées. En effet, le foin de légumineuse induit une proportion de C18:3 n-3 dans le lait plus élevée qu'avec du foin de graminées ( $0,7 \pm 0,4$  vs  $0,5 \pm 0,3$  % AGT) (Chilliard et al. 2010). Résultats que l'on constate également dans les études de Altomonte et al. (2019). Le lait de vache issu de régimes d'ensilage d'herbe se différencie du lait provenant de vaches nourries à l'ensilage de maïs. La consommation d'ensilage de maïs va entraîner une diminution du pH ruminal altérant de ce fait les différentes étapes de biohydrogénation (Chilliard et al. 2010). En résulte un lait moins riche en acides gras courts, moyens et saturés (acide palmitique) et plus riche en acides gras longs et en acide gras mono et polyinsaturés (acide oléique et linoléique) (Chenais, Richoux, Houssin 2004). On note un accroissement de 0,3% de la teneur en Acide linoléique conjugué pour les régimes à base d'ensilage de maïs en comparaison avec les rations d'ensilage de ray-grass (Chilliard et al. 2010).

Afin d'assurer une bonne rumination qui est l'étape majeure dans le processus de digestion et d'assimilation des nutriments, la brebis a nécessairement besoin de fibres dans sa ration. Lorsqu'un ruminant n'a pas suffisamment de fibre dans son bol alimentaire pouvant être provoqué par un hachage trop fin du fourrage ou par une part importante de concentré dans la ration, il va y avoir un brusque accroissement de l'absorption de propionate et d'acide gras volatil. Les différents processus physiologiques qui s'en suivent, principalement la biosynthèse énergétique, vont limiter la synthèse des lipides au sein des cellules et concourir de ce fait à une baisse du taux de matière grasse dans le lait (Grant, Colenbrander, Albright 1990 ; Sauvante, Dulphy, Michalet-Doreau 1990). Ce phénomène a pu également être constaté lorsque les chèvres avaient une trop grande ressource en foin de luzerne et pouvaient de ce fait trier ce qu'elles ingéraient. Lorsque la quantité de refus est élevée, le TB avait tendance à diminuer par rapport à des chèvres qui consommaient la majeure partie de la ration distribuée (Legarto et al. 2014).

Le mode de consommation des fourrages peut également avoir un impact sur les acides gras du lait. Plusieurs études ont pu mettre en exergue l'impact positif qu'avait la consommation de fourrage au

pâturage par rapport aux régimes hivernaux. L'herbe pâturée au stade feuillu contient entre 1 et 3 % d'acide gras dans sa matière sèche dont 50 à 75% d'acide  $\alpha$ -linoléique. Ainsi les régimes à bases d'herbes pâturées donnent des laits plus riches en oméga 3, acide oléique et d'autres acides gras longs et insaturés (Chenais, Richoux, Houssin 2004). Cependant tous les types de pâturages n'apportent pas les mêmes effets. Le lait de brebis ayant pâturé des prairies naturelles (en montagne) est dans le cas de l'étude de (Bravo-Lamas et al. 2017) , plus riche en acide gras mono-insaturé et en certains acides gras saturé tels que l'acide margarique et l'acide arachidique. Les travaux de recherches ayant souligné la spécificité des laits de montagne ont également mis en avant les spécificités de la composition floristique de l'herbe de montagne pour expliquer ces caractéristiques nutritionnelles (Tornambe et al. 2007).

Le suivi du réseau d'élevage INOSYS permettant d'établir des référentiels technico économiques en élevage ovin lait met en avant les particularités alimentaires, mais également les disparités au niveau des pratiques. En matière d'utilisation de concentrés achetés, les consommations moyennes varient de 53 à 112 kg par brebis (Chambre d'agriculture 2022a). La variation du ratio fourrage : concentré engendre des modifications au niveau du profil d'acide gras du lait chez la vache. Lorsque la part de concentré se situe au-delà de 37% de matière sèche totale de la ration journalière, il est constaté une baisse de la matière grasse du lait (Chilliard et al. 2010 ; Hoden, Coulon 1991) (Mathieu et al. 2001). Au niveau du profil des acides gras (ESVAN et al. 2010) constate qu'il y a une diminution de l'acide stéarique au profit d'une augmentation du total des C18:1 trans (Loor et al. 2005). Ce phénomène est provoqué par la variation brusque et importante de la concentration en acides gras volatils dans le rumen modifiant ainsi le pH de ce dernier (Hoden, Coulon 1991).

La fréquence de distribution des différents composants de la ration a également un impact sur le pH du rumen. Il est courant que les éleveurs distribuent le concentré et les céréales après la distribution des fourrages afin de maintenir un équilibre microbien dans le rumen (Macleod et al. 1994). Hoden, Coulon (1991) démontrent également que la distribution de ration mélangée, fourrages et concentrés, permet de maintenir cet équilibre et n'influence donc pas le profil des acides gras. Toutefois l'expérience de Chassaing et al. (1996) n'a pas relevé d'effet de l'ordre de distribution sur la matière grasse.

#### *1.3.4 Les effets des acides gras sur la santé humaine*

Les produits laitiers couvrent quotidiennement 15 à 25 % des besoins en matière grasse de l'homme, dont 25 à 35 % étant des acides gras saturés. Souvent décriés par le monde médical et diététique pour leur richesse en matière grasse, les connaissances sur les effets des acides gras sur la santé de

l'homme ont sensiblement évolué (Williams 2000a). En effet, des études ont démontré qu'une consommation de fromage riche en matière grasse avait des liens avec de faibles taux de maladies cardiaques dans une population en comparaison avec d'autres continents, comme des États-Unis, où la consommation de fromages traditionnels est bien plus faible (Razanamahefa, Moy, Thomann 2013; Wendorff, Haenlein 2017). Ces propos sont également appuyés dans la méta-analyse de Qin et al. (2015) qui indique que la consommation de produits laitiers diminuait le risque d'accident vasculaire cérébral et de maladies coronariennes. Le nutritionniste et chercheur, le Dr Ulrika Ericson, a également souligné que la consommation de différents produits laitiers était associée à une diminution de 23 % du risque de survenue d'un diabète de type 2. La richesse et la complexité de la composition du lait font ainsi du lait un aliment bénéfique pour la santé humaine (Razanamahefa, Moy, Thomann 2013).

Sur le plan de la composition en acides gras, la proportion importante d'acide gras saturé a été considérée dangereuse pour la santé, mais ce caractère néfaste est maintenant nuancé (Chilliard, Ferlay, Doreau 2001). Les acides gras à courtes chaînes tels que le C6:0 ou le C8:0 vont être transportés directement dans le flux sanguin après avoir été estérifiés par les lipases. Ce processus va ainsi permettre d'apporter à l'homme et à son métabolisme de l'énergie directe sans accroître le stockage dans les cellules adipeuses et sans augmenter le taux de cholestérol (Balthazar et al. 2017). La consommation d'acide stéarique n'a pas pour conséquences d'accroître le risque athérogène (Chenais, Richoux, Houssin 2004 ; Chilliard, Ferlay, Doreau 2001). Toutefois, d'autres acides gras ne sont pas tout aussi bénéfiques. L'acide palmitique, l'acide laurique et l'acide myristique ont tendance à accroître le niveau de cholestérol dans le sang (Lordan et al. 2018). De nombreux travaux de recherches ont eu pour objectif de classer les acides gras comme bénéfiques ou néfastes pour la santé. Mais pour le cas de l'acide laurique classé ci-dessus comme mauvais pour la santé s'avère avoir en réalité une activité antibactérienne et antiviral (Martemucci, D'Alessandro 2013 ; Sinanoglou et al. 2015).

Concernant les acides gras insaturés, l'acide vaccénique qui est un acide gras mono-insaturé majeur dans le lait de ruminant a lui aussi été décrié par le monde médical (Doreau et al. 2012). Au fil de l'évolution des recherches scientifiques, cet acide gras trans s'est avéré ne pas avoir d'effet négatif sur la santé de l'homme notamment via l'accroissement du risque coronarien. Des tests sur animaux ont mis en avant qu'il avait des effets hypocholestérolémiants (Bauchart et al. 2007).

D'autres acides gras insaturés possèdent des activités biologiques positives sur la santé. On peut citer l'acide linoléique conjugué (CLA) qui est présent uniquement dans les produits des ruminants avec comme principal isomère l'acide ruménique (Chenais, Richoux, Houssin 2004 ; Chilliard,

Ferlay, Doreau 2001). En effet, l'acide ruménique qui représente 70 à 90% du CLA aurait le potentiel d'inhiber l'apparition et le développement de cancers, des maladies osseuses telles que l'ostéoporose ainsi que le cholestérol (Barłowska et al. 2011; Efstathios Alichanidis, Moatsou, Polychroniadou 2016; Ferlay et al. 2017; Rodríguez-Alcalá, Harte, Fontecha 2009; Watkins, Seifert 2000). Le lait de ruminant représente près de 70% des apports en CLA chez l'homme (Bauman et al. 2006) et le lait de brebis en est la source la plus riche (Markiewicz-Keszycka et al. 2013)

Un autre atout que possède le lait de brebis est son faible rapport entre les oméga-6 et oméga-3 signe que le produit laitier aide à limiter bon nombre de maladies chroniques (Balthazar et al. 2017 ; Chilliard, Ferlay, Doreau 2001). Lorsque ce rapport est supérieur à 5 les patients sont plus sujets à développer toutes les maladies citées ci-dessus (Aronson et al. 2001; Astorg et al. 2006). Ainsi il convient d'établir que le seuil idéal est égal à 1 (Russo 2009) .

En synthèse, il est important de relever le fait que les acides gras sont classifiés en fonction de leurs rôles biologiques. Les AGS et AGMI ne sont pas des AG dits essentiels pour le métabolisme, car ils peuvent être fabriqués par endogène au sein de l'organisme ou apportés par l'alimentation. Les AGS en particulier l'acide myristique, palmitique et laurique sont à limiter dans l'alimentation en raison de corrélation positive entre augmentation de leurs consommations et le taux de cholestérol (Williams 2000a)

En revanche, les AGPI sont apportés uniquement par l'alimentation : ils sont de ce fait, essentiels au fonctionnement du métabolisme (Lecerf 2008). Le groupe des AGPI se distingue en deux sous-groupes : les omégas 3 représentés par l'acide  $\alpha$ -linoléique et les omégas 6 avec l'acide linoléique (Johnson, Bradford 2014). Les omégas 3 sont reconnus pour leurs actions antioxydantes, anti-inflammatoires et antithrombotiques et retardent le développement de plaques d'athérome (Colussi et al. 2017). La diminution du risque de cancers (Pottel et al. 2014), du risque de maladie Parkinson (Bousquet, Calon, Cicchetti 2011). De plus, un des rôles importants des oméga-3 est d'entraver les activités pro-inflammatoires des oméga-6 (Duru, Magrini 2017). Cependant, dans l'organisme ces 2 groupes d'AGPI vont utiliser les mêmes enzymes désaturases qui permettent de passer des précurseurs aux AGPI. Un déséquilibre de l'alimentation en faveur des omégas 6 va induire une inhibition de l'activité des omégas 3. C'est la raison pour laquelle un point de vigilance est accordé au rapport omégas 6 sur omégas 3 (Weill, Mairesse 2010).

La synthèse des effets des principaux acides gras sur la santé est présente en annexe 2

## *Partie 2 : Méthodologie et modalités de mise en œuvre*

La partie méthodologie et modalités de mise en œuvre a pour objectif de décrire avec précision les conditions de cette étude visant à faire le lien entre les pratiques des éleveurs et la qualité nutritionnelle du lait de brebis. Elle permet également de justifier les choix et raisonnements effectués qui ont pour objectif de répondre aux hypothèses énoncées en amont. Il sera détaillé dans un premier temps les particularités du terrain d'études ainsi que les commanditaires de cette étude. Ensuite, l'échantillon et sous échantillon d'élevages ainsi que les outils utilisés pour le recueil de données seront passés en revue. De là, nous nous concentrerons sur la méthodologie de traitement des données pour déboucher sur les modalités de communication des résultats aux parties prenantes.

### *2.1. Le territoire Aveyronnais, milieu complexe valorisé par l'élevage de brebis laitières*

Le territoire de l'Aveyron, plus précisément le sud de département où se localise les exploitations de notre échantillon est un territoire comprenant une forte diversité pédoclimatique situé en « zone de montagne » et est classé « zone à handicaps naturels » par ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire (2022). C'est un territoire soumis à différentes contraintes pédoclimatiques et propres à chaque grande entité paysagère : les Grands Causses, les monts et plateau du Lévezou, le Ségala et les Vallées.

Le premier paysage emblématique de l'Aveyron est le territoire des grands causses situés au sud-est. Ces vastes plateaux calcaires d'altitude (600 à 1000 m) abritent une végétation clairsemée adaptée aux températures froides de l'hiver/printemps et à la sécheresse de l'été. Les sols sont discontinus allant de zones à faibles profondeurs et faibles réserves hydriques à des zones de sols profonds rouges et argileux et des sols bruns à bruns lessivés. On note une prédominance de sols caillouteux superficiels résultants d'une roche mère dure et compacte résistante à l'altération. En limites de causses se trouvent les zones de coteaux argilo-calcaires caractérisés par des terres pentues, sensibles à l'érosion et de leurs fonds de vallées et collines plus fertiles et profondes.

Les monts et les hauts plateaux du Lévezou (altitude : 1200m) se situant plus au centre du département. Ils se caractérisent par de nombreux reliefs, des hivers froids, des sols acides et limoneux, mais profonds et frais. Ces territoires réputés plus fertiles permettent la mise en place de diversité d'espèces cultivées avec pour certaines zones la possibilité de cultiver du maïs ensilage (Chambre d'agriculture 2022b ; Roquefort 2021).

Le ségala se situe à l'ouest du département aveyronnais. C'est une région de collines allant de 200 à 600 mètres d'altitude pouvant abriter des fentes fortes. Les terres sont siliceuses, acides, hydromorphes en fond de vallées et de terres brunes sur les plateaux. En bordure sud se retrouve les rougiers de Camarès, terres de couleurs rouge avec une forte présence de roches sensibles à l'érosion.

La rudesse du territoire a incité dès le moyen âge, le développement de l'élevage pastoral de brebis laitières et à la culture céréalière. Dans un premier temps le produit laitier, la tomme aux moisissures bleues affinées en caves naturelles était destinée à l'autoconsommation et c'est dans les années 1400 à 1600 sous les règnes de Charles VI jusqu'à celui de Louis XIV. C'est à cette période que le Roquefort s'est vu attribué toutes ces lettres de noblesse qu'on lui connaît aujourd'hui. L'industrie du Roquefort s'est développée et modernisée à partir du XIX<sup>e</sup> siècle permettant de passer de 800 000 kilos de Roquefort produit en début de siècle à près de 16 200 tonnes commercialisées sous label AOP en 2019 et (Confédération générale des producteurs de lait de brebis et des industriels de Roquefort 2019 ; Roquefort 2021). Aujourd'hui, cette industrie a permis à l'Aveyron d'abriter près de 72% du cheptel ovin lait présent en Occitanie : première région productrice de lait de brebis en France (DRAAF Occitanie 2022). Cette évolution a été également permise par progrès techniques et génétiques des élevages en amont de la filière. La création en 1925 de la Confédération générale des producteurs de lait de brebis et des industriels de Roquefort regroupant tous les acteurs de la filière a permis le développement de l'accompagnement technique en ferme et de l'élaboration du schéma génétique de la Lacaune, seule race présente sur le territoire. Le service Élevage de la Confédération et son homologue concurrent UNOTEC créé en 1992, ont tous deux pour objectifs de répondre aux questions techniques et économiques que se posent les chefs d'exploitation. Pour ce faire, plus de 90 techniciens sont chaque jour en élevage afin de réaliser le suivi technico-économique des élevages (La Volonté Paysanne 2017 ; Unotec 2019). Dans ce bassin de production, les éleveurs sont à 80 % accompagnés par les organismes techniques incluant également la CA de l'Aveyron (Lagriffoul et al. 2019 ; Morin et al. 2016). Il existe également des organismes d'accompagnement comme l'AVEM

Le suivi technico-économique des élevages par les techniciens :

Performances de reproduction

- Relevé des mises bas
- Plan de monte contrôlé et raisonné

Performances laitières

- *Contrôles laitiers simplifié* : moins de 6 contrôles laitiers avec possibilité de comptage cellulaire.
- *Contrôles laitiers officiel* : 6 contrôles laitiers avec comptages cellulaires systématiques. Pointage de la conformation des mamelles. Production de reproduction pour les centres d'insémination artificielle.



qui mutualise les savoirs des vétérinaires et agronomes, du CETA Herbe au lait, etc.

Aujourd'hui en France 4 500 exploitations détenant plus de 25 brebis laitières en France en 2019 sont en activités. Sur les 1,5 million de têtes comptabilisées au recensement, l'Aveyron est le département qui compte le plus de brebis et d'agnelles laitières avec un effectif de 615 000 individus devant les Pyrénées-Atlantiques siège de la fabrication de l'AOP Ossau-Iraty (532 000 brebis), le Tarn (116 000 brebis) et la Lozère (77 000 animaux). L'ensemble des animaux en production ont produit sur la campagne laitière 2020-2021 près de 302 millions de litres de lait. Majoritairement transformé en produits laitiers, 90% de ce volume collecté est transformé en fromages purs brebis dont 19 000 tonnes pour le Roquefort, 18 000 tonnes pour les fromages à pâtes pressées non cuites, les autres fromages qui regroupent entre autres les fromages à salade en saumures dépassent les 25000 tonnes produites et l'ultra frais domine le secteur avec plus de 29 000 tonnes commercialisées en 2021 (Institut de l'élevage Idele 2022).

Le développement des performances des élevages du rayon, la maîtrise de la qualité du lait, les contraintes qu'imposent le cahier des charges de l'AOP ainsi que la limitation des volumes à livrer aux industriels du Roquefort ont conduit certains élevages à s'orienter vers différentes laiteries fabriquant des fromages autres que l'emblématique fromage à pâte persillée par le penicillium roqueforti. Des éleveurs ont également fait le choix de quitter le système roquefort pour s'engager dans une dynamique entrepreneuriale et s'impliquer dans la transformation et valorisation des produits issus de la transformation du lait. Aujourd'hui le lait produit « hors bassin roquefort » ou hors AOP regroupe les laiteries produisant du fromage ou des produits ultrafrais en conventionnel ou en agriculture biologique (AB) comme fait la coopérative fromagère des Bergers du Larzac.

## *2.2. La coopérative fromagère des Bergers du Larzac*

La coopérative fromagère des Bergers du Larzac, implantée sur le territoire depuis 1996 a pour objectif de permettre aux hommes et aux femmes du territoire de perdurer une activité agricole rentable, équitable et durable. Sa création fut initiée par Mr PARENTI André à l'aube de la mise en place des quotas laitiers par les industries du Roquefort. À cette période dans le rayon de roquefort, les éleveurs ne pouvaient pas s'impliquer comme ils le souhaitaient dans le processus de prise de décision. C'est ainsi que le statut juridique de coopérative s'est valu être le meilleur compromis. Les éleveurs coopérateurs sont ainsi parties prenantes du conseil d'administration de la coopérative et participent à la gestion de la chaîne de valeur.

Aujourd'hui la coopérative est constituée de 35 exploitations agricoles situées uniquement sur le territoire de l'Aveyron. Annuellement, 5 millions de litres de lait de brebis soit 60% de lait conventionnel et 40% de lait biologique, sont transformés en 3 types de pâtes : lactiques, molles, pressées et en produits ultrafrais.

Malgré sa forte croissance qui a permis de multiplier par 10 la superficie de la fromagerie en moins de 30 ans la coopérative reste ancrée sur son territoire. Le conseil d'administration souhaite préserver les valeurs et l'identité du territoire via la pérennisation des exploitations agricoles. Pour cela, elle incite les éleveurs à produire un lait de qualité répondant aux exigences en matière de sécurité sanitaire par l'application d'une grille de paiement et de pénalisation stricte. Sur certains critères comme le taux cellulaire, le dénombrement en coliformes ou encore le niveau de présence de butyrique la coopérative a des seuils d'acceptabilité plus stricts que ceux des autres industries du lait de la région. La fromagerie encourage également à l'autonomie des EA (exploitations agricoles) en mobilisant les fonctions biologiques des écosystèmes par le maintien de haies, l'association de cultures, la réduction et l'optimisation de l'usage des produits phytopharmaceutiques. Ces derniers points se font en partenariat avec l'AVEM qui possède une expertise historique sur le territoire.

Aujourd'hui la coopérative aspire à aller plus loin dans sa démarche qualité, et dans l'accompagnement des agriculteurs ainsi elle souhaite faire un état des lieux de la qualité nutritionnelle du lait et des produits laitiers.

### *2.3. Le rôle de l'AVEM dans le secteur du Sud Aveyron*

L'Association des vétérinaires et des éleveurs du Millavois (AVEM) est une association regroupant 180 élevages ovins lait, 3 vétérinaires, 1 agronome et 2 administratifs. L'équipe de l'association œuvre depuis plus de 40 ans sur le territoire de l'Aveyron- de la Lozère, de l'Hérault et du Gard dans le but d'apporter aux éleveurs un suivi vétérinaire, zootechnique et systémique. Leur approche ce veut préventive et à travers différents ateliers de formations/conseils à destination des éleveurs, ils souhaitent améliorer la résilience des exploitations au niveau de la santé des animaux, de leurs nutriments et aussi de la gestion des surfaces agricoles.

Cette association a été à l'initiative du GIEE Santé innovante en élevages (SANTINEL) et qui depuis 2021 mène des actions de recherche participative avec les acteurs du bassin. Ensemble ils œuvre à l'amélioration de la qualité nutritionnelle du lait dans une démarche ONE-HEALTH. Ce GIEE SANTINEL est le support de cette étude. Précédemment, Camille BLAYAC maintenant

salariée de l'association comme agronome a travaillé 6 mois sur la thématique avec des éleveurs de l'AVEM lors de son stage de fin d'étudiante. Elle a pu me fournir différents documents (protocole de collecte, documents et guides) qui m'ont permis de prendre connaissance du sujet. Son expérience ainsi que celle d'Olivier PATOU, Dr. vétérinaire, m'ont aidé dans la construction du protocole (annexe 6) et des différentes bases de données. L'école d'ingénieur de Purpan, par l'intermédiaire de Mme VIDAL Arielle enseignante-chercheuse qui mène cette étude depuis 2021, m'a également accompagné au cours de ces 6 mois.

Nous allons à présent aborder les modalités de mise en œuvre du projet SANTINEL 2022 ainsi que le détail des exploitations participantes.

#### 2.4. Les critères de sélection des élevages et description de l'échantillon

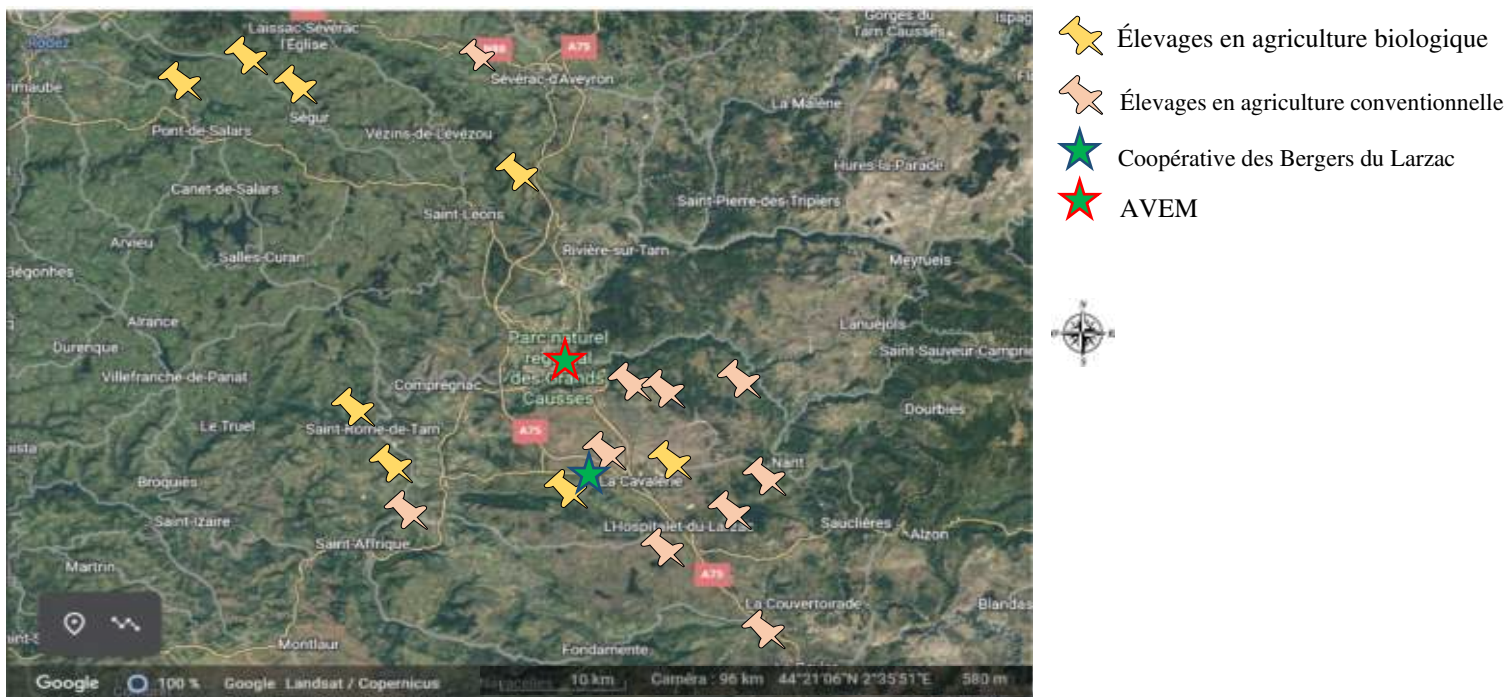


Figure 3: localisation des exploitations de l'échantillon

Parmi les 35 élevages membres de la coopérative fromagère des Bergers du Larzac, seules les exploitations ayant des dates de mises bas comprises entre les mois d'octobre à mars 2022 ont été présélectionnées. La date de début traite se situe en moyenne 1 mois après la date de mise bas permettant ainsi l'élevage des agneaux sous la mère. Cette contrainte de période imposée résulte par le fait qu'il est nécessaire que toutes les brebis soient au même stade de lactation afin de valider la répétabilité des prises d'échantillons. Après un entretien avec les membres de chacune des

exploitations dans le but d'exposer les modalités de collectes de données, la totalité des élevages présélectionnés, soit 18 fermes, a fait le choix de participer à cette étude.

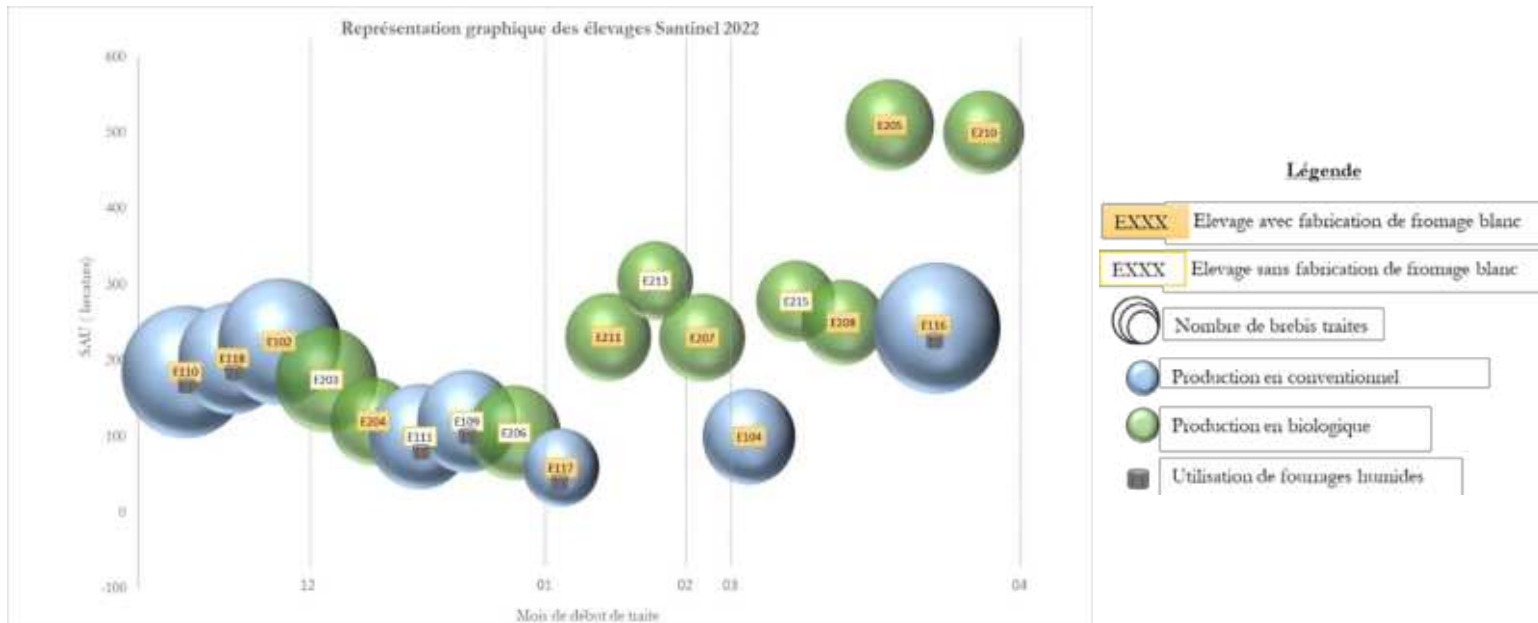


Figure 4 Représentation graphique des élevages de SANTINEL 2022

Les 18 exploitations de l'échantillon se situent en majorité sur les territoires des grands causses (15 exploitations) et du Lévezou (3 exploitations). 55% des exploitations sont certifiées en agriculture biologique et 70% utilisent uniquement des fourrages conservés en sec dans la ration de base des brebis. Cette tendance est le reflet de la stratégie de la coopérative qui vise à encourager le « tous foin » dans un souci de préservation de la qualité du lait. Les exploitations traitent en moyenne 355 brebis (médiane à 313) avec un minimum de 220 brebis traitées par an contre un maximum de 630 brebis pour les plus grandes exploitations. Cette variabilité se retrouve dans les volumes livrés à la fromagerie et également au niveau de la productivité par brebis. En effet, la production annuelle moyenne par brebis traitée est de 296 litres soit 49 litres de plus que la référence du rayon (Chambre d'agriculture de l'Aveyron 2019). Le minimum de l'échantillon se situe à 153 litres contre 381 litres pour le maximum. Ainsi chaque élevage produit en moyenne 110 850 litres de lait par an.

En termes de matière sèche utile (MSU) contenue dans le lait de l'échantillon, il est à noter que l'on observe une variabilité de l'ordre de 20 g/litre pour les extrêmes. Les élevages ayant les plus faibles valeurs de MSU se situent à 118,5g/L contre 139,5g/L pour les laits les plus riches. Les taux butyreux et taux protéiques ayant un impact direct sur la fromageabilité et la saveur des fromages sont respectivement de 73,1 et de 56,5 g/litre de lait (FIDOCL Conseil Élevage 2017). Ces valeurs sont supérieures au référentiel de 2,3 points pour le TB et 1,6 point pour le TP (Chambre d'agriculture de l'Aveyron 2019).

Concernant le parcellaire valorisé par les exploitations de l'échantillon, plus de 80% des exploitations se situant sur des terres de causses et travaillent de ce fait des terres calcaires, peu profondes et ayant une réserve hydrique faible. En moyenne la surface agricole utile par exploitation est de 222 hectares, seules les exploitations du Lézou ne détiennent pas de surfaces pastorales, pour les autres exploitations la moyenne des parcours de type landes ou pelouse est de 132 ha. Les prairies temporaires destinées à constituer les stocks de fourrage pour la période hivernale sont de 71 hectares en moyenne. Les espèces les plus représentées sont les légumineuses avec les luzernes, sainfoins et trèfles. En termes de graminées le dactyle est l'espèce de prédilection qu'utilisent les agriculteurs en association avec la luzerne. Les cultures annuelles à dominance céréalières sont de 24 hectares par exploitation, on y retrouve l'orge, le blé, le triticale cultivés en purs chez les 2/3 des exploitations et des mélanges de céréales ou méteils comportant des légumineuses (pois) chez les 6 autres.

La présence des services d'accompagnements techniques domine dans les élevages en Aveyron. Cette tendance se confirme dans notre échantillon avec seulement 3 élevages ne faisant pas de contrôle laitier qui est le support du conseil technique. 5 élevages sont des élevages sélectionneurs où un contrôle laitier quantitatif et qualitatif est réalisé tous les mois au cours des 6 premiers mois de traite. 9 élevages sont au contrôle laitier simplifié et réalisent entre 3 et 5 contrôles au cours de la campagne laitière. Tous les élevages réalisant plus de 3 contrôles laitiers ont fait également le choix de réaliser un plan d'alimentation. Ce dernier vise à mettre à disposition des animaux des rations alimentaires répondant au mieux aux besoins de brebis tout en valorisant les fourrages et céréales produits par l'exploitation.

		Élevage	Moyenne	Médiane	Minimum	Maximum
La structure	Altitude (en m)	18	703	730	350	850
	Unité de travail humain (UTH)	18	2,5	2,3	1,5	5,0
Le cheptel	Nombre de brebis à la traite	17*	355	313	220	630
	Production annuelle moyenne par brebis traite	17*	296	295	153	381
	Total de lait produit annuellement	17*	110 850	92 226	42 961	256 838
	Taux annuel de MSU	17*	129,5	128,1	118,5	139,5
	Taux annuel de TB	17*	73,1	72,2	67,8	79,3

	Taux annuel de TP	17*	56,5	56,6	50,7	61,7
	Taux annuel cellulaire	17*	376 813	373 880	189 150	558 299
Les surfaces	Surface agricole utile (SAU en hectare)	18	222	214	50	510
	Parcours (hectares)	16	132	85	0	435
	Prairies naturelles (hectares)	13	17	6	0	86
	Prairies temporaires (hectares)	18	71	60	23	158
	Cultures annuelles (hectares)	18	24	20	6	82
	Légumineuses fourragères cultivées (nb)	18	3	2	1	5
	Graminées fourragères cultivées (nb)	18	2	2	1	6
	Céréales moissonnées (nb)	18	3	3	1	7

Tableau 3: Description de l'échantillon étudié. \* Pour un élevage la campagne laitière 2021/2022 constitue sa première campagne laitière : toutes les brebis à la traite sont des antenaises.

### 2.5. La construction de l'enquête pour le recueil des données structurelles

Dans l'objectif de connaître le fonctionnement et les particularités de chaque exploitation, nous avons construit un guide d'entretien semi-directif permettant le recueil de données structurelles est effectué en collaboration avec les agriculteurs (*annexe 3*). Le guide d'entretien a été réalisé sur la base du guide utilisé lors de l'étude précédente. Il a été remodelé dans le but de me l'approprier et de préciser les informations sur la stratégie d'alimentation des brebis. Ainsi, ce guide se compose de 4 thèmes de questions concernant :

- Les données structurelles de l'exploitation
- La conduite du troupeau (reproduction, alimentation et les résultats techniques)
- Les résultats de la campagne laitière
- La conduite des cultures

Réalisé chez les 18 exploitations au printemps, le guide a été retravaillé à la suite des premiers entretiens afin d'améliorer la fluidité des questions. Ensuite, les entretiens se déroulaient sous forme de discussion et ne se résumaient pas qu'aux questions du guide. Cela permettait de mieux connaître les exploitations et exploitants.

En plus de ces entretiens chez les éleveurs, à chaque prélèvement, ils étaient contactés par téléphone afin de recueillir les données de l'alimentation et de constitution du troupeau. Ces différents échanges tout au long de la campagne laitière m'ont permis de mieux connaître les exploitants et

de tisser le relationnel avec eux. Toutes les données quantitatives et qualitatives collectées ont été enregistrées dans une base de données brutes sous le logiciel Excel.

## *2.6. Le protocole de prélèvement des données laitières*

Parallèlement à la phase d'entretien, il a été nécessaire de réaliser des prélèvements de lait. Pour ce faire, nous avons réalisé chez les 18 élevages, des prélèvements de lait cru dans le tank à lait sur 4 périodes avec 3 répétitions au sein de chaque période. Le schéma présent en annexe 4 et tableau en annexe 5 permettront d'appuyer et de visualiser la chronologie des prélèvements en fermes.

Les 4 périodes de prélèvements ont été déterminées afin de couvrir l'ensemble du début et du milieu de lactation et donc de ce fait d'obtenir une représentation de la stratégie d'alimentation des brebis. En effet, avant la mise à l'herbe qui se déroule au printemps, les brebis sont nourries exclusivement en bergerie avec des fourrages et céréales récoltés l'année précédente et des compléments achetés dans le commerce. Au printemps, l'alimentation des brebis va subir de profond changement. La ration de base ne se compose plus exclusivement de fourrages stockés, mais d'herbe fraîche prélevée directement par la brebis au pâturage. Les compléments, céréales et foin sont toujours distribués en bâtiments afin de maintenir l'équilibre microbien du rumen, de compléter la ration en énergie et de favoriser la rumination.

La première répétition de chaque période se fait à 60, 90, 120 et 150 jours (+/- 7 jours) après les mises bas de 60% des brebis traites (P1, P2, P3 et P4). Le délai des 60 premiers jours permet d'éviter la période où les brebis mobilisent leurs réserves corporelles, ce qui influencerait le profil des acides gras et inhiberait l'impact direct de l'alimentation (Legarto et al. 2014). Au cours de chacune des périodes de prise d'échantillon, nous réalisons 3 répétitions (R1, R2 et R3) qui correspondent à la collecte de lait (lundi, mercredi et samedi). L'objectif des répétitions est d'atteindre une représentativité des laits, ils apportent de la robustesse au test et valident ainsi l'expérimentation. Les 12 échantillons de lait cru prélevés par élevage sont envoyés en frais au laboratoire d'analyse AgroLab's à Aurillac pour analyses. Matière sèche, matière grasse, matière protéique, urée et profil des acides gras sont mesurés par la spectrométrie en moyen infrarouge\* (MIR) pour chaque échantillon.

Parmi ces 18 exploitations, nous en avons sélectionné 12 sur lesquelles nous avons fait le choix d'approfondir les analyses. Pour chaque période (P1R1- P2R1- P3R1- P4R1), nous avons collecté 4 litres de lait à la première répétition dans le but de réaliser une fabrication individuelle de fromage

blanc brassé. Le choix des élevages fait suite à une première phase de recherches bibliographiques qui a permis de mettre en avant les principaux facteurs exogènes de modification du profil d'acide gras des laits. Ainsi nous avons sélectionné les fermes en fonction :

- De la date de début de traite,
- Du mode de conservation des fourrages : ensilage, enrubannage, foins en bottes, foins séchés en grange.
- De la proportion de graminées et légumineuses dans la ration de base
- Des particularités de l'alimentation : apports de graines de tournesol par exemple
- De l'importance de la pâture dans la gestion de l'alimentation
- Du mode de production : conventionnel et biologique
- De la zone géographique
- De la facilité à collecter les données de l'alimentation

Nous avons fait le choix du fromage blanc car c'est un produit issu d'une coagulation lactique, ayant très peu d'égouttage et ne nécessitant pas de période d'affinage. C'est un produit qui contient toutes les phases du lait n'entraînant de ce fait peu de pertes de matières (eau, MSU, MG, MP). Le développement de ce nouveau produit de la gamme était le sujet de ma première période de stage au sein de l'entreprise, c'était donc l'occasion de valoriser autrement ce travail. Enfin, le laboratoire de la coopérative est équipé de matériels permettant la fabrication à petite échelle de ce produit. Il était donc techniquement, matériellement et temporellement logique de choisir ce produit.

### *2.7. La fabrication du fromage blanc*

Les échantillons de 4 litres de lait collectés le lundi ont été pasteurisés le jour suivant afin de détruire et de stopper le développement d'éventuels pathogènes tels que la listeria monocytogene, la salmonelle et les staphylococcus aureus. La pasteurisation a été réalisée à une température de  $84 \pm 4^\circ\text{C}$  au bain-marie (Brisabois et al. 1997). Au cours de cette étape, le lait était en permanence agité afin de limiter le dépôt de matière grasse sur les parois en inox. Une fois le lait arrivé à température de pasteurisation, il était immédiatement transféré en chambre de refroidissement à  $4^\circ\text{C}$  jusqu'au mercredi jour de fabrication du fromage blanc.

Le mercredi matin le lait pasteurisé était mis à température avant l'ensemencement de ferments contenant des bactéries thermophiles et mésophiles. L'ensemble des paramètres de fabrication et de contrôle appliqués au cours de cette étude ont été calqués sur les paramètres de fabrication déterminés par la fromagerie pour leurs propres fabrications de fromage blanc.



## *2.8. Le traitement des données*

La gestion du projet a nécessité la création de 2 bases de données. Les données collectés durant les entretiens avec les agriculteurs sont centralisées dans un tableur Excel. Chaque ligne correspond à un élevage identifié par son nom ainsi que son numéro d'exploitation interne à la coopérative. Les colonnes sont organisées en thème : description de l'exploitation, reproduction 2020/2021, état sanitaire et qualité du lait, gestion du parcellaire et alimentation. Chaque information était rédigée sous forme de phrase puis synthétisée pour ne conserver que les données numériques.

La deuxième base de données avait comme objectif de centraliser toutes les données relatives aux échantillons et à la l'alimentation. L'identification des lignes reprends exactement la même terminologie que celle utilisée dans le base de données entretien éleveurs. Ce fichier comporte 8 feuille : 4 feuilles pour chaque période de collecte de lait et 4 feuilles pour les fromages blanc. Chacun des feuilles contient : les dates de prélèvement de lait, le descriptif des animaux à la traite, la production laitière moyenne de la semaine, les résultats de la composition sanitaire du lait (cellules somatiques, coliforme etc.), le détail des rations distribuées au moment de la prise d'échantillons (en MS), les valeurs nutritionnelles calculées à l'aide du logiciel INRAtion, ainsi que les résultats des analyses en MIR et CPG. 19 variables alimentaires ont fait l'objets de calcul afin d'en ressortir les sommes et pourcentage de MS pour chaque catégorie d'aliment distribués (fois, fourrages humides, céréales et aliments du commerces. Les pourcentage de légumineuses et graminées ont été calculé grâce aux estimations faites par les agriculteurs.

À la suite de la collecte et centralisation des données, plusieurs réunions avec les membres du projet ainsi que l'étude de la bibliographie ont été nécessaires pour établir la liste des 172 variables utilisées pour l'analyse statistique. Avec l'utilisation du logiciel Xlstats, les tableaux de p-value et corrélation (inférieure au seuil de significativité = 0,05).

Enfin l'analyse de chaque variable avec le profil en acide gras des lait ont été effectué afin de retirer les résultats présentés dans la partie 3 qui suit.

## *2.9. La communication des résultats*

La communication des résultats aux éleveurs participants n'a pas encore été effectuée. La rédaction du document ressource permettra un rendu individualisé à chaque élevage. Une journée de discussion avec les éleveurs est organisée par l'AVEM le 20/09/22. La soutenance de ce mémoire sera ainsi diffusée en visioconférence en direct puis, les agriculteurs ainsi que les membres de l'AVEM discuteront sur le sujet au travers de différents ateliers.

## *Partie 3 : Résultats*

La troisième partie du présent document a pour vocation la présentation des résultats obtenus à la suite du travail réalisé auprès des partenaires et parties prenantes. Organisées en quatre parties, les deux premières concernent les données relatives aux échantillons de lait cru prélevés et de fromage blanc de la période 1 (P1). S'en suit l'analyse des données du lait pour la période 2 (P2). Enfin troisième et dernière partie tentera de faire le lien entre les résultats du lait obtenus en MIR et ceux obtenus en CPG. Les données traitées à l'aide d'xlstat permettent de présenter les p-value (Pearson) ainsi que la matrice de corrélation (Pearson). Seules les données différentes de 0 à un niveau de signification  $\alpha = 0,05$  sont décrites.

En raison de contraintes personnelles relatives à ma santé et de temps, seules les deux premières périodes de prélèvements seront analysées dans ce document. Les données des périodes trois et quatre sont complètes et seront analysées au cours des prochaines semaines. Les résultats ainsi obtenus permettront d'orienter la suite du projet prévu en 2023.

### *3.1. Résultats spécifiques à la période de prélèvement 1 (P1) : majorité des brebis nourries avec des fourrages et compléments conservés*

#### *3.1.1 Cas du lait cru pour P1 à 60 jours après mises bas*

##### *3.1.1.1 La population retenue pour l'analyse des données de P1*

Les données issues de la collecte et de l'analyse des échantillons de lait cru ainsi que les données relatives à la ration distribuée aux brebis pour les 18 élevages sont conformes et correspondent au protocole établi. L'analyse est de ce fait permise.

Les laitiers de la coopérative fromagère des Bergers du Larzac responsables de la collecte du lait en fermes ont ainsi pu réaliser, pour chaque élevage, le prélèvement de 6 échantillons de lait répétés sur 3 jours au cours de la même semaine. Ces prélèvements surviennent en moyenne 60 jours (min = 56 et max = 63 jours) après la mise bas de 60% des brebis attendues à la traite. En raison du besoin de la fromagerie en lait cru tout au long de l'année les dates de mises bas des élevages sont variables. Ainsi les premiers échantillons collectés datent du 20/12/2021 et les derniers du 09/05/2022. 55% des échantillons de P1 ont été collectés en janvier et février. Les laits collectés proviennent de la traite de 313 brebis en moyenne, les troupeaux les plus nombreux comportaient 625 brebis traitées

contre 160 pour les plus petits. Ces troupeaux sont constitués de différents millésimes avec une moyenne de 23% d'animaux en première année de lactation. Pour ce prélèvement P1, deux élevages ont une constitution différente des autres élevages : un troupeau n'avait que des adultes en traites et un autre uniquement des antenaises en première lactation. Ces particularités reflètent la réalité de ce qui est pratiqué en ferme : renouvellement complet du troupeau pour raisons sanitaires, retardement de la mise à la lutte des antenaises pour un étalement de la production et une meilleure croissance des animaux. Ainsi, il a été fait le choix de conserver les données de ces élevages pour l'analyse statistique. La production laitière journalière moyenne par brebis était de 2,2 L/brebis/jour (min=1,2 et le max=3,5L/brebis/jour).

L'alimentation distribuée aux brebis permettant cette production laitière est propre à chaque système d'exploitation. Allant de 2,75 à 4,48 kg de MS distribués par brebis quotidiennement, les rations se composent de foins pour tous les élevages ( $\bar{x}$  = 1,81 kg MS/brebis/jour), de fourrages humides conservés sous forme de silos ou de bottes enrubannées pour 4 élevages ( $\bar{x}$  = 1,76 kg MS/brebis/jour). Les conditions météorologiques couplées à des périodes de mises bas proches de la période printanière ont permis à seulement 4 élevages sur les 18 de sortir les brebis au pâturage. Ces dernières pouvaient ainsi consommer en moyenne 1,56 MS/brebis/jour d'herbe fraîche. Afin de couvrir les besoins en termes d'azote et d'énergie des brebis, ces rations de bases sont également complétées par de la luzerne déshydratée ( $\bar{x}$  = 0,389 kg MS/brebis/jour ; min = 0,23 ; max = 0,63 ; N =8), diverses céréales ( $\bar{x}$  = 0,381 kg MS/brebis/jour ; min = 0,175 ; max = 0,520 ; N =17) et des aliments du commerce ( $\bar{x}$  = 0,323 kg MS/brebis/jour ; min = 0,070 ; max = 0,490 ; N =17).

Tableau 4: Caractéristiques de la population retenue et du bol alimentaire distribué à P1, 60 jours après MB

	Délai entre MB et P1	Nombre d'animaux traités	Production laitière (L/BL/j)	% antenaise à la traite	Qte totale ingérée	Qte foins SEC	Qte Fourrage HUMIDE	Qte pâture	Qte luzerne déshydraté	Qte céréales	Qte compléments
					Kg de MS/brebis/jour						
MOYENNE	60	313	2	23	3,50	1,81	1,76	1,56	0,39	9,85	0,32
ÉCART TYPE	61,0	254,5	2,2	16,8	3,49	1,70	1,72	1,26	0,36	11,59	0,35
MÉDIANE	2,0	133,3	0,5	20,5	0,41	0,71	0,33	0,67	0,14	4,48	0,11
MINI	56	160	1	1	2,75	0,21	1,26	1,00	0,23	1,54	0,07
MAXI	63	625	3	100	4,48	2,89	2,25	2,70	0,63	14,80	0,49

### 3.1.1.2 Variabilité des données relatives à la qualité nutritionnelle des laits - P1

Les échantillons de lait prélevés au cours de la période P1, montrent également une hétérogénéité en matière de composition du lait. Tout d'abord en ce qui concerne le TB et le TP, des taux différents sont observés entre élevages avec un minimum pour le TB de 59,87 g/L et un maximum de 75,13 g/L ( $\bar{x} = 67,52$  ;  $s = 4,33$ ). Pour le TP la moyenne se situe à 52,15 g/L (min = 47,23 ; max = 59,27 ;  $s = 3,00$ ).

Tableau 5 Composition moyenne en MS, MG, MP et urée des laits pour la période P1, 60 jours après mise bas

	MS (g/100g)	Matière grasse (g/L)	Matière protéique (g/L)	Moyenne Urée (mg/L)
MINI	16,81	59,87	47,23	270,00
MAXI	19,03	75,13	59,27	600,00
ÉCART TYPE	0,62	4,33	3,00	87,16
MÉDIANE	17,43	66,90	51,32	414,17
MOYENNE	17,59	67,52	52,15	421,39

Parmi les acides gras analysés en MIR dans le lait, l'acide palmitique (C16-0) est l'acide gras saturé le plus représenté avec une moyenne de 17,44 g/L soit 31,7% de la matière grasse totale laitière. Vient ensuite le total des acides gras C18-1 regroupant les acides vaccéniques, transvaccénique et oléique ( $\bar{x} = 11,76$  g/L) et l'acide myristique ( $\bar{x} = 9,24$  g/L). Concernant les acides gras ayant des effets positifs sur la santé, l'acide stéarique est majoritaire avec une moyenne de 4,06 g/L, viennent ensuite les acides butyrique ( $\bar{x} = 2,28$  g/L) et caprylique ( $\bar{x} = 1,17$  g/L). L'acide  $\alpha$ -linoléique (ALA), acide gras polyinsaturé essentiel du groupe des  $\omega$ 3 se retrouve à hauteur de 0,72 g/L en moyenne.

Tableau 6: Composition moyenne en acides gras des laits pour la période P1, 60 jours après mise bas

	C10- 0 (g/L)	C12- 0 (g/L)	C14- 0 (g/L)	C16- 0 (g/L)	C18:3 n- 3 (g/L)	C4- 0 (g/L)	C6- 0 (g/L)	C8- 0 (g/L)	C18- 0 (g/L)	C18- 1 total (g/L)
MINI	2,34	3,02	7,32	12,67	0,51	1,94	1,54	1,02	3,10	9,55
MAXI	3,41	4,26	10,43	19,16	1,12	2,72	2,08	1,36	5,02	14,80
ÉCART TYPE	0,28	0,37	0,87	1,70	0,16	0,22	0,14	0,10	0,61	1,54
MÉDIANE	2,94	3,62	9,29	18,27	0,64	2,24	1,83	1,19	4,18	11,59
MOYENNE	2,91	3,58	9,24	17,44	0,72	2,28	1,82	1,17	4,06	11,76

En termes de groupe d'acides gras, l'ensemble des AG saturés représentent à eux seuls près de 60% du total des acides gras du lait. Viennent ensuite les AG insaturés totaux et les AG monoinsaturés qui représentent respectivement 15,5 et 13,6 % du total d'acides gras. Les acides gras polyinsaturés sont minoritaires avec 3,9%. Le rapport C16-0 sur C18-3 n-3 est en moyenne de 25,82 avec un minimum à 12,52 et un maximum à 37,85.

Tableau 7 Compositions moyennes des groupes d'acides gras des laits pour la période P1, 60 jours après mise bas

	AG insaturés totaux (g/L)	AG mono-insaturés (g/L)	AG polyinsaturés (g/L)	AG saturés totaux (g/L)	C16- 0/C18-3 n-3
MINI	12,78	11,08	2,40	42,26	12,52
MAXI	19,08	16,81	3,96	54,34	37,85
ÉCART TYPE	1,83	1,71	0,41	2,96	6,06
MÉDIANE	15,55	13,57	3,16	48,53	27,28
MOYENNE	15,46	13,61	3,15	48,68	25,82

La suite de l'analyse vise à mettre en exergue les corrélations entre variables regroupées en 4 catégories et les acides gras présents dans le lait. Les variables liées au troupeau, à la qualité sanitaire du lait, aux ressources alimentaires et apports nutritionnels seront étudiées (annexe 7).

### 3.1.1.3 Impact de la constitution du troupeau et du niveau de suivi technique sur la qualité nutritionnelle du lait (P1)

La constitution du troupeau, élément de base des exploitations agricoles, a été regroupée en 5 variables distinctes. Le nombre total d'animaux présents à la traite la semaine de prélèvement a un lien significatif avec le total d'acide butyrique (C4-0) dans le lait (P-value = 0,024 ; corrélation = 0,528). Le même lien significatif est observable sur la teneur en acide caproïque (C6-0) avec une P-value à 0,013 et une corrélation de 0,574. Ces deux acides gras étant des acides gras saturés, une corrélation entre le nombre d'animaux trait et la moyenne des acides gras saturés présents dans le lait est possible (P-value = 0,043 ; corrélation = 0,481).

Les tests statistiques n'ont pas révélé de liens significatifs entre les variables liées au niveau de production laitière des brebis, au nombre d'antennaise et à leur proportion dans le troupeau et le profil des acides gras du lait.

#### *3.1.1.4 Impact de la qualité sanitaire du lait sur la qualité nutritionnelle du lait (P1)*

La qualité sanitaire, gage de l'intégrité des denrées alimentaires, est étudiée au travers de 5 variables révélant la présence et l'abondance de pathogènes et d'une variable organoleptique relative à la technologie laitière : la lipolyse.

Seuls 1 acide gras, l'acide myristique, et 2 groupes d'acides gras, AGS et AGI sont impactés par les critères de qualité du lait. La teneur en acide myristique (C14-0) dans le lait est diminuée par la présence de spores butyriques (P-value = 0,014 ; corrélation = -0,568) et par la contamination du lait par des pseudomonas (P-value = 0,023 ; corrélation = -0,533). Ces corrélations validées par les p-value de cet acide gras saturé ne permettent pas d'impacter suffisamment le total des acides gras saturés qui n'a de ce ne fait, pas de p-value significative. A contrario, la lipolyse influe négativement sur le total des acides gras insaturés (P-value = 0,035 ; corrélation = -0,500) ainsi que le groupe des acides gras monoinsaturés (P-value = 0,043 ; corrélation = -0,481).

#### *3.1.1.5 Impact du bol alimentaire ingéré sur la qualité nutritionnelle du lait (P1)*

La revue littéraire a permis d'orienter cette étude et de centraliser les recherches sur le contenu du bol alimentaire quotidiennement ingéré par les brebis. Au regard des résultats obtenus dans cette étude, la quantité de ressources alimentaires ingérées en MS n'a pas d'influence sur le profil des acides gras. À l'opposé, la composition du bol alimentaire a des impacts divers sur la présence des acides gras dans le lait.

En premier lieu la quantité de fourrages stockés et distribués vont accroître le taux de matière grasse (P-value = 0,007 ; corrélation = 0,608), la quantité d'acide palmitique (C16-0) (P-value = 0,001 ; corrélation = 0,750) ainsi que le total d'acide gras saturé avec une p-value de 0,001 et une corrélation de 0,722.

Plus en détail, le mode de conservation des fourrages aura un poids différent dans les corrélations entre variables. Les foins secs ayant un taux de matière sèche moyen de 85% vont également augmenter le taux de C16-0 (P-value = 0,039 ; corrélation = 0,489) et favoriser la diminution de l'acide  $\alpha$ -linoléique qui est un oméga 3. (P-value = 0,033 ; corrélation = -0,503). De ce fait la moyenne du rapport C16-0/C18-3 n-3 va être accrue par la présence de foin sec dans la ration (P-value = 0,045 ; corrélation = 0,478). De même, la moyenne des acides gras polyinsaturés dont fait partie le C18-3 n-3 décroît lorsque la quantité de foins ingérée par les brebis augmente (P-value = 0,048 ; corrélation = -0,471). Concernant, le second mode de conservation des fourrages mise en place par les exploitants, l'analyse statistique n'a pas montré que la consommation de fourrage

conservé par voie humide (ensilage et enrubannage) avait une incidence sur le profil en acide gras du lait.

La composition floristique du fourrage distribué en bergerie a son importance, car lorsque des légumineuses, couramment utilisées dans les rations, sont rajoutées dans les semis pour ainsi récolter et distribuer des fourrages de mélange on observe une modification du profil des acides gras.

Tableau 8 : Influence de la composition floristique sur le profil des AG

Famille dominante en mélange	Effets	1ère coupe	2 <sup>nd</sup> coupe :	3 <sup>ème</sup> coupe :
Mélange graminées et légumineuses	↓	Acide caproïque, caprylique, caprique, laurique.	Absence de corrélations significatives	Non évalué
	↑	C16-0/C18-3 n-3		
Graminées à + de 70%	↓	Absence de corrélations significatives	Absence de corrélations significatives	Non évalué
	↑			
Légumineuses à + de 70%	↓	Absence de corrélations significatives	AGPI	Non évalué
	↑			
Graminées à + de 90%	↓	Absence de corrélations significatives	Non évalué	Non évalué
	↑			
Légumineuses à + de 90%	↓	Non évalué	Acide myristique, palmitique	Non évalué
	↑		acide $\alpha$ -linoléinique	
			Luzerne pure : Ø de corrélations significatives	

Avec l'utilisation de fourrages secs de première coupe de mélange graminées ( $\leq$  à 70%) ou de légumineuses ( $\leq$  à 70%), il est constaté une diminution de l'acide caprique (P-value = 0,011 ; corrélation = -0,581), de l'acide laurique (P-value = 0,041 ; corrélation = -0,486), de l'acide caproïque (P-value = 0,020 ; corrélation = -0,544) et caprylique (P-value = 0,036 ; corrélation = -0,498). La modification de teneur en acide palmitique et en acide  $\alpha$ -linoléinique ne sont pas significatives, mais le rapport C16-0/C18-3 n-3 est augmenté par l'usage de foin de mélange graminées/légumineuses (P-value = 0,047 ; corrélation = 0,474).

Lorsque la proportion de légumineuses (min = 70%) augmente dans les foin de première coupe, il n'est pas observé de conséquences contrairement aux foin de seconde coupe où il est observé une diminution des acides gras polyinsaturés (P-value = 0,030 ; corrélation = -0,511).

Avec des foin de 2<sup>de</sup> et 3<sup>e</sup> coupe composés essentiellement (90%) de luzerne, il n'est également pas constaté de différences de composition du lait. En revanche, lorsque ce sont des foin de mélanges de légumineuses à 90%, luzernes et sainfoin, on observe une diminution de l'acide myristique, de l'acide palmitique, des acides gras saturés et du rapport C16-0/C18-3 n-3 au profil de l'accroissement des oméga 3 (C18-3 n-3) (P-value = 0,022 ; corrélation = 0,537).

P1 n'a pas permis de révéler une incidence des graminées sur le profil en acide gras. On note brièvement que l'accroissement de la consommation de graminées diminue le taux de matière protéique du lait (P-value = 0,030 ; corrélation = -0,511).

La présence de légumineuses dans les fourrages humides, quel que soit le pourcentage de ces dernières et toutes les coupes confondues, va contribuer également à accroître les acides gras sains : acide  $\alpha$ -linoléique (P-value = 0,001 ; corrélation = 0,733), acide butyrique (P-value = 0,037 ; corrélation = 0,494), et l'acide stéarique (P-value = 0,047 ; corrélation = 0,474). Le total des C18-1 et les acides gras polyinsaturés dont font partie les oméga 3 et oméga 6 sont également favorisés par les fourrages humides de légumineuses (P-value = 0,007 ; corrélation = 0,610). Ainsi, le rapport C16-0/C18-3 n-3 est diminué (P-value = 0,023 ; corrélation = -0,533).

Au cours de la campagne laitière, les animaux ont également la possibilité de consommer de l'herbe fraîche au pâturage. Ce mode d'alimentation a tendance à réduire le taux de matière grasse, à diminuer les acides gras saturés du type acide myristique et l'acide palmitique. En revanche, nous notons le lien significatif et positif entre la pratique de pâturage et la quantité d'acide  $\alpha$ -linoléique qui a de nombreux effets positifs sur la santé. On souligne également un lien significatif avec le rapport C16-0/C18-3. Ce dernier est diminué, ce qui permet donc d'améliorer la qualité nutritionnelle du lait. Dans le cadre de P1, la composition floristique du pâturage ne modifie pas les effets significatifs exprimés ci-dessus.

Tableau 9 : Effet du pâturage sur le profil en acide gras du lait à P1, 60 jours après mise bas

Variables	Tests (seuil à 0,05)	Moyenne MG (g/L)	Moyenne C14-0 (g/L)	Moyenne C16-0 (g/L)	Moyenne C18:3 n-3 (g/L)	P1 Moyenne AG saturés totaux (g/L)	P1 Moyenne C16-0/C18-3 n-3
Durée pâturage en heure	P-value	<b>0,004</b>	<b>0,020</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,068	<b>0,000</b>	<b>0,003</b>
	Corrélation	<b>-0,638</b>	<b>-0,541</b>	<b>-0,906</b>	0,440	<b>-0,747</b>	<b>-0,654</b>
Quantité d'herbe pâturée ingérée par brebis (kg/MS/J)	P-value	<b>0,005</b>	<b>0,020</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,043</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>
	Corrélation	<b>-0,635</b>	<b>-0,541</b>	<b>-0,912</b>	<b>0,482</b>	<b>-0,740</b>	<b>-0,693</b>
Nombre de jours de pâturage entre le P1 et la MâH	P-value	0,056	<b>0,020</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,023</b>	<b>0,006</b>	<b>0,003</b>
	Corrélation	-0,458	<b>-0,542</b>	<b>-0,799</b>	<b>0,533</b>	<b>-0,617</b>	<b>-0,665</b>

Dernière catégorie de ressources alimentaires distribuées aux brebis, les compléments de ration comprenant les céréales, la luzerne déshydratée et les aliments transformés du commerce permettent de compléter les apports en énergie et protéines digestibles dans l'intestin grêle. Au sein de ces



variables, 2 paramètres sont étudiés : le type de complément utilisé et la quantité distribuée de ce dernier.

La quantité de compléments hors luzerne déshydratée distribuée n'influence pas le profil des acides gras. En revanche, en ce qui concerne la luzerne déshydratée distribuée, plus sa quantité sera importante plus la quantité d'acide butyrique, le total des C18-1 et le total des acides gras polyinsaturés seront moins importants (C4-0 : P-value = 0,006 ; corrélation = -0,618. C18-1 : P-value = 0,036 ; corrélation = -0,497. AGPI : P-value = 0,007 ; corrélation = -0,615).

Le groupe des céréales influence l'acide myristique, mais en détail, l'orge, le maïs, le tournesol, le méteil et mélange de céréales n'ont aucune interaction significative avec le profil des AG. Cependant, le blé diminue les acides caprique et caproïque et accroît la concentration en AGI et le rapport C16-0/C18-3 n-3. Le triticales, issu du croisement entre le blé et le seigle, influence positivement l'acide  $\alpha$ -linoléique, l'acide butyrique, le total des C18-1 ainsi que le total des AGPI. Les compléments alimentaires protéiques provenant des fabricants d'aliments n'ont pas participé à la variabilité du profil des AG.

#### *3.1.1.6 Impact des variables nutritionnelles-sur le profil en AG de PI*

Le calcul des rations par l'utilisation d'un logiciel de rationnement a permis de quantifier les valeurs nutritionnelles de chaque bol alimentaire distribué. 2 acides gras : l'acide palmitique et l'acide  $\alpha$ -linoléique et deux groupes d'acide gras : AGPI et AGS vont avoir des valeurs différentes selon la richesse nutritionnelle de la ration.

Aucune corrélation n'est révélée avec les indicateurs UF, PDIN, PDIE et PDIA couramment utilisés par les organismes techniques et vétérinaires.

L'acide palmitique sera défavorisé par l'augmentation de la MB (P-value = 0,001 ; corrélation = -0,734), de la MAT (P-value = 0,029 ; corrélation = -0,515), du C18-3 (P-value = 0,020 ; corrélation = -0,541), des AGS (P-value = 0,018 ; corrélation = -0,550) et de l'IT3 (P-value = 0,019 ; corrélation = -0,546). A contrario l'acide palmitique sera davantage présent lorsque la ration sera riche en MS (P-value = 0,001 ; corrélation = 0,699) et en UEM (P-value = 0,035 ; corrélation = 0,500).

L'acide  $\alpha$ -linoléique sera uniquement défavorisé par l'accroissement du taux de MS de la ration (P-value = 0,016 ; corrélation = -0,557). De nombreuses variables nutritionnelles vont contribuer à l'accroissement de cet acide gras du groupe des oméga 3 : le taux de MB (P-value = 0,012 ; corrélation = 0,580), le taux de MAT (P-value = 0,048 ; corrélation = 0,471), la teneur en C18-3 (P-

value = 0,005 ; corrélation = 0,628), la richesse en MG (P-value = 0,010 ; corrélation = 0,588), la richesse en AGS, AGPI, AG libres, AGPI libres et de l'indice technique IT3.

Le taux de MG de la ration, ainsi que la proportion des AGS et des AGPI vont contribuer à un accroissement du total des AGPI présents dans le lait (MG = P-value = 0,021 ; corrélation = 0,540 AGS = P-value = 0,014 ; corrélation = 0,566). Le groupe des AGS du lait est défavorisé par l'augmentation de la MB de la ration disponible.

Enfin, l'analyse du rapport C16-0/C18-3 n-3 permet de relever plusieurs corrélations. Tout d'abord, on constate que neuf variables permettent de diminuer ce rapport et donc d'améliorer la qualité nutritionnelle du lait pour le consommateur. Ainsi, plus la ration sera riche en MB, MAT, C18-3, MG, AGS, AGPI, AGPI libres, AG libres plus le lait sera considéré comme sain pour la santé humaine. Au contraire, plus le pourcentage de matière sèche de la ration sera élevé et plus se rapport sera lui aussi élevé.

Tableau 10 Synthèse des corrélations significatives entre variables nutritionnelles et le rapport C16-0/C18-3 n-3

	MB		MS (%)		MAT (%)		C18:3 (g/kg)		MG (%)		AGS (%)		AGPI (%)		AG libres (g/kg)		AGPI libres (g/kg)		IT3 (g/kg)	
	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**	*	**
Moyenne C16-0 / C18-3 n-3	0,002	-0,689	0,002	0,673	0,013	-0,574	0,002	-0,672	0,010	-0,590	0,005	-0,630	0,020	-0,543	0,015	-0,561	0,013	-0,570	0,003	-0,663

\* P-values (Pearson)

\*\* Corrélation

### 3.1.2 Cas du fromage blanc pour P1 à 60 jours après mises bas

#### 3.1.2.1 Variabilité des données relatives à la qualité nutritionnelle du fromage blanc- P1

Les laits de 12 élevages parmi les 19 élevages de l'étude ont pu être transformés de manière individuelle en fromage blanc dans le but d'analyser le profil des acides gras en CPG. Ce type d'analyse permet d'extraire 140 données soit 60 acides gras dont les valeurs sont exprimées en % de produit brut ou en g/100g de produit brut. 20 acides gras ont des valeurs en g/100g supérieurs à 0,1 g. Il a été ainsi fait le choix d'analyser dans cette partie du travail l'impact des variables alimentaires sur ces 20 acides gras.

Les échantillons de fromages blancs obtenus ont un taux de matière sèche moyen de 18,3 g/100g avec un minimum à 17,5 et un maximum à 19,9 g/100g. La matière grasse qui la compose ainsi que la somme des acides gras sur le produit fini ont tous deux, une moyenne de 7 g/100g avec une variabilité de 1,5 g/100g entre le moins riche et le plus riche.

Tableau 11 Descriptif des groupes et principaux acides gras du fromage blanc à P1 en g/100 g sur produit fini

	Somme acides gras	Acides gras saturés	Acides gras monoinsaturés	Acides gras polyinsaturés	Acides gras trans
MOYENNE	7,02	5,20	1,34	0,3	0,17
MINI	6,31	4,57	1,03	0,17	0,08
MAXI	7,74	5,70	1,73	0,44	0,31
		C16:0 Ac. Palmitique	C18:1 (n-9) Ac. Oléique	C18:2 (n-6c) Ac. linoléique (LA)	C18:1 (n-7t) Ac. transvaccénique
MOYENNE	1,88	1,23	0,17	0,12	
MINI	1,55	0,92	0,11	0,07	
MAXI	2,19	1,61	0,30	0,24	
		C14:0 Ac. Myristique	C16:1 (n-7c) Ac. Palmitoléique	C18:3 (n-3) Ac. α-linolénique (ALA)	
MOYENNE	0,82	0,07	0,09		
MINI	0,67	0,06	0,06		
MAXI	0,94	0,08	0,11		
		C18:0 Ac. Stéarique	C18:1 (n-7c) Ac. Vaccénique	C18:2 (9c,11t) Ac. linoléique conjugué	
MOYENNE	0,68	0,03	0,04		
MINI	0,49	0,02	0,01		
MAXI	0,94	0,05	0,06		

74% des acides gras des fromages blancs font parti du groupe des acides gras saturés, l'acide palmitique en est l'acide gras majoritaire représentant 36% des AGS, suivi par l'acide myristique (15,8%), l'acide stéarique (13,1%) et l'acide caprique (10,4%).

Le second groupe d'acides gras majoritaires est le groupe de monoinsaturés comportant 19% des acides gras totaux. L'acide oléique en est l'acide gras dominant (92,7%). Viennent ensuite l'acide palmitoléique (5,3%) et l'acide vaccénique (2,3%).

Les acides gras polyinsaturés représentant 3% du total des acides gras du fromage blanc se composent par ordre de présence, de l'acide linoléique, de l'acide linoléique et de l'acide linoléique conjugué.

Les acides gras trans dont fait partie l'acide transvaccénique, représentent quant à eux 2,4 % de la matière grasse du fromage blanc.

### *3.1.2.2 Évolution des teneurs en acides gras saturés sous l'effet des variables alimentaires*

Les acides gras saturés sont les acides gras majoritaires dans le fromage blanc. Au regard de la bibliographie, leurs effets sur la santé sont nuancés, mais le caractère néfaste prédomine. L'étude n'a pas permis de révéler de corrélation entre ce groupe d'acide gras et les variables alimentaires de notre échantillon. Toutefois, lorsqu'on compare l'effet de chaque variable alimentaire sur les acides gras saturés de manière individuel, des corrélations négatives et positives sont mises en évidences (annexe 8).

#### *Concernant les acides gras ayant des effets néfastes sur la santé de l'homme :*

L'acide palmitique, acide gras le plus abondant dans le fromage blanc et considéré comme ayant des effets néfastes sur la santé, est défavorisé par l'utilisation d'orge dans la ration des animaux (P-value = 0,012 ; corrélation = -0,695). En revanche, l'accroissement de la teneur en calcium de la ration sera corrélé positivement à cet AG (P-value = 0,031 ; corrélation = 0,621).

L'acide gras myristique, second acide gras le plus présent dans nos échantillons, est également désigné comme acide gras dont la consommation devrait être limitée. Il est observé que cet acide est défavorisé par la pâture, plus particulièrement lorsque le nombre de jours passé au pâturage augmente (P-value = 0,028 ; corrélation = -0,630).

L'acide laurique, également classifié de néfaste pour la santé selon les études scientifiques, est de la même manière que l'acide myristique défavorisé par la pâture quotidienne (P-value = 0,036 ; corrélation = -0,609). Les pâtures riches en graminées sont d'autant plus intéressantes, car la corrélation avec cet acide gras est négative (P-value = 0,045 ; corrélation = -0,586). Le taux de matière grasse libre du bol alimentaire est aussi corrélé négativement (P-value = 0,028 ; corrélation = -0,631).

#### *Concernant les acides gras ayant des effets bénéfiques sur la santé de l'homme :*

L'acide stéarique, l'un des trois principaux acides gras présents dans le fromage blanc, est un acide gras dont les effets sur la santé tendent à être positifs. Il est favorisé par les rations à base de blé et

par la distribution de foins de première coupe de mélange de graminées et légumineuses (Blé et foins de 1<sup>re</sup> coupe de mélange = P-value = 0,044 ; corrélation = 0,589).

L'excrétion de l'acide butyrique dans le lait est défavorisée par les rations riches en foins et en pourcentage de matière sèche. En revanche, la teneur en matière brute, la richesse en UFL en phosphore, en C18:3 et un haut niveau de l'indice IT3 sont corrélés positivement à teneur en acide butyrique.

Les teneurs en acides capriques ne sont dans cette étude corrélées à aucune variable alimentaire.

Les acides caproïque et caprylique sont tous deux favorisés par les fourrages humides composés majoritairement de graminées (C6-0 = P-value = 0,001 ; corrélation = 0,809. C8-0 = P-value = 0,002 ; corrélation = 0,804).

L'acide pentadécylrique et l'acide margarique ayant tous deux des effets favorables sur la glycémie et le risque de diabète sont corrélés à des variables alimentaires. Le C15-0 est défavorisé par l'utilisation d'orge dans l'alimentation (P-value = 0,030 ; corrélation = -0,626) alors que le C17-0 est défavorisé par le taux de MB du bol alimentaire (P-value = 0,022 ; corrélation = -0,652), mais favorisé par le pourcentage de MS (P-value = 0,027 ; corrélation = 0,632) et le foin de 2<sup>de</sup> coupe de mélange graminées (>70%) et légumineuses.

### *3.1.2.3 Évolution des teneurs en acides gras monoinsaturés sous l'effet des variables alimentaires*

Les acides gras monoinsaturés ou oméga-9 ont tendance à prémunir des maladies cardiovasculaires et donc être bénéfiques pour la santé. Dans le cas du fromage blanc, l'acide oléique représente plus de 92% du groupe des AGMI. Ainsi, nous observons des corrélations similaires entre les AGMI et l'acide oléique.

Ces acides gras sont favorisés par les foins de première coupe de mélange de graminées et de légumineuses couramment récoltés dans le secteur (C18:1 (n-9) = P-value = 0,031 ; corrélation = 0,622). Également, le blé distribué sous forme de grains leur sont aussi favorable avec une P-value de 0,031 et une corrélation de 0,622.

L'acide palmitoléique n'a ici, aucune corrélation significative.

Enfin les effets sur la santé de l'acide vaccénique sont encore en discussions, mais tendent à gommer sa réputation de néfaste. Une corrélation positive avec le pourcentage de légumineuses ingérées lors de la pâture (P-value = 0,009 ; corrélation = 0,714) et également avec les foins de secondes coupes comportant au minima 70% de légumineuses. En revanche, ce constat s'inverse lorsque les exploitants font le choix de distribuer de foins de 2<sup>de</sup> coupe comportant à plus de 90% de la luzerne (P-value = 0,049 ; corrélation = -0,557). Il est ainsi plausible de convenir que la proportion de légumineuses dans les foins favorisant l'acide vaccénique se situe entre 70 et 90%.

#### *3.1.2.4 Évolution des teneurs en acides gras polyinsaturés sous l'effet des variables alimentaires*

Ce groupe des AGPI est défavorisé par l'augmentation du pourcentage de la matière sèche de la ration ainsi que par la quantité quotidienne de fourrages stockés distribuée. Cependant de nombreuses variables contribuent à accroître la présence de ces acides gras dans le fromage blanc. Le nombre de jours de pâturage, la durée quotidienne de pâturage, la quantité d'herbe prélevée et ingérée aux champs par les animaux sont des facteurs favorables.

La composition floristique des pâtures est également importante, les prairies de mélanges riches en graminées et légumineuses permettent d'accroître la teneur en AGPI.

Concernant les variables liées à l'ingestion et aux apports nutritionnels, plus la brebis va ingérer une quantité de MB importante et plus la quantité d'acide gras polyinsaturés présents dans le fromage blanc sera importante. De même, l'apport de C18-3, de matière grasse libre et d'un indicateur IT3 élevé sont des facteurs favorisants.

Les AGPI contenant les oméga-3 ainsi que les oméga-6 sont les acides gras importants dans l'évaluation de la qualité nutritionnelle des aliments.

Les omégas-3 sont reconnus par le corps scientifique pour leurs nombreux effets bénéfiques. On peut relever leurs actions antioxydantes, anti-inflammatoires et antithrombotiques et retarde le développement de plaques d'athérome (Colussi et al. 2017). Leurs rôles dans la diminution du risque de cancers (Pottel et al. 2014) et du risque de maladie Parkinson (Bousquet, Calon, Cicchetti 2011)

Au cours de notre étude, nous avons remarqué que la teneur en oméga 3 du fromage blanc était corrélée négativement à la quantité d'aliments du commerce (céréales et aliments du commerce) distribuée aux brebis (P-value = 0,045 ; corrélation = -0,586). Cette donnée ne tient pas compte de

la quantité de luzerne déshydratée distribuée. Acide  $\alpha$ -linoléinique, principal oméga-3 n'a aucune corrélation significative dans notre étude.

En revanche, les omégas-6 qui sont à limiter, car ils augmentent le rapport omégas 6 sur omégas 3, signe d'un déséquilibre alimentaire néfaste. Nous observons que les oméga-6 sont corrélés négativement à :

- la quantité de fourrage stockés ingérés (P-value = 0,017 ; corrélation = -0,669)
- la quantité de foins ingérés (P-value = 0,023 ; corrélation = -0,646)
- au pourcentage de MS de la ration (P-value = 0,021 ; corrélation = -0,655)

Ils sont corrélés positivement à :

- la quantité d'herbe pâturée ingérée (P-value = 0,001 ; corrélation = 0,844)
- au nombre de jours de pâturage (P-value = 0,006 ; corrélation = 0,744)
- la durée quotidienne de pâturage (P-value = 0,000 ; corrélation = 0,879)
- au pourcentage de graminées et légumineuse présentes dans la pâture
- au total de MB ingéré (P-value = 0,005 ; corrélation = 0,753)
- au pourcentage de MG libre de la ration (P-value = 0,023 ; corrélation = 0,646)

Les corrélations du rapport omégas-6 sur omégas-3 sont similaires à celles des omégas-6. Ainsi le rapport est augmenté par la quantité de pâture ingérée, le pourcentage de pâture ingéré sur la ration totale, la durée du pâturage, le pourcentage de graminées et légumineuse présentes dans la pâture. Seule la quantité de fourrage sec ingéré (foins) permet de diminuer ce rapport pour P1.

### *3.2. Résultats spécifiques à la période de prélèvement 2 (P2) : le pâturage de plus en plus important*

#### *3.2.1 Cas du lait cru pour P2 à 90 jours après mises bas*

##### *3.2.1.1 La population retenue pour l'analyse des données de P1*

Les données laitières et alimentaires recueillies au cours de cette deuxième période de prélèvements sont retenues pour les 18 exploitations. La collecte des échantillons ainsi que des rations distribuées

aux brebis correspondent aux exigences du protocole, de ce fait une analyse statistique des données est possible.

Pour chaque élevage les prélèvements devaient se faire 90 jours suivant la date de mise bas de 60% des brebis attendues à la traite. En moyenne, ils ont été collectés à 91 jours avec un minimum de 87 jours et un maximum de 98 jours. 28% de ces échantillons de lait cru ont été prélevés au cours du mois de mars et 22% sur le mois de mai.

Les effectifs à la traite ont augmenté de 7% par rapport au P1 avec une moyenne de 333 brebis à la traite (min = 200 et max = 625 brebis traites). En revanche la production laitière a diminué de 13% ( $\bar{x}$  = 1,9 ; min = 1,0 et max = 2,5 litres par brebis par jour). Cette variation peut s'expliquer par l'augmentation des effectifs des antenaises à la traite (+18%), par l'avancement de la campagne laitière, les brebis ayant passé leurs pics de lactation sont dans la phase descendante de la production ainsi que par la baisse de la qualité nutritionnelle des fourrages distribués. En effet l'année 2021 a été une année pluvieuse au moment des récoltes ce qui peut participer à la baisse de la qualité de fourrages.

La ration nécessaire à la production laitière se compose comme pour P1, de fourrages secs et humides conservés, de pâturage, et de compléments tels que la luzerne déshydratée, les céréales et aliments azotés du commerce. Les stratégies alimentaires sont variables entre élevages et sont régies en fonction des conditions météorologiques. Au P2, quatre élevages utilisaient des fourrages humides contre cinq au P1. Un élevage souhaitant diminuer la quantité de refus générée quotidiennement est passé de 2,2 kg de MS d'ensilage distribués au P1 et 0,75 kg de MS d'ensilage au P2 sans augmenter la quantité de foin. Les brebis n'ayant pas accès au pâturage devaient consommer toute la ration distribuée. Un autre élevage a remplacé l'utilisation d'ensilage par de l'herbe récoltée en vert et distribuée en bergerie. La quantité de foin distribuée est également en diminution (-9%) avec une moyenne de 1,65 kg de MS/brebis/jours pour 17 élevages. En revanche, les conditions météorologiques ainsi que la pousse de l'herbe ont permis à trois élevages supplémentaires de nourrir les brebis avec de l'herbe fraîche ( $\bar{x}$  = 1,81 ; min = 1,3 et max = 2,7 kg de MS/brebis/jours ; n= 7).

Les quantités de luzerne déshydratée, de céréales et des aliments du commerce ont également diminué afin de correspondre au mieux aux apports faits par la ration fourragère et les besoins des animaux.

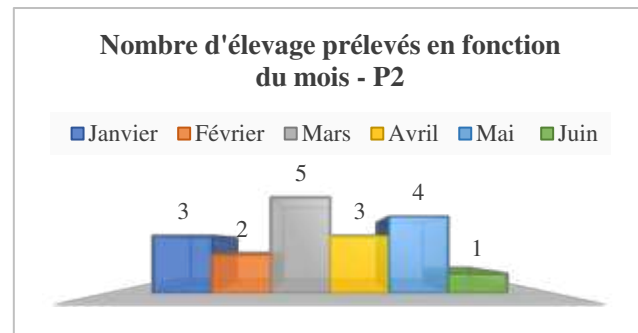


Figure 5 Répartition temporelle des collectes d'échantillons - P2



	Délai entre MB et P2	Nombre d'animaux traits	Production laitière (L/BL/j)	% antenaise à la traite	Qte totale ingérée	Qte foin SECS	Qte Fourrage HUMIDE	Qte pâture	Qte luzerne déshydratée	Qte céréales	Qte compléments
	Kg MS/brebis/jour										
MOYENNE	91	333	1,9	27	3,27	1,65	1,09	1,81	0,29	0,35	0,27
Écart moyenne P1 (%)	-	7	-13	18	-7	-9	-38	17	-25	-9	-18
ÉCART TYPE	90	292	2,1	23	3,30	1,70	1,03	1,80	0,27	0,35	0,26
MÉDIANE	3	129	0,4	19	0,39	0,72	0,45	0,47	0,16	0,14	0,11
MINI	87	200	1,0	13	2,54	0,51	0,60	1,30	0,09	0,00	0,04
MAXI	98	625	2,5	100	3,79	2,55	1,30	2,70	0,63	0,52	0,48

Tableau 12 caractéristique de la population retenue et du bol alimentaire distribué à P2, 90 jours après MB

### 3.2.1.2 Variabilité des données relatives à la qualité nutritionnelle des laits - P2

La comparaison des analyses de lait des 18 élevages permet de confirmer la variabilité inter élevages auparavant observée lors de l'étude de P1.

La matière sèche en augmentation de 3%, et atteint un maximum de 20,3 g/100g pour un élevage et un minimum de 17 g/100g pour un autre élevage. La matière grasse qui la compose est également en augmentation avec une moyenne de 70,6 g/l, ainsi que la matière protéique mesurée à 55,1 g/l. Le taux d'urée dans le lait, en lien avec la quantité de PDIN de la ration, possède la plus forte augmentation par rapport aux données de P1, cela s'explique par la richesse en PDI de l'herbe pâturée.

	MS (g/100g)	Mat Grasse (g/L)	Mat Prot (g/L)	Urée (mg/L)
MINI	17,0	59,1	50,7	275
MAXI	20,3	85,9	63,0	577
ÉCART TYPE	0,7	5,5	3,1	76
MÉDIANE	18,1	71,7	55,2	458
MOYENNE	18,1	70,6	55,1	450
Écart moyenne P1 (%)	3,0	4,6	5,7	6,9

Tableau 14 Composition moyenne en MS, MG, MP et urée des laits pour la période P2, 90 jours après mise bas

	C10-0 (g/L)	C12-0 (g/L)	C14-0 (g/L)	C16-0 (g/L)	C18:3 n-3 (g/L)	C4-0 (g/L)	C6-0 (g/L)	C8-0 (g/L)	C18-0 (g/L)	C18-1 total (g/L)
MINI	2,16	2,97	8,19	13,23	0,53	1,91	1,68	1,04	2,7	8,45
MAXI	3,53	4,45	12,03	22,37	1,11	2,85	2,19	1,38	5,61	15,87
ÉCART TYPE	0,35	0,44	1,06	2,4	0,17	0,17	0,12	0,11	0,85	2,1
MÉDIANE	2,96	3,61	10,13	18,63	0,73	2,34	1,85	1,17	4,39	12,13
MOYENNE	3,02	3,69	10,11	18,25	0,75	2,33	1,88	1,21	4,22	12,08
Écart moyenne P1 (%)	3,7	3,3	9,4	4,6	5,3	2	3,3	2,9	4,1	2,7

Tableau 13 : Composition en AG du lait à P2

L'ensemble des acides gras présents dans le lait sont également en augmentation. Le C14-0, acide myristique, troisième acide gras majeur du lait connaît la plus forte augmentation (+9,4%) suivie par l'acide alpha linoléique C18:3 n- 3 (+5,3 %) qui malgré cette forte augmentation ne représente que 1,3% du total des acides gras. Enfin le troisième acide gras ayant la plus forte augmentation est le C16-0 acide palmitique qui est l'acide gras majoritaire dans le lait de brebis à P2.

	AG insaturés totaux (g/L)	AG monoinsaturés (g/L)	AG polyinsaturés (g/L)	AG saturés totaux (g/L)	C16- 0/C18-3 n- 3
MINI	11,15	9,48	2,52	34,20	13,84
MAXI	20,72	18,62	4,00	60,89	38,71
ECART TYPE	2,35	2,33	0,45	5,57	8,10
MEDIANE	16,09	14,36	3,08	51,63	27,33
MOYENNE	16,06	14,01	3,17	50,29	26,05
Ecart moyenne P1 (%)	3,9	2,9	0,6	3,3	0,9

Tableau 15 Composition moyenne des groupes d'acides gras des laits pour la période P2, 90 jours après mise bas

Les acides gras saturés sont, comme pour P1, le groupe des acides gras les plus présents dans le lait des 18 élevages (60,2%). Viennent ensuite les acides gras insaturés (19,2%) et les acides gras monoinsaturés (16,2%). La valeur du rapport acide palmitique sur acide  $\alpha$ -linoléique, en augmentation de 0,9% atteint une moyenne de 26,05 g.L On observe une grande variabilité entre élevages au même stade avec une étendue de 24,9 g.L entre les valeurs maximales et minimales.

#### RÉPARTITION MOYENNE DES ACIDES GRAS DU LAIT À P2 EN %

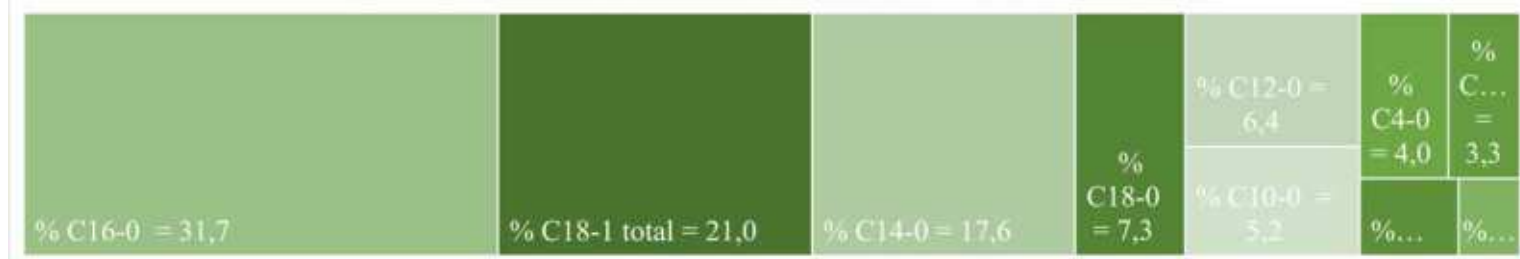


Figure 6 Composition et répartition moyenne en acides gras des laits pour la période P2, 90 jours après mise bas

#### 3.2.1.3 Impact de la constitution du troupeau sur la qualité nutritionnelle du lait (P2)

Les variables caractérisant la constitution du troupeau, le nombre total de brebis à la traite ainsi que le nombre et pourcentage d'antennaises à la traite n'ont pas de lien significatif avec les valeurs du profil d'acide gras moyens des laits en P2. À la différence de P1 où le nombre de brebis traitées était corrélé positivement aux C4-0, C6-0 et AGS. Sur P2, seul le niveau de production laitière va être corrélé négativement au taux de matière grasse du lait (P-value = 0,036 ; corrélation = -0,498) ainsi qu'à la moyenne de l'acide palmitique (P-value = 0,041 ; corrélation = -0,486).

#### *3.2.1.4 Impact de la qualité sanitaire du lait sur la qualité nutritionnelle du lait (P2)*

Pour P2, le taux cellulaire, la lipolyse ainsi que la présence de coliformes vont cette fois influencer la présence des acides gras. Le taux cellulaire est corrélé négativement à la moyenne des acides gras saturés (P-value = 0,012 ; corrélation = -0,578). Les coliformes vont être associés à une diminution des acides gras saturés que sont l'acide caprique (P-value = 0,010 ; corrélation = -0,589), acide laurique (P-value = 0,008 ; corrélation = -0,607), acide myristique (P-value = 0,028 ; corrélation = -0,517) et acide caprylique (P-value = 0,010 ; corrélation = -0,587).

L'hydrolyse enzymatique des graisses, la lipolyse, est corrélée négativement au taux de matière grasse ainsi qu'au taux de matière protéique. De ce fait, la matière sèche utile du lait a une p-value de 0,011 et une corrélation négative de -0,582.

#### *3.2.1.5 Impact du bol alimentaire ingéré sur la qualité nutritionnelle du lait (P2)*

A cette période de l'année 61% des élevages de l'étude alimentaient les brebis avec uniquement des fourrages récoltés l'année précédente et stockés. De la même manière que P1, la quantité de fourrages secs et humides ingérés, le type de foin, la composition floristique des fourrages et les céréales composant le bol alimentaire vont influencer le profil des acides gras.

L'accroissement de la quantité de matière brute totale du bol alimentaire engendre une diminution de la MG du lait (P-value = 0,008 ; corrélation = -0,600) se répercutant sur la MS du lait (P-value = 0,026 ; corrélation = -0,522). Toutes les quantités d'acides gras n'évoluent pas de la même manière, mais seront au profit de l'amélioration de la qualité du lait. Les oméga 3 représentés par l'acide  $\alpha$ -linoléique sont accrus (MB = P-value = 0,001 ; corrélation = 0,754) favorisant la baisse du rapport C16:0/C18:3 n-3 (MB = P-value = 0,000 ; corrélation = -0,765). Les acides gras saturés, l'acide myristique, l'acide palmitique ainsi que la moyenne du total des acides gras saturés sont diminués par l'accroissement de la quantité de MB ingéré (C14:0 : P-value = 0,001 ; corrélation = -0,702. C16:0 : P-value = 0,001 ; corrélation = -0,755. AGS : P-value = 0,004 ; corrélation = -0,646).

Dans le détail du mode de conservation, ce sont les foin secs qui ont le plus d'impacts. Aucune corrélation significative n'a été révélée avec l'utilisation de fourrages humides, seule la part qu'occupent les fourrages humides dans le bol alimentaire augmente significativement la quantité d'acide laurique. Les foin vont entraîner une évolution inverse du profil des acides gras que celle décrite dans le paragraphe sur la matière brute. Les taux de MS, MG et MP du lait sont augmentés par l'utilisation de foin. Le point important et de vigilance est que la quantité d'acide  $\alpha$ -linoléique

est diminuée (P-value = 0,000 ; corrélation = -0,738). Augmentant par effet de chaîne le rapport C16-0/C18 3 n-3 (P-value = 0,000 ; corrélation = 0,746). Les quantités d'acides gras saturés, acide myristique et palmitique, donc les méfais sur la santé sont étudiés, vont croître (C14-0 : P-value = 0,003 ; corrélation = 0,664. C16-0 : P-value = 0,001 ; corrélation = 0,718. AGS : P-value = 0,002 ; corrélation = 0,684).

En revanche, il est observé que les résultats de la qualité du lait des élevages pâturant se rapprochent des résultats positifs observés lors de l'analyse de la variable MB. Ainsi lorsque la quantité de MS prélevée au pâturage augmente, les quantités d'acide  $\alpha$ -linoléique sont augmentés (P-value = < 0,0001 ; corrélation = 0,823), et le rapport C16-0/C18 3 n-3 est diminué (P-value = 0,0001 ; corrélation = -0,839). Ces deux points sont des résultats prometteurs. Les acides gras saturés, acides myristique, palmitique, laurique et caprylique voient leurs présences diminuées avec des corrélations négatives. Les résultats sont d'autant plus accrus lorsque la durée du pâturage quotidien augmente.

La composition floristique des pâtures qu'elle soit un mélange d'espèces à dominante légumineuses ou graminées ne modifie que peu le sens et la force des corrélations ci-dessus. Seules particularités de la dominance des graminées, on note une corrélation négative avec l'acide butyrique, les AGI et AGMI qui jusqu'à présent n'était pas révélé en P2 sur les pâtures.

Tableau 16 Synthèse des corrélations significatives entre l'ingestion quotidienne et le profil des acides gras du lait

Variables	Tests	MS (g/100g)	MG (g/L)	MP (g/L)	C12-0 (g/L)	C14-0 (g/L)	C16-0 (g/L)	C18:3 n-3 (g/L)	C6-0 (g/L)	C8-0 (g/L)	AGPI (g/L)	AGS totaux (g/L)	C16-0/C18 3 n-3
MB	*	<b>0,026</b>	<b>0,008</b>	0,073	0,071	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,059	0,059	0,133	<b>0,004</b>	<b>0,000</b>
	**	<b>-0,522</b>	<b>-0,600</b>	-0,432	-0,436	<b>-0,702</b>	<b>-0,755</b>	<b>0,754</b>	-0,452	-0,452	0,368	<b>-0,646</b>	<b>-0,765</b>
Quantité Fourrage stockés ingérée	*	<b>0,015</b>	<b>0,017</b>	<b>0,029</b>	<b>0,011</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<0,0001	<b>0,042</b>	<b>0,014</b>	0,077	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>
	**	<b>0,563</b>	<b>0,552</b>	<b>0,514</b>	<b>0,581</b>	<b>0,751</b>	<b>0,721</b>	<b>-0,796</b>	<b>0,483</b>	<b>0,566</b>	-0,427	<b>0,701</b>	<b>0,774</b>
Quantité Fourrage SEC ingérée	*	<b>0,024</b>	<b>0,013</b>	<b>0,047</b>	0,100	<b>0,003</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	0,115	0,070	0,212	<b>0,002</b>	<b>0,000</b>
	**	<b>0,528</b>	<b>0,571</b>	<b>0,475</b>	0,399	<b>0,664</b>	<b>0,718</b>	<b>-0,738</b>	0,384	0,437	-0,309	<b>0,684</b>	<b>0,746</b>
% Fourrage HUMIDE ingéré	*	0,345	0,522	0,384	<b>0,045</b>	0,100	0,287	0,137	0,207	0,110	0,165	0,287	0,193
	**	0,236	0,162	0,219	<b>0,478</b>	0,400	0,266	-0,364	0,312	0,389	-0,342	0,266	0,322
Quantité pâture ingérée	*	<b>0,027</b>	<b>0,022</b>	<b>0,031</b>	<b>0,008</b>	<0,0001	<b>0,000</b>	<0,0001	0,051	<b>0,011</b>	<b>0,035</b>	<b>0,001</b>	<0,0001
	**	<b>-0,520</b>	<b>-0,535</b>	<b>-0,509</b>	<b>-0,606</b>	<b>-0,790</b>	<b>-0,782</b>	<b>0,823</b>	-0,466	<b>-0,583</b>	<b>0,499</b>	<b>-0,735</b>	<b>-0,839</b>
% herbe pâturée sur fourrages consommés	*	<b>0,024</b>	<b>0,016</b>	<b>0,037</b>	<b>0,009</b>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<b>0,048</b>	<b>0,012</b>	<b>0,037</b>	<b>0,000</b>	<0,0001
	**	<b>-0,528</b>	<b>-0,560</b>	<b>-0,493</b>	<b>-0,595</b>	<b>-0,799</b>	<b>-0,797</b>	<b>0,846</b>	<b>-0,472</b>	<b>-0,576</b>	<b>0,494</b>	<b>-0,741</b>	<b>-0,857</b>

\* p-value

\*\* corrélation

Les effets de la composition floristique des fourrages varient en fonction du type : 1<sup>re</sup>, 2<sup>de</sup>, 3<sup>e</sup> coupe et en fonction du mode de conservation.

Pour les foins composés à plus de 90% de luzerne, les 1<sup>res</sup> coupes vont contribuer à diminuer la moyenne de la MG se répercutant de la même manière sur les acides butyrique, AGI et AGMI. Les 2<sup>des</sup> coupes vont être corrélées positivement à l'acide caproïque et les 3<sup>e</sup> coupes à une diminution de l'acide palmitique.

Les foins de 1<sup>res</sup> coupes composés à plus de 90% de graminées vont également contribuer à diminuer le taux de MG, la moyenne des acides butyriques, ainsi que le total des AGI et AGMI.

Les foins de mélanges composés de plus de 70% de légumineuses ou de graminées, aucune corrélation significative n'est observée.

Pour les foins de mélanges comportant moins de 70% de graminées ou légumineuses, les 1<sup>res</sup> coupes vont accroître la moyenne de MS, MG, MP, les acides palmitiques et acides butyriques. Les secondes coupes vont uniquement diminuer le total d'acide caprique dans le lait.

Au niveau des fourrages humides, les enrubbages et ensilages de graminées vont accroître la teneur en acide laurique, acide myristique et acide caprylique à la différence des fourrages humides à dominante légumineuse où seul l'acide caprique à une corrélation négative.

Dernier groupe de ressources alimentaires, les compléments ont peu d'effets sur le profil des acides gras du lait. En effet, quelle que soit la quantité de luzerne déshydratée, de céréales pures (orge, maïs, tournesol, triticale), de céréales en mélange, de méteils ou d'aliments du commerce, le profil des acides gras n'est pas significativement modifié. Seul le blé, à l'effet d'accroître le taux de MS, de MG et MP ainsi que la présence de l'acide butyrique, caproïque et des AGI et AGMI.

#### *3.2.1.6 Impact des variables nutritionnelles sur le profil en AG de P2*

Sur les 44 variables décrivant le contenu nutritionnel du bol alimentaire, 5 variables ont des corrélations significatives avec la variation du profil des acides gras : les UFL, le phosphore, les C18-3, la matière grasse libre ainsi que l'indice IT3.

L'accroissement de la valeur énergétique de la ration est corrélé négativement avec le taux de MG du lait (P-value = 0,034 ; corrélation = -0,502).

L'apport de phosphore diminue également le taux de MG (P-value = 0,025 ; corrélation = -0,525), la teneur en acide myristique (P-value = 0,015 ; corrélation = -0,565) et en acide palmitique (P-value = 0,002 ; corrélation = -0,687). On constate une augmentation bénéfique de l'acide  $\alpha$ -linoléique (P-value = 0,009 ; corrélation = 0,598) et une diminution tout aussi bénéfique du rapport C16-0/C18 3 n-3 (P-value = 0,013 ; corrélation = -0,572).

La présence de MG libre dans la ration ainsi que celle de C18-3 aura un impact direct sur la richesse du lait en acide  $\alpha$ -linoléique (C18-3 = P-value = 0,016 ; corrélation = 0,557) et de diminuer le rapport C16-0/C18 3 n-3. L'accroissement de la valeur de l'indice technique IT3 du bol alimentaire sera également bénéfique pour la qualité du lait avec une diminution des acides gras saturés que sont l'acide myristique et l'acide palmitique. Cela permet également d'accroître un accroissement de l'acide  $\alpha$ -linoléique et de ce fait, de réduire le rapport C16-0/C18 3 n-3 (P-value = 0,009 ; corrélation = -0,597).

### *3.3. Résultats du lait et du fromage blanc : des corrélations intéressantes*

Pour des raisons budgétaires, temporelles et condition de mise en œuvre il a été fait le choix de faire des analyses en infrarouge sur les échantillons de lait, car plus nombreuses et moins coûteuses que les analyses en Chromatographie en phase gazeuse\* (CPG) faites sur les échantillons de fromage blanc.

Au cours de l'analyse statistique, nous avons, pour P1, étudié les corrélations entre les proportions des acides gras dans le lait et celles obtenues dans le fromage blanc.

La quantité des AGI dans le lait est corrélée négativement à la quantité d'acide caprylique du fromage blanc qui est sain pour la santé (P-value = 0,019 ; corrélation = -0,661).

Les AGMI du lait sont également corrélés négativement à la quantité de l'acide caprylique du fromage blanc (P-value = 0,023 ; corrélation = -0,646). En revanche, les AGMI du lait sont corrélés positivement à la quantité d'acide linoléique conjugué du fromage blanc. Cet acide gras est un acide gras trans sain pour la santé.

Aucune corrélation n'est établie entre le total des AGPI du lait et les AG du fromage blanc.

Pour le groupe des AGS du lait, deux corrélations sont observées : une diminution des AGPI et des oméga-6 du fromage blanc. Corrélation respective de -0,592 et -0,600.

En détail, l'acide laurique du lait, acide gras néfaste, est corrélé positivement à l'acide caprylique et négativement à l'acide linoléique conjugué. L'acide myristique du lait, également néfaste, est corrélé positivement à l'acide laurique du fromage blanc. Ce même acide myristique est au contraire corrélé négativement au total des AGPI, à l'acide linoléique (oméga-6), au groupe des oméga-6 et à l'acide linoléique conjugué.

Le rapport C16:0/C18:8 n-3 du lait est corrélé négativement au total de l'acide  $\alpha$ -linoléique du fromage blanc.

Sous catégories	Variables	MS (g/100g)	MG (g/L)	MP(g/L)	C10-0 (g/L)	C12-0 (g/L)	C14-0 (g/L)	C16-0 (g/L)	C18:3 n-3 (g/L)	C4-0 (g/L)	C6-0 (g/L)	C8-0 (g/L)	C18-0 (g/L)	C18-1 total (g/L)	AGI totaux (g/L)	AGMI (g/L)	AGPI (g/L)	AGS totaux (g/L)	C16-0/C18-3h <sup>3</sup>
Troupeau	Nombre total d'animaux traités									↑	↑							↑	
	Production laitière (L/BL/j)		↓						↓										
Sanitaire	Cellules (Nb/ml)																		↓
	Butyriques							↓											
	Lipolyse	↓	↓	↓											↓	↓			
	Coliformes				↓	↓	↓							↓					
	Pseudomonas						↓												
Synthèse de l'ingestion quotidienne	Qte Fourrage stockés ingéré	↑	↑	↑		↑	↑	↑	↓		↑	↑						↑	↑
	Qte Fourrage sec ingéré	↑	↑	↑			↑	↑	↓	↓							↓	↑	↑
	Qte Fourrage humide ingéré					↑													
	% Fourrage HUMIDE ingéré					↓	↓	↓	↑										
	Qte pature ingérée	↓	↓	↓		↓	↓	↓	↑	↑			↓					↑	↓
	% herbe pâturée sur fourrages consommés	↓	↓	↓			↓	↓	↓	↑			↓					↑	↓
	Qte compléments hors deshydratés ingérés									↓				↓				↓	
	% compléments hors deshydratés ingérés									↓				↓				↓	
	Qte graminée consommée sur herbe ingérée			↓															
	% graminée consommée sur herbe ingérée	↓		↓															
Foin de 1ère coupe	90% luzerne		↓								↓					↓	↓		
	90% mélange graminée quantité MS		↓								↓					↓	↓		
	mélange graminées légumineuses	↑	↑	↑	↓	↓		↑		↑	↓	↓							↑
Foin de 2nd coupe	90% mélange légumineuses						↓	↓	↑									↓	↓
	90% luzerne										↑								
	> 70% légumineuses et 30% graminée																	↓	
	mélange graminées légumineuses				↓														
Foin de 3rd	90% luzerne						↓												
Fourrage humide	Légumineuses							↑	↑				↑	↑			↑		↓
	Graminées				↑	↑						↑							
	mélange	↑		↑	↓					↑									
Pâturage	>70% graminées et 30% légumineuses		↓								↓				↓	↓			
	>70% légumineuses et 30% graminées							↓											
	Nombre de jour de pâturage après MâH	↓	↓	↓		↓	↓	↓	↑	↑		↓	↓				↑	↓	↓
	Durée pâturage		↓	↓		↓	↓	↓	↑			↓						↑	↓
	Pâturage de mélange		↓			↓	↓	↓	↑				↑	↑				↓	↓
	% légumineuses		↓			↓	↓	↓	↑				↑	↑				↑	↓
	MS légumineuses		↓			↓	↓	↓	↑				↑	↑				↓	↓
	% graminée		↓			↓	↓	↓	↑				↑	↑				↑	↓
MS graminée		↓			↓	↓	↓	↑				↑	↑				↓	↓	
Complément	luzerne deshydratée									↓				↓			↓		
	Céréales						↑												
	CEREALES BLE	↑	↑	↑	↓					↑	↓	↑			↑	↑	↑		↑
	CEREALES MAÏS			↑															
	CEREALES TRITICAL								↑	↑				↑			↑		
CEREALES MELANGES															↓				
Variables nutritionnelles	MS												↓						
	MB	↓	↓			↓	↓	↓	↑									↓	↓
	MS (%)	↑	↑			↑	↑	↑	↓	↓								↑	↑
	UEM (/kg)					↑	↑	↑	↓									↓	↑
	UFL (/kg)		↓																
	MAT (%)							↓	↑										↓
	P (g/kg)		↓																↓
	C18:3 (g/kg)					↓	↓	↓	↑	↑									↓
	MG (%)					↓	↓	↓	↑	↑								↑	↓
	AGS (%)							↓	↑									↑	↓
	AGPI (%)								↑									↑	↓
	AG libres (g/kg)								↑										↓
	AGPI libres (g/kg)								↑										↓
	MG libre (%)							↓	↑										↓
IT3 (g/kg)					↓	↓	↓	↑	↑									↓	

Légende ↑ Corrélation positive P1    ↓ Corrélation négative P1    ↑ Corrélation positive P2    ↓ Corrélation négative P2    □ Sens de la corrélation identique en P1 et P2    □ Sens de la corrélation inverse en P1 et P2

Tableau 17: Synthèse des corrélations observées sur P1 et P2 - Lait cru

## *Partie 4 : Discussion*

Les résultats obtenus tout au long de cette étude sont à mettre en relation et à être comparé avec les résultats obtenus par la communauté scientifique. Dans un premier temps, les résultats du lait cru du projet SANTINEL 2022 seront discutés. Ensuite, une réponse à la question centrale de l'étude qui vise à mettre en lumière l'impact des diverses variables relatives à la conduite des troupeaux sur la qualité nutritionnelle du lait sera apportée. Et pour terminer, les limites auxquelles nous nous sommes confrontés ainsi que les pistes d'amélioration et perceptives seront abordées. L'objectif est d'enrichir et de contribuer à l'amélioration du projet SANTINEL qui est amené à être reconduit sur 3 nouvelles campagnes laitières supplémentaires.

La population étudiée au cours de cette campagne a permis de récolter les données laitières de 18 élevages de brebis laitières avec la collecte de 3 prélèvements de lait sur 4 périodes soit 1296 échantillons de lait. Pour chacun des prélèvements, les laits ont été envoyés au laboratoire d'analyse Agrolab's afin d'obtenir les données chiffrées de 19 variables : la MS, le TB, le TP, l'urée, ainsi que le profil des acides gras. Ainsi un jeu de données de 4104 données est disponible pour le traitement statistique et analyse. Pour des raisons indépendantes de ma volonté, seule la moitié des données (P1 lait et P2 lait) ont pu être le support de ce travail de fin d'études. Les données restantes (P3 lait et P4 lait) sont disponibles et le traitement se fera au cours de l'automne 2022. Malgré cet évènement, la base de données comporte suffisamment de données exploitables sur le plan statistique, n étant supérieur à 30.

Les tests statistiques et l'analyse réalisés ont ainsi pu contribuer à apporter des réponses aux 4 hypothèses énoncées en phase préliminaire de cette étude : le niveau de production et la composition du troupeau, la qualité sanitaire du lait, les caractéristiques des matières premières ainsi que les valeurs nutritionnelles du bol alimentaire impactent la composition du lait de brebis laitière.

### *4.1. Les résultats de la qualité laitière au regard de ceux de la bibliographie*

#### *Le niveau de production et la composition du troupeau impactent la composition du lait*

Pour les prélèvements de la période P1 réalisés pour la moitié des élevages en janvier et février, nous avons pu préciser l'impact du nombre de brebis présentes à la traite sur le profil en AG. Ainsi l'effectif de brebis avait un effet sur les C4-0, C6-0 et le total des AGS. Pour P2 réalisé 30 jours après, seul le niveau de production laitière avait un impact sur le taux de MG et les C16-0. Les 2 autres variables étudiées qui sont le nombre et pourcentage d'antennaises en traite et le niveau de suivi technique n'ont pas eu de lien significatif avec le profil des acides gras.



Les pratiques d'élevage couramment mises en place dans les troupeaux de brebis laitière en Aveyron conduisent à l'étalement dans le temps des mises bas (*annexe 9*). L'ajout progressif de brebis à la traite, notamment des primipares, va expliquer ces variations de MG, car selon Legarto et al. en 2014 l'âge et le stade de lactation influencent les taux du lait. Ce constat est également observé dans l'étude de Bocquier, CAJA réalisée en 2001 sur les brebis laitières ainsi que par Chenais et al. 2004. De plus, le mélange de lait de brebis à différent stade de lactation peut entraîner en effet de dilution du lait (Schmidely, Sauvart 2001) et de ce fait entraîner une baisse du taux de MG.

#### *La qualité sanitaire du lait a un impact sur la composition du lait*

Chenais et al. ont rappelé en 2004 que la santé de la mamelle avait un impact sur la composition protéique du lait, mais que la variation du profil des acides gras dépendait essentiellement du système d'alimentation. Au cours de notre étude, nous avons observé que la présence de spores butyriques ainsi que les pseudomonas conduisaient à une diminution des C14-0. Les coliformes une diminution des C8-0, C10-0, C12-0, C14-0 et les cellules des AGS. Et contrairement à l'étude de Chenais et al. en 2004 aucun lien n'a été fait entre santé de la mamelle et TP. Un travail bibliographique supplémentaire permettrait de comprendre les interactions qu'on les spores butyriques, les pseudomonas et coliformes sur ces AG.

Nous avons également pu souligner les effets de la lipolyse sur la qualité laitière. Plus le niveau de lipolyse était observé et plus on constatait une diminution de la MS, MG, MP, AGI et AGMI. La bibliographie, notamment l'article de Chilliard et Lamberet paru en 1984 permet d'expliquer ce processus. La lipolyse qui est une hydrolyse enzymatique des triglycérides du lait par les lipases conduit à une augmentation des acides gras libres du lait. De ce fait la lipolyse est un phénomène de dégradation des lipides. En technologie fromagère la lipolyse n'est pas un phénomène recherché car il peut entraîner une dégradation de la flaveur du produit ainsi qu'une modification de l'aptitude de transformation des laits (Morgan, Bodin, Gaborit 2001).

#### *Les caractéristiques des matières premières composant le bol alimentaire impactent la composition du lait*

La collecte et l'étude des rations distribuées à chaque troupeau révèlent les disparités au niveau du contenu du bol alimentaire. Cela, comme abordé au travers de la revue bibliographie, a automatiquement un impact sur la composition du lait.

Nous avons constaté que l'utilisation de foin participait à l'augmentation du C14-0, et du C16-0 et à la diminution du C18:3 n-3. En conséquence, un accroissement du rapport C16-0/C18-3 n-3 était

observé. La diminution de l'acide  $\alpha$ -linoléique observé lors de l'utilisation de foin qui n'est pas observé dans le cas de l'utilisation de fourrage humide pourrait provenir de l'itinéraire technique de récolte. Bocquier et Caja en 2001 ont constaté que le pré fanage et le fanage conduisaient à une baisse sensible des teneurs en acide gras et plus particulièrement en acide  $\alpha$ -linoléique en raison de l'oxydation de cet acide gras ainsi qu'à la perte de feuille relative au chantier de récolte.

Autre point de variabilité de composition du bol alimentaire : la composition botanique des fourrages. Les légumineuses adaptées aux conditions séchantes et les graminées sont couramment utilisées par les élevages du territoire. Dans notre étude, l'utilisation de fourrage humide à dominante légumineuse conduisait à un accroissement du C18:3 (n-3), C4, C18-0, C18-1 et AGPI et en revanche engendrait une diminution du rapport C16-0/C18-3 n-3. Chilliard et al. (2007) et Altomonte et al. (2019) ont mis en évidence que le foin de légumineuses avait un impact positif sur la composition en acide  $\alpha$ -linoléique ( $\omega$ 3).

À l'inverse l'ensilage de graminées permettait une augmentation du C10-0, C12-0, et du C8. Ce constat se confirme par le travail de Chilliard et al réalisé en 2007 et par celui de Bocquier, Caja en 2001.

3<sup>ème</sup> source d'apport de fourrage, le pâturage est l'un des points les plus importants de cette étude. En effet, Nudda et al. 2014 affirment que les principaux facteurs affectant la composition en AG du lait est l'utilisation de pâturage, de fourrage frais et la complémentation en graisse de l'alimentation. Nous avons constaté que lorsque les brebis avaient l'opportunité de pâturer, la richesse du lait en C18:3 n-3, C18-0, C18-1 était accrue. Et à l'inverse le pâturage conduisait à une diminution de la MG, C14-0, du C16-0, des AGS totaux et du rapport C16-0/C18-3 n-3. Dans notre région, la présence des légumineuses dans les pâtures est courante et cette particularité contribue à l'amélioration de la qualité du lait (Nudda et al. 2003). Addis et al. (2005) ont également fait ce constat, les pâturages de légumineuses sont associés à des niveaux plus élevés de CLA et de C18:3n-3 en comparaison aux pâturages riches en ray-grass. Ainsi, la pâture quotidienne des brebis permet d'améliorer la qualité nutritionnelle du lait (Chenais, Richoux, Houssin 2004).

En matière de complémentation de la ration de base, contrairement aux résultats de SANTINEL 2021, nous n'avons pas pu noter l'impact de la quantité de concentrés et céréales distribués. Cela peut provenir d'un nombre de données insuffisant, d'une trop grande disparité de données ou certains auteurs ont noté une influence de ce facteur sur le profil des acides gras lorsque la part de concentrés dépassait 37% du total de la MS ingérée (Chilliard et al. 2010) voir même 60% (Bocquier, Caja 2001). Effectivement, la part moyenne de concentré hors luzerne déshydratée atteint une moyenne de 19% pour nos élevage en P1.

#### 4.2. *L'agroécologie, sciences et convictions en faveur de la qualité du lait.*

Cette étude n'avait pas comme objectif de qualifier le niveau agroécologique des exploitations de l'échantillon. Toutefois, l'analyse des rations distribuées permet de donner un aperçu des pratiques aux champs et de ce fait de pouvoir faire un lien avec de grands concepts de l'agroécologie.

Au niveau de la gestion de la santé des brebis et plus particulièrement des traitements antibiotiques, 15 exploitations sur 18 ont recours systématiquement aux coprologies avant d'utiliser des traitements antiparasitaires. Ainsi, le choix de la matière active, des périodes de traitement et des animaux à traiter permet de limiter les impacts sur la biodiversité du territoire (Chambre d'agriculture Alpes-Maritimes 2019).

Sur le plan de l'atelier végétal, l'ensemble des exploitations produisent et autoconsomment leurs fourrages et céréales. Les prairies reposent sur des mélanges d'espèces contenant dans chacune des rotations diverses légumineuses telles que la luzerne (*medicago sativa*), les trèfles, et sainfoins (*Onobrychis viciifolia*). Pour certains élevages, les semences de ces espèces sont également autoproduites permettant ainsi d'accroître leur potentiel d'acclimatation et de pérennité dans les champs. 55% des exploitations sont inscrites dans une démarche d'agriculture biologique. Toutes les exploitations valorisent les fumiers produits ainsi que certaines utilisent les produits de la station de méthanisation de la coopérative fromagère des Bergers du Larzac. Ces pratiques font partie d'un ensemble de décisions stratégiques que prennent quotidiennes les chefs d'exploitation afin d'accroître la résilience de leur système. Ils favorisent la création de synergie entre les ateliers de production concourant à la multiplication des services écosystémiques. Le recyclage, et bouclage des cycles biogéochimiques via l'utilisation de fumier permettent de réduire les coûts économiques et environnementaux de la production agricole (FAO 2018).

Toutefois, l'ensemble des pratiques des exploitations ne sont pas compatibles avec les principes de l'agroécologie. Les exploitations non biologiques ont recours à l'utilisation d'intrants chimiques tels que les engrais de synthèse, fongicides, insecticides et désherbants. L'utilisation d'hormones de synchronisation de chaleurs et d'antibiotiques sont également des pratiques d'élevages.

Néanmoins, comme l'indique Nudda et al. en 2014 l'alimentation reste le principal facteur extrinsèque source de variation de profil des AG. Sur ce plan, il est possible de résumer que la diversité végétale, la présence de légumineuses dans les rations, la pratique courante du pâturage sont des pratiques agroécologiques en faveur de l'amélioration de la qualité du lait.

#### 4.3. *Les limites et perspectives de l'étude*

Les données laitières sont l'une des bases de notre étude et la composition du lait varie sous divers effets. La vitesse de constitution du troupeau est l'une d'entre elles. Nous avons pu aborder cet aspect au cours de l'analyse des résultats où nous avons observé que la part des antenaises dans le troupeau de traite variait de 1 à 34%. De plus pour un élevage, l'ensemble des animaux à la traite n'étaient des antenaises. Or selon Legarto et al. (2014) l'âge et le stade de lactation influencent les taux de MG et MP du lait. Afin d'atténuer l'effet de cette variable, la constitution de groupe d'élevage ayant des proportions similaires d'antenaises à la traite serait à envisager pour la suite du projet.

Second élément primordial de notre étude, les données alimentaires recueillies peuvent être source d'erreurs. Les estimations de quantités et de proportions de graminées et légumineuses sont souvent évaluées à vue d'œil pouvant entraîner de ce fait des biais. Étant une étude de terrain, ce sont des variations qui peuvent être considérées comme acceptables. Toutefois, faire une analyse plus approfondies des espèces présentes dans les pâtures serait un point de développement et permettrait d'orienter les choix de cultures des agriculteurs.

Afin de nous rapprocher au mieux du produit final commercialisé par la coopérative nous avons fait le choix de pasteuriser de manière artisanale le lait au bain-marie. Étant un procédé plus long que le procédé industriel, plus de 20 minutes contre moins de 5 minutes, il est probable que ce mode de traitement thermique ait pu altérer la composition en MG du produit final. Effectuer des analyses en CPG sur le lait cru avant les pasteurisation artisanale et industrielle ainsi que sur les produits issus de la fabrication artisanale et industrielle permettrait d'affirmer ou d'infirmer cette théorie.

Enfin, nous basons notre analyse sur le principe d'influencer des pratiques agricoles en fonction de leurs impacts sur les AG. Cependant, Fardet et al. (2014), Hjerpsted et al. (2011) et Grundy (2011) précisent que dans l'alimentation humaine, le régime alimentaire se compose de nombreux aliments pouvant entrer en interactions, inhiber ou modifier les effets biactifs des nutriments sur la santé. Ainsi, il est possible que des biais entre résultats attendus sur la santé et résultats réels soient différents. Toutefois, il convient à l'AVEM et aux Bergers du Larzac d'encourager des pratiques agricoles durables qui améliorent la qualité du lait.

## Qualité de vie au travail

### Promotion des espaces de discussion sur le travail

Un atout majeur du projet SANTINEL réside dans sa particularité à rassembler autour d'un même objectif différents acteurs autour d'un projet de recherche de terrain. J'ai ainsi eu l'opportunité d'échanger et de coconstruire ma mission avec Arielle VIDAL (enseignante-chercheuse à PURPAN), Camille BLAYAC (AVEM), Olivier PATOU (AVEM) et Thomas PARENTI (Coopérative fromagère des Bergers du Larzac).

Étant moi-même basée dans les locaux de la coopérative fromagère avec Mr PARENTI, Mme VIDAL à Toulouse et les membres de l'AVEM à Millau (commune voisine), les échanges se faisaient essentiellement via l'usage des réseaux de communication tels que les courriels, téléphones et réunions en visioconférences. En prenant du recul à la fin de cette étude, je me rends bien compte que la communication a été un axe central et primordial pour mener à bien ce projet. Globalement, j'estime que malgré la distance nous avons réussi à construire cette étude grâce à la disponibilité d'une partie des parties prenantes, la mise en place d'une démarche SMART\* dans la co-construction des objectifs, la facilitation des échanges via tous les moyens de communication formels et informels disponibles, etc. Cela a également été facilité par le fait que j'ai su créer et maintenir pour une partie des membres un espace de discussion, favorable aux échanges, adapté au contexte et non contraignant pour les membres du projet. La mise en place de mails groupés au début du projet, ainsi que des réunions mensuelles en visioconférence ont été des points essentiels.

Cependant, certains points ont été négligés et/ou pas assez pris en compte au moment où cela aurait dû être fait. Par exemple, la mise en place de la collecte des échantillons de lait a nécessité l'implication des 2 laitiers de la coopérative ainsi que de l'assistant qualité. Je pense que les objectifs du projet n'ont pas été assez expliqués à ces personnes, et le temps de travail supplémentaire que cela aller engendrer également. Second point en lien avec la communication, malgré la présence dans les mêmes locaux, le manque d'échange avec mon maitre d'apprentissage a été pour moi une réelle difficulté. Afin de pallier ce dernier point, j'ai su faire preuve d'autonomie et d'initiative afin de mener à bien mes missions. Je me suis également appuyé davantage sur Mme VIDAL et Mme BLAYAC qui avaient été à l'initiative du projet. Pour les prochains projets dans lesquels je serais amené à m'investir, il serait bénéfique que je maintienne les échanges avec l'ensemble des personnes en fonction des moyens de communication disponibles et convenants à chacun des partis même en cas d'absence de retours.

Concernant l'implication des personnes sans qui le projet n'aurait pas pu être mené à bien, mais non décisionnaires, j'avais comme objectif :

- De quantifier pour chacun d'entre eux, le travail supplémentaire engagé
- D'évaluer si d'autres services rajoutent également du travail à ces personnes
- De limiter les irritants techniques et organisationnels
- D'impliquer et motiver les laitiers et assistant pour ce nouveau projet qui est un bien commun
- De préparer un rendu des connaissances personnalisé aux laitiers et assistant

Malheureusement en raison de mon absence pour raison de santé, je n'ai pas pu mener à bien ce projet. C'est un réel regret. Cependant j'ai pu réellement prendre conscience de ces points et compte les prendre considération lors des prochains projets et travaux d'équipes que je serais amené à partager dans mon métier d'ingénieur.

## Conclusion

Pour conclure, nous sommes conscients que l'agriculture est confrontée et doit répondre à plusieurs enjeux : produire des aliments sains et accessibles aux consommateurs tout en pérennisant son implantation sur les territoires au travers de l'agroécologie.

Au travers de la reconduction du projet SANTINEL sur la campagne laitière 2022 nous souhaitons continuer à vérifier que les pratiques d'alimentation et donc de gestion du parcellaire correspondaient aux principes de l'agroécologie et étaient favorables à la qualité nutritionnelle du lait de brebis de race Lacaune et de produit laitier. Le lait est une matrice alimentaire complexe composée de multiples éléments. Pour notre étude, nous avons fait le choix d'étudier pour le lait cru les valeurs de la MS, TB et TP ainsi que le profil des acides gras analysé en infrarouge, soit 10 acides gras, 4 groupes d'acides gras et un ratio. Pour le fromage blanc donc les analyses ont été faites en CPG, nous avons également les données de MS, MG, le détail de la MP et les valeurs de 60 acides gras différents. Parmi les acides gras, nous avons étudié les valeurs du C4, acide butyrique, dont le rôle et les effets bénéfiques sur le microbiote intestinal ont été révélés par la bibliographie. Le C16, l'acide palmitique fait également partie des éléments d'analyses du fait de son implication dans les risques de maladies cardiovasculaires. Les AGPI, acides gras essentiels ayant des effets bénéfiques sur la santé et parfois controversés sont analysés ainsi que les teneurs en oméga 3 via la présence de l'acide gras  $\alpha$ -linoléique qui est un acide gras majeur ayant un effet protecteurs contre les maladies chroniques.

Pour répondre à l'objectif de projet SANTINEL, nous avons étudié une population de 18 exploitations de brebis laitière situées en Aveyron. Les laits de 4 périodes et les rations distribuées aux brebis en ces mêmes périodes nous ont servi de base pour analyses.

A la fin de cette étape d'analyse et de réflexion, nous avons pu mettre en évidence l'importance de pratiques agroécologiques en faveurs de l'amélioration de la qualité du lait.

La pratique du pâturage quotidien permettait de réduire les teneurs des principaux acides gras ayant des effets néfastes sur la santé humaine. Ainsi plus les brebis pâturent et plus le total des teneurs en AGS du lait diminuent. La bibliographie nous a permis de faire les distinctions entre AGS néfastes et AGS n'ayant pas d'effets négatifs sur la santé. Ainsi en détails, le pâturage permet de réduire considérablement les teneurs en acides palmitiques (corrélation à -0,912) et en acide myristique

(corrélation à -0,541). Le pâturage ne permet pas que de diminuer les principaux acides gras néfastes, il permet d'accroître la teneur en oméga 3 notamment en acide  $\alpha$ -linoléinique, acide gras sains pour la santé. Les laits issues des brebis pâturant et ainsi meilleur pour la santé.

Autre critère de durabilité, la mixité des espèces, est également une pratique favorable à la qualité nutritionnelle du lait. Les pâtures de mélange de graminées et de légumineuses vont également diminuer les acides myristique et palmitiques au profit des acides  $\alpha$ -linoléinique dans le lait.

Cependant nous avons pu observer que la distribution de foin, procédé plus écologique que la récolte de fourrages humides, avait pour effet d'augmenter les teneurs en acides palmitique et de diminuer les teneurs en acides  $\alpha$ -linoléinique. Ce point, reste à approfondir au cours des 3 prochaines années du projet SANTINEL.

#### *Un projet riche d'expérience et faisant évoluer positivement ma stratégie de conception de projet*

Ce projet de fin d'études m'a permis de pérenniser mon immersion dans le monde professionnel, ayant travaillé pendant 5 ans comme technicienne agricole en Aveyron cette expérience et défi personnel et professionnel sont une réelle richesse. J'ai pu cette fois appliquer les connaissances techniques et scientifiques acquises au cours de ma formation d'ingénieur agronome. La thématique abordée est cohérente avec mon projet professionnel qui concerne l'élevage de ruminants et est en accord avec mes valeurs de durabilité, d'agroécologie et de travailler pour une cause certaine. De plus, le sujet de mémoire qui concerne les élevages du territoire, valorisant les fonctions écosystémiques, faisant partie et étant impliqué dans le fonctionnement d'une coopérative emblématique correspond à des valeurs que je prône.

Ces expériences de gestion de projet, d'enrichissement, de proposition d'évolution ont été enrichissantes, car elles m'ont permis d'acquérir de nouvelles compétences. Compétences spécifiques au métier d'ingénieur. J'ai ainsi pu et dû être organisée, méthodique, savoir prioriser les tâches et rebondir face aux aléas de la conduite de projet en équipe. J'ai pu mener en collaboration avec les agriculteurs des enquêtes semi-directives, trier et mettre sous forme de base les données recueillies. J'ai également pu me rapprocher de différents laboratoires afin de comprendre les analyses possibles, de juger de la pertinence des résultats en fonction de notre objectif et établir un budget en accord avec directives de la coopérative. Les divers échanges avec Mme VIDAL et Mme



BLAYAC m'ont permis de faire évoluer ma pensée et mon travail. Elles ont corrigé mon travail tout au long de ces mois passés.

Enfin, la mission a dû faire face au début d'une nouvelle histoire, d'un évènement heureux à venir. Au début de projet j'avais réalisé une programmation des tâches sous la forme d'un diagramme GANTT, j'avais rédigé tous les plannings, les protocoles, préparé et identifié tous les échantillons. Les enquêtes chez les éleveurs avaient été réalisées. Ainsi au cours de cette période où je n'ai pu être présente dans les locaux de la fromagerie seule la fabrication des fromages blancs a été compromise. Les protocoles étaient rédigés et validés, mais le manque de personnel, la pleine production et les contraintes horaires qu'impose la fabrication du fromage blanc ont conduit à un arrêt des fabrications. De ce fait, nous n'avons pas toutes les données de P4 en fromage blanc. Au cours de cette période, les échanges avec Mme VIDAL et Mme BLAYAC ont été maintenus avec qualité, mais bien plus difficiles avec la coopérative, car le personnel était occupé par d'autres missions courantes. Le soutien, la compréhension et la bienveillance que m'ont fait preuve Mme VIDAL et Mme BLAYAC m'ont été d'une grande richesse. Le point important de cet évènement est qu'il est primordial de garder constamment à l'idée que derrière des hommes et des femmes, collègues, partenaires, collaborateurs, assistants, participants et tous autres statuts il y a des hommes et des femmes vivants, qui ont des vies avant et après le travail qui peuvent se répercuter sur les missions professionnelles. Mais malgré les retards, tâches non effectuées, absences il nous faut, futur manager, encadrant, interlocuteurs rester humbles et bienveillant, car le plus important reste l'homme et non les résultats et bénéfices.

## Liste bibliographique

ADDIS, M., CABIDDU, A., PINNA, G., DECANDIA, M., PIREDDA, G., PIRISI, A. et MOLLE, G., 2005. Milk and cheese fatty acid composition in sheep fed Mediterranean forages with reference to conjugated linoleic acid cis-9,trans-11. *Journal of Dairy Science*. octobre 2005. Vol. 88, n° 10, pp. 3443-3454. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(05)73028-9.

ALBENZIO, M., SANTILLO, A., AVONDO, M., NUDDA, A., CHESSA, S., PIRISI, A. et BANNI, S., 2016. Nutritional properties of small ruminant food products and their role on human health. *Small Ruminant Research*. février 2016. Vol. 135, pp. 3-12. DOI 10.1016/j.smallrumres.2015.12.016.

ALICHANIDIS, E., MOATSOU, G. et POLYCHRONIADOU, A., 2016. Composition and Properties of Non-cow Milk and Products. In : *Non-Bovine Milk and Milk Products* [en ligne]. Elsevier. pp. 81-116. [Consulté le 15 février 2022]. ISBN 978-0-12-803361-6. Disponible à l'adresse : <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128033616000053>

ALICHANIDIS, Efstathios, MOATSOU, Golfo et POLYCHRONIADOU, Anna, 2016. Composition and Properties of Non-cow Milk and Products. In : . pp. 81-116. ISBN 978-0-12-803361-6.

ALTOMONTE, Iolanda, CONTE, Giuseppe, SERRA, Andrea, MELE, Marcello, CANNIZZO, Luca, SALARI, Federica et MARTINI, Mina, 2019. Nutritional characteristics and volatile components of sheep milk products during two grazing seasons. *Small Ruminant Research*. 1 novembre 2019. Vol. 180, pp. 41-49. DOI 10.1016/j.smallrumres.2019.10.003.

ANSES, 2021. Les lipides. *Anses - Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail* [en ligne]. 15 mars 2021. [Consulté le 2 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.anses.fr/fr/content/les-lipides>

ANSION, Julie et VÉTÉ, Université de Liège > Master méd, 2019. Les bénéfices et les risques sur la santé d'une supplémentation en acides gras de type oméga-3. [en ligne]. 29 août 2019. [Consulté le 3 juin 2022]. Disponible à l'adresse : <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/8080>

ARONSON, William J, GLASPY, John A, REDDY, Srinivasa T, REESE, David, HEBER, David et BAGGA, Dilprit, 2001. Modulation of omega-3/omega-6 polyunsaturated ratios with dietary fish oils in men with prostate cancer. *Urology*. 1 août 2001. Vol. 58, n° 2, pp. 283-288. DOI 10.1016/S0090-4295(01)01116-5.

ASTORG, Pierre, GUESNET, Philippe, ALESSANDRI, Jean-Marc, GALAN, Pilar et LAVIALLE, Monique, 2006. Acides gras polyinsaturés en oméga-3 et santé : aperçu des connaissances actuelles. *Sciences Des Aliments - SCIALIMENT*. 28 février 2006. Vol. 26, pp. 8-28. DOI 10.3166/sda.26.8-28.

BALTHAZAR, C.F., PIMENTEL, T.C., FERRÃO, L.L., ALMADA, C.N., SANTILLO, A., ALBENZIO, M., MOLLAKHALILI, N., MORTAZAVIAN, A.M., NASCIMENTO, J.S., SILVA, M.C., FREITAS, M.Q., SANT'ANA, A.S., GRANATO, D. et CRUZ, A.G., 2017. Sheep Milk: Physicochemical Characteristics and Relevance for Functional Food Development: Sheep Milk as Functional Food.... *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. mars 2017. Vol. 16, n° 2, pp. 247-262. DOI 10.1111/1541-4337.12250.

BARŁOWSKA, J., SZWAJKOWSKA, M., LITWIŃCZUK, Z. et KRÓL, J., 2011. Nutritional Value and Technological Suitability of Milk from Various Animal Species Used for Dairy Production. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2011. Vol. 10, n° 6, pp. 291-302. DOI 10.1111/j.1541-4337.2011.00163.x.

BAUCHART, Dominique, ROY, Alexandre, LORENZ, Stephanie, CHARDIGNY, Jean-Michel, FERLAY, Anne, GRUFFAT, Dominique, SÉBÉDIO, Jean-Louis, CHILLIARD, Yves et DURAND, Denys, 2007. Butters varying in trans 18:1 and cis-9,trans-11 conjugated linoleic acid modify plasma lipoproteins in the hypercholesterolemic rabbit. *Lipids*. mars 2007. Vol. 42, n° 2, pp. 123-133. DOI 10.1007/s11745-006-3018-0.

BAUMAN, D. E., MCGUIRE, M. A. et HARVATINE, K. J., 2011. Mammary Gland, Milk Biosynthesis and Secretion: Milk Fat. In : *Encyclopedia of Dairy Sciences* [en ligne]. Elsevier Inc. pp. 352-358. [Consulté le 16 avril 2022]. ISBN 978-0-12-374407-4. Disponible à l'adresse : <http://www.scopus.com/inward/record.url?scp=84976623622&partnerID=8YFLogxK>

BAUMAN, D.E., LOCK, Adam, CORL, B.A., IP, C., SALTER, Andrew et PARODI, P.W., 2006. Milk fatty acids and human health: Potential role of Conjugated Linoleic Acid and trans fatty acids. *Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism and Impact of Nutrition on Gene Expression, Immunology and Stress*. 1 janvier 2006. pp. 523-555.

BERGMAN, E. N., 1990. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiological Reviews*. 1 avril 1990. Vol. 70, n° 2, pp. 567-590. DOI 10.1152/physrev.1990.70.2.567.

BLONDEAU, Nicolas et SCHNEIDER, Stéphane M., 2006. Les acides gras essentiels de la famille des oméga-3 et la santé de la mère et de l'enfant. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 1 juin 2006. Vol. 20, n° 2, pp. 68-72. DOI 10.1016/j.nupar.2006.04.008.

BOCQUIER, F. et CAJA, G., 2001. Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation. *INRAE Productions Animales*. 16 avril 2001. Vol. 14, n° 2, pp. 129-140. DOI 10.20870/productions-animales.2001.14.2.3734.

BOUSQUET, Mélanie, CALON, Frédéric et CICCHETTI, Francesca, 2011. Impact of  $\omega$ -3 fatty acids in Parkinson's disease. *Ageing Research Reviews*. septembre 2011. Vol. 10, n° 4, pp. 453-463. DOI 10.1016/j.arr.2011.03.001.

BRAVO-LAMAS, Leire, ALDAI, Noelia, KRAMER, John K. G. et BARRON, Luis Javier R., 2017. Case study using commercial dairy sheep flocks: Comparison of the fat nutritional quality of milk produced in mountain and valley farms. *Lebensmittel-Wissenschaft + [i.e. und] Technologie* [en ligne]. 2017. [Consulté le 22 juin 2022]. Disponible à l'adresse : <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.004>

BRISABOIS, Anne, LAFARGE, V, BROUILLAUD, A, BUYSER, M, HENNECHART-COLLETTE, Catherine, GARIN-BASTUJI, Bruno et THOREL, M, 1997. [Pathogenic organisms in milk and milk products: the situation in France and in Europe]. *Revue scientifique et technique (International Office of Epizootics)*. 1 août 1997. Vol. 16, pp. 452-71.

BUCCIONI, Arianna, DECANDIA, Mauro, MINIERI, Sara, MOLLE, Giovanni et CABIDDU, Andrea, 2012. Lipid metabolism in the rumen: New insights on lipolysis and biohydrogenation with an emphasis on the role of endogenous plant factors. *Animal Feed Science and Technology*. juin 2012. Vol. 174, n° 1-2, pp. 1-25. DOI 10.1016/j.anifeedsci.2012.02.009.

BUGEAT, Simon, 2011. *Triacylglycérols de la matière grasse laitière enrichie en acides gras insaturés : structures cristallines et fonctionnalités*. Thèse. Agrocampus Ouest.

CHAMBRE D'AGRICULTURE, 2022a. Cas-types ovin lait Occitanie - Conjoncture 2019. [en ligne]. 14 juin 2022. [Consulté le 21 mai 2022]. Disponible à l'adresse : <https://occitanie.chambre-agriculture.fr/publications/toutes-les-publications/la-publication-en-detail/actualites/cas-types-ovin-lait-occitanie-conjoncture-2019/>

CHAMBRE D'AGRICULTURE, 2022b. Sols de l'Aveyron. [en ligne]. 2022. [Consulté le 7 avril 2022]. Disponible à l'adresse : <https://occitanie.chambre-agriculture.fr/agroenvironnement/agroecologie/guide-des-sols-midi-pyrenees/sols-de-laveyron/>

CHAMBRE D'AGRICULTURE ALPES-MARITIMES, 2019. Comment lutter contre les parasites et préserver la biodiversité. . 2019. pp. 11.

CHAMBRE D'AGRICULTURE DE L'AVEYRON, 2019. Cas-types ovin lait Occitanie - Conjoncture 2019. [en ligne]. 2019. [Consulté le 11 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://aveyron.chambre-agriculture.fr/publications/toutes-les-publications/la-publication-en-detail/actualites/cas-types-ovin-lait-occitanie-conjoncture-2019/>

CHASSAING, C., COULON, J. B., AGABRIEL, C. et GAREL, J. P., 1996. The effect of feeding sequence on fat concentration in milk. *Annales de Zootechnie*. 1996. Vol. 45, n° 2, pp. 151-157. DOI 10.1051/animres:19960204.

CHENAIS, F, RICHOUX, R et HOUSSIN, B, 2004. Nature des fourrages et qualité nutritionnelle de la matière grasse du lait. . 2004. pp. 4.

CHILLIARD, Y., FERLAY, A. et DOREAU, M., 2001. Contrôle de la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait par l'alimentation des vaches laitières : acides gras trans, polyinsaturés, acide linoléique conjugué. *INRAE Productions Animales*. 18 décembre 2001. Vol. 14, n° 5, pp. 323-335. DOI 10.20870/productions-animales.2001.14.5.3758.

CHILLIARD, Y, GLASSER, F, ENJALBERT, F, FERLAY, A, BOCQUIER, F et SCHMIDELY, Ph, 2007. Données récentes sur les effets de l'alimentation sur la composition en acides gras du lait de vache, de chèvre et de brebis. . 2007. pp. 8.

CHILLIARD, Y. et LAMBERET, G., 1984. La lipolyse dans le lait : les différents types, mécanismes, facteurs de variation, signification pratique. *Le Lait*. 1984. Vol. 64, n° 645-646, pp. 544-578. DOI 10.1051/lait:1984645-64641.

CHILLIARD, yves, FERLAY, Anne, MANSBRIDGE, Rosemary et DOREAU, Michel, 2000. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. *Annales de zootechnie*. 2000. Vol. 49, n° 3, pp. 181-205. DOI 10.1051/animres:2000117.

CHILLIARD, Yves, GLASSER, Frédéric, FERLAY, Anne, BERNARD, Laurence, ROUEL, Jacques, MARTIN, Bruno, MARTIN, Cécile, ENJALBERT, Francis et SCHMIDELY, Philippe, 2010. Que peut-on attendre des pratiques d'élevage pour améliorer la qualité nutritionnelle des matières grasses du lait bovin et caprin. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. décembre 2010. Vol. 45, n° 6, pp. 310-319. DOI 10.1016/j.cnd.2010.06.003.

CHYOU, P. H., NOMURA, A. M. et STEMMERMANN, G. N., 1996. A prospective study of colon and rectal cancer among Hawaii Japanese men. *Annals of Epidemiology*. juillet 1996. Vol. 6, n° 4, pp. 276-282. DOI 10.1016/s1047-2797(96)00047-6.

COLUSSI, G., CATENA, C., NOVELLO, M., BERTIN, N. et SECHI, L. A., 2017. Impact of omega-3 polyunsaturated fatty acids on vascular function and blood pressure: Relevance for cardiovascular outcomes. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases: NMCD*. mars 2017. Vol. 27, n° 3, pp. 191-200. DOI 10.1016/j.numecd.2016.07.011.

CONFÉDÉRATION GÉNÉRALE DES PRODUCTEURS DE LAIT DE BREBIS ET DES INDUSTRIELS DE ROQUEFORT, 2019. *La Confédération Générale de Roquefort 90 ans de force collective au service d'un emblème du lateau de fromage français : le Roquefort !* 2019.

CUVELIER, Christine, CABARAUX, Jean-François, DUFRASNE, Isabelle, ISTASSE, Louis et HORNICK, Jean-Luc, 2005. Production, digestion et absorption des acides gras chez le ruminant. *Annales de Médecine Vétérinaire* [en ligne]. 2005. Vol. 149, n° 1. [Consulté le 16 juin 2022]. Disponible à l'adresse : <https://orbi.uliege.be/handle/2268/8429>

DALLONGEVILLE, Jean, 2015. Histoire critique des recommandations nutritionnelles : l'exemple des lipides et des maladies cardiovasculaires. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*. 1 décembre 2015. Vol. 50, n° 6, Supplement 1, pp. 6S42-6S49. DOI 10.1016/S0007-9960(15)30017-1.

DE STEFANI, E., DENEOPELLEGRINI, H., MENDILAHARSU, M. et RONCO, A., 1998. Essential fatty acids and breast cancer: a case-control study in Uruguay. *International Journal of Cancer*. 18 mai 1998. Vol. 76, n° 4, pp. 491-494. DOI 10.1002/(sici)1097-0215(19980518)76:4<491::aid-ijc8>3.0.co;2-m.

DOREAU, M., FIEVEZ, V., TROEGELER-MEYNADIER, A. et GLASSER, F., 2012. Métabolisme ruminal et digestion des acides gras longs chez le ruminant : le point des connaissances récentes. *INRAE Productions Animales*. 2 octobre 2012. Vol. 25, n° 4, pp. 361-374. DOI 10.20870/productions-animales.2012.25.4.3224.

DRAAF OCCITANIE, 2022. Mémento de la statistique agricole d'Occitanie 2022. [en ligne]. 2022. [Consulté le 7 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://draaf.occitanie.agriculture.gouv.fr/memento-de-la-statistique-agricole-d-occitanie-2022-a6785.html>

DURU, Michel et MAGRINI, Marie-Benoît, 2017. Composition en acides gras poly-insaturés de notre assiette et utilisation des matières premières agricoles en France : une amélioration lente, mais insuffisante. *OCL*. 1 mars 2017. Vol. 24, n° 2, pp. A201. DOI 10.1051/ocl/2017007.

ESVAN, S, DRAGAN, C, VARENNE, A, ASTRUC, J.M., BARILLET, F, BOICHARD, D, BRUNSCHWIG, P, DUBRULLE, A, FAUCON-LAHALLE, F, FERLAY, A, LAGRIFFOUL, G, LARROQUE, H, LEGARTO, J, PALHIÈRE, I, PEYRAUD, J.L, RUPP, R et BROCHARD, M, 2010. PhénoFinlait, 1ers résultats : influence de l'alimentation, de l'état (...) - 3R - Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. In : [en ligne]. Centre des Congrès Paris, La Villette. 2010. pp. 4. [Consulté le 23 juin 2022]. Disponible à l'adresse : <http://www.journees3r.fr/spip.php?article3028>

FALL, Maïna, 2009. *Analyse du comportement d'achat des consommateurs canadiens en matière d'aliments fonctionnels : cas des oeufs contenant de l'oméga-3, des aliments à base de soja et le jus enrichi en calcium* [en ligne]. Université de Laval. [Consulté le 3 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://corpus.ulaval.ca/jspui/handle/20.500.11794/20939>

FAO, 1995. Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine - Laites d'animaux laitiers. [en ligne]. 1995. [Consulté le 15 juin 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.fao.org/3/t4280f/T4280F04.htm>

FAO, 2018. Recyclage | Plateforme des connaissances sur l'agroécologie | Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture. [en ligne]. 2018. [Consulté le 5 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : [http://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/recycling/fr/?page=15&ipp=5&tx\\_dynalist\\_pi1%5Bpar%5D=YToxOntzOjE6IkwiO3M6MToiNSI7fQ%3D%3D](http://www.fao.org/agroecology/knowledge/10-elements/recycling/fr/?page=15&ipp=5&tx_dynalist_pi1%5Bpar%5D=YToxOntzOjE6IkwiO3M6MToiNSI7fQ%3D%3D)

FAO, 2020. *Le lait en chiffres* [en ligne]. Rome, Italy : FAO. [Consulté le 7 septembre 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.fao.org/documents/card/fr/c/i9966fr/>

FAO, 2021. Faim. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* [en ligne]. 2021. [Consulté le 3 août 2022]. Disponible à l'adresse : <http://www.fao.org/hunger/fr/>

Fardet A, Rock E. Vers une nouvelle philosophie de la nutrition préventive: d'un paradigme réductionniste à un paradigme holistique pour améliorer les recommandations nutritionnelles. *Adv Nutr* 2014;5:430-46

FERLAY, Anne, BERNARD, Laurence, MEYNADIER, Annabelle et MALPUECH-BRUGÈRE, Corinne, 2017. Production of trans and conjugated fatty acids in dairy ruminants and their putative effects on human health: A review. *Biochimie*. octobre 2017. Vol. 141, pp. 107-120. DOI 10.1016/j.biochi.2017.08.006.

FIDOCL CONSEIL ELEVAGE, 2017. Maitrise des taux (TB, TP) et fromageabilité | FIDOCL Conseil Elevage. [en ligne]. 2017. [Consulté le 15 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <http://www.fidocl.fr/content/maitrise-des-taux-tb-tp-et-fromageabilite>

FRANCESCHI, S., FAVERO, A., DECARLI, A., NEGRI, E., LA VECCHIA, C., FERRARONI, M., RUSSO, A., SALVINI, S., AMADORI, D., CONTI, E., MONTELLA, M. et GIACOSA, A., 1996. Intake of macronutrients and risk of breast cancer. *Lancet (London, England)*. 18 mai 1996. Vol. 347, n° 9012, pp. 1351-1356. DOI 10.1016/s0140-6736(96)91008-9.

GAUCHERON, F et TANGUY, G, 2009. Modifications de la qualité biochimique des laits et des produits laitiers (...) - 3R - Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. In : [en ligne]. INRA - Agrocampus Ouest : UMR1253 science et technologie du lait et de l'oeuf., 2009. pp. 4. [Consulté le 16 juin 2022]. Disponible à l'adresse : <http://www.journees3r.fr/spip.php?article2833>

GELÉ, M., MINERY, Stephanie, ASTRUC, Jean-Michel, BRUNSCHWIG, Philippe, FERRAND-CALMELS, M., LAGRIFFOUL, Gilles, LARROQUE, Helene, LEGARTO, J., LERAY, Olivier, MARTIN, Patrice, MIRANDA, Guy, PALHIÈRE, Isabelle, TROSSAT, P. et BROCHARD, Mickael, 2014. Phénotypage et génotypage à grande échelle de la composition fine des laits dans les filières bovine et caprine. BROCHARD, Mickaël, BOICHARD, Didier, BRUNSCHWIG, Philippe et PEYRAUD, Jean-Louis (éd.), *INRA Productions Animales*. 2014. Vol. 27, n° 4, pp. 255-268.

GRAMME, Maud, 2020. *Caractérisation des externalités d'une exploitation ovine laitière wallonne en lien avec la conduite alimentaire du troupeau : impacts sur le bilan environnemental, l'autonomie et la qualité des produits*.

GRANT, R. J., COLENBRANDER, V. F. et ALBRIGHT, J. L., 1990. Effect of Particle Size of Forage and Rumen Cannulation upon Chewing Activity and Laterality in Dairy Cows1. *Journal of Dairy Science*. 1 novembre 1990. Vol. 73, n° 11, pp. 3158-3164. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(90)79005-4.

GRUMMER, Ric R., 1991. Effect of Feed on the Composition of Milk Fat. *Journal of Dairy Science*. septembre 1991. Vol. 74, n° 9, pp. 3244-3257. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(91)78510-X.

Grundy MM, Grassby T, Mandalari G, Waldron KW, Butterworth PJ, Berry SE, Ellis PR. Effet de la mastication sur la bioaccessibilité lipidique des amandes dans une étude humaine randomisée et ses implications pour la cinétique de creusement, l'énergie métabolisable et la lipémie postprandiale. *Am J Clin Nutr* 2015;101:25-33.

Hjerpsted J, Leedo E, Tholstrup T. La consommation de fromage en grande quantité réduit les concentrations de LDL-cholestérol par rapport à la consommation de beurre de teneur égale en matières grasses. *Am J Clin Nutr* 2011;94:1479-84.

HODEN, A. et COULON, J.-B., 1991. Maîtrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques (1). *INRA Productions Animales*. 1991. Vol. 4, n° 5, pp. 361-367.

INSTITUT DE L'ÉLEVAGE IDELE, 2022. *Dossier annuel ovins, Année 2021 - Perspectives 2022* [en ligne]. [Consulté le 19 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://idele.fr/detail-article/dossier-annuel-ovins-annee-2021-perspectives-2022>

JENKINS, Thomas C. et BRIDGES, William C., 2007. Protection of fatty acids against ruminal biohydrogenation in cattle. *European Journal of Lipid Science and Technology*. août 2007. Vol. 109, n° 8, pp. 778-789. DOI 10.1002/ejlt.200700022.

JOHNSON, Melissa et BRADFORD, Chastity, 2014. Omega-3, Omega-6 and Omega-9 Fatty Acids: Implications for Cardiovascular and Other Diseases. *Journal of Glycomics & Lipidomics* [en ligne]. 2014. Vol. 04, n° 04. [Consulté le 8 septembre 2022]. DOI 10.4172/2153-0637.1000123. Disponible à l'adresse : <https://www.omicsonline.org/open-access/omega-omega-and-omega-fatty-acids-implications-for-cardiovascular-and-other-diseases-2153-0637.1000123.php?aid=35367>

LA VOLONTÉ PAYSANNE, 2017. Confédération générale Roquefort : le Service élevage, une autonomie réaffirmée. [en ligne]. 2017. [Consulté le 7 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : [https://www.lavolontepaysanne.fr/fr/detail-vp/vp05102017\\_confederation-generale-roquefort-le-service\\_IDVP20872.php](https://www.lavolontepaysanne.fr/fr/detail-vp/vp05102017_confederation-generale-roquefort-le-service_IDVP20872.php)

LAGRIFFOUL, G., MORIN, E., ASTRUC, J.M., BOCQUIER, F., DE BOISSIEU, C, HASSOUN, P., LEGARTO, J., MARNET, P.G., POULET, J.L. et BARILLET, F., 2019. Panorama de la production de lait de brebis en France et son évolution depuis 50 ans. *INRA Productions Animales* [en ligne]. 5 juillet 2019. Vol. 29, n° 1. [Consulté le 19 juillet 2022]. DOI 10.20870/productions-animales.2016.29.1.2512. Disponible à l'adresse : <https://productions-animales.org/article/view/2512>

LECERF, J-M, 2008. Acides gras et maladies cardiovasculaires. *Sciences des Aliments*. 28 avril 2008. Vol. 28, n° 1-2, pp. 53-67. DOI 10.3166/sda.28.53-67.

LECERF, J.-M., 2016. Acides gras saturés et risque cardio-métabolique. *Médecine des Maladies Métaboliques*. septembre 2016. Vol. 10, n° 5, pp. 421-429. DOI 10.1016/S1957-2557(16)30141-9.

LEE, H. P., GOURLEY, L., DUFFY, S. W., ESTÉVE, J., LEE, J. et DAY, N. E., 1991. Dietary effects on breast-cancer risk in Singapore. *Lancet (London, England)*. 18 mai 1991. Vol. 337, n° 8751, pp. 1197-1200. DOI 10.1016/0140-6736(91)92867-2.

LEGARTO, J., GELÉ, Marine, FERLAY, Anne, HURTAUD, Catherine, LAGRIFFOUL, G., PALHIÈRE, I., PEYRAUD, jean-louis, ROUILLÉ, Benoit et BRUNSCHWIG, 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... *INRAE Productions Animales*. 21 octobre 2014. Vol. 27, pp. 269-282. DOI 10.20870/productions-animales.2014.27.4.3073.

LONDON, S. J., SACKS, F. M., STAMPFER, M. J., HENDERSON, I. C., MACLURE, M., TOMITA, A., WOOD, W. C., REMINE, S., ROBERT, N. J. et DMOCHOWSKI, J. R., 1993. Fatty acid composition of the subcutaneous adipose tissue and risk of proliferative benign breast disease and breast cancer. *Journal of the National Cancer Institute*. 19 mai 1993. Vol. 85, n° 10, pp. 785-793. DOI 10.1093/jnci/85.10.785.

LOOR, J. J., FERLAY, A., OLLIER, A., DOREAU, M. et CHILLIARD, Y., 2005. Relationship Among Trans and Conjugated Fatty Acids and Bovine Milk Fat Yield Due to Dietary Concentrate and Linseed Oil. *Journal of Dairy Science*. 1 février 2005. Vol. 88, n° 2, pp. 726-740. DOI 10.3168/jds.S0022-0302(05)72736-3.

LORDAN, Ronan, TSOUPRAS, Alexandros, MITRA, Bhaskar et ZABETAKIS, Ioannis, 2018. Dairy Fats and Cardiovascular Disease: Do We Really Need to Be Concerned? *Foods*. 1 mars 2018. Vol. 7, n° 3, pp. 29. DOI 10.3390/foods7030029.

LOURENÇO, M., RAMOS-MORALES, E. et WALLACE, R.J., 2010. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. *Animal*. 2010. Vol. 4, n° 7, pp. 1008-1023. DOI 10.1017/S175173111000042X.

MACLEOD, G. K., COLUCCI, P. E., MOORE, A. D., GRIEVE, D. G. et LEWIS, N., 1994. The effects of feeding frequency of concentrates and feeding sequence of hay on eating behavior, ruminal environment and milk production in dairy cows. *Canadian Journal of Animal Science*. 1 mars 1994. Vol. 74, n° 1, pp. 103-113. DOI 10.4141/cjas94-016.

MAETZ, Materné, 2022. Chiffres et faits sur la malnutrition dans le monde. *La faim expliquée* [en ligne]. 2022. [Consulté le 25 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : [https://lafaimexpliquee.org/La\\_faim\\_expliquee/Faits\\_et\\_chiffres.html](https://lafaimexpliquee.org/La_faim_expliquee/Faits_et_chiffres.html)

MARKIEWICZ-KESZYCKA, Maria, WÓJTOWSKI, Jacek, KUCZYŃSKA, Beata, PUPPEL, Kamila, CZYŻAK-RUNOWSKA, Grażyna, BAGNICKA, Emilia, STRZAŁKOWSKAA, Nina, JÓŻWIKA, Artur et KRZYŻEWSKIA, Józef, 2013. Chemical composition and whey protein fraction of late lactation mare milk. *International Dairy Journal*. 1 août 2013. Vol. 31. DOI 10.1016/j.idairyj.2013.02.006.

MARTEMUCCI, Giovanni et D'ALESSANDRO, Angela Gabriella, 2013. Progress in Nutritional and Health Profile of Milk and Dairy Products: A Novel Drug Target. *Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets*. 2013. Vol. 13, n° 3, pp. 209-233.

MATHIEU, Y, DEMERLE, P, PIVETEAU, J et BRUNSCHWIG, P, 2001. Réponse de la production et de la composition du lait à un apport de (...) - 3R - Rencontres autour des Recherches sur les Ruminants. In : [en ligne]. Centr des Congrès Paris, La Villette. 2001. pp. 1. [Consulté le 23 juin 2022]. Disponible à l'adresse : <http://www.journees3r.fr/spip.php?article712>

MEYER, C et DENIS, J.P, 1999. *Elevage de la vache laitière en zone tropicale* [en ligne]. Montpellier : CIRAD. Disponible à l'adresse : [http://publications.cirad.fr/une\\_notice.php?dk=311096](http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=311096)



MEYNADIER, Annabelle, DUSART, Clement et TOUITOU, Florian, 2019. La digestion ruminale des aliments | Planet-Vie. *Planet Vie, ENS* [en ligne]. 2019. [Consulté le 16 juin 2022]. Disponible à l'adresse : <https://planet-vie.ens.fr/thematiques/animaux/systeme-digestif/la-digestion-ruminale-des-aliments>

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SOUVERAINETÉ ALIMENTAIRE, 2022. Aides aux exploitations : classement en zone défavorisée. *Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire* [en ligne]. 2022. [Consulté le 7 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://agriculture.gouv.fr/aides-aux-exploitations-classement-en-zone-defavorisee>

MOATSOU, Golfo et SAKKAS, Lambros, 2019a. Sheep milk components: Focus on nutritional advantages and biofunctional potential. *Small Ruminant Research*. 1 novembre 2019. Vol. 180, pp. 86-99. DOI 10.1016/j.smallrumres.2019.07.009.

MOATSOU, Golfo et SAKKAS, Lambros, 2019b. Sheep milk components: Focus on nutritional advantages and biofunctional potential. *Small Ruminant Research*. 1 novembre 2019. Vol. 180, pp. 86-99. DOI 10.1016/j.smallrumres.2019.07.009.

MOHAPATRA, Arpita, SHINDE, Ajay Kumar et SINGH, Raghvendar, 2019. Sheep milk: A pertinent functional food. *Small Ruminant Research*. 1 décembre 2019. Vol. 181, pp. 6-11. DOI 10.1016/j.smallrumres.2019.10.002.

MORGAN, François, BODIN, Jean-Pierre et GABORIT, Patrice, 2001. Lien entre le niveau de lipolyse du lait de chèvre et la qualité sensorielle des fromages au lait cru ou pasteurisé. *Le Lait*. 2001. Vol. 81, n° 6, pp. 743-756. DOI 10.1051/lait:2001161.

MORIN, E., ASTRUC, J. M., DE BOISSIEU, C. et LAGRIFFOUL, G., 2016. Production de lait de brebis dans le Rayon de Roquefort , quelles adaptations des systèmes d'élevage aux évolutions du contexte de la filière. *Options Méditerranéennes. Series A: Mediterranean Seminars* [en ligne]. 2016. [Consulté le 19 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <http://om.ciheam.org/om/pdf/a115/00007351.pdf>

MOUCHE, C, 2017. Composition du lait. *Université Libre de Bruxelles* [en ligne]. 2017. [Consulté le 16 juin 2022]. Disponible à l'adresse : <https://cudec.ulb.be/LaitComposition.html>

NUDDA, Anna, BATTACONE, Gianni, BOAVENTURA NETO, Oscar, CANNAS, Antonello, FRANCESCONI, Ana Helena Dias, ATZORI, Alberto Stanislaio et PULINA, Giuseppe, 2014. Feeding strategies to design the fatty acid profile of sheep milk and cheese. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2014. Vol. 43, pp. 445-456. DOI 10.1590/S1516-35982014000800008.

NUDDA, Anna, MELE, Marcello, BATTACONE, Gianni, USAI, Mario et MACCIOTTA, Nicola, 2003. Comparison of conjugated linoleic acid (CLA) content in milk of ewes and goats with the same dietary regimen. *Italian Journal of Animal Science*. 1 janvier 2003. Vol. 2. DOI 10.4081/ijas.2003.s1.515.

OMS, 2022. D'après un rapport de l'ONU, la faim dans le monde progresse et pourrait avoir touché jusqu'à 828 millions de personnes en 2021. [en ligne]. 2022. [Consulté le 3 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.who.int/fr/news/item/06-07-2022-un-report--global-hunger-numbers-rose-to-as-many-as-828-million-in-2021>

ONU, 2022. Obésité. *ONU Info* [en ligne]. 2022. [Consulté le 2 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://news.un.org/fr/tags/obesite>

- PALMQUIST, D. L., 2006. Milk Fat: Origin of Fatty Acids and Influence of Nutritional Factors Thereon. In : FOX, P. F. et MCSWEENEY, P. L. H. (éd.), *Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids* [en ligne]. Boston, MA : Springer US. pp. 43-92. [Consulté le 16 juin 2022]. ISBN 978-0-387-26364-9. Disponible à l'adresse : [http://link.springer.com/10.1007/0-387-28813-9\\_2](http://link.springer.com/10.1007/0-387-28813-9_2)
- PARK, Y.W., JUÁREZ, M., RAMOS, M. et HAENLEIN, G.F.W., 2007. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. mars 2007. Vol. 68, n° 1-2, pp. 88-113. DOI 10.1016/j.smallrumres.2006.09.013.
- POIRIER, Paul et DESPRÉS, Jean-Pierre, 2003. Obésité et maladies cardiovasculaires. *M/S : médecine sciences*. 2003. Vol. 19, n° 10, pp. 943-949.
- POTTEL, Lies, LYCKE, M., BOTERBERG, T., FOUBERT, Imogen, POTTEL, Hans, DEPREZ, F., GOETHALS, L. et DEBRUYNE, Philip, 2014. Omega-3 fatty acids: physiology, biological sources and potential applications in supportive cancer care. *Phytochemistry Reviews*. janvier 2014. Vol. 13, n° 1, pp. 223-244. DOI 10.1007/s11101-013-9309-1.
- POUGHEON, Sandra, 2001. *Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière*. Toulouse : Ecole national vétérinaire de Toulouse.
- PRINS, R. A., LANKHORST, A., VAN DER MEER, P. et VAN NEVEL, C. J., 1975. Some characteristics of *Anaerovibrio lipolytica*, a rumen lipolytic organism. *Antonie van Leeuwenhoek*. décembre 1975. Vol. 41, n° 1, pp. 1-11. DOI 10.1007/BF02565031.
- QI, X. Y., ZHANG, A. Y., WU, G. L. et PANG, W. Z., 1994. The association between breast cancer and diet and other factors. *Asia-Pacific Journal of Public Health*. 1994. Vol. 7, n° 2, pp. 98-104. DOI 10.1177/101053959400700204.
- QIN, Li-Qiang, XU, Jia-Ying, HAN, Shu-Fen, ZHANG, Zeng-Li, ZHAO, You-You et SZETO, Ignatius My, 2015. Dairy consumption and risk of cardiovascular disease: an updated meta-analysis of prospective cohort studies. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*. 2015. Vol. 24, n° 1, pp. 90-100. DOI 10.6133/apjcn.2015.24.1.09.
- RAZANAMAHEFA, Landy, MOY, Frédérique et THOMANN, Carole, 2013. Acides gras alimentaires et cancers : état des connaissances et perspectives. *Afssa Agence Française de sécurité sanitaire des aliments*. 2013. pp. 160.
- RODRÍGUEZ-ALCALÁ, Luis Miguel, HARTE, Federico et FONTECHA, Javier, 2009. Fatty acid profile and CLA isomers content of cow, ewe and goat milks processed by high pressure homogenization. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. janvier 2009. Vol. 10, n° 1, pp. 32-36. DOI 10.1016/j.ifset.2008.10.003.
- ROQUEFORT, 2021. La médiathèque. *Roquefort* [en ligne]. 2021. [Consulté le 7 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.roquefort.fr/la-mediathèque/>
- RUSSELL, R. W. et GAHR, S. A., 2000. Glucose availability and associated metabolism. *Farm animal metabolism and nutrition*. 21 août 2000. pp. 121-147.
- RUSSO, Gian Luigi, 2009. Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: from biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochemical Pharmacology*. 15 mars 2009. Vol. 77, n° 6, pp. 937-946. DOI 10.1016/j.bcp.2008.10.020.

SAUVANT, D. et BAS, P., 2001. La digestion des lipides chez le ruminant. *INRAE Productions Animales*. 18 décembre 2001. Vol. 14, n° 5, pp. 303-310. DOI 10.20870/productions-animales.2001.14.5.3754.

SAUVANT, Daniel, DULPHY, J.P. et MICHALET-DOREAU, Brigitte, 1990. Le concept d'indice de fibrosité des aliments des ruminants. *INRA Productions Animales*. 1990. Vol. 3, n° 5, pp. 309-318.

SCHLIENGER, Jean-Louis, 2010. Conséquences pathologiques de l'obésité. *La Presse Médicale*. 1 septembre 2010. Vol. 39, n° 9, pp. 913-920. DOI 10.1016/j.lpm.2010.04.018.

SCHMIDELY, P. et SAUVANT, D., 2001. Taux butyreux et composition de la matière grasse du lait chez les petits ruminants : effets de l'apport de matières grasses ou d'aliment concentré. *INRAE Productions Animales*. 17 décembre 2001. Vol. 14, n° 5, pp. 337-354. DOI 10.20870/productions-animales.2001.14.5.3760.

SINANOGLOU, Vassilia J., KOUTSOULI, Panagiota, FOTAKIS, Charalambos, SOTIROPOULOU, Georgia, CAVOURAS, Dionisis et BIZELIS, Iosif, 2015. Assessment of lactation stage and breed effect on sheep milk fatty acid profile and lipid quality indices. *Dairy Science & Technology*. 1 juillet 2015. Vol. 95, n° 4, pp. 509-531. DOI 10.1007/s13594-015-0234-5.

SKOUFOS, Ioannis, TZORA, Athina, GIANNENAS, Ilias, KARAMOUTSIOS, Achilleas, TSANGARIS, George et FTHENAKIS, Georgios, 2016. Milk quality characteristics of Boutsiko, Frisarta and Karagouniko sheep breeds reared in the mountainous and semimountainous areas of Western and Central Greece. *International Journal of Dairy Technology*. 1 novembre 2016. Vol. 70. DOI 10.1111/1471-0307.12349.

SPIELMANN, Danièle et MENDY, François, 1993. Nomenclature, synthèse et métabolisme des acides gras insaturés. *Nutrition Clinique et Métabolisme*. 1 janvier 1993. Vol. 7, n° 1, pp. 3-18. DOI 10.1016/S0985-0562(05)80053-6.

TORNAMBE, G, FERLAY, A, FARRUGGIA, A., CHILLIARD, Y, LOISEAU, P, GAREL, J.P. et MARTIN, P, 2007. Effet de la diversité floristique des pâturages de montagne sur le profil en acides gras et les caractéristiques sensorielles des laits. . 2007. pp. 4.

UNICEF, 2020. Dans le monde, de plus en plus de personnes souffrent de la faim. *UNICEF France* [en ligne]. 15 juillet 2020. [Consulté le 3 août 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.unicef.fr/article/dans-le-monde-de-plus-en-plus-de-personnes-souffrent-de-la-faim>

UNOTEC, 2019. Partenaire UNOTEC - Ovi-Test, insémination ovine. [en ligne]. 2019. [Consulté le 4 juillet 2022]. Disponible à l'adresse : <https://www.lacaune-ovitest.com/fr/nos-partenaires/unotec.php>

VELIE, E., KULLDORFF, M., SCHAIRER, C., BLOCK, G., ALBANES, D. et SCHATZKIN, A., 2000. Dietary fat, fat subtypes, and breast cancer in postmenopausal women: a prospective cohort study. *Journal of the National Cancer Institute*. 17 mai 2000. Vol. 92, n° 10, pp. 833-839. DOI 10.1093/jnci/92.10.833.

WATKINS, B. A. et SEIFERT, M. F., 2000. Conjugated linoleic acid and bone biology. *Journal of the American College of Nutrition*. août 2000. Vol. 19, n° 4, pp. 478S-486S. DOI 10.1080/07315724.2000.10718951.

WATTIAUX, Michel et ARMENTANO, Louis, 2014. métabolisme des hydrates de carbone chez la ... - Babcock Institute. *L'institut Babcock pour la Recherche et le développement International du Secteur Laitier, Université du Wisconsin à Madison*. 2014. pp. 4.

WEILL, P. et MAIRESSE, G., 2010. Le lin, son huile, sa graine... et notre santé. *Phytothérapie*. avril 2010. Vol. 8, n° 2, pp. 84-88. DOI 10.1007/s10298-010-0539-8.

WENDORFF, W.L. et HAENLEIN, George F.W., 2017. Sheep Milk - Composition and Nutrition. In : PARK, Young W., HAENLEIN, George F. W. et WENDORFF, William L. (éd.), *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals* [en ligne]. Oxford, UK : John Wiley & Sons, Ltd. pp. 210-221. [Consulté le 16 juin 2022]. ISBN 978-1-119-11031-6. Disponible à l'adresse : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119110316.ch3.2>

WILLIAMS, Christine M., 2000a. Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie*. 1 mai 2000. Vol. 49, n° 3, pp. 165-180. DOI 10.1051/animres:2000116.

WILLIAMS, Christine M., 2000b. Dietary fatty acids and human health. *Annales de Zootechnie*. 1 mai 2000. Vol. 49, n° 3, pp. 165-180. DOI 10.1051/animres:2000116.

WIRFÄLT, Elisabet, MATTISSON, Irene, GULLBERG, Bo, JOHANSSON, Ulla, OLSSON, Håkan et BERGLUND, Göran, 2002. Postmenopausal breast cancer is associated with high intakes of omega6 fatty acids (Sweden). *Cancer causes & control: CCC*. décembre 2002. Vol. 13, n° 10, pp. 883-893. DOI 10.1023/a:1021922917489.

WITTE, J. S., URSIN, G., SIEMIATYCKI, J., THOMPSON, W. D., PAGANINI-HILL, A. et HAILE, R. W., 1997. Diet and premenopausal bilateral breast cancer: a case-control study. *Breast Cancer Research and Treatment*. février 1997. Vol. 42, n° 3, pp. 243-251. DOI 10.1023/a:1005710211184.

YANG, Y. u-An, MORIN, Patrice J., HAN, Wan Fang, CHEN, Tinghua, BORNMAN, Daniel M., GABRIELSON, Edward W. et PIZER, Ellen S., 2003. Regulation of fatty acid synthase expression in breast cancer by sterol regulatory element binding protein-1c. *Experimental Cell Research*. 15 janvier 2003. Vol. 282, n° 2, pp. 132-137. DOI 10.1016/s0014-4827(02)00023-x.

ZHANG, R., MUSTAFA, Arif et ZHAO, Xunchao, 2006. Effects of feeding oilseeds rich in linoleic and linolenic fatty acids to lactating ewes on cheese yield and on fatty acid composition of milk cheese. *Animal Feed Science and Technology - ANIM FEED SCI TECH*. 1 avril 2006. Vol. 127, pp. 220-233. DOI 10.1016/j.anifeedsci.2005.09.001.

## Glossaires

**Chromatographie en phase gazeuse (CPG)** : technologie utilisée par les laboratoires d'analyse afin de quantifier précisément les différents composants du lait. Elle est basée sur le principe de séparation d'un mélange de molécules volatiles dans une colonne. Au cours du passage dans cette colonne les molécules vont traverser une phase stationnaire et une phase mobile gazeuse. Il y a séparation des molécules polaires des molécules apolaires en fonction de leur affinité pour la phase stationnaire ou gazeuse. Les molécules sont identifiées et quantifiées en fonction de leur coefficients de partage (durée de parcours dans la colonne).

**Mammite** : Infection de la mamelle par la pénétration d'une bactérie pathogène dans le sphincter du trayon. L'infection peut se détecter par modification du comportement, de l'état de la mamelle et/ou de l'aspect du lait. Par réaction du système immunitaire, un afflux de globules blancs (cellules somatiques) vont participer à la guérison de la mamelle. L'usage d'antibiotiques est parfois nécessaire afin d'aider l'animal à éliminer cette bactérie et réduire l'inflammation.

**SMART** : concept managérial consistant à fixer des objectifs qualitatifs et quantitatifs. Les objectifs ou but fixés doivent ainsi être Spécifiques, Mesurables, Atteignable, Réaliste et, Temporellement définis. En fin de période fixés l'analyse de ces 5 points permettant d'amélioration de la mise en place d'objectifs.

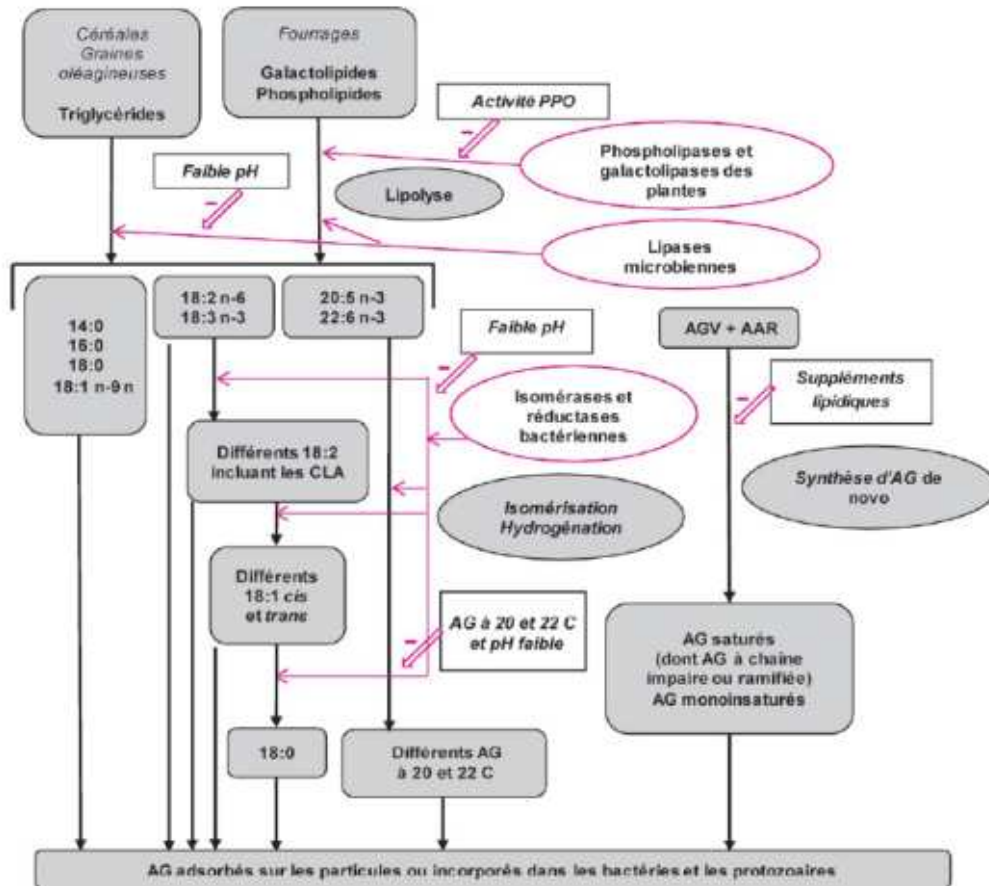
**Spectrométrie en moyen infrarouge (MIR)** : technologie utilisée par les laboratoires afin de fournir des indications sur la composition du lait (MG, MP, cellules somatiques, profil des acides gras etc. Les différents composés du lait vont absorber la lumière à différents longueurs d'onde. Des équations vont permettre de convertir les données obtenues en données accessibles et valorisables par les utilisateurs.

## Annexes
















Annexe 1 : Principales étapes du métabolisme des AG dans le rumen.....	2
Annexe 2 : Synthèse des effets des principaux acides gras sur la santé humaine .....	3
Annexe 3 : Questionnaire SANTINEL 2022 .....	4
Annexe 4 : Chronologie de prélèvement des échantillons de lait en ferme.....	11
Annexe 5 : Exemple de planning de collecte des échantillons affiché pour les laitiers.....	12
Annexe 6 : Protocole générale.....	13
Annexe 7 : Tableau de p- value et corrélation P1 LAIT.....	18
Annexe 8 : Tableau de p-value et corrélation P1 FROMAGE BLANC.....	21
Annexe 9 : Schéma simplifié de la conduite d'un troupeau en début de campagne laitière.....	25

## Annexe 1 : Principales étapes du métabolisme des AG dans le rumen

Représentation simplifiée des principaux mécanismes de transformation (flèches noires) et de l'action des principales enzymes et facteurs d'inhibition (flèches rouges) Source : (Doreau et al. 2012)



Annexe 2 : Synthèse des effets des principaux acides gras sur la santé humaine

Acide gras et famille	Ecriture simplifiée	Effets sur la santé
AGS		 Risque du cancer colorectal (Chyou, Nomura, Stemmermann 1996)  Risque du cancer
AGPI		 Risque du cancer sein (Wirfält et al. 2002)  Risque du cancer sein (Lee et al. 1991), du cancer du côlon (Yang et al. 2003), diminution des états inflammatoires (Duru, Magrini 2017)
Acide butyrique AGS	C4:0	
Acide caproïque AGS	C6:0	
Acide caprylique AGS	C8:0	
Acide caprique AGS	C10:0	
Acide laurique AGS	C12:0	 Du cholestérol et MCV (Williams 2000a)
Acide myristique AGS	C14:0	 Du cholestérol et MCV (Williams 2000a)
Acide palmitique AGS	C16:0	 Du cholestérol et MCV (Williams 2000a)
Acide stéarique AGS	C18:0	 Absence de liens significatifs avec les MCV (Williams 2000a)
Acide oléique AGMI	C18:1	 Risque du cancers du sein augmenté de deux à trois fois. (London et al. 1993; Qi et al. 1994; Wirfält et al. 2002)  Risque du cancers du sein diminué de 20 à 70%.(Franceschi et al. 1996; Witte et al. 1997)
Acide linoléique AGPI	C18:2 n-6	  Risque du cancer du sein (De Stefani et al. 1998)  Absence de liens significatifs (Velie et al. 2000)
Acide linoléique conjugué		 Nombreux effets bénéfiques (Williams 2000b)
Acide $\alpha$ -linoléique (ALA) $\omega$ 3 AGPI	C18:3 n- 3	 Actions antioxydantes, anti-inflammatoires et antithrombotiques et retardent le développement de plaques d'athérome (Colussi et al. 2017). Diminution du risque de cancers (Pottel et al. 2014), du risque de maladie Parkinson (Bousquet, Calon, Cicchetti 2011)



## Annexe 3 : Questionnaire SANTINEL 2022

*Pour ma dernière période d'apprentissage aux Bergers du Larzac, j'ai fait le choix de me concentrer sur la production laitière. Cela me permet de revenir auprès des éleveurs, chose qui me tient à cœur. J'ai ainsi l'opportunité de rejoindre le projet SANTINEL qui a débuté l'année dernière. L'objectif de ce projet conduit par l'AVEM, est d'évaluer l'influence des pratiques d'élevages, notamment l'alimentation des brebis, sur la qualité nutritionnelle du lait. On va en particulier s'intéresser aux acides gras. Ce questionnaire, commun aux 18 exploitations enquêtées, vise à comprendre le fonctionnement global de votre système et permettra de détailler les pratiques alimentaires réalisées pour la campagne laitière 2022. Toutes les données collectées sont confidentielles et ne seront en aucun cas divulguées.*

*Je tenais à vous remercier de m'accueillir chez vous et m'accorder de votre temps si précieux en ce début de printemps. L'entretien dure en moyenne 2h00, il est possible si vous le souhaitez, de le faire en plusieurs fois ou de le continuer au téléphone ou par mail.*

*Avant de commencer, afin de ne perdre aucune information, acceptez-vous que j'enregistre notre conversation ?*

*Également acceptez-vous que je prenne quelques photos sur votre exploitation pour l'illustration du rapport ?*

### **1.Présentation de l'exploitation**

**Objectif :** Cerner l'organisation de votre système pour en comprendre le choix des pratiques

Nom de l'exploitation :

Nom des membres de l'exploitation et historique professionnel :

Localisation : altitude moyenne : m

Nombre d'UTH :

---

Historique rapide : *quelles évolutions du système ? préciser l'échelle et la date*

Cibler les changements dans les pratiques qui auraient bouleversé l'organisation du système : passage en bio -> demander année ? Séchage en grange ?

Aujourd'hui ? Production :  Bio  Conventionnel

Stratégie de conservation : quel choix (place/climat/... ?) ?

### **2) Parcellaire**

**Objectif :** Appréhender l'organisation du parcellaire

Votre parcellaire est-il éclaté ? *mesure la distance des parcelles au corps de ferme*

Distance :

Est-il morcelé = *nombreuses petites parcelles ?*

Type de sol :

+ Pratique de fertilisation : fréquence / quantité

SAU (déclarée à la PAC) : ha  
PT ha et composition botanique

Dont légumineuses : ha  
 semées en pure : ha ou % (de surface de PT)  
 semées en mélange : ha ou % (de surface de PT)

Quelle nature de mélange ? base de Luzerne, Trèfle ou Sain Foin

PP ha =PN, non retournées depuis + de 5 ans, graminées à feuilles larges, végétation haute : de 20  
Nombre d'espèce sup/inf à 5, + de 10 : à 60cm sol épaissi/riche/ou

dont graminées  
dont légumineuses

Connaissez-vous les principales espèces qui composent vos prairies pâturées (PT et PN) ?

Pour les prairies  à flore diversifiée

*nombreuses fleurs, espèces différentes, présence de primevères élevées / « coucou », grande marguerite, graminées à feuille fines (fétuque)*

à flore peu diversifiée

*une ou deux espèces majoritaires, abondance de pissenlit, rumex, grandes ombellifères blanches / « carottes sauvages »*

Utilisation des prairies :

Surfaces uniquement fauchées (déprimage autorisé) ? ha

Surfaces uniquement pâturées ? ha

Surfaces mixtes (pâturées et fauchées) ? ha

Parcours :                    ha                    *conditions écologiques contraignantes, graminées à feuilles fines, végétation rase : de 10 à 15cm, ligneux, sol peu épais/pauvre/sec*

Cultures annuelles :                    ha

de rente :                    ha                    *(paille / grains)*

fourragères :                    ha                    *(fauchées / pâturées)*

*SI METEIL = demander % de légumineuses*

Parcelles accessibles ? *pente / mécanisation / exposition\**

Les rotations :

Combien de type de rotations théoriques avez-vous établis ?

*prairies destinées uniquement à la fauche ? uniquement à la pâture ? ou mixtes (fauche et pâture) ?*

De quoi se composent vos rotations : espèces semées et durée d'implantation ? Par type

### **3. Troupeau**

Objectif : Comprendre la gestion du troupeau

Type de suivi technique :

Composition du cheptel ovin lait global / déclaré pour l'aide ovine à la PAC :

Nombre de brebis (*en production + réforme*) :

Nombre d'agnelles :

Nombre de béliers :

Race Lacaune ?                     Oui                     Non                    *préciser :*

.....

---

La reproduction du troupeau laitier :

Gestion en lots :  Oui

Nombre de lot :

Non

Date de lutte :

Méthode :

IA

Pur

Croisement :

Races :

monte naturelle

Pur

Croisement :

Races :

Début de la mise bas et le pic d'agnelage (*quels mois ?*) :

---

Traite :

*un an = une campagne laitière*

Mono ou bitraite :

Nombre de brebis à la traite :

brebis

Date de début de la traite : / /

Détail des pratiques de traite par rapport à la gestion des agneaux :

*à quel âge partent-ils ? repasses avant début de traite ?*

Contrôle Laitier :  Oui

Non

Production laitière (*notamment au moment des prélèvements !*) :

Volume lait /brebis/jour :

*(ex: 2,50L/ brebis/jr)*

MSU : g/L (*ex: 200g/L*)

TB : g/L (*ex: 65g/L*)

TP : g/L (*ex: 55 g/L*) Cellules :

cellules/ml (*ex: 400 000 cl/ml*) :

Etat sanitaire du troupeau :

Traitements antiparasitaires : *nombre de coprologies, traitements systématiques, ciblés*

Vaccination :

Problème de santé et nombre d'animaux concernés :

#### **4. Alimentation en général**

Objectif : Cerner l'organisation générale

## Gestion des rations dans la journée

## Organisation d'une journée du point de vue alimentation

Fréquence de la distribution des repas ?

*Combien de fois par jour ?*

le matin

le matin et le soir

le soir

le matin, le midi et le soir

Quel est l'ordre de distribution ? *Avant / après / pendant la traite ? foin puis concentrés ?*

Autonomie en fourrage :  Oui (sec ou humide ?)

Non

*Utilisation de conservateurs ? Type ? Quel fournisseur ? Analyse ?*

Autonomie en céréale :  Oui

Non

*Quel type d'aliment acheté ? % de MAT ? Quel fournisseur ?*

Autonomie en paille :  Oui

Non

*Utilisée pour l'alimentation des brebis ?*

Achat de minéraux ?  Oui

Non

*Quel type d'aliment acheté ? forme ? Quel fournisseur ?*

Achat de vitamines ?  Oui

Non

*Quel type d'aliment acheté ? forme ? Quel fournisseur ?*

## **5- Alimentation par période**

**Objectif:** Capacité à calculer la part « d'herbe » consommée pendant la traite et la place des légumineuses



*Suivant les lots en lactation*

*Commencer par la lutte -> jusqu'au prélèvement 2*

SCHEMA/TABLEAU

Composition fine des rations par lot dans l'année ? quantité, qualité, quand ?

*Pas insister sur minéraux et vitamines*

*Sels/probiotiques/levure*

*Bien noter si des pratiques ponctuelles : ajout huile (impact sur oméga 3 ??) / ajout de produits dans l'eau*

Lutte / Gestation / Mise – Bas / Début de traite / Prélèvement 1 / Mise à l'herbe / Prélèvement 2

---

Le pâturage :                      Date d'entrée et de sortie au pâturage ?

Utilisation d'huiles :     Oui                       Non

Fréquence de pâturage sur une journée ?

*En continu/fractionné : heure par jour/rentrent dans la journée/ sortent la nuit ?*

Faites-vous pâturer des céréales ?     Oui    préciser :

Non

Type de pâturage :     Libre                      Durée :                      |\_\_|\_\_| jours

                     Au fil                       Avant                       Arrière

Fréquence d'avancement :                      |\_\_|\_\_| heures

Tournant                      Temps de présence par paddock : |\_\_|\_\_| heures

Tournant Dynamique    Temps de présence par paddock : |\_\_|\_\_| heures

Taille moyenne des parcelles :                      |\_\_|\_\_| ha

Délais retour moyen sur une parcelle :                      |\_\_|\_\_| jours

Comment décidez-vous de changer de parcelle ? quels sont les facteurs d'entrée et de sortie d'une parcelle (*hauteur d'herbe mesurée ?*) ?

Utilisez-vous des parcours pour le pâturage du troupeau laitier ?     Oui     Non

*Si non, passer au paragraphe suivant*

Qu'est-ce qui détermine l'utilisation des parcours :     Moins de ressources

Maturité des parcours

Baisse du besoin alimentaire

Distance de l'exploitation

Autre :

Type de parcours utilisé (déclaré à la PAC):

Nombre de pâture/jour

TYPE PARCOURS	DE	SURFACE	DATE	DUREE	FREQUENC E
<b>BOIS</b> (+25% D'ARBRES) Chênaies Châtaigneraies					
<b>LANDES</b> (-25% D'ARBRES, BROUSAILLES)		MAIS			
<b>PELOUSE</b> (LIGNEUX BAS ENTRE 10 ET 30%)					

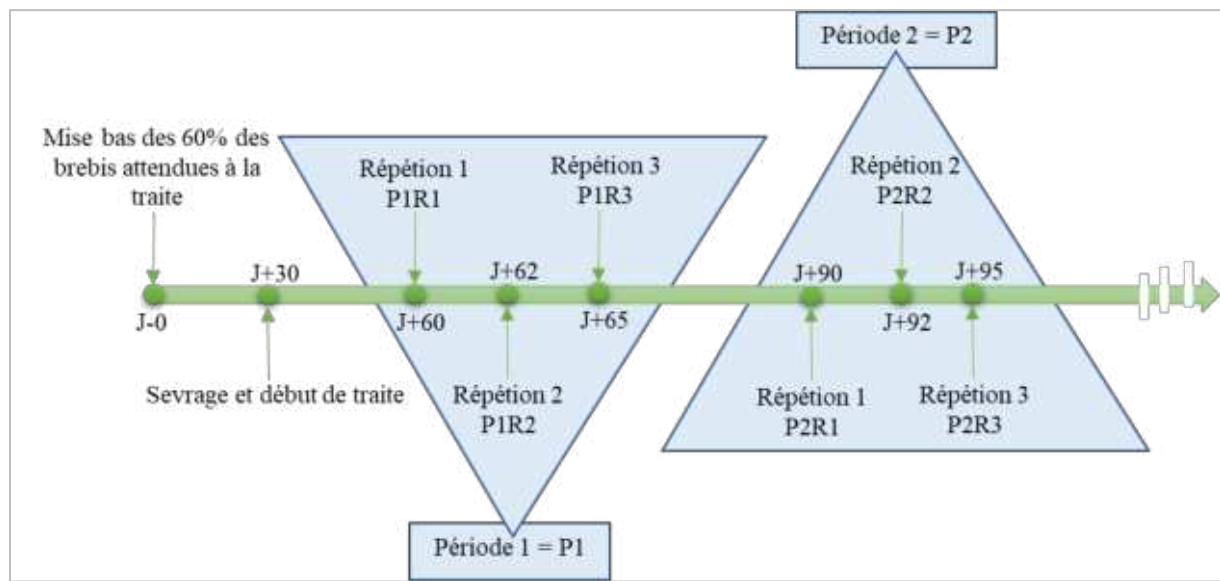
Autre : la végétation pérenne *pour les brebis en lactation, selon les lots*

Utilisez-vous la végétation pour nourrir les animaux ? *prunes/pommes/poires/châtaignes/glands/rame*

Oui précisez *type, quantité, période :*

































Non



## Annexe 4 : Chronologie de prélèvement des échantillons de lait en ferme







Annexe 5 : Exemple de planning de collecte des échantillons affiché pour les laitiers

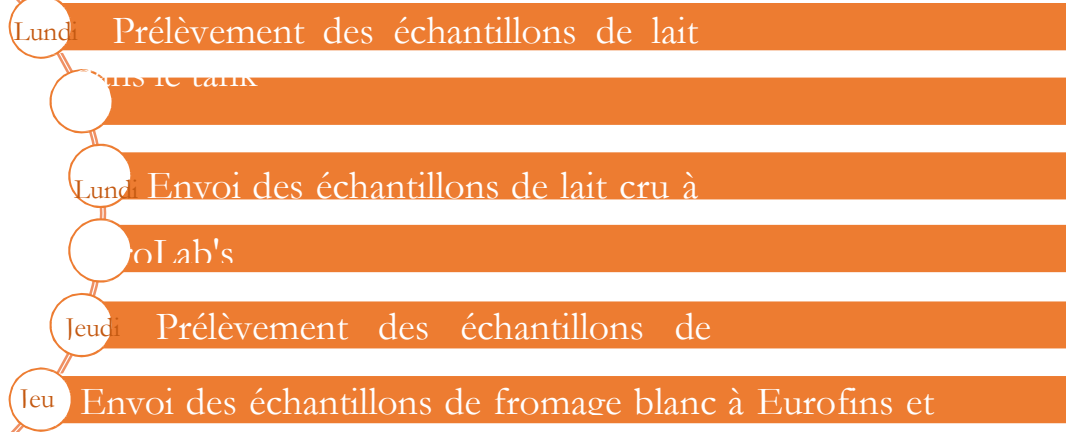
- - - Prélèvements de lait chez les éleveurs - - -				
Date de prélèvement	N° prod	Nom élevage	Type échantillons	Références
lundi 16 mai 2022	109	GAEC DE NEGALIERES		P4R1
	111	GAEC VERNHET DES PINS		P4R1
	206	GAEC DE RASPAILLAC		P4R1
mercredi 18 mai 2022	109	GAEC DE NEGALIERES		P4R2
	111	GAEC VERNHET DES PINS		P4R2
	206	GAEC DE RASPAILLAC		P4R2
samedi 21 mai 2022	109	GAEC DE NEGALIERES		P4R3
	111	GAEC VERNHET DES PINS		P4R3
	206	GAEC DE RASPAILLAC		P4R3
lundi 23 mai 2022	117	GAEC BERNAD ALAIN		P4R1
	207	GAEC ROQUE CAYLUS		P3R1
	208	GAEC DE LA SURJAL		P3R1
	116	GAEC DE LA SISTERNETTE		P2R1
mercredi 25 mai 2022	117	GAEC BERNAD ALAIN		P4R2
	207	GAEC ROQUE CAYLUS		P3R2
	208	GAEC DE LA SURJAL		P3R2
	116	GAEC DE LA SISTERNETTE		P2R2
samedi 28 mai 2022	117	GAEC BERNAD ALAIN		P4R3
	207	GAEC ROQUE CAYLUS		P3R3
	208	GAEC DE LA SURJAL		P3R3
	116	GAEC DE LA SISTERNETTE		P2R2
lundi 30 mai 2022	211	GAEC COUMBAL		P4R1
	213	EARL ROC TROUE		P4R1
	205	GAEC PORTES DE REVEL		P2R1
	215	GAEC DE LA CLAUSEE		P2R1
mercredi 1 juin 2022	211	GAEC COUMBAL		P4R2
	213	EARL ROC TROUE		P4R2
	205	GAEC PORTES DE REVEL		P2R2
	215	GAEC DE LA CLAUSEE		P2R2
samedi 4 juin 2022	211	GAEC COUMBAL		P4R3
	213	EARL ROC TROUE		P4R3
	205	GAEC PORTES DE REVEL		P2R3
	215	GAEC DE LA CLAUSEE		P2R2

 Prélever →  Cape bleu ✖ 6 échantillons

 Prélever →  Cape bleu ✖ 6 échantillons +  2 litres \* 2 bouteilles

## Annexe 6 : Protocole générale

### Protocole général



#### ▣ Collecte des échantillons ▣

##### Paramètres

Lieu :	Tank de l'éleveur
Nombre de traite :	Nombre de traites pair : 4 traites
Température du lait :	4°C ± 2

##### Matériels et équipements nécessaires

○ Pilulier cape bleu stérile de x ml :	6 unités
○ Bidon cape rouge stérile de 1 litre :	4 unités
○ Louche inox :	1 unité
○ Entonnoir	1 unité
○ Pipette de prélèvement	1 unité
○ Marqueur indélébile :	1 unité
○ Glacière :	1 unité
○ Blocs froids	3 unités
○ Désinfectant contact alimentaire	1 unité
○ Panier Lial	1 unité

##### Procédure d'échantillonnage

- Veillez à respecter les conditions d'hygiène préconisées par la coopérative : mains, équipements, vêtements propres.
- Mettre le tank en agitation
- Attendre suffisamment de temps afin que le lait soit homogène
- Identifier à l'aide du marqueur indélébile les contenants stériles sur la face :

Nom de l'élevage :
Numéro d'élevage :
Date de prélèvement :
N° de répétition :

- Identifier les contenants stériles sur le bouchon :

Numéro d'élevage :
Date de prélèvement :
N° de répétition :

- Désinfecter vos mains ainsi que la louche
- Prélever les 6 échantillons capes bleus : suivre la procédure actuelle définie selon le type de camion
- Prélever les 4 bouteilles capes rouges
- Fermer le tank
- Mettre les bouteilles dans la glacière, les échantillons dans le panier puis dans la glacière
- Arrivée à la fromagerie, mettre les échantillons dans le petit frigo de la salle de pause

### ▣ ▪ Gestion des échantillons lait cru cape bleu à la fromagerie ▪ ▣

La gestion de tous les échantillons doit se faire le plus rapidement possible après la collecte

#### Matériels et équipements nécessaires

- Bordereau AgroLab's : 1 unité
- Panier AgroLab's : 2 unités
- Stylo : 1 unité

- Veillez à respecter les conditions d'hygiène préconisées par la coopérative : mains, équipements, vêtements propres.
- Vérifier la bonne identification et/ou correspondance de tous les échantillons

#### ○ Envoi des échantillons à AgroLab's

- Récupérer les échantillons cape bleu n°1 à 4
- Remplir le bordereau AgroLab's : cf. model
- Coller les étiquettes bordereau Agrolab's sur les piluliers
- Placer les échantillons dans un panier. Il est impératif qu'il y ai dans le panier que des échantillons de ce projet.
- Avant de fermer le panier, mettre le bordereau dans le panier
- Transmettre l'échantillon à AgroLab's
- Agiter les 2 échantillons à congeler et les mettre au congélateur
- Remplir le fichier de "Suivi échantillons"

### ▣ ▪ Gestion des bouteilles cape rouge à la fromagerie ▪ ▣

La gestion de tous les échantillons doit se faire le plus rapidement possible après la collecte

#### Matériels et équipements nécessaires

- Matériel de pasteurisation 1 unité

- Seau en inox 1 unité
- Seau en plastique de 5 litres neuf 1 unité
- Fouet en inox 1 unité
- pH-mètre 1 unité
- Thermomètre 1 unité
- Pipette extrait sec 1 unité
- Chronomètre 1 unité
- Marqueur indélébile 1 unité
- Lingettes désinfectantes

○ Procédure de pasteurisation

- Veillez à respecter les conditions d'hygiène préconisées par la coopérative : mains, équipements, vêtements propres.
- Désinfecter l'ensemble du matériel au CMC
- Remplir la marmite d'eau, allumer la plaque. Suivre la montée en température de l'eau à l'aide du thermomètre
- Lorsque l'eau est à 90°C, vérifier que les bouteilles soient du même lot, les agiter et les transvaser dans le seau en inox
- Prélever l'échantillon pour l'extrait sec
- Réaliser l'extrait sec: donnée à renseigner sur la fiche de fabrication
- Relever le pH, la température du lait et le °D : données à saisir sur la fiche de fabrication
- Mettre le seau au bain marie, placer la sonde de température du pH-mètre dans le lait
- Lorsque le lait atteint (données confidentielles)°C ( seuil bas (données confidentielles)°C), chronométrer (données confidentielles)secondes puis retirer le seau du bain marie. Le placer dans un bac d'eau froide.
- Identifier le seau en plastique de 5 litres neuf :

Nom de l'élevage :
Numéro d'élevage :
Date de fabrication :
N° de répétition :

- Identifier le couvercle du seau :

Nom de l'élevage :
Numéro d'élevage :
Date de fabrication :
N° de répétition :

- Transvaser le lait dans le seau en plastique et le transférer au frigo de la Brousse Prévenir le conditionnement de ne pas toucher ce seau

▣ ■ Fabrication du fromage blanc ■ ▣

Matériels et équipements nécessaires

- Etuve
- Seau en inox 1 unité
- Fouet en inox 1 unité
- Louche en inox 1 unité
- pH-mètre 1 unité
- Thermomètre 1 unité
- Pipette extrait sec 2 unités
- Micropipette 1 unité
- Désinfectant contact alimentaire 1 unité

#### Ingrédients

- Lait pasteurisé
- Ferments
- Présure

#### Procédure de fabrication

- Veillez à respecter les conditions d'hygiène préconisées par la coopérative : mains, équipements, vêtements propres.
- Allumer l'étuve à (données confidentielles)
- Récupérer le lait au frigo
- Prélever un échantillon de lait à l'aide de la pipette pour réaliser l'extrait sec : donnée à renseigner sur la fiche de fabrication
- Prendre le pH et la température du lait froid
- Réchauffer le lait à (données confidentielles) au bain marie en l'agitant continuellement
- Lorsque la température cible est atteinte, retirer le seau du bain marie
- Prendre le pH et la température du lait chaud : donnée à renseigner sur la fiche de fabrication
- Agiter le lait à l'aide du fouet et l'ensemencer
- Placer le seau dans l'étuve, le couvercle posé sur le seau
- Suivre les instructions de la fiche de fabrication et compléter cette dernière
- Procéder aux prélèvements pour les analyses : cf. ci-dessous.

## Analyses du fromage blanc

#### Matériels et équipements nécessaires

- Fouet en inox 1 unité
- Louche en inox 1 unité
- Pipette extrait sec 2 unités
- Pots fromage blanc 500 ml : 2 unités
- Pots fromage blanc 250 ml : 2 unités
- Pilulier cape bleu 1 unité
- Marqueur indelible : 1 unité
- Bordereau AgroLab's : 2 unités
- Bordereau Phytocontrol : 2 unités

- Veillez à respecter les conditions d'hygiène préconisées par la coopérative : mains, équipements, vêtements propres.

- Identifier à l'aide du marqueur indélébile les 4 pots de fromage blanc stériles sur la face :

Nom de l'élevage :
Numéro d'élevage :
Date de fabrication :
N° de répétition :

- A l'aide du fouet brasser délicatement le fromage blanc
- Remplir 1 pilulier cape bleu, 2 pots de 250gr et 2 pots de 500gr de fromage blanc
- Mettre tous les échantillons au froid
- Mettre le seau dans le petit frigo de la salle de pause et indiquer au laitier qu'il peut le donner à l'éleveur concerné

#### Envoi à AgroLab's

- Envoyer les 2 pots de 250 gr à AgroLab's. Cf. model.
- Remplir le fichier "Suivi échantillons"

#### Envoi à Eurofins

- Envoyer 1 pots de 250 gr à Eurofin Cf. model.
- Conserver le second pots de 250 au frigo au cas où qu'il y aurait un problème avec le premier échantillon
- Remplir le fichier "Suivi échantillons"

Annexe 7 : Tableau de p- value et corrélation P1 LAIT

Catégories	sous catégories	Variables	Tests (seuil à 0,05)	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
				Moyenne_ MS (g/100g)	Moyenne_ Mat Grasse (g/L)	Moyenne_ Mat Prot (g/L)	Moyenne_ Uree (mg/L)	Moyenne_ C10-0 (g/L)	Moyenne_ C12-0 (g/L)	Moyenne_ C14-0 (g/L)	Moyenne_ C16-0 (g/L)	Moyenne_ C18:3 n-3 (g/L)	Moyenne_ C4-0 (g/L)	Moyenne_ C6-0 (g/L)	Moyenne_ C8-0 (g/L)	Moyenne_ C18-0 (g/L)	Moyenne_ C18-1 total (g/L)	Moyenne_ a-g insaturés totaux (g/L)	Moyenne_ a-g monoinsaturés (g/L)	Moyenne_ a-g polyinsaturés (g/L)	Moyenne_ a.g saturés totaux (g/L)	Moyenne_ C16-0/C18-3 n-3
Troupeau	Nombre total d'animaux traits	P-values (Pearson)	0,148	0,094	0,587	<b>0,022</b>	0,442	0,565	0,250	0,259	0,155	<b>0,024</b>	<b>0,013</b>	0,159	0,257	0,215	0,586	0,479	0,080	<b>0,043</b>	0,459	
		Corrélation	0,355	0,407	0,137	<b>0,535</b>	0,193	0,145	0,286	0,281	0,350	<b>0,528</b>	<b>0,574</b>	0,346	0,282	0,307	0,138	0,178	0,424	<b>0,481</b>	-0,187	
	Production laitière (L/BL/j)	P-values (Pearson)	0,607	0,752	0,433	0,477	0,920	0,777	0,909	0,563	0,203	0,482	0,312	0,858	0,609	0,610	0,572	0,937	0,512	0,940	0,239	
		Corrélation	-0,130	-0,080	-0,197	0,179	0,026	-0,072	0,029	-0,146	0,315	0,177	0,253	0,045	0,129	0,129	-0,143	-0,020	0,166	-0,019	-0,293	
	Nombre total d'antennaises traitées	P-values (Pearson)	0,961	0,712	0,567	<b>0,047</b>	0,653	0,483	0,785	0,534	0,315	0,400	0,512	0,793	0,840	0,818	0,799	0,922	0,964	0,501	0,528	
		Corrélation	-0,012	0,094	-0,144	<b>0,475</b>	-0,114	-0,177	0,069	0,157	0,251	0,211	0,165	-0,066	0,051	0,058	-0,065	-0,025	-0,011	0,170	-0,159	
Traite % antenne à a traite	P-values (Pearson)	0,404	0,529	0,355	0,218	0,562	0,385	0,775	0,867	0,612	0,949	0,890	0,486	0,577	0,584	0,341	0,429	0,441	0,769	0,559		
	Corrélation	-0,210	-0,159	-0,232	0,305	-0,146	-0,218	-0,072	-0,043	0,128	-0,016	-0,035	-0,176	-0,141	-0,138	-0,238	-0,199	-0,194	-0,074	-0,147		
Niveau de suivi de performances	P-values (Pearson)	0,514	0,482	0,478	0,145	0,103	0,061	0,142	0,151	0,292	0,438	0,398	0,212	0,456	0,298	0,800	0,515	0,420	0,251	0,270		
	Corrélation	-0,165	-0,177	-0,179	0,358	-0,397	-0,449	-0,360	-0,353	0,263	0,195	-0,212	-0,309	0,188	0,260	0,064	0,164	0,203	-0,285	-0,275		
Sanitaire	Cellules (Nb/ml)	P-values (Pearson)	0,905	0,866	0,783	0,755	0,612	0,807	0,742	0,821	0,223	0,728	0,269	0,729	0,432	0,882	0,675	0,910	0,335	0,983	0,239	
		Corrélation	0,030	0,043	0,070	-0,079	0,128	0,062	0,084	-0,057	0,302	0,088	0,275	0,088	0,197	0,038	0,106	0,029	0,241	-0,005	-0,292	
	Butyriques	P-values (Pearson)	0,468	0,485	0,462	0,445	0,837	0,779	<b>0,014</b>	0,708	0,596	0,860	0,508	0,802	0,265	0,480	0,327	0,593	0,573	0,709	0,831	
		Corrélation	-0,183	-0,176	-0,185	-0,192	-0,052	0,071	<b>-0,568</b>	-0,095	-0,134	-0,045	-0,167	-0,063	-0,278	-0,178	-0,245	-0,135	-0,142	-0,095	0,054	
	Lipolyse	P-values (Pearson)	0,191	0,065	0,560	0,734	0,182	0,346	0,636	0,103	0,477	0,268	0,469	0,520	0,173	0,097	<b>0,035</b>	<b>0,043</b>	0,937	0,221	0,143	
		Corrélation	-0,323	-0,443	-0,147	-0,086	0,330	0,236	-0,120	-0,397	0,179	-0,276	0,182	0,162	-0,336	-0,403	<b>-0,500</b>	<b>-0,481</b>	-0,020	-0,304	-0,359	
	Staphylocoques	P-values (Pearson)	0,552	0,836	0,806	0,789	0,493	0,469	0,298	0,343	0,822	0,206	0,894	0,860	0,379	0,150	0,449	0,222	0,226	0,858	0,672	
		Corrélation	-0,150	-0,053	-0,062	0,068	0,173	0,182	0,260	0,237	-0,057	-0,313	-0,034	0,045	-0,221	-0,354	-0,190	-0,303	-0,300	0,045	0,107	
	Coliformes	P-values (Pearson)	0,922	0,777	0,960	0,773	0,780	0,436	0,076	0,970	0,480	0,938	0,602	0,749	0,233	0,521	0,344	0,634	0,716	0,862	0,639	
		Corrélation	-0,025	-0,072	0,013	-0,073	0,071	0,196	-0,428	0,010	-0,178	0,020	-0,132	0,081	-0,296	-0,162	-0,237	-0,121	-0,092	0,044	0,119	
	Pseudomonas	P-values (Pearson)	0,861	0,948	0,706	0,562	0,542	0,972	<b>0,023</b>	0,827	0,338	0,944	0,240	0,725	0,544	0,939	0,882	0,842	0,708	0,995	0,345	
		Corrélation	-0,044	-0,017	-0,096	-0,146	-0,154	0,009	<b>-0,533</b>	0,056	-0,240	0,018	-0,292	-0,089	-0,153	-0,019	-0,038	0,051	-0,095	-0,002	0,236	
Ressources alimentaires	quantité d'herbe ingérée	P-values (Pearson)	0,866	0,854	0,991	0,784	0,790	0,957	0,532	0,514	0,205	0,147	0,242	0,707	0,263	0,263	0,929	0,474	0,170	0,756	0,185	
		Corrélation	0,043	0,047	0,003	-0,069	0,068	-0,014	-0,158	-0,164	0,314	0,356	0,290	0,095	0,279	0,279	-0,023	0,180	0,338	0,079	-0,327	
	quantité Fourrage stockés ingéré	P-values (Pearson)	0,079	<b>0,007</b>	0,476	0,551	0,626	0,334	0,089	<b>0,000</b>	0,269	0,297	0,389	0,336	0,670	0,601	0,431	0,406	0,768	<b>0,001</b>	0,053	
		Corrélation	0,424	<b>0,608</b>	0,180	0,151	0,123	0,242	0,413	<b>0,750</b>	-0,275	0,260	0,216	0,241	0,108	0,132	0,198	0,208	-0,075	<b>0,722</b>	0,463	
	quantité Fourrage sec ingéré	P-values (Pearson)	0,409	0,332	0,476	0,911	0,702	0,478	0,153	<b>0,039</b>	<b>0,033</b>	0,353	0,667	0,818	0,277	0,260	0,914	0,636	<b>0,048</b>	0,156	<b>0,045</b>	
		Corrélation	0,208	0,243	0,179	0,028	0,097	0,179	0,351	<b>0,489</b>	<b>-0,503</b>	-0,232	-0,109	0,058	-0,271	-0,280	-0,027	-0,120	<b>-0,471</b>	0,349	<b>0,478</b>	
	% Fourrage sec ingéré	P-values (Pearson)	0,324	0,106	0,882	0,650	0,931	0,876	0,803	0,211	0,512	0,058	0,337	0,587	0,142	0,088	0,263	0,145	0,159	0,122	0,818	
		Corrélation	-0,247	-0,393	-0,038	-0,115	0,022	-0,040	-0,063	-0,310	-0,165	-0,454	-0,240	-0,137	-0,360	-0,413	-0,278	-0,358	-0,346	-0,378	-0,058	
	quantité Fourrage HUMIDE ingéré	P-values (Pearson)	0,358	0,122	0,948	0,630	0,892	0,759	0,714	0,227	0,486	0,056	0,216	0,467	0,163	0,124	0,387	0,213	0,164	0,105	0,909	
		Corrélation	0,230	0,378	0,017	0,122	0,035	0,078	0,093	0,300	0,176	0,458	0,307	0,183	0,344	0,376	0,217	0,308	0,342	0,395	0,029	
	% Fourrage HUMIDE ingéré	P-values (Pearson)	0,324	0,106	0,882	0,650	0,931	0,876	0,803	0,211	0,512	0,058	0,337	0,587	0,142	0,088	0,263	0,145	0,159	0,122	0,818	
		Corrélation	0,247	0,393	0,038	0,115	-0,022	0,040	0,063	0,310	0,165	0,454	0,240	0,137	0,360	0,413	0,278	0,358	0,346	0,378	0,058	
	quantité pature ingéré	P-values (Pearson)	0,070	<b>0,005</b>	0,441	0,416	0,707	0,276	<b>0,020</b>	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,043</b>	0,761	0,791	0,410	0,863	0,945	0,361	0,628	0,265	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	
		Corrélation	-0,437	<b>-0,635</b>	-0,194	-0,204	-0,095	-0,271	<b>-0,541</b>	<b>-0,912</b>	<b>0,482</b>	-0,077	-0,067	-0,207	0,044	0,018	-0,229	-0,123	0,277	<b>-0,740</b>	<b>-0,693</b>	
	% herbe pâturée sur fourrages consommés	P-values (Pearson)	0,054	<b>0,003</b>	0,403	0,365	0,704	0,290	<b>0,020</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,054	0,673	0,739	0,378	0,961	0,951	0,313	0,560	0,331	<b>0,000</b>	<b>0,002</b>	
		Corrélation	-0,462	<b>-0,657</b>	-0,210	-0,227	-0,096	-0,264	<b>-0,543</b>	<b>-0,917</b>	0,460	-0,107	-0,084	-0,221	0,012	-0,016	-0,252	-0,147	0,243	<b>-0,756</b>	<b>-0,681</b>	
	quantité compléments ingérés hors deshy	P-values (Pearson)	0,256	0,135	0,739	<b>0,042</b>	0,976	0,701	0,279	0,069	0,534	0,461	0,687	0,393	0,896	0,673	0,503	0,720	0,872	0,095	0,207	
		Corrélation	0,282	0,367	0,085	<b>0,484</b>	0,008	0,097	0,270	0,438	-0,157	0,186	0,102	0,215	0,033	0,107	0,169	0,091	0,041	0,405	0,312	
	% complément sur ration totale hors deshy	P-values (Pearson)	0,210	0,150	0,513	<b>0,035</b>	0,976	0,661	0,258	0,076	0,428	0,594	0,982	0,413	0,962	0,753	0,360	0,717	0,876	0,154	0,141	
		Corrélation	0,310	0,354	0,165	<b>0,500</b>	-0,008	0,111	0,281	0,428	-0,199	0,135	0,006	0,206	-0,012	0,080	0,229	0,092	0,039	0,350	0,361	
	quantité compléments deshydratés ingérés	P-values (Pearson)	0,331	0,402	0,250	0,876	0,938	0,998	0,453	0,606	0,074	<b>0,006</b>	0,358	0,608	0,055	<b>0,036</b>	0,299	0,071	<b>0,007</b>	0,606	0,158	
		Corrélation	-0,243	-0,210	-0,286	0,040	-0,020	-0,001	0,189	0,131	-0,432	<b>-0,618</b>	-0,230	-0,130	-0,460	<b>-0,497</b>	-0,259	-0,435	<b>-0,615</b>	-0,131	0,347	
	% compléments deshydratés ingérés sur RT	P-values (Pearson)	0,387	0,441	0,294	0,769	0,968	0,905	0,398	0,572	0,079	<b>0,009</b>	0,414	0,730	0,056	<b>0,038</b>	0,321	0,069	<b>0,011</b>	0,651	0,156	
Corrélation		-0,217	-0,194	-0,262	0,074	0,010	0,030	0,212	0,143	-0,425	<b>-0,599</b>	-0,205	-0,087	-0,458	<b>-0,492</b>	-0,248	-0,438	<b>-0,582</b>	-0,114	0,349		
quantité légumineuses consommée	P-values (Pearson)	0,190	0,550	0,080	0,209	0,921	0,796	0,563	0,530	0,112	0,082	0,577	0,850	0,413	0,122	0,514	0,238	<b>0,087</b>	0,673	0,112		
	Corrélation	0,324	0,151	0,424	0,311	-0,025	-0,066	-0,146	-0,158	0,388	0,421	0,141	0,048	0,206	0,378	0,164	0,301	0,415	0,107	-0,388		
% légumineuses consommée sur herbe ingéré	P-values (Pearson)	0,180	0,553	0,056	0,173	0,774	0,731	0,633	0,617	0,195	0,150	0,857	0,986	0,560	0,185	0,450	0,251	0,177	0,725			

Catégories	Sous catégories	Variables	Tests (seuil à 0,05)	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	
				Moyenne_ MS (g/100g)	Moyenne_ Mat Grasse (g/L)	Moyenne_ Mat Prot (g/L)	Moyenne_ Uree (mg/L)	Moyenne_ C10- 0 (g/L)	Moyenne_ C12- 0 (g/L)	Moyenne_ C14- 0 (g/L)	Moyenne_ C16- 0 (g/L)	Moyenne_ C18:3 n-3 (g/L)	Moyenne_ C4- 0 (g/L)	Moyenne_ C6- 0 (g/L)	Moyenne_ C8- 0 (g/L)	Moyenne_ C18- 0 (g/L)	Moyenne_ C18-1 total (g/L)	Moyenne_ a-g insaturés (g/L)	Moyenne_ a-g monoinsaturés (g/L)	Moyenne_ a-g polyinsaturés (g/L)	Moyenne_ a-g saturés (g/L)	Moyenne_ C16-0/C18-3 n-3	
Ressources alimentaires	Foin de 1ère coupe	90% mélange graminée quantité MS	P-values (Pearson)	0,315	0,453	0,324	0,867	0,606	0,700	0,508	0,559	0,901	0,883	0,484	0,528	0,788	0,973	0,450	0,905	0,707	0,569	0,929	
			Corrélation	0,251	0,189	0,247	0,043	0,130	0,098	0,167	0,167	0,147	0,031	-0,038	0,176	0,159	0,068	0,009	0,190	0,030	0,095	0,144	-0,022
		mini70%légumineuses30%graminée quantité MS	P-values (Pearson)	0,255	0,465	0,206	0,733	0,871	0,591	0,519	0,564	0,370	0,980	0,832	0,685	0,635	0,998	0,571	0,814	0,759	0,515	0,334	0,242
			Corrélation	0,283	0,184	0,313	0,086	0,041	0,136	0,163	0,146	-0,225	0,006	-0,054	0,103	-0,120	-0,001	0,143	0,060	-0,078	0,164	0,242	
		mini70%graminée30%légumineuses quantité	P-values (Pearson)	0,477	0,882	0,494	0,550	0,827	0,807	0,488	0,367	0,530	0,490	0,689	0,762	0,672	0,286	0,675	0,454	0,211	0,960	0,435	
		Corrélation	-0,179	-0,038	-0,173	-0,151	0,056	0,062	0,175	0,226	-0,158	-0,264	-0,101	-0,077	-0,107	-0,266	-0,106	-0,188	-0,310	0,013	0,196		
		mel graminée légumineuses quantité MS	P-values (Pearson)	0,447	0,791	0,112	0,689	<b>0,011</b>	<b>0,041</b>	0,618	0,273	0,174	0,681	<b>0,020</b>	<b>0,036</b>	0,605	0,614	0,311	0,383	0,183	0,809	<b>0,047</b>	
		Corrélation	-0,191	0,067	-0,388	-0,101	<b>-0,581</b>	<b>-0,486</b>	-0,126	0,273	-0,335	-0,104	<b>-0,544</b>	<b>-0,498</b>	0,131	0,127	0,253	0,219	-0,329	-0,061	<b>0,474</b>		
		90% mélange lég quantité MS	P-values (Pearson)	0,116	0,102	0,184	0,349	0,331	0,126	<b>0,023</b>	<b>0,001</b>	<b>0,022</b>	0,685	0,863	0,276	0,239	0,465	0,990	0,723	0,174	<b>0,017</b>	<b>0,004</b>	
		Corrélation	-0,384	-0,397	-0,328	-0,234	-0,243	-0,374	<b>-0,531</b>	<b>-0,698</b>	<b>0,537</b>	0,103	0,044	-0,271	0,292	0,184	0,003	0,090	0,335	<b>-0,555</b>	<b>-0,639</b>		
		90% luzerne	P-values (Pearson)	0,340	0,643	0,229	0,898	0,713	0,581	1,000	0,906	0,637	0,653	0,855	0,486	0,975	0,594	0,585	0,663	0,425	0,754	0,590	
		Corrélation	0,239	0,117	0,298	-0,033	0,093	0,139	0,000	0,030	-0,119	0,114	-0,046	0,176	0,008	0,135	0,138	0,110	0,201	0,079	0,136		
	mini70%légumineuses30%graminée quantité	P-values (Pearson)	0,072	0,104	0,144	0,894	0,438	0,441	0,618	0,596	0,426	0,092	0,150	0,173	0,104	0,092	0,135	0,121	<b>0,030</b>	0,192	0,722		
	Corrélation	-0,433	-0,396	-0,359	-0,034	-0,195	-0,194	-0,126	-0,134	-0,200	-0,409	-0,354	-0,336	-0,395	-0,409	-0,367	-0,379	<b>-0,511</b>	-0,322	0,090			
	mini70%graminée30%légumineuses quantité	P-values (Pearson)	0,307	0,522	0,176	0,478	0,267	0,192	0,135	0,353	0,538	0,565	0,690	0,293	0,374	0,495	0,830	0,671	0,545	0,305	0,533		
	Corrélation	0,255	0,162	0,334	0,179	0,276	0,322	0,366	0,233	-0,155	-0,145	0,101	0,262	-0,223	-0,172	-0,054	-0,107	-0,153	0,256	0,157			
	mel graminée légumineuses quantité MS	P-values (Pearson)	0,494	0,905	0,235	0,879	0,878	0,841	0,693	0,661	0,650	0,939	0,646	0,890	0,680	0,974	0,839	0,544	0,853	0,614	0,128		
	Corrélation	-0,172	-0,030	-0,265	-0,295	-0,039	-0,039	0,051	0,100	-0,111	-0,115	-0,019	-0,116	0,035	-0,105	0,008	-0,051	-0,153	-0,047	0,128			
	Foin de 3nd coupe	p)pa	P-values (Pearson)	0,690	0,914	0,394	0,681	0,235	0,184	0,538	0,994	0,801	0,372	0,440	0,144	0,646	0,724	0,677	0,554	0,368	0,684	0,975	
		Corrélation	-0,101	-0,027	-0,214	-0,104	-0,295	-0,328	-0,155	-0,002	-0,064	-0,224	-0,194	-0,358	0,116	0,089	0,105	0,149	-0,226	-0,103	0,008		
	Fourrage humide	lég	P-values (Pearson)	0,196	0,269	0,231	0,066	0,776	0,560	0,995	0,859	<b>0,001</b>	<b>0,037</b>	0,156	0,893	<b>0,047</b>	<b>0,020</b>	0,102	0,087	<b>0,007</b>	0,581	<b>0,023</b>	
		Corrélation	0,320	0,275	0,297	0,442	-0,072	-0,147	0,002	-0,045	<b>0,733</b>	<b>0,494</b>	0,349	0,034	0,474	<b>0,544</b>	0,398	0,415	<b>0,610</b>	0,139	<b>-0,533</b>		
		graminée	P-values (Pearson)	0,601	0,424	0,835	0,147	0,077	0,062	0,413	0,546	0,323	0,536	0,469	0,139	0,244	0,211	0,149	0,142	0,993	0,831	0,531	
		Corrélation	-0,132	-0,201	-0,053	-0,356	0,428	0,449	0,206	-0,153	-0,247	-0,156	0,182	0,363	-0,289	-0,310	-0,354	-0,360	0,002	-0,054	0,158		
	mélange	P-values (Pearson)	<b>0,016</b>	0,078	<b>0,012</b>	0,238	0,320	0,245	0,180	0,404	0,656	<b>0,049</b>	0,387	0,065	0,551	0,336	0,427	0,301	0,119	0,053	0,540		
	Corrélation	<b>0,560</b>	0,426	<b>0,576</b>	0,293	0,249	0,289	0,331	0,210	-0,113	<b>0,471</b>	0,217	0,444	0,151	0,241	0,200	0,258	0,381	0,463	0,155			
	Pature	P-values (Pearson)	0,218	0,455	0,220	0,299	0,649	0,581	0,426	0,339	0,260	0,805	0,673	0,468	0,728	0,955	0,734	0,947	0,943	0,410	0,182		
	Corrélation	-0,305	-0,188	-0,304	-0,259	-0,115	-0,140	-0,200	-0,239	0,280	0,063	0,107	-0,183	0,088	-0,014	-0,086	-0,017	0,018	-0,207	-0,329			
	90% mélange graminée quantité MS	P-values (Pearson)	0,183	0,056	0,423	0,576	0,481	0,155	0,020	<b>&lt;0,0001</b>	<b>0,023</b>	0,786	0,995	0,415	0,319	0,441	0,902	0,825	0,099	<b>0,006</b>	<b>0,003</b>		
	Corrélation	-0,329	-0,458	-0,201	-0,141	-0,178	-0,350	<b>-0,542</b>	<b>-0,799</b>	<b>0,533</b>	0,069	-0,001	-0,205	0,249	0,194	-0,031	0,056	0,402	<b>-0,617</b>	<b>-0,665</b>			
	Durée pâturage	P-values (Pearson)	0,073	<b>0,004</b>	0,456	0,423	0,687	0,281	<b>0,020</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,068	0,667	0,691	0,395	0,925	0,994	0,369	0,607	0,304	<b>0,000</b>	<b>0,003</b>		
	Corrélation	-0,432	<b>-0,638</b>	-0,201	-0,188	-0,102	-0,269	<b>-0,541</b>	<b>-0,906</b>	0,440	-0,109	-0,101	-0,213	0,024	0,002	-0,225	-0,130	0,257	<b>-0,747</b>	<b>-0,654</b>			
	Pature	P-values (Pearson)	0,158	<b>0,010</b>	0,695	0,623	0,814	0,356	<b>0,040</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,100	0,696	0,683	0,547	0,950	0,929	0,413	0,636	0,266	<b>0,002</b>	<b>0,008</b>		
	Corrélation	-0,347	<b>-0,587</b>	-0,099	-0,124	-0,060	-0,231	<b>-0,487</b>	<b>-0,853</b>	0,400	-0,099	-0,103	-0,152	0,016	0,023	-0,206	-0,120	0,277	<b>-0,688</b>	<b>-0,601</b>			
	% légumineuses	P-values (Pearson)	0,131	<b>0,004</b>	0,880	0,561	0,790	0,784	0,149	<b>0,000</b>	0,364	0,311	0,519	0,692	0,334	0,446	0,109	0,216	0,797	<b>0,003</b>	<b>0,047</b>		
	Corrélation	-0,370	<b>-0,649</b>	-0,038	-0,147	0,067	-0,069	-0,354	<b>-0,773</b>	0,227	-0,253	-0,163	-0,100	-0,242	-0,192	-0,391	-0,306	0,065	<b>-0,657</b>	<b>-0,473</b>			
	MS légumineuses	P-values (Pearson)	0,137	<b>0,006</b>	0,709	0,587	0,876	0,746	0,415	<b>0,047</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,135	0,709	0,621	0,551	0,871	0,916	0,319	0,517	0,354	<b>0,001</b>	<b>0,011</b>	
	Corrélation	-0,364	<b>-0,616</b>	-0,094	-0,137	-0,040	-0,205	<b>-0,473</b>	<b>-0,856</b>	0,366	-0,141	-0,125	-0,151	-0,041	-0,027	-0,249	-0,163	0,232	<b>-0,701</b>	<b>-0,581</b>			
	% graminée	P-values (Pearson)	0,153	<b>0,006</b>	0,816	0,633	0,977	0,517	0,072	<b>&lt;0,0001</b>	0,143	0,568	0,662	0,647	0,748	0,837	0,244	0,436	0,389	<b>0,002</b>	<b>0,011</b>		
	Corrélation	-0,351	<b>-0,620</b>	-0,059	-0,121	0,007	-0,163	-0,434	<b>-0,841</b>	0,359	-0,144	-0,111	-0,116	-0,081	-0,052	-0,289	-0,196	0,216	<b>-0,681</b>	<b>-0,582</b>			
	MS graminée	P-values (Pearson)	0,198	<b>0,023</b>	0,656	0,667	0,699	0,275	<b>0,033</b>	<b>&lt;0,0001</b>	0,070	0,872	0,763	0,527	0,688	0,712	0,602	0,843	0,177	<b>0,003</b>	<b>0,007</b>		
	Corrélation	-0,319	<b>-0,532</b>	-0,113	-0,109	-0,098	-0,272	<b>-0,503</b>	<b>-0,831</b>	0,436	-0,041	-0,077	-0,159	0,102	0,094	-0,132	-0,050	0,333	<b>-0,658</b>	<b>-0,610</b>			
	LUZDESHY	P-values (Pearson)	0,331	0,402	0,250	0,876	0,938	0,998	0,453	0,606	0,074	<b>0,006</b>	0,358	0,608	0,055	<b>0,036</b>	0,299	0,071	<b>0,007</b>	0,606	0,158		
	Corrélation	-0,243	-0,210	-0,286	0,040	-0,020	-0,001	0,189	0,131	-0,432	<b>-0,618</b>	-0,230	-0,130	-0,460	<b>-0,497</b>	-0,259	-0,435	<b>-0,615</b>	-0,131	0,347			
	Céréales	P-values (Pearson)	0,349	0,211	0,720	0,448	0,505	0,469	<b>0,040</b>	0,175	0,871	0,284	0,156	0,264	0,694	0,618	0,668	0,806	0,537	0,133	0,619		
	Corrélation	0,234	0,310	0,091	0,191	0,168	0,182	<b>0,487</b>	0,334	0,041	0,267	0,349	0,278	0,100	0,126	0,109	0,062	0,156	0,368	0,126			
	CERALE ORGE	P-values (Pearson)	0,304	0,196	0,368	0,315	0,690	0,746	0,934	0,223	0,568	0,326	0,943	0,771	0,348	0,252	0,382	0,195	0,778	0,218	0,869		
	Corrélation	-0,257	-0,320	-0,226	-0,251	0,101	0,082	0,021	-0,302	-0,144	-0,245	0,018											



Catégories	Sous catégories	Variables	Tests (seuil à 0,05)	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1	P1
				Moyenne_ MS (g/100g)	Moyenne_ Mat Grasse (g/L)	Moyenne_ Mat Prot (g/L)	Moyenne_ Uree (mg/L)	Moyenne_ C10-0 (g/L)	Moyenne_ C12-0 (g/L)	Moyenne_ C14-0 (g/L)	Moyenne_ C16-0 (g/L)	Moyenne_ C18:3 n-3 (g/L)	Moyenne_ C4-0 (g/L)	Moyenne_ C6-0 (g/L)	Moyenne_ C8-0 (g/L)	Moyenne_ C18-0 (g/L)	Moyenne_ C18-1 total (g/L)	Moyenne_ a g insaturés totaux (g/L)	Moyenne_ a g monoinsaturés (g/L)	Moyenne_ a g polysaturés (g/L)	Moyenne_ a g satures totaux (g/L)	Moyenne_ C16-0/C18-n-3
Nutrition	Synthèse de l'ingestion quotidienne	MS > valeurs issuent des rations calculées	P-values (Pearson)	0,897	0,611	0,369	0,491	0,458	0,434	0,977	0,652	0,805	0,367	0,934	0,753	0,293	0,268	0,733	0,411	0,692	0,613	0,864
			Corrélation	-0,033	0,128	-0,225	0,173	-0,187	-0,197	-0,007	0,114	0,063	0,226	0,021	-0,080	0,262	0,276	0,086	0,207	0,100	0,128	0,043
		MB	P-values (Pearson)	0,201	0,080	0,419	0,727	0,914	0,425	0,087	<b>0,001</b>	<b>0,012</b>	0,460	0,511	0,810	0,371	0,427	0,513	0,980	0,058	<b>0,042</b>	<b>0,002</b>
			Corrélation	-0,316	-0,424	-0,203	-0,088	-0,027	-0,200	-0,415	<b>-0,734</b>	<b>0,580</b>	0,186	0,166	-0,061	0,224	0,200	-0,165	0,006	0,455	<b>-0,484</b>	<b>-0,689</b>
		MS (%)	P-values (Pearson)	0,224	0,081	0,565	0,557	0,813	0,768	0,108	<b>0,001</b>	<b>0,016</b>	0,429	0,429	1,000	0,622	0,597	0,346	0,855	0,075	0,069	<b>0,002</b>
			Corrélation	0,302	0,423	0,145	0,148	-0,060	0,075	0,392	<b>0,699</b>	<b>-0,557</b>	-0,199	-0,199	0,000	-0,125	-0,134	0,236	0,046	-0,430	0,438	<b>0,673</b>
		UEM (/kg)	P-values (Pearson)	0,487	0,077	0,658	0,685	0,477	0,687	0,454	<b>0,035</b>	0,389	0,262	0,899	0,998	0,164	0,190	0,231	0,154	0,846	0,090	0,081
			Corrélation	0,175	0,427	-0,112	0,103	-0,179	-0,102	0,188	<b>0,500</b>	<b>-0,216</b>	0,279	-0,032	-0,001	0,342	0,324	0,297	0,350	0,049	0,411	0,422
		UFL (/kg)	P-values (Pearson)	0,422	0,695	0,215	0,568	0,704	0,428	0,801	0,504	0,223	0,472	0,540	0,799	0,364	0,447	0,744	0,851	0,478	0,744	0,279
			Corrélation	-0,202	-0,099	-0,307	0,144	-0,096	-0,199	-0,064	-0,168	0,302	0,181	0,155	-0,065	0,228	0,191	-0,083	0,048	0,179	-0,083	-0,270
		PDIN (g/kg)	P-values (Pearson)	0,545	0,505	0,509	0,402	0,892	0,600	0,676	0,256	0,217	0,498	0,553	0,950	0,738	0,626	0,500	0,914	0,482	0,620	0,173
			Corrélation	-0,153	-0,168	-0,167	0,210	-0,034	-0,133	-0,106	-0,283	0,306	0,171	0,150	-0,016	0,085	0,123	-0,170	-0,027	0,177	-0,125	-0,336
		PDIE (g/kg)	P-values (Pearson)	0,498	0,633	0,420	0,458	0,985	0,715	0,950	0,617	0,324	0,674	0,548	0,969	0,838	0,845	0,447	0,757	0,810	0,855	0,343
			Corrélation	-0,171	-0,121	-0,203	0,187	-0,005	-0,093	0,016	-0,127	0,247	0,107	0,152	-0,010	0,052	0,050	-0,191	-0,079	0,061	-0,046	-0,237
		PDIA (g/kg)	P-values (Pearson)	0,391	0,305	0,372	0,518	0,595	0,686	0,843	0,476	0,832	0,729	0,842	0,587	0,353	0,443	0,139	0,219	0,866	0,610	0,908
			Corrélation	-0,215	-0,256	-0,224	0,163	0,135	0,102	-0,050	-0,180	-0,054	-0,088	0,051	0,137	-0,233	-0,193	-0,363	-0,305	-0,043	-0,129	-0,029
		MAT (%)	P-values (Pearson)	0,795	0,293	0,832	0,188	0,917	0,710	0,398	<b>0,029</b>	<b>0,048</b>	0,461	0,446	0,906	0,987	0,695	0,524	0,775	0,198	0,290	<b>0,013</b>
			Corrélation	-0,066	-0,262	0,054	0,325	0,026	-0,094	-0,212	<b>-0,515</b>	<b>0,471</b>	0,185	0,192	0,030	-0,004	0,099	-0,161	-0,072	0,319	-0,264	<b>-0,574</b>
		Ca (g/kg)	P-values (Pearson)	0,972	0,833	0,711	0,054	0,209	0,190	0,590	0,995	0,578	0,569	0,639	0,388	0,613	0,362	0,709	0,506	0,906	0,949	0,737
			Corrélation	0,009	0,053	-0,094	0,461	-0,311	-0,323	-0,136	0,002	0,141	0,144	-0,119	-0,217	0,128	0,229	0,095	0,168	0,030	0,016	-0,085
		P (g/kg)	P-values (Pearson)	0,539	0,915	0,270	0,425	0,394	0,322	0,662	0,736	0,490	0,420	0,939	0,655	0,295	0,339	0,865	0,551	0,490	0,808	0,675
			Corrélation	-0,155	-0,027	-0,274	0,201	-0,214	-0,248	-0,111	-0,086	0,174	0,203	-0,019	-0,113	0,261	0,239	0,043	0,151	0,174	-0,062	-0,106
		C18:3 (g/kg)	P-values (Pearson)	0,357	0,262	0,485	0,996	0,826	0,608	0,487	<b>0,020</b>	<b>0,005</b>	0,334	0,172	0,933	0,296	0,379	0,564	0,957	0,076	0,236	<b>0,002</b>
			Corrélation	-0,231	-0,279	-0,176	-0,001	0,056	-0,130	-0,175	<b>-0,541</b>	<b>0,628</b>	0,242	0,336	0,021	0,261	0,221	-0,146	0,014	0,429	-0,294	<b>-0,672</b>
		MG (%)	P-values (Pearson)	0,796	0,812	0,569	0,695	0,984	0,646	0,353	0,106	<b>0,010</b>	0,193	0,283	0,793	0,209	0,167	0,604	0,451	<b>0,021</b>	0,517	<b>0,010</b>
			Corrélation	0,066	-0,060	0,144	0,099	0,005	-0,116	-0,233	-0,393	<b>0,588</b>	0,322	0,268	0,066	0,311	0,340	0,131	0,189	<b>0,540</b>	-0,163	<b>-0,590</b>
		AGS (%)	P-values (Pearson)	0,888	0,573	0,564	0,610	0,731	0,444	0,071	<b>0,018</b>	<b>0,016</b>	0,111	0,552	0,961	0,272	0,128	0,734	0,374	<b>0,014</b>	0,314	<b>0,005</b>
			Corrélation	0,036	-0,143	0,146	0,129	-0,087	-0,192	-0,436	<b>-0,550</b>	<b>0,560</b>	0,388	0,150	-0,013	0,273	0,373	0,086	0,223	<b>0,566</b>	-0,252	<b>-0,630</b>
		C16:0 (g/kg)	P-values (Pearson)	0,983	0,929	0,686	0,423	0,386	0,277	0,290	0,418	0,258	0,111	0,834	0,729	0,182	0,098	0,695	0,253	0,166	0,909	0,302
			Corrélation	-0,005	0,023	-0,102	0,202	-0,217	-0,271	-0,264	-0,204	0,281	0,388	0,053	-0,088	0,329	0,403	0,099	0,099	0,284	0,341	-0,029
		AG (%)	P-values (Pearson)	0,811	0,907	0,688	0,905	0,823	0,553	0,286	0,217	0,086	0,285	0,535	0,940	0,233	0,222	0,521	0,419	0,071	0,575	0,072
			Corrélation	0,061	-0,030	0,102	0,030	-0,057	-0,150	-0,266	-0,306	0,416	0,266	0,156	0,019	0,296	0,303	0,162	0,203	0,436	-0,142	-0,434
		AGMI (%)	P-values (Pearson)	0,407	0,271	0,672	0,596	0,661	0,834	0,792	0,266	0,828	0,568	0,806	0,911	0,453	0,448	0,266	0,359	0,669	0,409	0,530
			Corrélation	0,208	0,274	0,107	0,134	-0,111	-0,053	-0,067	0,277	-0,055	0,144	-0,062	0,028	0,189	0,191	0,277	0,230	0,108	0,208	0,158
		AGPI (%)	P-values (Pearson)	0,870	0,715	0,621	0,999	0,981	0,599	0,306	0,082	<b>0,037</b>	0,301	0,390	0,870	0,228	0,236	0,619	0,492	<b>0,041</b>	0,411	<b>0,020</b>
			Corrélation	0,041	-0,093	0,125	0,000	-0,006	-0,133	-0,255	-0,421	<b>0,494</b>	0,258	0,216	0,042	0,299	0,294	0,126	0,173	<b>0,486</b>	-0,206	<b>-0,543</b>
		AG libres (g/kg)	P-values (Pearson)	0,865	0,826	0,798	0,725	0,963	0,481	0,675	0,177	<b>0,012</b>	0,179	0,172	0,913	0,100	0,144	0,806	0,466	0,050	0,654	<b>0,015</b>
			Corrélation	-0,043	-0,056	-0,065	0,089	-0,012	-0,178	-0,106	-0,333	<b>0,577</b>	0,332	0,337	0,028	0,400	0,359	0,062	0,183	0,468	-0,114	<b>-0,561</b>
		AGMI libres (g/kg)	P-values (Pearson)	0,605	0,232	0,836	0,377	0,759	0,636	0,678	0,278	0,441	0,292	0,449	0,873	0,117	0,238	0,342	0,307	0,456	0,290	0,846
			Corrélation	0,131	0,296	-0,053	0,222	-0,078	-0,120	0,105	0,271	0,194	0,263	0,190	0,041	0,383	0,293	0,238	0,255	0,188	0,264	-0,049
		AGPI libres (g/kg)	P-values (Pearson)	0,785	0,724	0,750	0,806	0,991	0,487	0,691	0,132	<b>0,013</b>	0,209	0,173	0,922	0,113	0,165	0,879	0,520	0,054	0,565	<b>0,013</b>
			Corrélation	-0,069	-0,089	-0,081	0,062	-0,003	-0,175	-0,101	-0,369	<b>0,574</b>	0,311	0,336	0,025	0,387	0,342	0,039	0,162	0,462	-0,145	<b>-0,570</b>
		MG libre (%)	P-values (Pearson)	0,756	0,701	0,985	0,500	0,952	0,574	0,536	0,238	0,097	0,715	0,427	0,841	0,191	0,368	0,717	0,599	0,301	0,452	0,111
			Corrélation	-0,079	-0,097	-0,005	-0,170	0,015	-0,142	0,156	-0,293	0,403	0,093	0,200	-0,051	0,323	0,226	0,092	0,133	0,258	-0,189	-0,389
		AGE (g/kg)	P-values (Pearson)	0,506	0,383	0,775	0,830	0,973	0,917	0,916	0,493	0,610	0,679	0,505	0,738	0,336	0,538	0,365	0,547	0,542	0,523	0,822
			Corrélation	0,168	0,219	0,073	0,055	0,009	-0,026	0,027	0,173	0,129	0,105	0,168	0,085	0,241	0,155	0,227	0,152	0,154	0,161	-0,057
		IT3 (g/kg)	P-values (Pearson)	0,326	0,239	0,473	0,951	0,798	0,632	0,564	<b>0,019</b>	<b>0,006</b>	0,354	0,180	0,943	0,322	0,417	0,519	0,999	0,089	0,224	<b>0,003</b>
			Corrélation	-0,245	-0,292	-0,181	-0,015	0,065	-0,121	-0,146	<b>-0,546</b>	<b>0,618</b>	0,232	0,331	0,018	0,248	0,204	-0,163	0,000	0,413	-0,302	<b>-0,663</b>
C18:1 (g/kg)	P-values (Pearson)	0,574	0,231	0,875	0,534	0,418	0,564	0,801	0,200	0,357	0,740	0,891	0,143	0,257	0,260	0,225	0,678	0,339	0,413			
	Corrélation	0,142	0,297	-0,040	0,157	-0,203	-0,146	-0,064	0,317	-0,064	0,231	-0,084	-0,035									

## Annexe 8 : Tableau de p-value et corrélation P1 FROMAGE BLANC

Variables		Somme acides gras saturés sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras palmiques sur p.fini - (g/100 g)	C16:0 Ac. palmitique sur p.fini - (g/100 g)	C14:0 Ac. myristique sur p.fini - (g/100 g)	C18:0 Ac. stéarique sur p.fini - (g/100 g)	C10:0 Ac. caprique sur p.fini - (g/100 g)	C12:0 Ac. laurique sur p.fini - (g/100 g)	C4:0 Ac. butyrique sur p.fini - (g/100 g)	C6:0 Ac. caproïque sur p.fini - (g/100 g)	C8:0 Ac. caprylique sur p.fini - (g/100 g)	C15:0 Ac. pentadécyl ique sur p.fini - (g/100 g)	C17:0 Ac. margarique sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras monoinsaturés sur p.fini - (g/100 g)	C18:1 (n-9) Ac. oléique sur p.fini - (g/100 g)	C16:1 (n-7c) Ac. palmitoléique sur p.fini - (g/100 g)	C18:1 (n-7c) Ac. vaccénique sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras polyinsaturés sur p.fini - (g/100 g)	C18:2 (n-6c) Ac. linoléique ω6 sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras omega 6 sur p.fini - (g/100 g)	Ac. α-linolénique (ALA) ω3 sur p.fini - (g/100 g)	C18:3 (n-3) Acides gras linoléiques ω3 sur p.fini - (g/100 g)	C18:2 (9c,11c) Ac. linoléique conjugué sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras trans sur p.fini - (g/100 g)	Fatty acids Omega-3 Omega-6 Ratio
Troupeau	Traite_P1_nbre aminaux	0,830	0,418	0,329	0,093	<b>0,044</b>	<b>0,021</b>	<b>0,024</b>	0,850	0,584	0,546	0,611	0,684	0,247	0,206	0,805	0,935	0,450	0,542	0,474	0,618	0,514	0,641	0,187	0,874
	Prod laitiere_P1(BL/JJ)2	0,573	0,687	0,329	0,716	0,321	0,664	0,660	0,126	0,519	0,783	0,844	0,505	0,790	0,823	0,894	0,858	0,462	0,321	0,453	0,514	0,772	0,671	0,695	0,384
	Traite_P1_nbre antenaïse	0,655	0,363	0,254	0,137	0,241	0,161	0,204	0,614	0,736	0,883	0,661	0,676	0,752	0,692	0,863	0,556	0,817	0,731	0,806	0,994	0,862	0,770	0,675	0,622
	Traite_P1_% antenaïse	0,144	0,289	0,357	0,455	-0,367	0,432	0,395	0,162	0,109	0,048	0,142	-0,135	-0,102	-0,128	-0,056	0,189	0,075	0,111	0,079	0,003	-0,056	-0,095	-0,135	0,159
	Nombre de suivi de performances	0,805	0,936	0,758	0,642	0,365	0,563	0,724	0,423	0,614	0,773	0,576	0,434	0,803	0,768	0,556	0,229	0,100	0,110	0,120	0,324	0,474	0,692	0,524	0,256
Sanitaire	P1_Cellules	0,869	0,734	0,527	0,824	0,436	0,554	0,615	0,978	0,451	0,347	0,729	0,322	0,726	0,775	0,239	0,895	0,808	0,611	0,779	0,718	0,844	0,831	0,482	0,612
	P1_butyriques	0,810	0,696	0,996	0,700	0,633	0,233	0,348	0,425	0,398	0,329	0,245	0,592	0,858	0,873	0,821	0,815	0,526	0,602	0,785	0,664	0,335	0,782	0,312	
	P1_lipolyse	0,474	0,961	0,850	0,730	0,111	0,230	0,256	0,444	0,093	0,099	0,098	0,251	0,088	0,085	0,258	0,733	0,899	0,621	0,703	0,171	0,159	0,777	0,787	0,149
	P1_Staph	0,871	0,641	0,645	0,748	0,359	0,693	0,729	0,662	0,586	0,467	0,524	0,954	0,654	0,650	0,747	0,727	0,414	0,314	0,462	0,451	0,638	0,430	0,265	0,489
	P1_Coliformes	0,848	0,219	0,646	0,235	0,861	0,113	0,164	0,570	0,207	0,186	0,554	1,000	0,612	0,547	0,630	1,000	0,343	0,245	0,365	0,554	0,685	0,596	<b>0,050</b>	0,413
	P1_Pseudomonas	0,139	0,415	0,541	0,805	0,057	0,225	0,434	0,562	0,498	0,311	0,103	0,919	0,045	<b>0,044</b>	0,198	0,912	0,589	0,958	0,965	0,089	0,088	0,124	0,392	0,318
	P1_Qte herbe ingérée	0,866	0,867	0,554	0,783	0,534	0,901	0,972	0,145	0,301	0,531	0,481	0,393	0,854	0,874	0,496	0,347	0,428	0,560	0,659	0,098	0,153	0,605	0,987	0,785
Synthèse de l'ingestion quotidienne	P1_Qte Fourrage stockés ingéré	0,953	0,249	0,164	0,276	0,410	0,184	0,153	0,620	0,743	0,752	0,340	0,262	0,584	0,561	0,795	0,135	<b>0,033</b>	<b>0,028</b>	<b>0,017</b>	0,744	0,794	0,396	<b>0,018</b>	0,068
	P1_Qte Fourrage SEC ingéré	0,270	0,881	0,909	0,926	0,638	0,730	0,748	<b>0,014</b>	0,500	0,785	0,717	<b>0,018</b>	0,346	0,350	0,722	0,376	0,060	<b>0,016</b>	<b>0,023</b>	0,991	0,811	0,080	<b>0,031</b>	<b>0,010</b>
	P1_% Fourrage SEC ingéré	0,244	0,132	0,149	0,186	0,898	0,413	0,327	0,153	0,429	0,723	0,422	0,407	0,579	0,606	0,921	0,501	0,654	0,870	0,718	0,669	0,587	0,470	0,765	0,837
	P1_Qte Fourrage HUMIDE ingéré	0,381	0,185	0,190	0,228	0,669	0,303	0,250	0,165	0,353	0,574	0,517	0,384	0,812	0,844	0,968	0,480	0,639	0,838	0,691	0,745	0,634	0,586	0,652	0,896
	P1_% Fourrage HUMIDE ingéré	0,244	0,132	0,149	0,186	0,898	0,413	0,327	0,153	0,429	0,723	0,422	0,407	0,579	0,606	0,921	0,501	0,654	0,870	0,718	0,669	0,587	0,470	0,765	0,837
	P1_Qte pature ingérée	0,870	0,221	0,221	0,150	0,563	0,145	0,091	0,155	0,841	0,995	0,120	0,110	0,604	0,567	0,492	0,261	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	0,190	0,268	0,193	<b>0,004</b>	<b>0,047</b>
	ALIM_P1_% herbe paturée sur fourrages consommés	0,746	0,309	0,282	0,222	0,547	0,190	0,126	0,142	0,797	0,970	0,150	0,130	0,540	0,514	0,607	0,169	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	<b>0,001</b>	0,235	0,327	0,251	<b>0,003</b>	<b>0,039</b>
	P1_Qte compléments ingérés hors deshy	0,738	0,652	0,480	0,526	0,650	0,633	0,386	0,964	0,954	0,930	0,521	0,964	0,760	0,775	0,810	0,883	0,388	0,776	0,575	0,356	0,233	0,665	0,834	0,591
	ALIM_P1_% complément sur ration totale hors deshy	0,638	0,692	0,715	0,461	0,908	0,793	0,494	0,612	0,538	0,616	0,336	0,823	0,517	0,530	0,605	0,732	0,309	0,743	0,598	0,068	<b>0,045</b>	0,813	0,598	0,374
	P1_Qte compléments deshydratés ingérés	0,165	0,606	0,931	0,872	0,070	0,580	0,409	0,137	0,803	0,962	0,975	0,155	0,171	0,146	0,578	0,874	0,230	0,216	0,199	0,984	<b>0,039</b>	0,148	0,286	0,286
P1_% compléments deshydratés ingérés sur RT	0,428	0,558	0,940	0,850	0,080	0,532	0,365	0,103	0,714	0,986	0,918	0,181	0,158	0,134	0,586	0,768	0,195	0,219	0,206	0,739	0,690	<b>0,045</b>	0,160	0,407	
ALIM_P1_QTE_LEG consommée	0,091	0,149	0,059	0,286	0,976	0,981	0,947	0,254	0,575	0,832	0,768	0,955	0,326	0,329	0,959	0,956	0,276	0,513	0,573	0,059	0,065	0,996	0,550	0,689	
ALIM_P1_QTE_LEG consommée sur herbe ing	0,509	0,443	0,559	0,336	0,010	0,008	-0,022	0,358	0,180	-0,069	-0,095	-0,185	0,311	0,309	-0,017	0,018	0,343	0,210	0,181	0,559	0,548	0,002	0,192	-0,129	
ALIM_P1_QTE_GRAM consommée sur herbe ing	0,422	0,322	0,281	0,141	0,979	0,687	0,618	0,385	0,517	0,423	0,596	0,237	0,565	0,600	0,527	0,439	0,714	0,631	0,628	0,851	0,970	0,373	0,867	0,692	
ALIM_P1_%_GRAM consommée sur herbe ing	0,341	0,220	0,115	0,094	0,646	0,511	0,479	0,276	0,771	0,546	0,753	0,320	0,622	0,662	0,623	0,553	0,906	0,762	0,707	0,690	0,644	0,339	0,853	0,607	

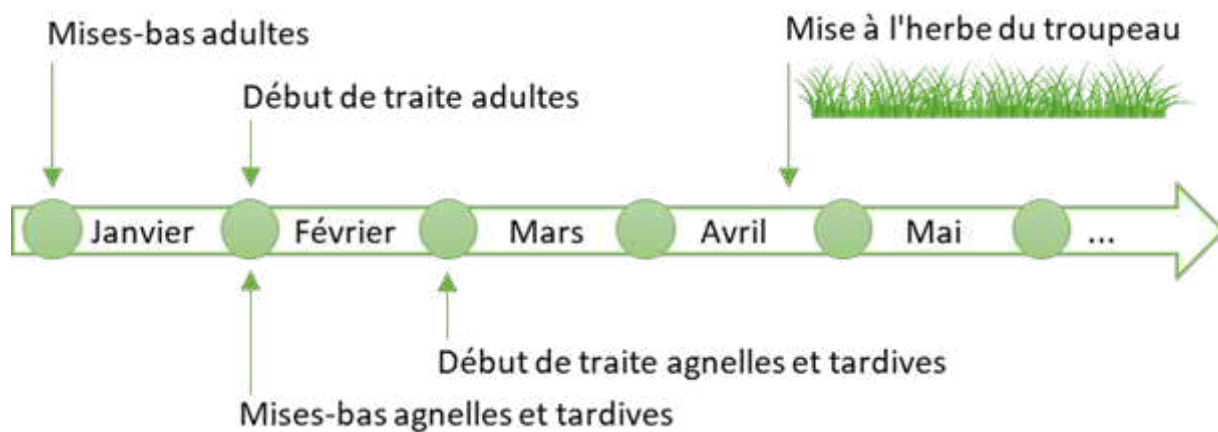
Variables		Somme acides gras sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras saturés sur p.fini - (g/100 g)	C16:0 Ac. palmitique sur p.fini - (g/100 g)	C14:0 Ac. myristique sur p.fini - (g/100 g)	C18:0 Ac. stéarique sur p.fini - (g/100 g)	C10:0 Ac. caprique sur p.fini - (g/100 g)	C12:0 Ac. laurique sur p.fini - (g/100 g)	C4:0 Ac. butyrique sur p.fini - (g/100 g)	C6:0 Ac. caproïque sur p.fini - (g/100 g)	C8:0 Ac. caprylique sur p.fini - (g/100 g)	C15:0 Ac. pentadécyl que sur p.fini - (g/100 g)	C17:0 Ac. margarique sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras monoinsaturés sur p.fini - (g/100 g)	C18:1 (n-9) Ac. oléique sur p.fini - (g/100 g)	C16:1 (n-7c) Ac. palmitoléique sur p.fini - (g/100 g)	C18:1 (n-7c) Ac. vaccénique sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras polyinsaturés sur p.fini - (g/100 g)	C18:2 (n-6) Ac. linoléique (LA) ω6 sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras omega 6 sur p.fini - (g/100 g)	Ac. α-linoléique (ALA) ω3 sur p.fini - (g/100 g)	C18:3 (n-3) Acides gras omega 3 sur p.fini - (g/100 g)	C18:2 (9c,11t) Ac. linoléique conjugué sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras trans sur p.fini - (g/100 g)	Fatty acids Omega-6 / Omega-3 Ratio		
Foin de 1ère coupe	P1_1C_SEC90% mél gram QTE_MS	p-value (Pearson)	0,55	0,5	0,44	0,3	0,53	0,5	0,72	0,2	1,00	0,8	0,98	0,06	0,76	0,09	0,1	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
	P1_1C_SEC70%leg-30%gram QTE_MS	p-value (Pearson)	0,48	0,4	0,38	0,2	0,47	0,4	0,65	0,1	0,99	0,7	0,96	0,05	0,74	0,08	0,1	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
	P1_1C_SEC70%gram-30%leg QTE_MS	p-value (Pearson)	0,51	0,5	0,45	0,3	0,54	0,5	0,72	0,2	1,00	0,8	0,98	0,06	0,76	0,09	0,1	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
	P1_1C_SEC1mel gram-leg QTE_MS	p-value (Pearson)	0,47	0,4	0,37	0,2	0,46	0,4	0,64	0,1	0,99	0,7	0,96	0,05	0,74	0,08	0,1	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Foin de 2nd coupe	P1_2C_SEC90% mél lég QTE_MS	p-value (Pearson)	0,61	0,5	0,49	0,3	0,58	0,5	0,75	0,2	1,00	0,8	0,99	0,06	0,77	0,09	0,1	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
	P1_2C_SEC90% luzerne QTE_MS	p-value (Pearson)	0,68	0,5	0,54	0,3	0,63	0,5	0,79	0,2	1,00	0,8	0,99	0,06	0,78	0,09	0,1	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
	P1_2C_SEC70%leg-30%gram QTE_MS	p-value (Pearson)	0,52	0,4	0,41	0,2	0,51	0,4	0,70	0,1	0,99	0,7	0,96	0,05	0,75	0,08	0,1	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
	P1_2C_SEC70%gram-30%leg QTE_MS	p-value (Pearson)	0,45	0,3	0,33	0,2	0,44	0,3	0,65	0,1	0,99	0,7	0,96	0,05	0,72	0,08	0,1	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
	P1_2C_SEC1mel gram-leg QTE_MS	p-value (Pearson)	0,48	0,4	0,39	0,2	0,49	0,4	0,68	0,1	0,99	0,7	0,96	0,05	0,75	0,08	0,1	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
Foin de 3rd coupe	P1_3C_SEC90% luzerne QTE_MS	p-value (Pearson)	0,54	0,4	0,43	0,2	0,53	0,4	0,72	0,2	1,00	0,8	0,99	0,06	0,76	0,09	0,1	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	
	P1_FHUM1ég	p-value (Pearson)	0,25	0,2	0,28	0,1	0,28	0,2	0,45	0,1	1,00	0,5	0,93	0,54	0,43	0,62	1,00	0,32	0,12	0,28	0,34	0,32	0,32	0,40	0,38	0,68	
Fourrage humide	P1_FHUMgram	p-value (Pearson)	0,27	0,2	0,27	0,1	0,28	0,2	0,45	0,1	1,00	0,5	0,93	0,54	0,43	0,62	1,00	0,32	0,12	0,28	0,34	0,32	0,32	0,40	0,38	0,68	
	P1_Pature mel gram-leg QTE_MS	p-value (Pearson)	0,79	0,7	0,74	0,5	0,74	0,7	0,94	0,4	0,99	0,9	0,97	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
Paturage	P1_Pature mel gram-leg QTE_MS	p-value (Pearson)	0,79	0,7	0,74	0,5	0,74	0,7	0,94	0,4	0,99	0,9	0,97	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
	P1_Pature mel gram-leg QTE_MS	Corrélation	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	P1_Pature90% mél gram QTE_MS	p-value (Pearson)	0,74	0,6	0,68	0,4	0,74	0,6	0,92	0,3	0,99	0,8	0,96	0,8	0,92	0,8	0,92	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
	Nombre de jour de pâturage après M&H	p-value (Pearson)	0,44	0,3	0,38	0,2	0,44	0,3	0,63	0,1	0,96	0,6	0,95	0,6	0,90	0,6	0,95	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	Nombre de jour de pâturage après M&H	Corrélation	-0,17	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1
	Durée pâturage	p-value (Pearson)	0,77	0,7	0,72	0,5	0,77	0,7	0,93	0,4	0,99	0,8	0,97	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
	Durée pâturage	Corrélation	0,07	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	% leg	p-value (Pearson)	0,48	0,3	0,38	0,2	0,48	0,3	0,68	0,1	0,98	0,6	0,97	0,6	0,92	0,6	0,97	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Complément	P1_LUZDESHY	p-value (Pearson)	0,18	0,1	0,18	0,1	0,18	0,1	0,28	0,1	0,92	0,5	0,97	0,5	0,92	0,5	0,97	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
	P1_Céréales	p-value (Pearson)	0,22	0,1	0,22	0,1	0,22	0,1	0,32	0,1	0,92	0,5	0,97	0,5	0,92	0,5	0,97	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
	P1_CEREALES_ORGE	p-value (Pearson)	0,11	0,1	0,11	0,1	0,11	0,1	0,21	0,1	0,92	0,5	0,97	0,5	0,92	0,5	0,97	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	
	P1_CEREALES_BLE	p-value (Pearson)	0,12	0,1	0,12	0,1	0,12	0,1	0,22	0,1	0,92	0,5	0,97	0,5	0,92	0,5	0,97	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
	P1_CEREALES_TOURNESOL	p-value (Pearson)	0,55	0,5	0,44	0,3	0,53	0,5	0,72	0,2	1,00	0,8	0,98	0,06	0,76	0,09	0,1	0,07	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
P1_CEREALES_TRITICAL	p-value (Pearson)	0,44	0,4	0,39	0,2	0,44	0,4	0,64	0,1	0,99	0,7	0,96	0,05	0,74	0,08	0,1	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	
P1_METEILS	p-value (Pearson)	0,88	0,8	0,74	0,5	0,88	0,8	0,95	0,6	0,99	0,9	0,97	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
P1_METEILS	Corrélation	0,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
P1_CEREALES MELANGES	p-value (Pearson)	0,88	0,8	0,74	0,5	0,88	0,8	0,95	0,6	0,99	0,9	0,97	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
P1_COMPL	p-value (Pearson)	0,88	0,8	0,74	0,5	0,88	0,8	0,95	0,6	0,99	0,9	0,97	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	
P1_COMPL	Corrélation	-0,12	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	

Variables		Somme acides gras sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras saturés sur p.fini - (g/100 g)	C16:0 Ac. palmitique sur p.fini - (g/100 g)	C14:0 Ac. myristique sur p.fini - (g/100 g)	C18:0 Ac. stéarique sur p.fini - (g/100 g)	C10:0 Ac. caprique sur p.fini - (g/100 g)	C12:0 Ac. laurique sur p.fini - (g/100 g)	C4:0 Ac. butyrique sur p.fini - (g/100 g)	C6:0 Ac. caproïque sur p.fini - (g/100 g)	C8:0 Ac. caprylique sur p.fini - (g/100 g)	C15:0 Ac. pentadécyl-ique sur p.fini - (g/100 g)	C17:0 Ac. margarique sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras monoinsaturés sur p.fini - (g/100 g)	C18:1 (n-9) Ac. oléique sur p.fini - (g/100 g)	C16:1 (n-7c) Ac. palmitoléique sur p.fini - (g/100 g)	C18:1 (n-7c) Ac. vaccénique sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras polyinsaturés sur p.fini - (g/100 g)	C18:2 (n-6c) Ac. linoléique (LA) ω6 sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras omega 6 sur p.fini - (g/100 g)	C18:3 (n-3) Ac. α-linolénique (ALA) ω3 sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras omega 3 sur p.fini - (g/100 g)	C18:2 (9c,11t) Ac. linoléique conjugué sur pr.fini - (g/100 g)	Acides gras trans sur p.fini - (g/100 g)	Fatty acids Omega-6 / Omega-3 Ratio	
MSD> valeurs issuent des rations calculées	p-value (Pearson Corrélation)	0.41	0.377	0.13	0.495	0.45	0.723	0.64	0.12	0.60	0.976	0.57	0.015	0.67	0.727	0.53	0.081	0.01	0.017	0.04	0.081	0.08	0.017	0.00	0.598	
MB	p-value (Pearson Corrélation)	0.63	0.013	0.70	0.488	0.93	0.923	0.43	<b>0,009</b>	0.35	0.002	0.19	<b>0,022</b>	0.73	0.705	0.44	0.013	<b>0,004</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>	0.188	0.32	0.138	<b>0,035</b>	<b>0,610</b>	
MS (%)	p-value (Pearson Corrélation)	0.26	0.783	0.94	0.946	0.96	0.933	0.93	<b>0,003</b>	0.23	0.441	0.30	<b>0,027</b>	0.49	0.502	0.65	0.34	<b>0,023</b>	<b>0,020</b>	<b>0,021</b>	0.385	0.54	0.143	<b>0,034</b>	<b>0,042</b>	
UEM (/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.44	0.023	0.20	0.492	0.29	0.724	0.29	0.12	0.60	0.976	0.57	0.015	0.67	0.727	0.53	0.081	0.01	0.017	0.04	0.081	0.08	0.017	0.00	0.598	
UFL (/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.53	0.973	0.30	0.633	0.34	0.646	0.63	<b>0,041</b>	0.35	0.002	0.19	<b>0,022</b>	0.73	0.705	0.44	0.013	<b>0,004</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>	0.188	0.32	0.138	<b>0,035</b>	<b>0,610</b>	
PDIN (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.44	0.023	0.20	0.492	0.29	0.724	0.29	0.12	0.60	0.976	0.57	0.015	0.67	0.727	0.53	0.081	0.01	0.017	0.04	0.081	0.08	0.017	0.00	0.598	
PDIE (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.44	0.023	0.20	0.492	0.29	0.724	0.29	0.12	0.60	0.976	0.57	0.015	0.67	0.727	0.53	0.081	0.01	0.017	0.04	0.081	0.08	0.017	0.00	0.598	
PDIA (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.81	0.753	0.63	0.525	0.23	0.376	0.25	0.316	0.25	0.364	0.30	0.399	0.79	0.713	0.70	0.339	0.77	0.419	0.49	0.742	0.40	0.459	0.67	0.129	
MAT (%)	p-value (Pearson Corrélation)	0.63	0.013	0.70	0.488	0.93	0.923	0.43	<b>0,009</b>	0.35	0.002	0.19	<b>0,022</b>	0.73	0.705	0.44	0.013	<b>0,004</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>	0.188	0.32	0.138	<b>0,035</b>	<b>0,610</b>	
Ca (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.23	0.305	<b>0,031</b>	0.358	0.33	0.913	0.84	0.311	0.83	0.954	0.73	0.939	0.69	0.963	0.98	0.484	0.38	0.316	0.44	0.319	0.51	0.936	0.88	0.519	
P (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.18	0.71	0.33	0.531	0.64	1.001	0.61	<b>0,045</b>	0.61	0.961	0.94	0.294	0.94	0.352	0.44	0.39	0.43	0.179	0.23	0.291	0.44	0.247	0.29	0.193	
C18:3 (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.68	0.19	0.68	0.029	0.08	0.044	0.14	<b>0,586</b>	0.14	0.008	0.19	0.331	0.31	0.132	0.28	0.292	<b>0,034</b>	<b>0,032</b>	<b>0,612</b>	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	
MG (%)	p-value (Pearson Corrélation)	0.41	0.678	0.66	0.348	0.33	0.352	0.26	0.311	0.80	0.937	0.25	0.159	0.28	0.384	0.13	0.379	0.11	0.113	0.18	0.265	0.32	0.285	<b>0,007</b>	<b>0,731</b>	
AGS (%)	p-value (Pearson Corrélation)	0.23	0.285	0.21	0.318	0.27	0.325	0.29	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	<b>0,016</b>	<b>0,675</b>
C16:0 (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.33	0.973	0.24	0.748	0.59	0.968	0.99	0.053	0.57	0.994	0.87	0.339	0.52	0.939	0.89	0.963	0.13	0.265	0.37	0.389	0.63	0.245	0.41	0.495	
AG (%)	p-value (Pearson Corrélation)	0.61	0.605	0.53	0.263	0.19	0.190	0.23	0.615	0.97	0.837	0.45	0.253	0.38	0.305	0.23	0.564	0.31	0.268	0.33	0.001	0.67	0.379	<b>0,008</b>	<b>0,469</b>	
AGMI (%)	p-value (Pearson Corrélation)	0.61	0.605	0.53	0.263	0.19	0.190	0.23	0.615	0.97	0.837	0.45	0.253	0.38	0.305	0.23	0.564	0.31	0.268	0.33	0.001	0.67	0.379	<b>0,008</b>	<b>0,469</b>	
AGPI (%)	p-value (Pearson Corrélation)	0.73	0.433	0.39	0.163	0.25	0.163	0.16	0.546	0.93	0.921	0.25	0.209	0.46	0.373	0.13	0.632	0.14	0.141	0.18	0.338	0.40	0.389	<b>0,004</b>	<b>0,419</b>	
AG libres (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.11	0.285	0.20	0.325	0.29	0.325	0.29	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	<b>0,761</b>	<b>0,238</b>
AGMI libres (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.73	0.433	0.39	0.163	0.25	0.163	0.16	0.546	0.93	0.921	0.25	0.209	0.46	0.373	0.13	0.632	0.14	0.141	0.18	0.338	0.40	0.389	<b>0,004</b>	<b>0,419</b>	
AGPI libres (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.70	0.743	0.93	0.495	0.87	0.605	0.94	0.103	0.55	0.867	0.38	0.164	0.70	0.668	0.39	0.740	0.10	0.083	0.14	0.102	0.34	0.293	0.15	0.306	
MG libre (%)	p-value (Pearson Corrélation)	0.68	0.023	0.20	0.492	0.29	0.724	0.29	<b>0,028</b>	0.35	0.002	0.19	<b>0,022</b>	0.73	0.705	0.44	0.013	<b>0,004</b>	<b>0,003</b>	<b>0,005</b>	0.188	0.32	0.138	<b>0,035</b>	<b>0,610</b>	
AGE (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.13	0.283	0.21	0.318	0.27	0.325	0.29	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	0.325	0.28	<b>0,761</b>	<b>0,238</b>
IT3 (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.68	0.773	0.61	0.263	0.19	0.190	0.23	<b>0,030</b>	0.97	0.837	0.45	0.253	0.38	0.305	0.23	0.564	0.31	<b>0,035</b>	<b>0,034</b>	0.001	0.67	0.379	<b>0,008</b>	<b>0,469</b>	
C18:1 (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.13	0.002	0.60	0.994	0.23	0.473	0.68	0.733	0.71	0.971	0.10	0.755	0.29	0.248	0.69	0.931	0.08	0.553	0.97	0.244	0.19	0.016	0.32	0.316	
C18:2 (g/kg)	p-value (Pearson Corrélation)	0.44	0.905	0.97	0.611	0.13	0.213	0.38	0.707	0.83	0.637	0.65	0.582	0.27	0.332	0.70	0.468	0.96	0.763	0.88	0.700	0.61	0.069	0.11	0.177	

Variables		Somme acides gras sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras saturés sur p.fini - (g/100 g)	C16:0 Ac. palmitique sur p.fini - (g/100 g)	C14:0 Ac. myristique sur p.fini - (g/100 g)	C18:0 Ac. stéarique sur p.fini - (g/100 g)	C10:0 Ac. caprique sur p.fini - (g/100 g)	C12:0 Ac. laurique sur p.fini - (g/100 g)	C4:0 Ac. butyrique sur p.fini - (g/100 g)	C6:0 Ac. caproïque sur p.fini - (g/100 g)	C8:0 Ac. caprylique sur p.fini - (g/100 g)	C15:0 Ac. pentadécyl que sur p.fini - (g/100 g)	C17:0 Ac. margarique sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras monoinsaturés sur p.fini - (g/100 g)	C18:1 (n-9) Ac. oléique sur p.fini - (g/100 g)	C16:1 (n-7c) Ac. palmitoléique sur p.fini - (g/100 g)	C18:1 (n-7c) Ac. vaccinique sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras polyinsaturés sur p.fini - (g/100 g)	C18:2 (n-6c) Ac. linoléique (LA) ω6 sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras omega 6 sur p.fini - (g/100 g)	C18:3 (n-3) Ac. α-linolénique (ALA) ω3 sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras omega 3 sur p.fini - (g/100 g)	C18:2 (9c,11t) Ac. linoléique conjugué sur p.fini - (g/100 g)	Acides gras trans sur p.fini - (g/100 g)	Fatty acids Omega-6 / Omega-3 Ratio	
P1 Moyenne_ MS <sub>g</sub> /100g	p-value (Pearson Corrélation)	0,88	0,824	0,60	0,61	0,975	0,91	0,803	0,15	0,368	0,41	0,444	0,374	0,99	0,957	0,69	0,121	0,30	0,233	0,19	0,225	0,251	0,225	0,251	0,251	0,251
P1 Moyenne_ Mat Grasse (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,83	0,463	0,31	0,24	0,84	0,78	0,689	0,19	0,250	0,26	0,116	0,32	0,81	0,797	0,91	0,183	0,09	0,116	0,10	0,28	0,363	0,36	0,283	0,41	0,41
P1 Moyenne_ Mat Prot (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,90	0,614	0,43	0,41	0,98	0,81	0,909	0,20	0,403	0,36	0,280	0,32	0,98	0,988	0,76	0,188	0,38	0,380	0,28	0,11	0,208	0,43	0,208	0,43	0,43
P1 Moyenne_ Uree(mg/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,95	0,788	0,57	0,49	0,94	0,88	0,950	0,29	0,412	0,37	0,230	0,31	0,99	0,988	0,82	0,288	0,35	0,390	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
P1 Moyenne_ C10-0 (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,09	0,446	0,25	0,20	0,99	0,90	0,992	0,67	0,111	<b>0,025</b>	0,09	0,74	<b>0,044</b>	<b>0,046</b>	0,08	0,487	0,08	0,416	0,48	0,41	0,42	<b>0,030</b>	0,283	0,36	0,36
P1 Moyenne_ C12-0 (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,01	0,18	0,08	0,07	0,98	0,91	0,993	0,81	0,029	<b>0,590</b>	0,02	0,98	<b>-0,589</b>	<b>-0,585</b>	0,02	0,222	0,13	0,211	0,21	0,21	0,21	<b>0,026</b>	0,283	0,36	0,36
P1 Moyenne_ C14-0 (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,39	0,746	0,67	0,49	0,98	0,90	<b>0,050</b>	0,19	0,716	0,53	0,79	0,68	0,29	0,342	0,62	<b>0,034</b>	<b>0,040</b>	<b>0,029</b>	0,41	0,348	<b>0,050</b>	<b>0,027</b>	<b>0,027</b>	<b>0,027</b>	0,19
P1 Moyenne_ C16-0 (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,90	0,749	0,26	0,21	0,916	0,43	0,342	0,09	0,395	0,47	<b>0,029</b>	0,10	0,36	0,985	0,44	0,340	<b>0,005</b>	<b>0,018</b>	<b>0,012</b>	0,00	0,105	0,44	<b>0,039</b>	<b>0,039</b>	0,26
P1 Moyenne_ C18:3 n-3 (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,02	0,344	0,35	0,23	0,93	0,29	0,310	0,20	0,289	0,23	<b>0,627</b>	0,09	0,01	0,046	0,24	0,291	<b>-0,754</b>	<b>-0,668</b>	<b>-0,695</b>	0,51	0,488	0,24	<b>-0,600</b>	<b>-0,600</b>	0,26
P1 Moyenne_ C4-0 (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,85	0,765	0,61	0,61	0,88	0,79	0,824	0,74	0,765	0,61	0,798	0,79	0,76	0,767	0,65	0,38	0,64	0,61	0,68	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
P1 Moyenne_ C6-0 (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,19	0,326	0,50	0,41	0,91	0,13	0,724	0,58	0,162	0,36	0,21	0,71	0,10	0,12	<b>0,048</b>	0,26	0,60	0,61	0,11	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
P1 Moyenne_ C8-0 (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,29	0,720	0,16	0,16	0,88	0,43	0,380	0,17	0,182	0,28	<b>-0,22</b>	0,10	<b>-0,48</b>	<b>-0,21</b>	0,09	0,288	0,08	<b>-0,11</b>	<b>-0,20</b>	0,21	0,163	0,16	<b>-0,20</b>	<b>-0,20</b>	0,20
P1 Moyenne_ C18-0 (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,46	0,746	0,47	0,50	0,91	0,48	0,369	0,77	0,284	0,15	0,31	0,63	0,44	0,413	0,54	0,457	0,83	0,71	0,63	0,81	0,84	<b>0,020</b>	0,619	0,80	
P1 Moyenne_ C18-1 total (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,33	0,182	0,32	0,04	0,75	-0,37	0,313	0,08	-0,387	<b>0,57</b>	0,34	-0,07	0,37	0,388	0,08	-0,184	0,09	0,115	0,10	-0,01	-0,07	<b>0,029</b>	0,194	0,15	
P1 Moyenne_ a.g insatures totaux (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,31	0,083	0,04	0,04	0,74	0,19	0,34	0,04	0,082	<b>-0,661</b>	0,04	0,19	0,13	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
P1 Moyenne_ a.g monoinsatures (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,18	0,443	0,21	0,20	0,95	0,19	0,230	0,97	0,089	<b>0,023</b>	0,09	0,79	0,13	0,103	0,48	0,616	0,67	0,81	0,654	0,51	0,59	<b>0,038</b>	0,648	0,72	
P1 Moyenne_ a.g polyinsatures (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,01	0,187	0,18	0,11	0,93	0,61	0,87	0,19	0,071	<b>-0,646</b>	0,01	0,09	0,01	0,09	0,57	-0,288	0,18	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
P1 Moyenne_ a.g satures totaux (g/L)	p-value (Pearson Corrélation)	0,78	0,464	0,41	0,39	0,98	0,24	0,313	0,17	0,688	0,60	0,28	0,68	0,64	0,640	0,68	0,268	<b>0,043</b>	<b>0,039</b>	0,31	0,423	0,42	0,364	0,36	0,36	
P1 Moyenne_ C16-0/C18 3 n-3	p-value (Pearson Corrélation)	0,95	0,356	0,77	0,57	0,73	0,83	0,508	0,49	0,398	0,93	0,11	0,38	0,31	0,999	0,22	0,780	<b>0,025</b>	0,019	0,09	<b>0,048</b>	0,058	0,41	0,268	0,69	

Données du lait cru

Annexe 9 : Schéma simplifié de la conduite d'un troupeau en début de campagne laitière



---

**Effets de l'alimentation sur la qualité nutritionnelle du lait de brebis**

Quels sont les effets de la conduite du troupeau sur la qualité des acides gras du lait et des produits laitiers dans une perspective de transition agroécologique ? Cas des élevages ovins lait aveyronnais

**Effects of diet on the nutritional quality of sheep's milk**

What are the effects of herd management on the quality of fatty acids in milk and dairy products in an agroecological transition perspective? Case of dairy sheep farms in Aveyronnai

---

**Mots-clés** : Santé humaine, qualité nutritionnelle, acides gras, agroécologie et alimentation des brebis laitière  
**Key-words** : Human health, nutritional quality, fatty acids, agroecology and diet of dairy sheep

---

**Résumé :**

Afin d'assurer ces fonctions biologiques, l'organisme humain a nécessairement besoin de nutriments. Cependant, un déséquilibre des apports peut conduire à l'apparition de maladies chroniques et même, parfois, au décès. L'agriculture se doit donc de mettre à disposition des consommateurs des aliments de qualité et sains. Il est possible d'influencer la composition des produits laitiers et notamment le profil des acides gras par la conduite d'élevage, et particulièrement par l'alimentation des animaux. Grâce au projet SANTINEL mené par l'AVEM et la coopérative fromagère des Bergers du Larzac, nous mettons en évidence les effets de la conduite agroécologique du troupeau sur la qualité des acides gras du lait et des produits laitiers dans une perspective de transition agroécologique. Pour cela, nous avons prélevé chez 18 exploitations de brebis laitières en Aveyron 648 échantillons de lait cru et fabriqué 12 fromages blancs sur deux périodes de la campagne laitière. Il en résulte que la pratique quotidienne du pâturage ainsi que les mélanges de fourrage au sein des parcelles permettent de réduire les teneurs des principaux acides gras saturés, en acide palmitique et acide myristique tout en favorisant les teneurs en oméga 3. Ces résultats coïncident avec ceux de la littérature. Néanmoins, la consommation de foin s'avère néfaste pour l'amélioration de la qualité du lait, alors que c'est un élément essentiel au maintien de la flore ruminal des brebis. Pour conclure, les résultats confirment que les pratiques agroécologiques sont à encourager pour le maintien d'un environnement et d'une santé de qualité.

**Abstract :**

In order to ensure these biological functions, the human body necessarily needs nutrients. However, an imbalance in intake can lead to the development of chronic diseases and sometimes even to death. Agriculture must therefore provide consumers with quality and healthy food. It is possible to influence the composition of dairy products and in particular the profile of fatty acids by livestock management, and particularly by animal feed. Thanks to the SANTINEL project led by AVEM and the Bergers du Larzac cheese cooperative, we are highlighting the effects of agroecological herd management on the quality of fatty acids in milk and dairy products in an agroecological transition perspective. To do this, we took 648 samples of raw milk from 18 dairy sheep farms in Aveyron and produced 12 white cheeses over two periods of the dairy season. The results show that daily grazing and the forage mixtures within the plots reduce the levels of the main saturated fatty acids, palmitic acid and myristic acid while increasing the levels of omega 3. These results coincide with those of the literature. Nevertheless, the consumption of hay was found to be detrimental to the improvement of milk quality, although it is an essential element for the maintenance of the ruminal flora of ewes. To conclude, the results confirm that agroecological practices should be encouraged to maintain a quality environment and health.

**Nombre de pages du document final : 103**

<p><u>Demandeur (entreprise, organisme...) :</u> COOPERATIVE FROMAGERE DES BERGERS DU LARZAC</p>
--