



**UNIVERSITÀ DI CORSICA PASQUALE PAOLI**  
**FACULTÉ DES SCIENCES ET TECHNIQUES**

**MASTER 2 SCIENCES ET TECHNOLOGIE DE L'AGRICULTURE,  
DE L'ALIMENTATION ET DE L'ENVIRONNEMENT**  
**PARCOURS QUALITE DES PRODUCTIONS AGROALIMENTAIRES (QPA)**

**CARACTERISATION DE LA TYPICITE DU**  
***CASGIU VENACHESE***



Mémoire présenté par Matteu Branca  
Sous la responsabilité de Nina Bouichou

Année universitaire 2023-2024



## REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé sous la direction de Madame Nina Bouichou, Cheffe de projet R&D Analyses & Expérimentations au sein du Pôle de Compétences en Élevage de l'ODARC basé à Altiani.

Je remercie sincèrement Monsieur Dominique Livrelli, président de l'ODARC, ainsi que Madame Marie-Pierre Bianchini, directrice, pour m'avoir accueilli en tant qu'alternant au sein de la Division Recherches et Développement de la station expérimentale d'Altiani.

Je remercie tout particulièrement Monsieur Ange Bianchini, Responsable de la Division Recherche & Développement de l'ODARC pour m'avoir donné l'opportunité de participer à un projet de recherche sur la caractérisation de la typicité du *casgiu venachese* et pour avoir participé à mon encadrement.

J'adresse mes sincères remerciements à Madame Nina Bouichou pour m'avoir encadré, soutenu et écouté durant cette année d'alternance.

Je souhaiterais également remercier Monsieur le MCF HDR Jérémie Santini pour son suivi tout au long de ces deux années de master. Je tiens également à remercier Madame la Professeure Liliane Berti pour les analyses de microbiologies qui ont été réalisés à l'Université de Corse ainsi que pour son aide à la rédaction du présent mémoire.

Je remercie Stéphane Andreani pour avoir réalisé les nombreuses analyses faites sur les échantillons qui ont été prélevés au cours des deux campagnes.

Je tiens enfin à remercier l'ensemble des employés et techniciens de filières du Pôle de compétences en Élevage pour leur accueil et leur soutien, et plus particulièrement Alizée Conventi, Ange Marie Pasquali, Dominique Questel et Victoria Pietri, d'avoir partagé avec moi leurs connaissances sur les filières ovines et caprines ainsi que pour leur aide précieuse tout au long de cette alternance.

## **PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL**

L'Office du Développement Agricole et Rural de Corse (ODARC) est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC) créé en 1984 et sur lequel la Collectivité de Corse exerce une tutelle.

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

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

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

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

## TABLE DES ILLUSTRATIONS

### Liste des figures

Figure 1 : Concentration (en g/L) en différents constituants pour les laits des exploitations sur les 2 phases (* = exploitations caprines).....	15
Figure 2 : Concentration (en g/ 100 g d'acides gras) en AG dans les laits des différentes exploitations pour les 2 phases (* = exploitations caprines).....	16
Figure 3 : Concentration (g/L) en calcium et en phosphore pour les différentes exploitations sur les 2 phases (* = exploitations caprines).....	17
Figure 4 : Profils FlorAcQ des laits des différentes exploitations pour les 2 phases (* = Exploitations caprines) .....	18
Figure 5 : Concentration en matière grasse (g/100 g) pour les différentes exploitations sur les 2 phases .....	19
Figure 6 : Pourcentage d'extrait sec (%) des fromages affinés des différentes exploitations pour les 2 phases.....	20
Figure 7 : Concentrations (g/100g) en différents minéraux des fromages affinés pour les exploitations sur les deux phases (* = exploitation caprines) .....	21
Figure 8 : Pourcentages d'AG dans les fromages affinés des différentes exploitations pour les 2 phases exprimés en % d'AGT (* = exploitations caprines).....	22
Figure 9 : Profils sensoriels obtenus à l'issus des dégustations des 8 fromages affinés de la phase 1.....	23
Figure 10 : Profils sensoriels obtenus à l'issus des dégustations des 8 fromages affinés de la phase 2.....	24
Figure 11 : Répartition des différents genres bactériens pour les fromages affinés des différentes exploitations lors de la phase 1.....	25
Figure 12 : Répartition des différents genres bactériens pour les fromages affinés des différentes exploitations lors de la phase 2.....	25
Figure 13 : Répartition des différents genres bactériens « minoritaires » pour les fromages affinés des différentes exploitations lors de la phase 1 .....	26
Figure 14 : Répartition des différents genres bactériens « minoritaires » pour les fromages affinés des différentes exploitations lors de la phase 2 .....	26

### Liste des tableaux

Tableau I : Récapitulatif des différentes analyses réalisées .....	9
--	---

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

- ACP : Analyse en composante principale
- AG : Acides gras
- AGI : Acides gras insaturés
- AGMI : Acides gras mono-insaturés
- AGPI : Acides gras poly-insaturés
- AGS : Acides gras saturés
- AGT : Acides gras totaux
- ANOVA : Analyse de la variance
- AOP : Appellation d'origine protégée
- CPG : Chromatographie en phase gazeuse
- CPG-FID : Chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flammes
- CPF-SM : Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrophotométrie de masse
- CSTF : Comité scientifique et technique transformation fromagère fermière
- EMAG : esters méthyliques d'acides gras
- ES : Extrait sec
- HPLC : Chromatographie liquide haute performance
- ILOCC : Interprofession Laitière Ovine et Caprine de Corse
- INRAE : Institut national de la recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement
- MAS : Matière azotée soluble
- MAT : Matière azotée totale
- MG : Matière grasse
- MP : Matière protéique
- ODARC : Office du Développement Agricole et Rurale de Corse

## TABLE DES MATIERES

Introduction .....	1
I. Synthèse bibliographique .....	3
I.1. Liens entre fromages et territoires .....	3
I.2. Typicité et qualité des laits et des fromages .....	4
I.2.1. Éléments de typicité des fromages.....	4
I.2.2. Paramètres déterminants la qualité du lait et des fromages .....	4
I.2.2.1. La matière grasse .....	5
I.2.2.2. La matière protéique .....	5
I.2.2.3. Le lactose .....	5
I.2.2.4. Extrait sec ou matière sèche.....	6
I.2.2.5. Chlorures.....	6
I.2.2.6. Communauté microbienne des laits et des fromages .....	7
II. Matériel et méthodes .....	7
II.1. Sélection des exploitations .....	7
II.2. Mode opératoire.....	8
II.2.1. Prélèvements.....	8
II.2.2. Dégustations .....	8
II.3. Analyses réalisées .....	8
II.3.1. Analyse spécifique au lait.....	9
II.3.1.1. Dosage de la matière protéique.....	9
II.3.2. Analyses spécifiques aux fromages .....	10
II.3.2.1. Dosage de l'extrait sec.....	10
II.3.2.2. Dosage des chlorures .....	10
II.3.3. Analyses communes au lait et aux fromages.....	10
II.3.3.1. Dosage de la matière grasse (MG).....	10
II.3.3.2. Dosage des acides gras (AG).....	11

II.3.3.3. Dosage du lactose .....	12
II.3.3.4. Dosage multi-paramètre.....	12
II.3.3.5. Étude de la flore microbienne .....	12
II.3.4. Méthodes statistiques .....	13
III. Résultats et discussions .....	14
III.1. Présentation des exploitations .....	14
III.2. Description générale des laits pour les deux phases.....	14
III.2.1. Composants principaux .....	14
III.2.2. Composition en acide gras .....	16
III.2.3. Composition en minéraux .....	17
III.2.4. Profils FlorAcQ .....	18
III.3. Description générale des fromages affinés pour les deux phases .....	19
III.3.1. Composition en matière grasse.....	19
III.3.2. Extrait sec .....	20
III.3.3. Composition en minéraux .....	20
III.3.4. Composition en acides gras.....	21
III.4. Résultats des dégustations .....	22
III.5. Étude de la flore microbienne et mise en relation avec FlorAcQ .....	24
Conclusion.....	27
Références bibliographiques .....	29
Annexes .....	33

## INTRODUCTION

En Corse, le lait issu des élevages ovins et caprins est quasi exclusivement utilisé pour la fabrication fromagère. Cinq types de fromages traditionnels fabriqués à partir de lait cru entier sont produits sur l'île : *venachese*, *niulinu*, *calinزانincu*, *bastelicacciu* et *sartinesu*. Un sixième type, le *brocciu*, est fabriqué à partir de lactosérum. Il s'agit du seul fromage à bénéficier d'une Appellation d'Origine Protégée (AOP).

Dans le cas de notre étude, nous nous intéresserons uniquement au *casgiu venachese*. Il s'agit d'un fromage à pâte molle, à croûte lavée, dont la durée moyenne d'affinage est de 45 jours. Sa zone de production s'étend du Centre Corse jusqu'à la Plaine orientale et comprend également la vallée du Cruzini (Fédération des syndicats de défense et de promotion des fromages traditionnels de Corse, 2014). Ce fromage est vraisemblablement cité pour la première fois dans la littérature par monseigneur Agostino Giustiniani, évêque du Nebbiu, en 1531 (Giustiniani, 1531). Il est certain que les fromages d'aujourd'hui ne sont pas en tout point identiques à ceux fabriqués auparavant, la taille des troupeaux, les volumes de lait traités, la quantité de fromages fabriqués ainsi que l'évolution des normes en sont sans doute à l'origine. Bien que l'on observe actuellement une dégradation tendancielle de la qualité gustative des fromages qui serait due à une sous production ainsi qu'une méconnaissance croissante des consommateurs (Bouche et Bordeaux, 2006), ces changements ne semblent toutefois pas avoir impacté ni les pratiques ni la qualité des produits obtenus (Sorba *et al.*, 2015). L'implantation du groupe Roquefort dans l'île à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle est à l'origine d'une reconfiguration majeure des modes d'élevage ovin et caprin, notamment une augmentation de la taille des troupeaux et une spécialisation laitière des exploitations. Néanmoins, beaucoup d'éleveurs ont tout de même poursuivi la production de *venachese*. On estime que 90 % du lait de brebis produit alors en Corse était destiné aux industries roquefortaises (Sorba, Millet et Casabianca, 2020). La fin des années 1970 marque toutefois un tournant au sein de l'économie laitière corse, puisque les industriels ont décidé de fabriquer le Roquefort uniquement à partir de lait issu du bassin aveyronnais. Malgré le maintien d'une laiterie pour la fabrication d'autres types de fromages, les volumes de lait collectés ont considérablement diminué. Le volume de litres de lait transformés en production fermière passe de 1,6 millions en 1980 à 3 millions en 1990 (Delfosse et Prost, 1998). C'est à partir de cette période que l'on observe un retour des élevages à la transformation fermière (Sorba, 2021).

Actuellement, une évolution des systèmes d'élevages en faveur d'une intensification, est empiriquement observée depuis le début du 20<sup>ème</sup> siècle. Les animaux consomment de plus en plus de fourrage en provenance du continent et d'aliments concentrés du commerce (Dubeuf *et al.*, 2016; Perucho *et al.*, 2021). En outre, les néo-fromagers ne bénéficient plus des connaissances et des savoir-faire de leurs aînés, ce qui les incite à déléguer la maîtrise de la matière et du processus technologique au conseiller technique. En conséquence, le contexte culturel est souvent négligé au profit de solutions standardisées puisées dans des ouvrages techniques généraux (Bouche et Bordeaux, 2006). Ce manque d'informations et cette perte du savoir-faire impactent grandement les traditions fromagères avec des fromages moins typés voire non typés. Bien qu'un projet de qualification des cinq types de fromage ait été envisagé à partir de 2011, aucune des démarches engagées n'a abouti du fait, notamment, de désaccords persistants en ce qui concerne le choix de certains critères (définition des zones de production, pasteurisation ou non du lait, etc.). Actuellement, plus aucune structure professionnelle ne porte de projet de certification des fromages.

C'est donc pour répondre à toutes ces problématiques qu'a été créé, en avril 2023, le Comité scientifique et technique Transformation fromagère fermière (CSTF) animé par l'ODARC et l'ILOCC et auquel participent les partenaires<sup>1</sup> professionnels et institutionnels.

C'est autour du *casgiu venachese* que le CSTF a décidé de mener son premier projet de recherche. À l'heure actuelle, il s'agit, en effet, du fromage le plus documenté, même si la littérature scientifique demeure finalement peu abondante.

Le projet de recherche pour la caractérisation de la typicité du *casgiu venachese* est traité par le CSTF de manière transversale à travers quatre thématiques de recherche :

- Les composantes susceptibles d'influer sur les caractéristiques des fromages produits en Corse : territoires, races et savoir-faire.
- La qualité du lait cru et maîtrise des critères technologiques de fabrication des fromages.
- La qualité des fromages fermiers typiques corses et marqueurs de la typicité.
- La construction de la typicité des fromages fermiers corses obtenus à partir de lait cru :
  - o Définition et maîtrise des critères de typicité territoriaux.
  - o Orientations souhaitées en termes de développement de la typicité.

---

<sup>1</sup> Casgiu Casanu, Syndicat AOP Brocciu, Chambres d'agriculture de Corse, Campus AgriCorisca Rizzanesi-Sartè, INRAE, Université de Corse, Institut de l'Élevage.

Dans le cadre de mon master en alternance, nous allons essayer d'apporter des éléments de réponse à la question suivante : quels sont les principaux facteurs responsables de la typicité du *casgiu venachese* ? Pour cela, nous nous intéresserons plus spécifiquement aux paramètres déterminant la qualité des laits et des fromages ainsi qu'aux éléments de typicité des fromages en lien avec les pratiques d'élevage et de transformation.

## I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

### I.1. Liens entre fromages et territoires

Le pastoralisme désigne un mode d'élevage fondé sur une mobilité permanente ou saisonnière du cheptel et destiné à assurer l'alimentation des animaux par une exploitation des ressources sur parcours. Ces pratiques font partie intégrante du patrimoine culturel de la société corse. Dans les systèmes d'élevage corses les plus anciens, les éleveurs se sont toujours efforcés de s'adapter à un environnement souvent contraignant et de gérer les incertitudes sur de longues périodes (Ravis-Giordani, 1983). Ils ont, pour ce faire, développé des pratiques et des savoir-faire spécifiques tels que la conduite des troupeaux sur de vastes territoires.

La notion de *terroir* est importante à définir. Dans la production fromagère, il est possible de considérer un *terroir* comme : « Une aire géographique caractérisée par des conditions de milieu et des types d'animaux qui, exploités par l'homme, conduisent à des produits spécifiques » (Grappin et Coulon, 1996). Selon Dorioz *et al.* (2000), « quatre ensembles de facteurs sont nécessaires pour générer un potentiel effet du lieu de production sur le produit, ces facteurs sont, le milieu physique (sols, roches, climat, eau), les herbages ou fourrages (composition floristique, végétation, phénologie), les animaux (caractéristiques liées à la race) et les hommes (à travers leurs systèmes de pratiques qui définissent le mode de conduite des animaux, la technologie utilisée qui résulte de traditions et de savoir-faire) ».

Le *casgiu venachese* présente un fort attachement au territoire. Bien que l'on observe depuis quelques années un engouement des éleveurs nord-méditerranéens pour des races exogènes plus productives, les brebis et chèvres de race corse sont encore majoritaires sur le territoire insulaire (Perucho *et al.*, 2021). En ce qui concerne les pratiques de transformation fromagère, les producteurs fermiers tendent à se diversifier, en lien avec une nouvelle demande de la clientèle, mais la production de fromages typiques semble toujours prédominer (Sorba, Millet et Casabianca, 2020).

## I.2. Typicité et qualité des laits et des fromages

### I.2.1. Éléments de typicité des fromages

Que ce soit simplement dans le but de caractériser la typicité d'un fromage ou bien d'obtenir une appellation d'origine, diverses études ont été réalisées. Dans cette optique, les fromages font souvent l'objet d'une évaluation quantitative et qualitative de leur microflore indigène et de leurs composés volatils.

La microflore est très souvent recherchée car il a été mis en évidence que toutes les bactéries autres que les bactéries lactiques contribuent de manière significative au développement des arômes par le biais de la lipolyse, et ce, pour de nombreux types de fromages (Anastasiou *et al.*, 2022). Dans une étude réalisée sur le pélardon, produit à partir de lait cru de chèvre, ont été identifiés les principaux acteurs microbiens impliqués dans l'acidification et la production d'arômes (Penland *et al.*, 2021). Les dégradations issues de micro-organismes tels que *Lactococcus lactis* ou encore *Leuconostoc mesenteroides* sont très fortement corrélées à des arômes de beurre et de fraîcheur.

Il est également important de se pencher sur les composés volatils car bien qu'issus de dégradations microbiennes, ce sont en fait ces derniers qui vont nous permettre de faire le lien avec ce qui est relevé lors de dégustations. Dans le cas du fromage *idiazabal*, produit en Espagne à partir de lait de brebis, Barron *et al.*, (2007) ont étudié la composition volatile ainsi que les propriétés sensorielles. Ils ont suggéré que les acides gras à chaîne courte (principalement les acides n-butanoïque et n-hexanoïque) sont corrélés aux odeurs de saumure et de présure. D'autre part, les méthyl-cétones à chaîne courte telles que la 3-hydroxy-2-butanone, la 2-butanone et la 3-butèn-2-one, ainsi que les aldéhydes tels que l'acétaldéhyde, sont corrélées aux attributs sensoriels "doux" ou "sucrés" des fromages, tels que les odeurs de lait, de beurre et de pain grillé.

### I.2.2. Paramètres déterminants la qualité du lait et des fromages

Le lait est majoritairement composé d'eau, à 80 % environ pour le lait de brebis et environ 90 % pour le lait de chèvre. Plusieurs différences sont également observées notamment au niveau de la matière grasse et de la matière protéique. En effet, le lait de brebis en contient environ deux fois plus que celui de chèvre (Sibra *et al.*, 2014). Si l'on s'intéresse à la composition en minéraux, les teneurs totales sont plus élevées dans les laits de brebis que ceux de chèvres, ce qui peut s'expliquer par des teneurs plus élevées en protéines, notamment les caséines, et une plus forte minéralisation des micelles de ces dernières (Lagriffoul *et al.*, 2008).

### I.2.2.1. La matière grasse

Le principal acide gras des laits de brebis et de chèvres est l'acide palmitique (25-26 %) (Gelé *et al.*, 2014). La présence d'acides gras tels que les acides butyrique (C4:0), caproïque (C6:0), caprylique (C8:0) et caprique (C10:0), va être responsable de l'apparition d'arômes particuliers suite à l'action de lipases qui va engendrer une digestion enzymatique (lipolyse) lors de l'affinage (Lestingi, 2006). Pour s'assurer de la bonne qualité de la matière grasse du lait (teneur en MG du lait et diversité des AG), il est primordial pour l'éleveur de s'assurer du bon équilibre des rations alimentaires. En effet, il a par exemple été mis en évidence que l'ingestion de grandes quantités de concentrés peut entraîner une diminution des taux de matière grasse (Bocquier et Caja, 2001). Il a également été mis en évidence qu'une supplémentation en différents AG à différentes concentrations (C16 :0, C18 :0, graines de colza, graines de coton ou encore huile de soja) va avoir pour effet de diminuer les concentrations des AG de C4 à C14 (Bocquier et Caja, 2001; Chilliard *et al.*, 2003), ces derniers jouant un rôle dans la présence d'arômes.

### I.2.2.2. La matière protéique

Les caséines constituent 80 % des protéines du lait. Il en existe quatre types :  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$  et  $\kappa$  (Léonil *et al.*, 2013). En s'associant, elles forment une micelle de caséines et elles jouent un rôle important dans la structure du réseau protéique et la stabilité du fromage. La stabilisation des micelles de caséine est facilitée par le phosphate de calcium (Holt *et al.*, 2013). La fabrication du fromage se base sur la déstabilisation de la structure grâce à des modifications physico-chimiques de la solution (Kongo et Malcata, 2016). Pour fabriquer du fromage, de la présure est utilisée. Elle contient de la chymosine qui hydrolyse la caséine  $\kappa$ , ce qui génère une déstabilisation des micelles de caséine et, ce faisant, la coagulation du lait. Le lait contient d'autres protéines, notamment celles du lactosérum :  $\alpha$ -lactalbumine,  $\beta$ -lactoglobuline et, plus minoritairement, les immunoglobulines et la lactoferrine (Lagriffoul *et al.*, 2008). La présence d'enzymes est importante, notamment les oxydoréductases, les transférases ou encore les hydrolases, dont la lipase.

### I.2.2.3. Le lactose

Le lactose est le principal sucre naturellement présent dans le lait. C'est un disaccharide composé de D -Glucose et de D-Galactose liés par une liaison osidique  $\beta 1 \rightarrow 4$ , pouvant être scindés par une enzyme, la lactase. Le lactose est synthétisé dans l'appareil de Golgi des acini mammaires à partir du glucose prélevé dans la circulation sanguine (Couteils, 2017). Chez la

brebis, la synthèse de lactose est un paramètre caractéristique du volume de production laitière (Pollot, 2004 ; Guinard-Flament *et al.*, 2006).

Le lactose est le substrat de la fermentation par les bactéries lactiques (Fox *et al.*, 2017). La production d'acide lactique conduit à une diminution du pH qui contribue à la coagulation des protéines du lait. En effet, la répulsion des micelles entre elles diminue et vont finir par s'agglomérer (Fox et Cogan, 2004). D'autre part, il semblerait que l'acide lactique soit indirectement responsable de certains arômes. En effet, les deux principales espèces responsables de la fermentation lactique (*Lactococcus lactis* et *Leuconostoc mesenteroides*) sont positivement corrélées à des produits de cette fermentation, tels que les acides lactiques et acétiques, mais également à des composés volatils (hexanal et 3-hydroxybutanone) qui sont associés à des arômes de beurre et de fraîcheur (Penland *et al.*, 2021).

#### I.2.2.4. Extrait sec ou matière sèche

L'extrait sec représente les matières solides qui restent du fromage après déshydratation complète, tels que les protéines, lipides et sels minéraux. Bien que cela puisse varier selon la nature du fromage, l'extrait sec est assez souvent recherché car il s'agit de la variable la plus explicative de la texture (Vassal *et al.*, 1986). Il a également été mis en évidence qu'avec l'augmentation de la teneur en extrait sec, la rigidité des produits tendait à augmenter tandis que la taille des globules gras dans les échantillons modèles des fromages diminuait (Černíková *et al.*, 2017).

#### I.2.2.5. Chlorures

On entend ici par « chlorure » un nom générique des corps composés de chlore et d'une substance simple, autre que l'oxygène et l'hydrogène. Dans les fromages, les chlorures sont principalement représentés par le chlorure de sodium (NaCl). Le NaCl joue un rôle essentiel dans la fabrication fromagère. Il agit comme un conservateur et contribue aussi directement à la saveur salée. En effet, il semblerait que l'ajout de sel lors du salage inhibe le développement de certaines bactéries et est profitable à d'autres, si un certain pourcentage n'est pas dépassé. Ce dernier se situe aux alentours des 5 % pour les espèces les plus halotolérantes. Le développement des bactéries est inhibé car le sel a pour effet d'augmenter la pression osmotique de la phase aqueuse du fromage, ce qui cause la déshydratation des cellules bactériennes et a pour effet de les éliminer ou *a minima*, de limiter leur croissance (Fox *et al.*, 2017). Il a également été montré qu'il existe une relation inversement proportionnelle entre l'humidité et la quantité de sel dans le fromage. Des niveaux élevés en sel sont corrélés à des niveaux faibles d'humidité mais également à de fortes concentrations en matière sèche (Fox *et al.*, 2017).

Il a également été mis en évidence que plus la concentration en sel est faible, plus les enzymes d'affinage sont actives. De ce fait, plus la protéolyse est avancée et moins la fermeté est importante. Il semblerait également que l'activité des enzymes soit corrélée positivement avec l'humidité des fromages (Leclercq-Perlat *et al.*, 2024).

#### I.2.2.6. Communauté microbienne des laits et des fromages

Le microbiote du fromage est un ensemble de différents groupes microbiens qui joue un rôle central dans la fabrication des fromages. La composition microbienne des fromages dépend du microbiote du lait cru et de la communauté microbienne de l'environnement présente pendant la fabrication du fromage. Ces bactéries, et notamment les bactéries lactiques, ont un intérêt technologique majeur. Ces dernières ont pour rôle initial de dégrader le lactose en acide lactique. Elles sont également à l'origine de l'aspect, la texture, l'arôme, la composition nutritionnelle, la qualité ainsi que la durée de conservation du fromage (Reuben *et al.*, 2023). Toutefois, le fromage n'est pas uniquement composé de micro-organismes utiles. En effet, certains organismes présents sont indésirables et peuvent nuire à la qualité et à la sécurité du fromage. De ce fait, il est donc essentiel de s'assurer que les bactéries lactiques soient présentes en bonne quantité car il a été montré que la plupart des souches de bactéries lactiques présentes dans le lait ont un effet inhibiteur sur les bactéries indésirables (Abarquero *et al.*, 2023). Cela serait dû à la production d'acide lactique, mais également à certaines souches productrices de bactériocines.

## II. MATERIEL ET METHODES

### II.1. Sélection des exploitations

La sélection des exploitations a été effectuée en deux étapes. Nous avons d'abord identifié les producteurs de *casgiu venachese* connus pour fabriquer un fromage typique. Nous nous sommes basés sur la liste des lauréats des prix de « typicité » et « excellence » obtenus lors des dernières éditions du Concours régional des fromages fermiers de Corse. Compte tenu du faible nombre de producteurs participant au concours, ainsi que des participants qui sont souvent les mêmes d'une année sur l'autre (faible renouvellement), nous avons décidé de sélectionner également d'autres producteurs reconnus dans la profession pour fabriquer du *casgiu venachese* typique. Tous les producteurs concernés ont été contactés et un premier questionnaire d'enquête leur a été soumis. Nous avons recueilli des informations générales sur leur exploitation ainsi que leur « définition » d'un *casgiu venachese* typique. Nous avons finalement sélectionné huit

exploitations (4 issues des précédentes éditions du concours et 4 sélectionnées directement). Parmi ces exploitations cinq sont ovines (de 20 à 400 brebis) et trois, caprines (de 20 à 150 chèvres).

## II.2. Mode opératoire

### II.2.1. Prélèvements

Deux séries de prélèvements et d'observations ont été effectuées chez les éleveurs. La phase 1 (fin d'hiver) a eu lieu fin février/début mars et la phase 2 (printemps), fin avril/début mai.

Lors de la première visite, nous avons relevé les pratiques relatives au système d'élevage ainsi qu'au processus de transformation. Pour cela, deux fiches ont été réalisées ([Cf. annexes 1 et 2](#)).

Nous avons noté les informations relatives à la production laitière, aux méthodes de conservation du lait, à la durée de stockage, à la pièce de fabrication (température, hygrométrie, aération...), à la transformation et à l'affinage.

Au cours de la phase 1, trois fromages frais ont été prélevés puis, 45 jours plus tard (correspondant à la période d'affinage d'un fromage venacais), trois fromages affinés issus de ce lot fabrication ont été récupérés. Le lait ayant servi à la fabrication de ces fromages a également été analysé. Ce processus a été répété lors de la phase 2, les prélèvements ont été réalisés dans les mêmes conditions que lors de la phase 1.

### II.2.2. Dégustations

La dégustation des fromages a été réalisée par le jury du Concours régional de fromages, constitué d'une dizaine de personnes expérimentées. Les fromages ont été jugés à l'aide de descripteurs visuels, gustatifs et olfactifs synthétisés dans une fiche de dégustation ([Cf. annexe 3](#)). Ces dégustations ont été réalisées pour évaluer l'appartenance des fromages sélectionnés au type *venachese* et pour relier d'éventuelles caractéristiques organoleptiques à des pratiques de fabrication.

## II.3. Analyses réalisées

Diverses analyses ont été effectuées sur le lait et les fromages, à la fois au sein du laboratoire de l'ODARC basé à Altiani, mais également par différents partenaires. Ces analyses sont détaillées dans le tableau suivant :

Tableau I : Récapitulatif des différentes analyses réalisées

LAIT			FROMAGES (FRAIS & AFFINÉS)		
ODARC	AGROLAB'S	UNIVERSITÉ DE CORSE	ODARC	AGROLAB'S	UNIVERSITÉ DE CORSE
MG MP Lactose Urée Profil d'AG	MG MP Cellules somatiques Urée Caséines Lactose Lipolyse Profil d'AG MAT MAS Minéraux	Flores bactériennes Arômes et composés volatils	pH (interne et surface) MG ES Chlorure Arômes et constituants volatils	Azote total MAT Minéraux	Flores bactériennes Arômes et composés volatils

### II.3.1. Analyse spécifique au lait

#### II.3.1.1. Dosage de la matière protéique

Pour le dosage de la matière protéique du lait, nous avons utilisé la méthode au noir amido, qui permet le dosage de la teneur en protéines vraies du lait. Le principe de cette méthode repose sur l'addition de 20 mL d'une solution de noir amido à une solution de lait (0,5 mL pour du lait de brebis et 1 mL pour du lait de chèvre) conduisant à la formation d'un complexe insoluble entre les protéines de l'échantillon et le noir amido. Ce complexe est ensuite éliminé par centrifugation. L'absorbance de la solution de noir amido surnageante est ensuite mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre à 578 nm. La valeur obtenue est ensuite convertie en concentration de protéines vraies à l'aide d'une courbe d'étalonnage (NF V 04-216, 2011). De manière générale, la quantité de protéines est inversement proportionnelle à la densité optique (Alais *et al.*, 1961).

## II.3.2. Analyses spécifiques aux fromages

### II.3.2.1. Dosage de l'extrait sec

La mesure de l'extrait sec a été réalisée selon une méthode normée (ISO 5534:2004). Pour chaque échantillon, 20 g de sable de Fontainebleau sont disposés dans une coupelle en inox puis placés à l'étuve à 102 °C pendant 2 h afin d'éliminer l'humidité. Ensuite, toutes les coupelles sont sorties de l'étuve et pesées après avoir été préalablement mises à refroidir dans un dessiccateur contenant des billes de silice. Puis, 5 g de fromage sont équitablement répartis sur chaque coupelle. Ces dernières sont ensuite remises à l'étuve pendant 4 h, puis refroidies de nouveau dans le dessiccateur. Une nouvelle pesée est finalement effectuée. La quantité d'extrait sec est obtenue en soustrayant les deux pesées. La valeur est donnée à quatre décimale près et s'exprime en pourcentage de la masse.

### II.3.2.2. Dosage des chlorures

Le dosage des chlorures est réalisé par argentimétrie, à l'aide d'un chloruremètre Sherwood 926. On va diluer 1 g de fromage avec 9 g d'eau distillée. La solution est ensuite homogénéisée, filtrée, puis 0,5 mL de cette solution est utilisé pour le dosage.

L'appareil va convertir la mesure d'ions chlorures en concentration en sels (NaCl). Le chloruremètre dose automatiquement les ions chlorures par passage d'un courant constant de valeur connue entre les 2 électrodes d'argent qui libèrent des ions argent en continu. Ces ions argent se combinent alors avec les chlorures de l'échantillon sous forme de chlorure d'argent qui est maintenu en suspension dans le tampon. Pendant le dosage, lorsque tous les ions  $\text{Cl}^-$  ont précipité, des ions  $\text{Ag}^+$  libres apparaissent et la conductivité de la solution change. Ces derniers sont détectés par les électrodes de mesure et l'affichage devient stable. Les résultats sont donnés en mg/L de Cl ou en % de NaCl.

## II.3.3. Analyses communes au lait et aux fromages

### II.3.3.1. Dosage de la matière grasse (MG)

Le dosage de la matière grasse du lait et du fromage s'effectue selon la méthode Gerber ou acido-butyrométrique. Pour le lait de brebis c'est la méthode acido-butyrométrique (NF V 04-155, 2003) qui est utilisée alors que pour le lait de chèvre c'est la méthode acido-butyrométrique de Gerber qui est privilégiée (NF ISO 19662, 2018). Pour le fromage, c'est la méthode acido-butyrométrique selon la technique de Van Gulik ou de Heiss qui est utilisée indépendamment de l'espèce (NF V 04-287). Il s'agit de la méthode la plus utilisée en routine par les laboratoires

laitiers. Cette méthode utilise deux principaux réactifs : l'acide sulfurique et l'alcool amylique. Pour les fromages, 3 g sont pesés dans un godet à trous. Le godet est ensuite inséré dans la chambre du butyromètre (dans le cas du lait 11 mL sont directement introduits dans le butyromètre). Sont ensuite ajoutés 11 mL d'acide sulfurique au lait/fromage ce qui va permettre de dissoudre les protéines puis, dans un second temps, l'addition d'1 mL d'alcool amylique va favoriser la séparation de la matière grasse lors de la centrifugation. La lecture se fait directement sur le butyromètre. Le résultat est exprimé en grammes de matière grasse pour 100 g de produit.

### II.3.3.2. Dosage des acides gras (AG)

Pour le dosage des acides gras du lait et du fromage, deux méthodes existent : la Chromatographie en Phase Gazeuse (CPG), qui est la méthode de référence, et la spectroscopie moyen infrarouge (MIR). Ici, nous nous concentrerons sur la CPG. Cette dernière requiert toutefois une préparation préalable. En effet, les AG doivent être transformés en esters méthyliques d'acides gras (EMAG) dans le but de les rendre volatils. Toutefois les AG du lait et des fromages sont sous la forme de triesters et il est donc nécessaire que ces derniers soient transformés en ester. Ils vont donc être *transestérifiés*. Plusieurs méthodes de *transestérification* ont été décrites dans la littérature (Christie, 1993; Ferlay *et al.*, 2013) et une norme a été définie au niveau international (NF ISO 16958). Cette méthode consiste à *transestérifier* les acides gras à l'aide d'un alcool (généralement le méthanol) en présence d'un catalyseur, le méthanolate de sodium.

Les EMAG obtenus vont ensuite être analysés par CPG. Cette méthode permet d'analyser de manière qualitative et quantitative des mélanges de composés volatils. L'analyse est basée sur le partage des substances entre deux phases, à savoir : une phase mobile contenant un gaz vecteur (hydrogène, hélium, azote) qui va entraîner les solutés et une phase stationnaire, généralement polaire, qui est greffée dans la colonne. Un détecteur placé en sortie de colonne détecte les constituants ainsi séparés et conduit à l'obtention d'un chromatogramme qui représente l'ensemble des solutés élués. Ces derniers sont représentés par des pics dont la surface est proportionnelle à la quantité de chaque soluté dans le mélange. L'identification des EMAG est ensuite possible en comparant leur temps de rétention avec ceux de constituants de référence (Nudda *et al.*, 2005; Devle *et al.*, 2012).

#### II.3.3.3. Dosage du lactose

Le dosage du lactose contenu dans le lait et le fromage a été effectué avec un appareil de type CDR FoodLab®. Les valeurs obtenues par cette technique présentent une très bonne corrélation avec celles obtenues par Chromatographie Liquide Haute Performance (HPLC), qui est la méthode de référence (ISO 2262).

Le principe du dosage est le suivant : tout d'abord, le lactose est scindé en glucose et galactose. Le glucose va ensuite réagir par voie enzymatique avec un dérivé phénolique en présence de peroxydase, ce qui va induire la formation d'un complexe de couleur rose dont l'intensité est mesurée à 505 nm. L'intensité est directement proportionnelle à la concentration en lactose de l'échantillon.

#### II.3.3.4. Dosage multi-paramètre

Le dosage multi-paramètre a été réalisé par le laboratoire Agrolab's basé à Aurillac à l'aide d'un spectrophotomètre MIR (MilkoScan 7 RM et/ou FT+, Foss Analytics). Cette technologie permet de mesurer<sup>2</sup> différents paramètres physico-chimiques tels que la matière grasse, la matière protéique ou encore la densité. Il est également possible d'estimer la teneur de nombreux constituants du lait simultanément tels que les AG, les protéines, le lactose, l'urée, etc. L'analyse est effectuée en moins d'une minute et ne nécessite aucune préparation préalable de l'échantillon. Cette méthode est donc privilégiée pour les analyses à grande échelle.

Le principe de cette méthode repose sur l'absorption, par la matière organique, de rayons émis dans la région de l'infra-rouge moyen. Les composants du lait possèdent des groupements fonctionnels qui absorbent la lumière à différentes longueurs d'onde qui leurs sont spécifiques (Gelé *et al.*, 2014). Ces constituants sont ensuite quantifiés et qualifiés en utilisant des équations d'estimation. Ces dernières sont établies à partir d'un jeu d'étalonnage constitué de plusieurs centaines d'échantillons qui sont analysés à la fois par spectrophotométrie MIR, mais également par des méthodes de référence spécifiques (Bastin et Soyeurt, 2010).

#### II.3.3.5. Étude de la flore microbienne

L'étude de la flore microbienne a été effectuée à l'Université de Corse, au sein du Laboratoire de Microbiologie de l'UMR CNRS 6134 SPE, dans le cadre de la collaboration avec le CSTF. L'identification des micro-organismes bactériens a été menée selon une approche de

---

<sup>2</sup> Les valeurs sont obtenues selon des prédictions effectuées sur la base d'équations de calibration spécifiques à chaque paramètre.

séquençage massif à haut débit de l'ADN microbien préalablement amplifié par réaction de polymérase en chaîne (PCR). Cette méthode a permis d'appréhender la diversité bactérienne présente dans les laits et fromages testés. Elle permet l'analyse des ADN présents dans un échantillon biologique donné en permettant de déterminer les espèces présentes ainsi que leur abondance relative. Ici, c'est plus précisément une approche de métagénomique « ciblée » qui est utilisée ; cette stratégie consiste à cibler un gène bactérien au lieu du génome complet. Pour ce faire, le gène doit être conservé chez l'ensemble des bactéries mais devra présenter des régions suffisamment variables pour discriminer chaque famille/ordre ; dans le but d'identifier des bactéries, c'est le gène codant pour l'ARN 16S ribosomal qui est ciblé. Une fois les séquençages massifs réalisés sur la plateforme Illumina du laboratoire (iSeq100), la bio-informatique va permettre d'assigner chaque séquence caractérisée à une bactérie donnée en comparant les séquences obtenues avec celles présentes dans les bases de données (Lamoril *et al.*, 2008 ; Diene *et al.*, 2014).

Une étude de la flore microbienne a également été conduite au sein du laboratoire Agrolab's. C'est la méthode « FlorAcQ » qui a été mise en place dont le but est d'étudier les équilibres microbiens des laits. Pour cela, cinq groupes microbiens sont recherchés : les bactéries lactiques, les bactéries d'affinage, bactéries à Gram négatif ainsi que les levures et moisissures (Réseau Fromage de Terroirs, 2011).

#### II.3.4. Méthodes statistiques

La comparaison des moyennes pour les concentrations en chlorures, en matière grasse ainsi que les pourcentages d'extrait sec s'est faite à l'aide du logiciel R et du package « agricolae ». L'objectif *in fine* était de réaliser une ANOVA à un facteur. Toutefois, une série de tests a été nécessaire afin de vérifier si cela était possible. Dans un premier temps, un test de Shapiro-Wilk a été effectué afin de s'assurer de l'appartenance des échantillons à la loi Normale. Nous avons choisi de réaliser ce test car il est généralement privilégié lorsque les échantillons ne dépassent pas 50 valeurs, ce qui est notre cas. Le test est basé sur la corrélation entre les données et les scores normaux correspondants (Ghasemi et Zahediasl, 2012 ; Kassambara). Nous avons ensuite effectué un test de Bartlett afin de nous assurer que nos échantillons avaient des variances comparables. Une fois ce test validé, l'ANOVA à un facteur peut être effectuée. L'objectif va alors être de vérifier si des variations ou des niveaux différents de ce facteur ont un effet mesurable sur une variable dépendante. Pour finir, nous avons réalisé un test de Tukey afin d'effectuer une comparaison multiple en une seule étape. Ce test permet d'évaluer si des

moyennes sont significativement différentes l'une de l'autre, des lettres de significativité étant ensuite appliquées.

Les graphiques ont par la suite été réalisés à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2021.

Nous avons également réalisé deux autres tests statistiques pour comparer des moyennes. Afin de comparer les moyennes entre espèces, c'est un test T de Welch qui a été effectué, permettant de comparer les moyennes de deux groupes possédant des variances différentes. Afin de comparer les moyennes entre les deux phases c'est un test T apparié qui a été réalisé.

### **III. RESULTATS ET DISCUSSIONS**

#### **III.1. Présentation des exploitations**

Le tableau présenté en [annexe 4](#) présente, pour chaque exploitation, l'espèce, le relief, la taille du troupeau à la traite ainsi que le type de traite employé et également l'alimentation. Pour cette étude, nous avons donc huit exploitations, dont cinq ovines et trois caprines. Les troupeaux variaient respectivement de 20 à 400 brebis et de 20 à 150 chèvres (de race Corse uniquement). Les exploitations se situent majoritairement en piémont ou en plaine pour les ovines et en montagne pour les caprines. Concernant le type de traite pratiqué, la bi-traite mécanique est la plus présente, quant à la monotraite, elle semble être privilégiée par les exploitations avec des petits troupeaux. Toutes les exploitations sont à tendance pastorales. Les surfaces utilisées sont principalement des prairies naturelles et du maquis. Seulement trois d'entre elles font pâturer leurs bêtes sur des parcelles cultivées de céréales. En moyenne, les exploitations caprines complémentent les animaux à hauteur de 1 kg/j/tête en fourrage et 500 g/j/tête en concentré, là où les ovines distribuent en moyenne 250 g/j/tête de fourrage et 360 g/j/tête de concentré.

#### **III.2. Description générale des laits pour les deux phases**

##### **III.2.1. Composants principaux**

Dans cette partie nous nous focaliserons sur la description de la composition des laits sur les deux phases pour les constituants suivants : matière grasse (MG), matière protéique (MP) et lactose.

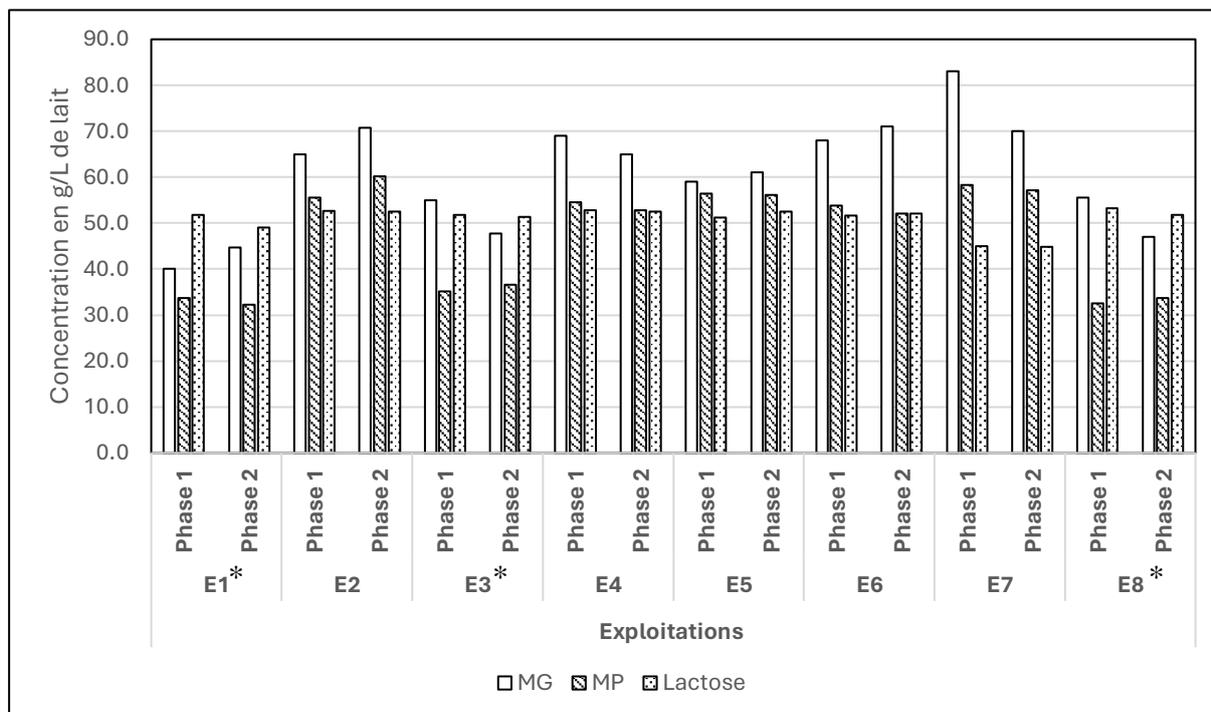


Figure 1 : Concentration (en g/L) en différents constituants pour les laits des exploitations sur les 2 phases (\* = exploitations caprines)

Tout d'abord, si l'on s'intéresse à la concentration en lactose, on peut voir que cette dernière varie peu entre une phase et l'autre, et ce, pour toutes les exploitations, avec des concentrations similaires, proches de 50 g/L. Cette faible variation pouvait être attendue. En effet, le lactose détermine la quantité d'eau absorbée dans les alvéoles et donc le volume de lait produit (Costa *et al.*, 2019). Ce dernier variant peu, il est donc normal d'avoir peu de variation. On observe également que le lait E7 possède une concentration en lactose plus faible que les autres, ce que l'on peut sûrement expliquer par un nombre élevé de cellules somatiques (Cf. annexe 5A). En effet, il a été mis en évidence que la diminution de la concentration en lactose pouvait être due à une augmentation des cellules somatiques suite à une mammite (Costa *et al.*, 2019).

Si l'on regarde maintenant les concentrations en matière grasse et protéique, on peut observer un « effet espèce » prévisible avec des concentrations plus élevées pour les exploitations ovines (Sibra *et al.*, 2014; Albert *et al.*, 2023). Nous n'observons pas de tendance commune pour les exploitations entre les deux phases, avec aussi bien des augmentations (E1, E2, E5 et E6) que des diminutions (E3, E4, E7 et E8). Les variations restent néanmoins négligeables, ce qui s'explique sans doute par un prélèvement tardif lors de la première phase, avec une alimentation qui avait déjà changé. Ceci nous avait également été relevé par les éleveurs lors des prélèvements.

### III.2.2. Composition en acide gras

Pour l'étude de la composition en acides gras, nous nous intéresserons uniquement aux quatre principaux groupes, à savoir : les acides gras insaturés (AGI), saturés (AGS), mono insaturés (AGMI) et poly insaturés (AGPI).

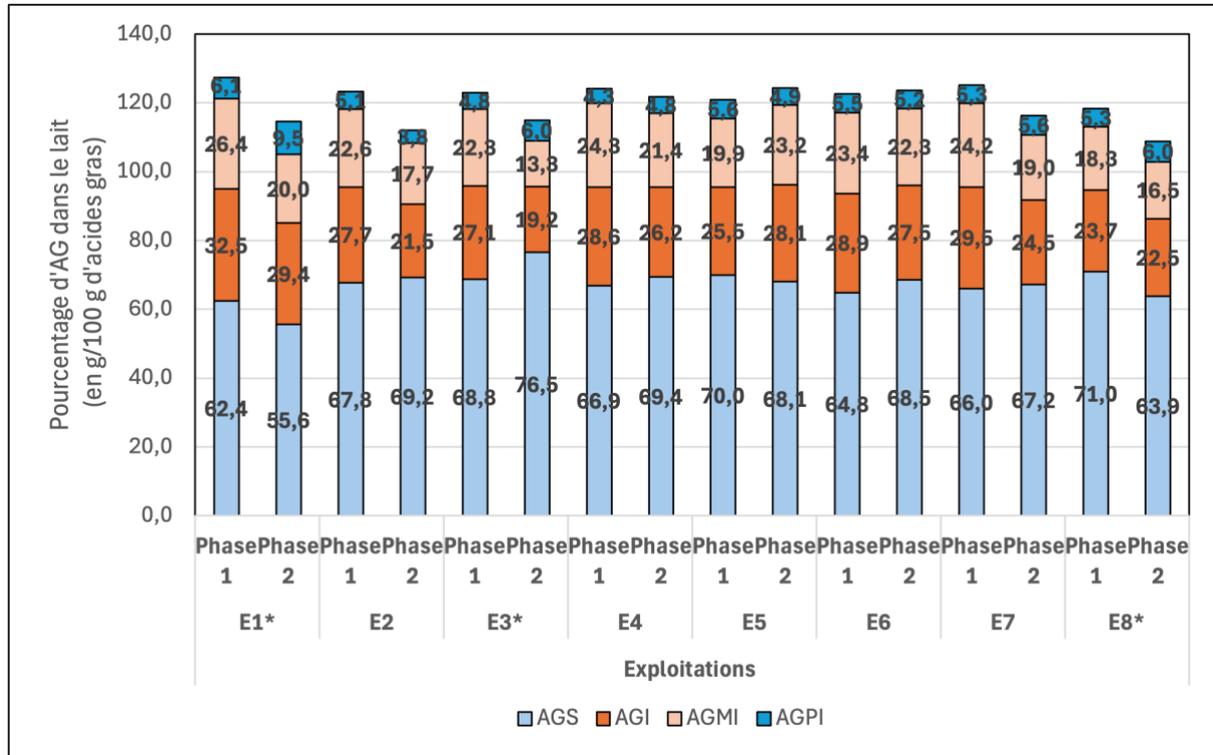


Figure 2 : Concentration (en g/ 100 g d'acides gras) en AG dans les laits des différentes exploitations pour les 2 phases (\* = exploitations caprines)

Les concentrations d'AG des laits des différentes exploitations au cours des deux phases nous sont présentés dans cette figure 2. Si l'on regarde dans un premier temps les exploitations individuellement au cours des deux phases, on peut observer une certaine tendance concernant les AGI. En effet, on observe que les concentrations d'AGI semblent diminuer pour la majorité des exploitations (sauf E5), nous ne sommes toutefois pas en capacité de dire si ces diminutions sont significatives ou non, bien que ce soit ce qui semble être observé dans la littérature (Legarto *et al.*, 2014). En ce qui concerne les AGS cette fois, de plus faibles variations sont observées entre les deux phases, on remarque également une plus grande hétérogénéité entre les laits, avec E1, E5 et E8 qui semblent diminuer et les autres qui semblent augmenter là encore sans pouvoir dire si ces différences sont significatives.

### III.2.3. Composition en minéraux

Nous allons ici nous intéresser à la composition en minéraux des laits, en nous penchant notamment sur les concentrations en calcium et en phosphore. Pour ce qui est du fer et du cuivre ils seront présentés dans [l'annexe 5A](#).

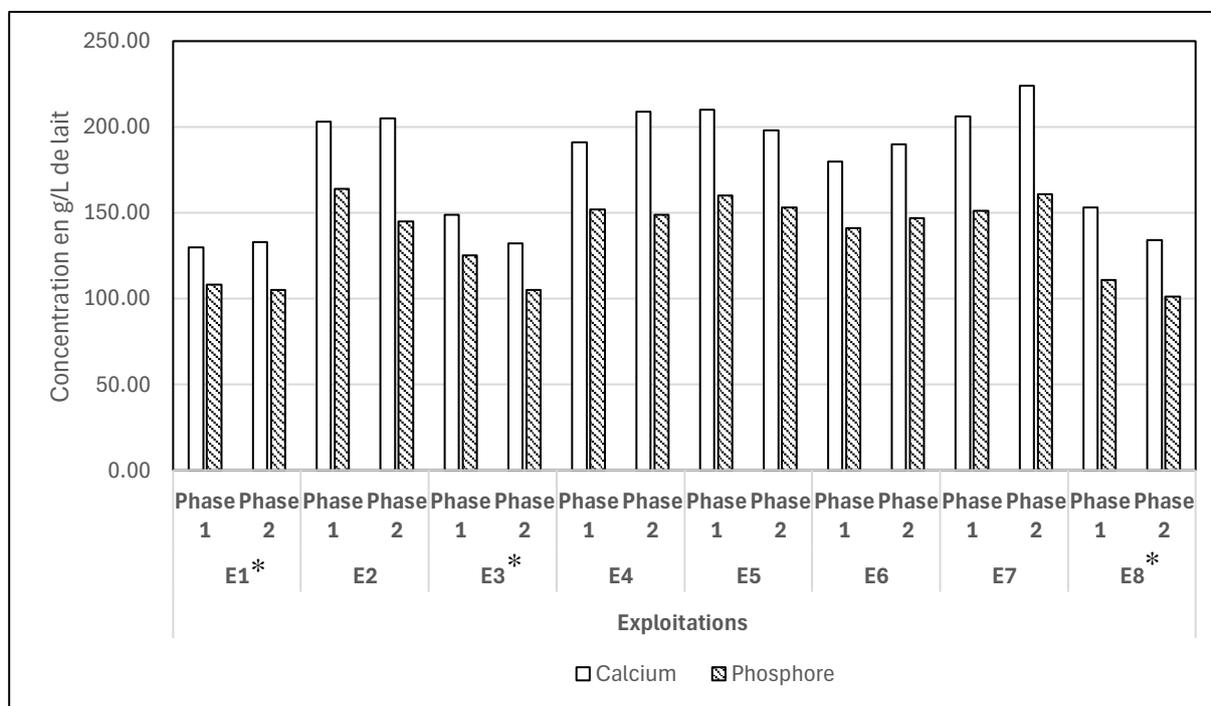


Figure 3 : Concentration (g/L) en calcium et en phosphore pour les différentes exploitations sur les 2 phases (\* = exploitations caprines)

La figure 3 présente les concentrations en calcium et en phosphore des exploitations sur les deux phases. De manière générale, peu de changement est observé d'une phase à une autre avec des valeurs sensiblement identiques, ce qui est confirmé par les tests T appariés qui ont été effectués ( $P < 0,5$ ). On peut par ailleurs observer un « effet espèce » pour le calcium et le phosphore avec des valeurs moyennes plus faibles, respectivement 130 g/L et 100 g/L pour les exploitations caprines. Concernant les ovines on observe des valeurs moyennes avoisinant les 200 g/L pour le calcium et aux alentours des 150 g/L pour le phosphore. Cet « effet espèce » est confirmé par les tests T de Welch qui ont été effectués ( $P < 0,5$ ). Ce sont donc des valeurs environ 1,5 fois supérieures pour les exploitations ovines. Comme évoqué précédemment, cette différence s'explique par le fait que, de manière générale, les laits de brebis présentent des concentrations en matière protéique plus élevées, et notamment en caséine, que les laits de chèvre, ce qui induit donc une minéralisation plus importante de ces dernières (Lagriffoul *et al.*, 2008).

### III.2.4. Profils FlorAcQ

Nous nous intéresserons, dans ce paragraphe, aux profils FlorAcQ qui ont été obtenus pour les laits de chaque exploitation au cours des deux phases.

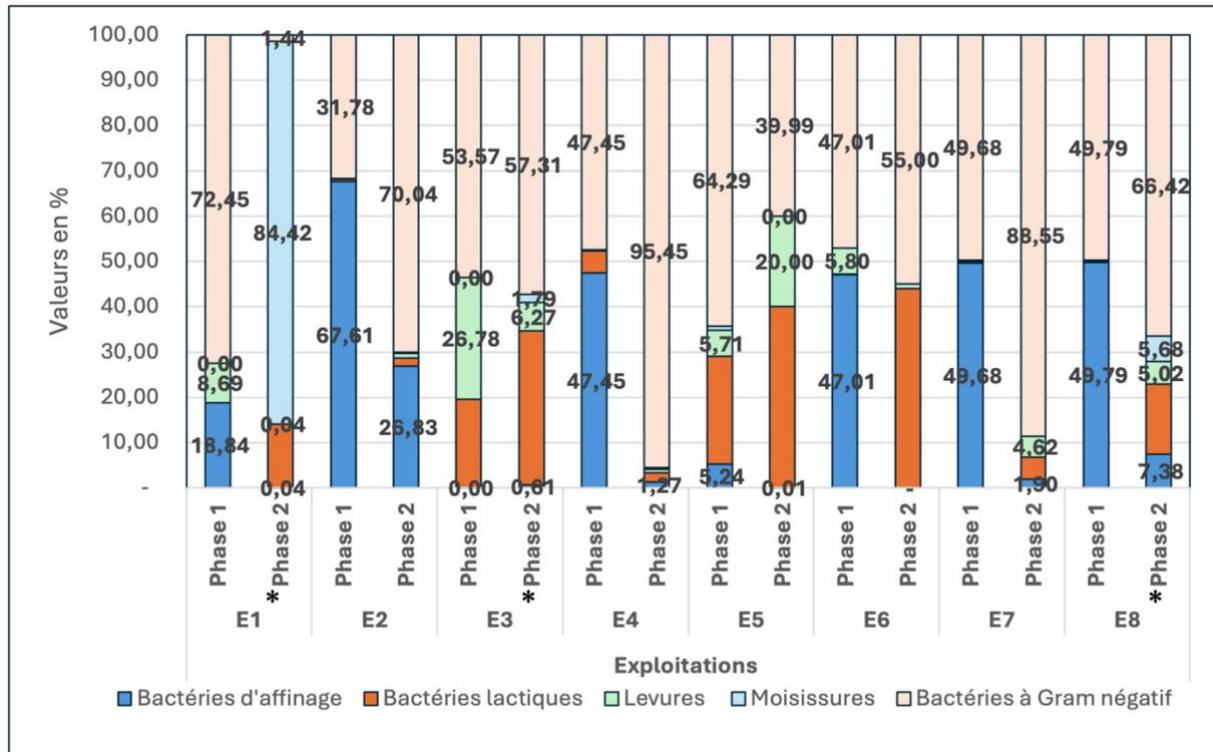


Figure 4 : Profils FlorAcQ des laits des différentes exploitations pour les 2 phases (\* = Exploitations caprines)

La figure 4 présente les différents profils FlorAcQ obtenus sur les laits des différentes exploitations pour les deux phases. De manière générale, on observe, pour toutes les exploitations, d'importantes variations entre les deux phases et également d'une exploitation à une autre avec des profils très différents. On peut aussi relever que globalement, l'ensemble des exploitations possèdent des taux de bactéries à Gram négatif très élevés. Ces bactéries sont souvent synonymes de contaminations avec plusieurs sources qui peuvent être à l'origine de celles-ci, comme par exemple l'environnement des animaux, les animaux eux-mêmes et leurs déjections ou encore le matériel de traite et le trayeur (Montel, Bouton et Parguel, 2012).

### III.3. Description générale des fromages affinés pour les deux phases

Pour cette partie nous avons décidé de ne pas nous intéresser aux fromages frais. Ils ne seront donc pas étudiés ici car peu de différences ont été observées avec le lait. Nous nous focaliserons uniquement sur les fromages affinés.

#### III.3.1. Composition en matière grasse

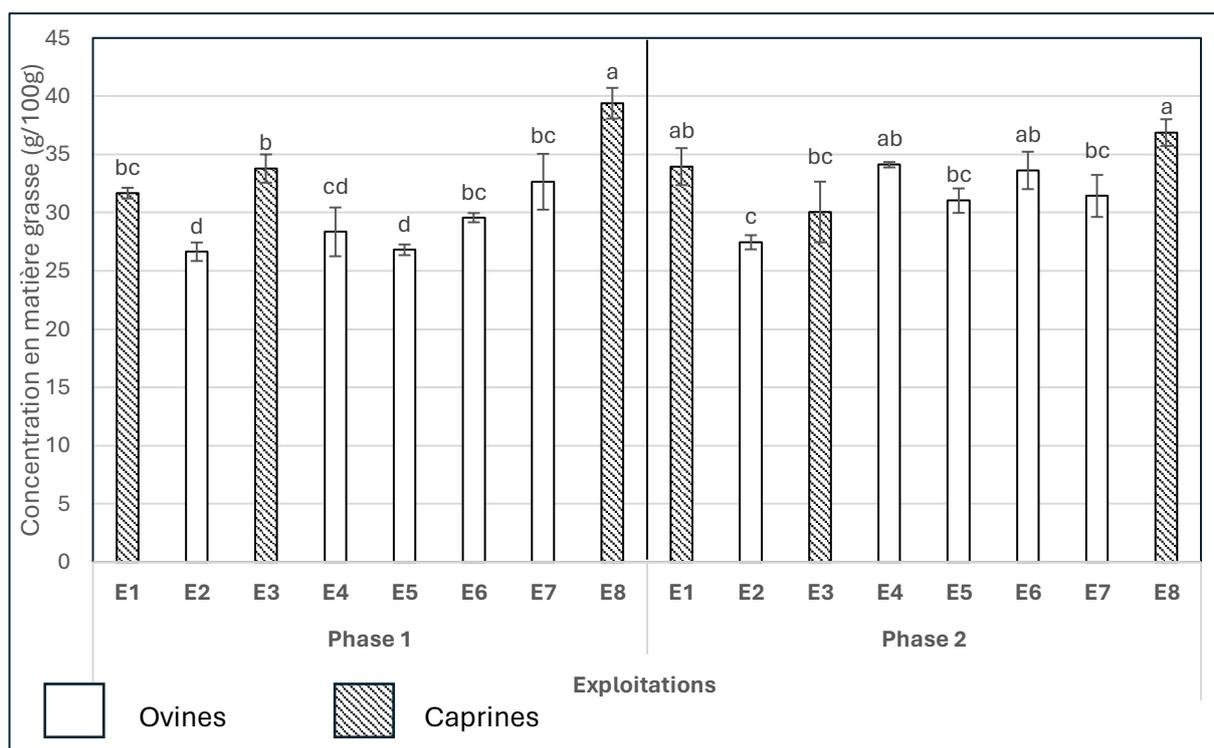


Figure 5 : Concentration en matière grasse (g/100 g) pour les différentes exploitations sur les 2 phases

La figure 5 présente les concentrations en matière grasse des différentes exploitations pour les deux phases. Afin de comparer les valeurs au cours d'une même phase, une ANOVA à un facteur a été réalisée suivie d'un test de Tukey. Si l'on regarde tout d'abord la première phase, on peut voir que les concentrations en matière grasse des fromages affinés des exploitations caprines sont légèrement supérieures aux ovines, comme reporté par Casalta *et al.* (2005) dans une étude menée sur le *casgiu venachese*. Toutefois, cette tendance n'est pas observée lors de la seconde phase, avec des valeurs sensiblement identiques pour les deux espèces. Peu de variations sont observées entre les deux phases, avec en moyenne 31,1 g/100 g en phase 1 et 32,3 g/100 g en phase 2. Cette faible différence peut sans doute s'expliquer pour les mêmes raisons que précédemment, à savoir un prélèvement tardif lors de la première phase et, de ce fait, une alimentation davantage printanière.

### III.3.2. Extrait sec

Les pourcentages d'extrait sec des fromages affinés des exploitations pour les deux phases sont présentés dans la *figure 6*. Là encore, afin de comparer les valeurs au cours d'une même phase, une ANOVA à un facteur a été réalisée suivie d'un test de Tukey. De manière générale, peu de variations sont observées entre les deux phases avec des valeurs moyennes avoisinant les 60 %. « L'effet espèce » observé précédemment ne l'est pas ici, avec des valeurs similaires pour les deux types d'exploitations quelle que soit la phase considérée.

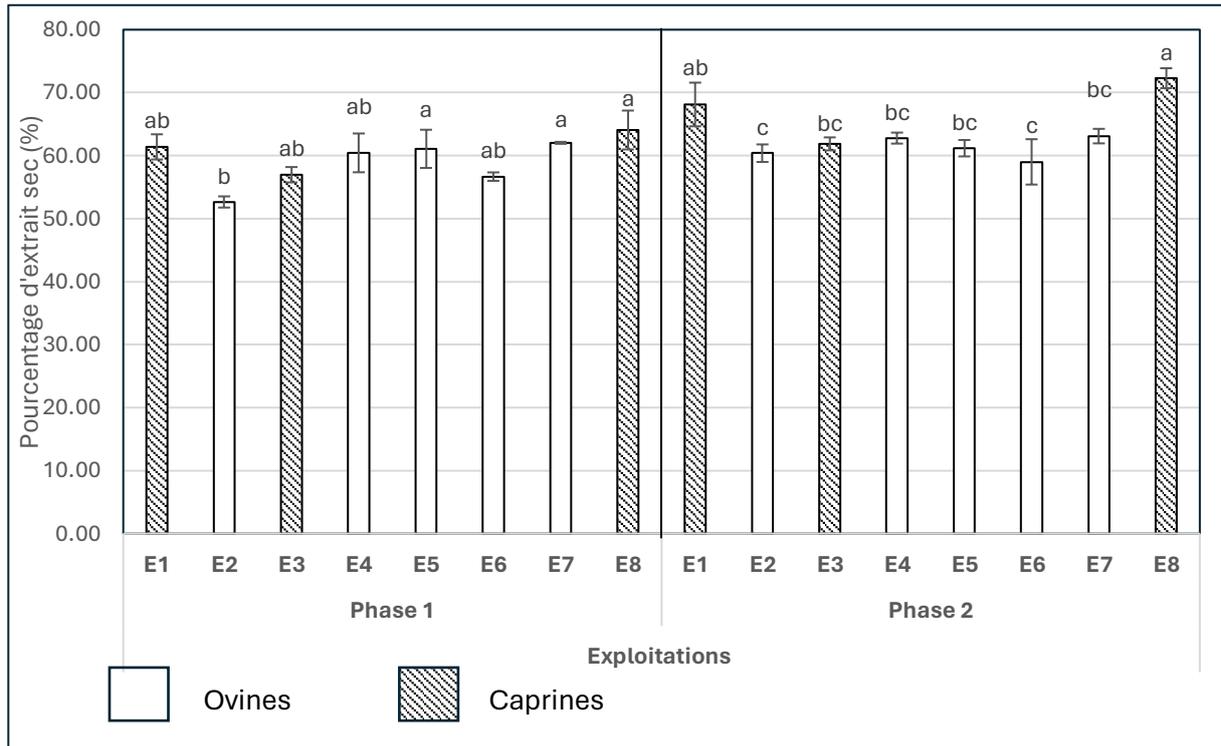


Figure 6 : Pourcentage d'extrait sec (%) des fromages affinés des différentes exploitations pour les 2 phases

### III.3.3. Composition en minéraux

Nous allons ici nous intéresser à la composition en minéraux des fromages affinés des différentes exploitations pour les deux phases. Nous nous pencherons particulièrement sur les concentrations en chlorures, calcium et phosphore. Comme pour le lait, les concentrations en fer et en cuivre, seront présentées en [annexe 5B](#).

Les concentrations en calcium varient peu entre les deux phases. Bien que l'on observe une diminution pour sept des huit exploitations, celle-ci reste minime et ne nous permet pas d'évoquer une tendance. Pour le phosphore, de très légères variations sont là aussi observées et ne nous permettent pas là non plus de conclure sur une quelconque tendance. Si l'on s'intéresse

maintenant aux concentrations en chlorures, aucune tendance particulière ne semble se profiler avec autant d'exploitations qui diminuent et qui croissent entre les deux phases. Pour tous les minéraux considérés ici nous n'observons pas non plus « d'effet espèce », les concentrations obtenues semblent inhérentes à chaque exploitation.

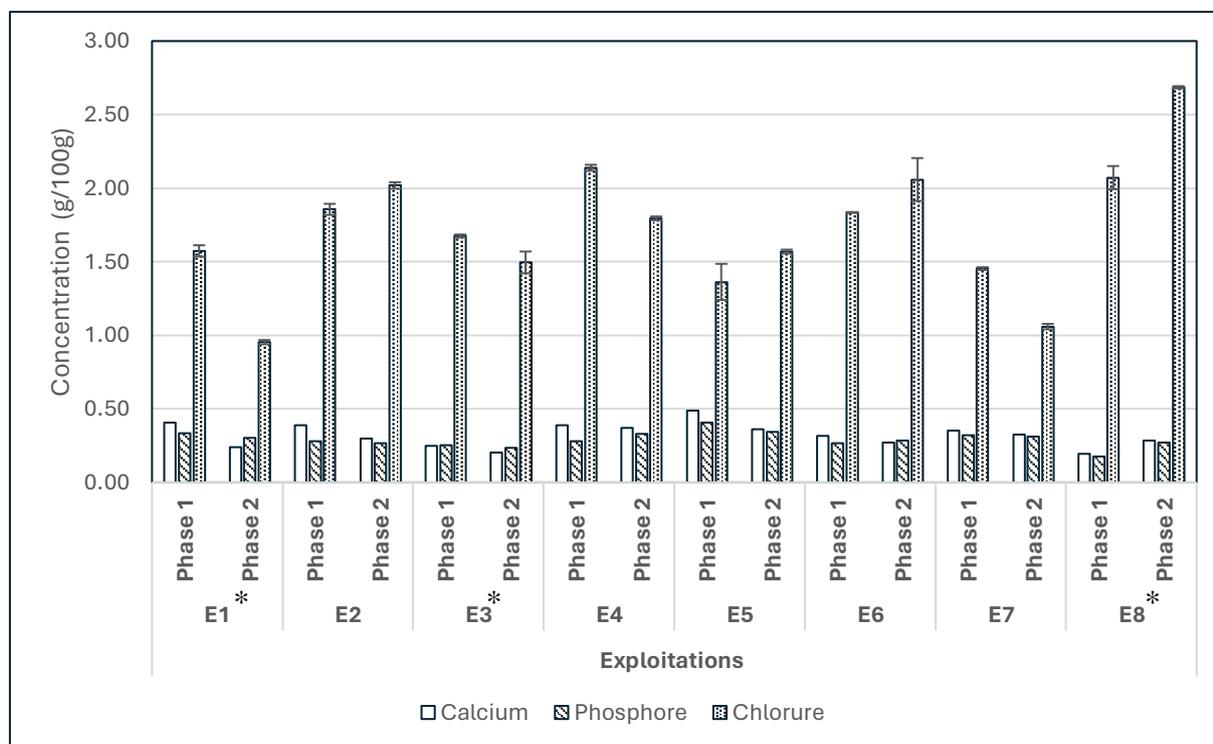


Figure 7 : Concentrations (g/100g) en différents minéraux des fromages affinés pour les exploitations sur les deux phases (\* = exploitation caprines)

### III.3.4. Composition en acides gras

Dans ce paragraphe nous allons nous intéresser à la composition en acide gras des fromages affinés. Comme pour le lait, on se focalisera uniquement sur les quatre principaux groupes.

Les pourcentages d'acides gras des fromages affinés des huit exploitations au cours des deux phases nous sont présentés dans la *figure 8*. On remarque une nette dominance des acides gras saturés sur les insaturés avec 55,6 - 76,5 % contre 19,2 - 33,1 %. Parmi eux, les AGMI sont présents en de plus forte proportion par rapport aux AGPI, beaucoup moins représentés avec des taux allant de 16,5 - 26,7 % contre 3,8 - 9,5 %. Malgré quelques variations quantitatives, aucune différence flagrante n'a été observée entre les échantillons prélevés lors de la campagne hivernale ou printanière. De même, les proportions d'acide gras et leur composition chimique sont similaires, sans influence de l'origine animale (brebis ou chèvre) du lait.

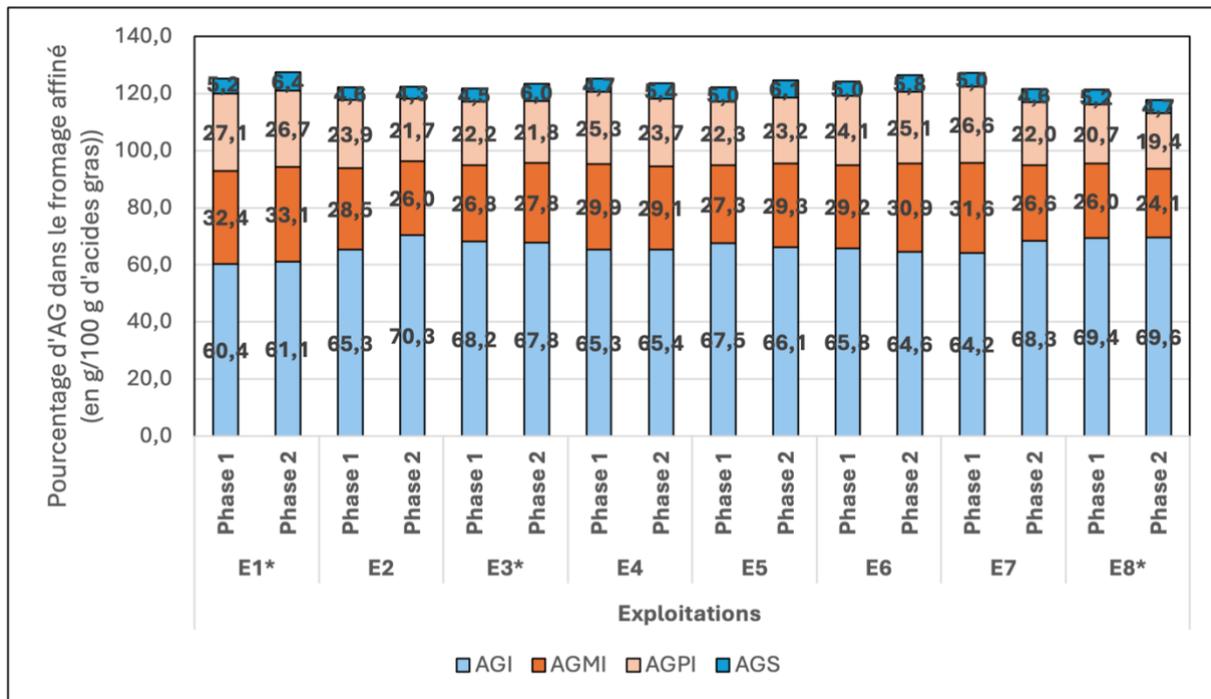


Figure 8 : Pourcentages d'AG dans les fromages affinés des différentes exploitations pour les 2 phases exprimés en % d'AGT (\* = exploitations caprines)

### III.4. Résultats des dégustations

Nous allons maintenant nous attarder sur les résultats obtenus lors des deux dégustations effectuées par le jury du Concours régional des fromages fermiers de Corse. L'évaluation de la typicité des fromages s'est faite par le jury à l'aide de la grille de notation présentée en [annexe 3](#). Des diagrammes de Kiviat ont ensuite été réalisés à partir des résultats des dégustations et les profils sensoriels obtenus sont présentés à la suite.

La *figure 9* présente les différents profils sensoriels obtenus suite à la dégustation des fromages de la phase 1. Sur cette première phase, ce sont cinq fromages qui ont été retenus par le jury pour leur typicité. Il s'agit des fromages issus des exploitations E2, E4, E6, E7 et E8, pour lesquels les principaux éléments de typicité ont été, pour ce qui est du visuel, une croûte bien lavée et une couleur rouge à jaune-orangé. Au niveau gustatif, les fromages ont été jugés moyennement salés, avec une importante richesse aromatique, notamment avec des notes florales et fruitées. De petits défauts sont toutefois relevés, notamment pour le fromage E8, avec des saveurs amères et acides un peu trop prononcées, ou encore pour le fromage E6, avec une croûte présentant des marques de claires traduisant un léger manque de soin au cours de l'affinage. Ces défauts restent toutefois mineurs et n'ont pas influé sur la décision finale du jury. Suite à cette première dégustation, ce sont donc trois fromages qui sont écartés (E1, E3,

E5), car présentant des défauts de croûte majeurs sans doute dus à un manque de retournement durant la période d'égouttage et d'affinage, ainsi que de faibles arômes en bouche.

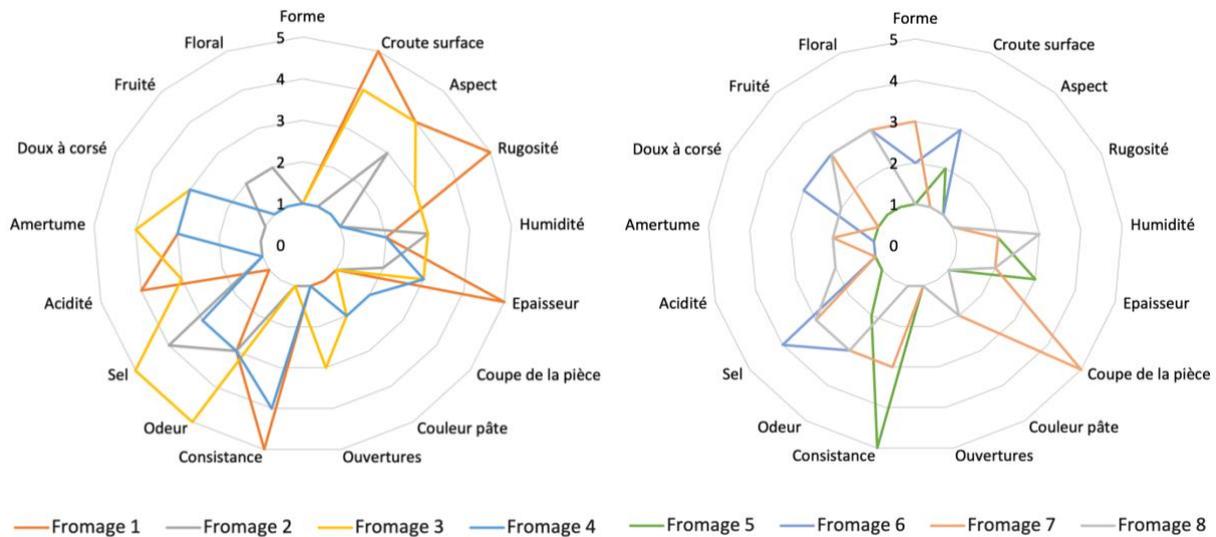


Figure 9 : Profils sensoriels obtenus à l'issue des dégustations des 8 fromages affinés de la phase 1

La figure 10 présente les différents profils sensoriels obtenus suite à la dégustation des fromages de la phase 2. Sur cette seconde phase ce sont trois fromages qui ont été retenus par le jury pour leur typicité. Il s'agit des fromages issus des exploitations E4, E6 et E7. Ces fromages ont globalement été retenus pour les mêmes raisons que lors de la première dégustation, c'est-à-dire une richesse aromatique, des fromages moyennement salés, sans amertume ni acidité ainsi qu'un aspect bien lavé avec une couleur rouge à jaune-orangé.

Pour cette phase, plusieurs fromages ont été écartés, il s'agit des fromages issus des exploitations E1, E2, E3, E5 et E8. Pour trois d'entre eux, ce sont les mêmes que lors de la première dégustation en phase une, avec des défauts récurrents pour ces derniers notamment au niveau du sel, de l'odeur et également de la croûte pour le fromage E3. Pour le fromage E1, là aussi, des défauts récurrents sont relevés avec notamment une acidité et une amertume trop élevées et également des défauts de croûte qui étaient déjà observés en première phase, ce qui met encore une fois en évidence un trop faible nombre de retournements lors de la phase d'égouttage et un manque de soin lors de l'affinage.

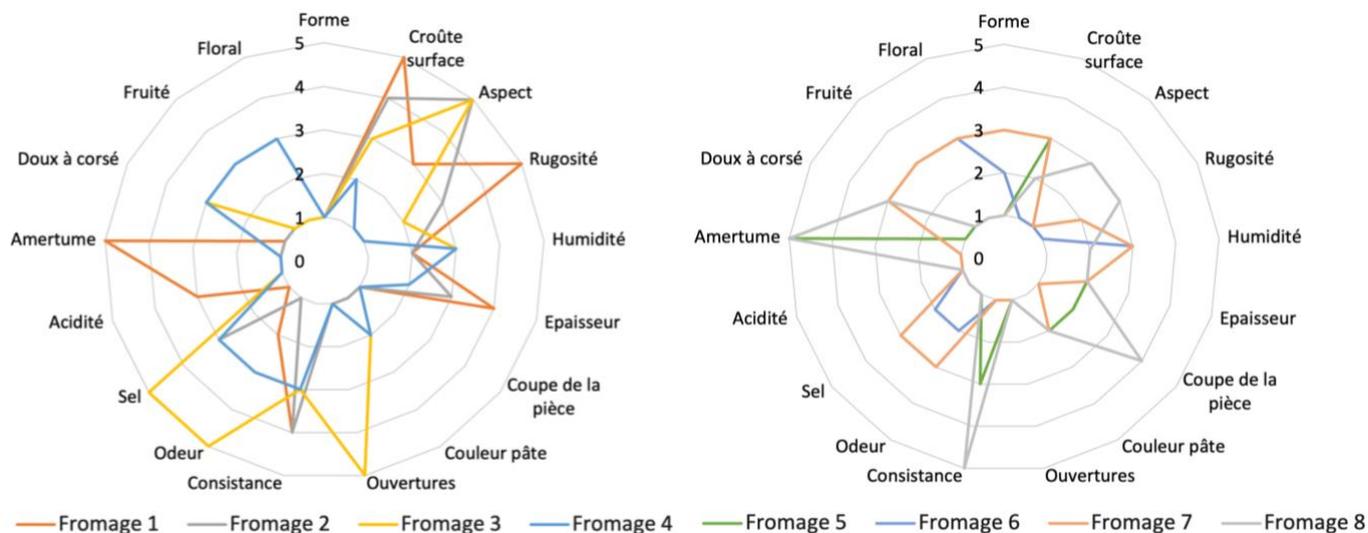


Figure 10 : Profils sensoriels obtenus à l'issus des dégustations des 8 fromages affinés de la phase 2

### III.5. Étude de la flore microbienne et mise en relation avec FlorAcQ

Nous allons ici étudier la flore microbienne des fromages affinés pour les deux phases<sup>3</sup>, puis nous mettrons en relation cette flore avec les profils FlorAcQ des laits en nous focalisant plus spécifiquement sur les fromages retenus par le jury.

Les figures 11 et 12 présentent la répartition des différents genres bactériens au sein des fromages affinés des différentes exploitations pour les deux phases. Tout d'abord, on peut voir que, quelle que soit l'exploitation ou la phase considérée, quatre genres bactériens semblent dominer, il s'agit de : *Brevibacterium*, *Corynebacterium*, *Lactococcus* et *Psychrobacter*.

*Lactococcus* et *Corynebacterium* semblent être les genres dominants. Pour le premier, il s'agit de bactéries lactiques à Gram positif ayant pour rôle principal l'acidification et la contribution à la protéolyse (Hardy, 2016). Pour le second, il s'agit de bactéries d'affinage à Gram positif et qui contribuent à la coloration des croûtes, la protéolyse ainsi qu'à la lipolyse (Hardy, 2016). Nous avons ensuite *Psychrobacter* qui est une bactérie à Gram négatif et *Brevibacterium* qui est une bactérie à Gram positif. Ces deux derniers genres sont également le plus souvent retrouvés au niveau de la croûte des fromages (Wolfe *et al.*, 2014). Ce graphique permet de confirmer ce qui avait été obtenu avec FlorAcQ, bien que l'on observe quelques différences (rappelons que nous comparons ici du lait à des fromages affinés issus de ce dernier).

<sup>3</sup> Ces résultats ont été obtenus par l'équipe microbiologie du laboratoire UMR 6134 SPE à l'Université de Corse





pour des fromages jugés comme typiques et non typiques lors des dégustations. Concernant les genres microbiens minoritaires, là aussi, il semble difficile de relier un genre en particulier à la typicité du fromage, car aucun genre n'est présent spécifiquement sur les fromages jugés typiques et, inversement, aucun n'est retrouvé particulièrement au sein des fromages jugés non typiques.

## CONCLUSION

L'étude que nous avons menée avait pour objectif d'apporter des éléments de réponse à la problématique suivante : « Quels sont les principaux facteurs qui peuvent être à l'origine de la typicité du *casgiu venachese* ? ». Dans ce but, plusieurs analyses ont été effectuées sur le lait ou sur le fromage affiné.

Dans un premier temps, une description générale des exploitations a été faite, en nous intéressant à l'espèce de ces dernières, à la topographie de l'exploitation, ainsi qu'à la taille du troupeau et à la technique de traite employée. Nous avons enfin regardé l'alimentation en nous intéressant à la nature du pâturage ainsi qu'aux surfaces pâturées mais également aux rations données en complémentation.

Dans un second temps, nous avons effectué une description des laits ainsi que des fromages affinés pour les deux phases, hivernale et printanière, en étudiant plusieurs paramètres physico-chimiques et microbiologiques tels que la matière grasse, la matière protéique, l'extrait sec, les minéraux ou encore les profils FlorAcQ. Ces analyses ont mis en évidence, notamment sur les fromages, une importante diversité de résultats pour chaque exploitation avec des valeurs variables. Concernant les analyses FlorAcQ, elles ont permis de mettre en évidence là aussi une importante diversité microbienne. En phase hivernale, on note un équilibre entre bactéries d'affinage et bactéries à Gram négatif. En phase printanière, l'équilibre se trouvait plutôt entre les bactéries lactiques et les bactéries à Gram négatif. Quelle que soit la phase étudiée, il ressort de ces profils microbiens, une majorité microbienne dominée par les bactéries à Gram négatif, ce qui n'est pas souhaité. En effet, ces bactéries sont souvent synonymes de contaminations pouvant avoir plusieurs origines, comme l'environnement des animaux, les animaux eux-mêmes et leurs déjections ou encore le matériel de traite et le trayeur.

Concernant les résultats de dégustation, beaucoup de fromages ayant été écartés du type étaient pourtant issus d'exploitations bien connues pour produire du fromage venacais. Nous nous sommes finalement rendu compte que beaucoup d'éleveurs n'apportent pas les soins

nécessaires aux fromages durant l'affinage, bien souvent par manque de temps du fait des nombreuses autres tâches à faire sur l'exploitation. Ceci pourrait expliquer les irrégularités relevées lors des dégustations de certains fromages, traduisant notamment un manque de soin durant la phase d'affinage ou un manque de retournement durant la phase d'égouttage, qui ont été les défauts les plus récurrents sur les deux phases. On a également observé que les fromages écartés lors des deux dégustations sont ceux qui présentaient les plus forts taux de bactéries à Gram négatif et les taux de bactéries lactiques et d'affinages les plus faibles.

Nous nous sommes par la suite intéressés aux profils microbiens des fromages affinés que nous avons ensuite mis en lien avec les profils FlorAcQ des laits.

Quant à l'étude de la flore microbienne des fromages affinés, elle a également permis de mettre en évidence une importante diversité avec quatre principaux genres majoritaires retrouvés sur les deux phases, dont *Lactococcus* est le genre dominant. Il s'agit de bactéries lactiques à Gram positif ayant pour rôle principal l'acidification et la contribution à la protéolyse. Nous trouvons ensuite *Corynebacterium*, *Brevibacterium* ainsi que *Psychrobacter*, qui sont des bactéries présentes sur la croûte, contribuant à la formation et à la coloration de cette dernière.

En résumé, cette première année d'étude ne nous pas encore permis de définir réellement des facteurs responsables de la typicité du *casgiu venachese*, mais nous permettra toutefois à l'avenir de développer et cadrer certaines pistes de recherche pour les prochaines campagnes ainsi qu'une méthodologie applicable, et ce, indépendamment du type.

Enfin, à la vue de tous ces résultats, plusieurs points ont été modifiés et améliorés pour la campagne 2023/2024, notamment en excluant – pour le moment – les prélèvements et analyses sur les laits et les fromages frais. Également, au niveau des échantillons de fromages affinés, l'échantillonnage s'est fait à partir des exploitations ayant reçu un prix concours régional des fromages fermiers de Corse, et les échantillons récupérés ont été issus de ce même lot présenté. Enfin, concernant les analyses, ces dernières ont été réduites, en se concentrant sur des paramètres qui se sont avérés intéressants et utiles, notamment physico-chimiques (MG, MP, chlorure, extrait sec) et microbiologique mais également l'étude des volatils. L'objectif ici était d'avoir un échantillonnage homogène et représentatif d'un fromage dit « typique *casgiu venachese* », et de définir les principaux facteurs pouvant être à l'origine de cette typicité.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abarquero, D. et al. (2023) 'Technological and safety assessment of selected lactic acid bacteria for cheese starter cultures design: Enzymatic and antimicrobial activity, antibiotic resistance and biogenic amine production', *LWT-Food Science and Technology*, 180.
- Alais, C., Ribadeau Dumas, B. and Saint-Lebe, L. (1961) 'Etude de la réaction des protéines du lait avec le "noir amido", application au dosage rapide des matières azotées du lait', *Le Lait*, 41(405\_406), pp. 241–273.
- Albert, F. et al. (2023) 'Qualité nutritionnelle et spécificités du lait et produits laitiers de brebis', *Institut de l'élevage* [Preprint].
- Anastasiou, R. et al. (2022) 'Omics Approaches to Assess Flavor Development in Cheese', *Foods*, 11(2), p. 188. Available at: <https://doi.org/10.3390/foods11020188>.
- Barron, L.J.R. et al. (2007) 'Volatile composition and sensory properties of industrially produced Idiazabal cheese', *International Dairy Journal*, 17(12), pp. 1401–1414. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.04.001>.
- Bastin, C. and Soyeurt, H. (2010) 'Utilisation de l'information infrarouge moyen dans l'élevage laitier'.
- Bocquier, F. and Caja, G. (2001) 'Production et composition du lait de brebis : effets de l'alimentation', *INRAE Productions Animales*, 14(2), pp. 129–140. Available at: <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2001.14.2.3734>.
- Bouche, R. and Bordeaux, C. (2006) 'Savoir-faire fromagers de Corse : patrimoine complexe à formaliser entre technique et culture pastorale', in *Alter - III Congreso Internacional de la Red Sial 'Alimentacion y territorios'*. Baeza, pp. 1–24.
- Casalta, E. et al. (2005) 'Application of specific starters for the manufacture of Venaco cheese', *Lait*, 85, pp. 205–222. Available at: <https://doi.org/10.1051/lait:2005019>.
- Černíková, M. et al. (2017) 'Microstructure and textural and viscoelastic properties of model processed cheese with different dry matter and fat in dry matter content', *J. Dairy Sci.*, 100, pp. 4300–4307.
- Chilliard, Y. et al. (2003) 'A Review of Nutritional and Physiological Factors Affecting Goat Milk Lipid Synthesis and Lipolysis', *American Dairy Science Association*, p. 20.
- Christie, W. (1993) 'Preparation of Ester Derivatives of Fatty Acids for Chromatographic Analysis', *Advances in Lipid Methodology*, 2, pp. 69–111.
- Costa, A. et al. (2019) 'Milk lactose—Current status and future challenges in dairy cattle', *Journal of Dairy Science*, (102), pp. 5883–5898. Available at: <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15955>.
- Couteils, T. (2017) 'Étude de la relation entre le déficit énergétique des brebis Lacaune et les diarrhées des agneaux'.
- Delfosse, C. and Prost, J.-A. (1998) 'Transmission et appropriation des savoirs fromagers : un siècle de relations entre industriels de Roquefort et transformateurs corses', *Ruralia*, 02, pp. 2–17.
- Devle, H. et al. (2012) 'A comparative study of fatty acid profiles in ruminant and non-ruminant milk', *European Journal of Lipid Science Technology*, (114), pp. 1036–1043.

- Diene, S.M. *et al.* (2014) ‘Génomique et métagénomique bactériennes : applications cliniques et importance médicale’, *Revue Médicale Suisse*, 10(450), pp. 2155–2161. Available at: <https://doi.org/10.53738/REVMED.2014.10.450.2155>.
- Dorioz, J.-M. *et al.* (2000) ‘La composante milieu physique dans l’effet terroir pour la production fromagère’, pp. 47–55.
- Dubeuf, J.-P. *et al.* (2016) ‘The Mediterranean sheep and goat sectors between constants and changes over the last decade Future challenges and prospects’, *CIHEAM, Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens*(115), pp. 43–52.
- Fédération des syndicats de défense et de promotion des fromages traditionnels de Corse (2014) ‘Prohet de cahier des charges de l’appellation d’origine protégée “venacais-venachese”’.
- Ferlay, A. *et al.* (2013) ‘Effects of incremental amounts of extruded linseed on the milk fatty acid composition of dairy cows receiving hay or corn silage’, *Journal of Dairy Science*, (96), pp. 6577–6595. Available at: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6562>.
- Fox, P. F. and Cogan, T. M. (2004) ‘Factors that Affect the Quality of Cheese’, in Patrick F. Fox *et al.* (eds) *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. Academic Press (General Aspects), pp. 583–608. Available at: [https://doi.org/10.1016/S1874-558X\(04\)80084-8](https://doi.org/10.1016/S1874-558X(04)80084-8).
- Fox, P.F. *et al.* (2017) *Fundamentals of Cheese Science*. Boston, MA: Springer US. Available at: <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-7681-9>.
- Gelé, M. *et al.* (2014) ‘Phénotypage et génotypage à grande échelle de la composition fine des laits dans les filières bovine, ovine et caprine’, *INRA Prod. Anim.*, 27(4), pp. 255–268.
- Ghasemi, A. and Zahediasl, S. (2012) ‘Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians’, *International Journal of Endocrinology and Metabolism*, 10(2), pp. 486–489. Available at: <https://doi.org/10.5812/ijem.3505>.
- Grappin, R. and Coulon, J.B. (1996) ‘Terroir, lait et fromage : Cléments de réflexion’.
- Guinard-Flament, J. *et al.* (2006) ‘Changes in mammary uptake and metabolic fate of glucose with once-daily milking and feed restriction in dairy cows’, *Reproduction Nutrition Development*, 46(5), pp. 589–598. Available at: <https://doi.org/10.1051/rnd:2006030>.
- Hardy, D. (2016) ‘Les micro-organismes intervenant dans l’affinage des fromages à pâte lactique’, *Institut de l’élevage* [Preprint].
- Holt, C. *et al.* (2013) ‘Invited review: Caseins and the casein micelle: their biological functions, structures, and behavior in foods’, *J. Dairy Sci.*, (96), pp. 6127–6146. Available at: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6831>.
- ISO 2262 (no date) ‘Lait et produits laitiers — Détermination de la teneur en lactose par chromatographie liquide haute performance (Méthode de référence)’.
- ISO 5534:2004 (no date) ‘Fromages et fromages fondus — Détermination de la teneur totale en matière sèche (Méthode de référence)’.
- Kassambara, A. (no date) ‘Test de Normalité dans R: Excellente Référence’, *Datanovia*. Available at: <https://www.datanovia.com/en/fr/lessons/test-de-normalite-dans-r/> (Accessed: 27 May 2024).
- Kongo, J.M. and Malcata, F.X. (2016) ‘Cheese: Chemistry and Microbiology’, in *Encyclopedia of Food and Health*. Elsevier, pp. 735–740. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00135-5>.

- Lagriffoul, G. *et al.* (2008) *Composition fine du lait et des fromages de brebis (synthèse)*, pp. 1–6.
- Lamoril, J. *et al.* (2008) ‘Les techniques de séquençage de l’ADN : une révolution en marche. Première partie’, *Immuno-analyse & Biologie Spécialisée*, 23(5), pp. 260–279. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.immbio.2008.07.016>.
- Leclercq-Perlat, M.N. *et al.* (2024) ‘Microbiological, physicochemical and sensory changes throughout ripening of an experimental soft smear- ripened cheese in relation to salt concentrations’, *J. Dairy Sci.* [Preprint].
- Legarto, J. *et al.* (2014) ‘Effets des conduites d’élevage sur la production de lait, les taux butyreux et protéique et la composition en acides gras du lait de vache, chèvre et brebis évaluée par spectrométrie dans le moyen infrarouge’, *INRA Productions Animales*. Edited by M. Brochard *et al.*, 27(4), pp. 269–282.
- Léonil, J., Michalski, M.-C. and Martin, P. (2013) ‘Les structures supramoléculaires du lait : structure et impact nutritionnel de la micelle de caséine et du globule gras’, *INRA Productions Animales*. Edited by P. Faverdin, C. Leroux, and R. Baumont, 26(2), pp. 129–144.
- Lestingi, A. (2006) ‘Influenza dell’alimentazione sulla composizione acidica del grasso del latte dei ruminanti’.
- Montel, M.-C., Bouton, Y. and Parguel, P. (2012) ‘Ecosystemes des laits et des fromages au lait cru - enjeux pour leur maîtrise’, in.
- NF ISO 16958 (no date) ‘Lait, produits laitiers, formules infantiles et produits nutritionnels pour adultes — Détermination de la composition en acides gras — Méthode de chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire’.
- NF ISO 19662 (2018) ‘Lait - Détermination de la teneur en matière grasse - Méthode acido-butyrométrique (méthode de Gerber)’.
- NF V 04-155 (2003) ‘Lait et produits laitiers - Détermination de la teneur en matière grasse du lait de brebis - Méthode acido-butyrométrique’.
- NF V 04-216 (2011) ‘Détermination de la teneur en protéines vraies’.
- NF V 04-287 (no date) ‘Fromages — Détermination de la teneur en matière grasse — Méthode acido-butyrométrique’.
- Nudda, M. *et al.* (2005) ‘Seasonal Variation in Conjugated Linoleic Acid and Vaccenic Acid in Milk Fat of Sheep and its Transfer to Cheese and Ricotta’, *Journal of Dairy Science*, (88), pp. 1311–1319.
- Penland, M. *et al.* (2021) ‘Linking Pélardon artisanal goat cheese microbial communities to aroma compounds during cheese-making and ripening’, *International Journal of Food Microbiology*, 345(June 2020). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109130>.
- Perucho, L. *et al.* (2021) ‘Local breeds and pastoral farming on the North Mediterranean shore: a univocal coevolution? An example of dairy sheep farming systems in Corsica (France) and Thessaly (Greece)’, *Genetic Resources*, Genetic Resources (2021), 2 (4), 7–20, p. 14.
- Pollot, G.E. (2004) ‘Deconstructing Milk Yield and Composition During Lactation Using Biologically Based Lactation Models’, *J. Dairy Sci.*, 87, pp. 2375–2387.
- Ravis-Giordani, G. (1983) *Bergers corses. Les communautés villageoises du Niolu*. Édisud.

- Réseau Fromage de Terroirs (2011) 'Accompagner les producteurs de lait engagés dans des filières sous signe de qualité et d'origine pour gérer la flore microbienne des laits crus'.
- Reuben, R.C. *et al.* (2023) 'Universal drivers of cheese microbiomes', *iScience*, 26.
- Sibra, C. *et al.* (2014) 'Composés d'intérêt nutritionnel du lait et des fromages de terroir'. Réseau Fromages de Terroirs.
- Sorba, J. *et al.* (2015) *Casgi, furmagli e brocci, les fromages corses*. Edition Albiana. Available at: <https://hal.science/hal-01356895> (Accessed: 31 March 2024).
- Sorba, J., Millet, M. and Casabianca, F. (2020) 'Enjeux et conflits de légitimité sur l'origine territoriale des fromages corses'.
- Sorba, J.-M. (2021) 'Enjeux et tensions autour de la reconnaissance des fromages corses', *Anthropology of food*, S16.
- Vassal, L. *et al.* (1986) 'Relation entre le pH, la composition chimique et la texture des fromages de type Camembert', *Le Lait*, 66(4), pp. 341–351.
- Wolfe, B.E. *et al.* (2014) 'Cheese rind communities provide tractable systems for in situ and in vitro studies of microbial diversity', *Cell*, 158(2), pp. 422–433. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2014.05.041>.

# ANNEXES

Annexe 1 : Exemple d'une fiche de fabrication du *casgiu venachese*

## Fiche Fabrication Venachese

Date de fabrication  N° de lot

Température Stockage du lait  Quantité de lait  pH du lait cru

### 10 H 20 Maturation courte

Ferments lactiques mésophiles	<input type="text" value="OMEGA 1 DL1"/>	<input type="text"/>
N° de lot	<input type="text" value="L0502402"/>	<input type="text"/>
Dose	<input type="text" value="0,5 %, soit, 15 ml"/>	<input type="text" value="0,5 % maximum"/>
Température du lait	<input type="text" value="27°C"/>	<input type="text"/>
Temps de maturation	<input type="text" value="40 min"/>	<input type="text"/>

### 11 H 00 Emprésurage

N° de lot	<input type="text" value="0572431"/>	<input type="text"/>
Dose	<input type="text" value="6,6 ml"/>	<input type="text" value="20 ml / 100 litres (520 mg)"/>
Température	<input type="text" value="28 °C"/>	<input type="text" value="22 à 28°C"/>
Temps de prise (TP)	<input type="text" value="30 min"/>	<input type="text"/>
Temps de durcissement (TD)	<input type="text" value="45 min"/>	<input type="text"/>
Temps de coagulation total	<input type="text" value="1h15"/>	<input type="text" value="1 à 2 heures"/>

### 12 H 15 Décaillage

Décaillage 1. Taille du gain	<input type="text" value="ok"/>	<input type="text"/>
Temps de repos	<input type="text" value="5 min"/>	<input type="text"/>
Décaillage 2. Taille du grain	<input type="text" value="ok"/>	<input type="text" value="Blé à Mais"/>
Temps de repos	<input type="text"/>	<input type="text"/>

### 12 H 30 Soutirage du lactosérum

% de lactosérum soutiré

### 12 H 32 Moulage pH

Retournements	Heure	<input type="text" value="12 h 45"/>	<input type="text" value="14 h 05"/>	<input type="text" value="15h30"/>	<input type="text" value="16h10"/>
Acidification	pH	<input type="text"/>	<input type="text" value="6,72"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

### Salage

Type de salage		
Salage en 1 fois <input checked="" type="checkbox"/>	Heure <input type="text" value="11h30"/>	pH <input type="text" value="5.21"/>
<input type="text" value="Le lendemain du jour de fabrication"/>		
<input type="text" value="pH 5.00 – 5.30"/>		
Salage en 2 fois <input type="checkbox"/>	Heure	pH
<input type="text" value="1 salage léger le soir du jour de fabrication"/>		
<input type="text" value="1 salage le lendemain du jour de fabrication"/>		
<input type="text" value="pH 5.00 – 5.30"/>		

Démoulage Moment  J+2 à J+4  
pH

Nombre de fromages

Annexe 2 : Fiche relative aux pratiques d'alimentation des éleveurs

Nom :	Date :
-------	--------

Alimentation au pâturage					
Nature	Parcours Maquis	Prairie naturelle	Prairie temporaire	Céréales	Vergers
Surfaces (ha)					
Temps de pâturage					
Irrigation					

Complémentation		Pierre à sel : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>				
Nature	Céréales	Aliment	Luzerne déshydratée	Foin de graminée	Foin de luzerne	Autres
Distribuée en g						
Achetées						
Provenance						
Produites						

Utilisation d'estives		
Période :	Lieux :	Transformation : Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Individuelle : <input type="checkbox"/>	Collectives : <input type="checkbox"/>	Conditions :
Espèces pâturées :		

Annexe 3 : Fiche de dégustation (les valeurs entourées sont celles correspondant le plus au *casgiu venachese*)

### Fiche description Venacais

Nom :  N° d'anonymat :  Format à 45 jours :

Prénom :  Poids :

Date :  Espèce :  Diamètre :

Hauteur :

#### Description visuelle

**Forme :** 1 2 3 4 5  
Cylindrique Carré

**Croûte de surface :** 1 2 3 4 5  
Jaune/orangé Tâches ++

**Aspect :** 1 2 3 4 5  
Lisse Strié

**Rugosité :** 1 2 3 4 5  
Lavée Fleurie

**Humidité :** 1 2 3 4 5  
Très sèche Peu humide Très humide

**Épaisseur :** 1 2 3 4 5  
Fine Épaisse

**Coupe de la pièce :** 1 2 3 4 5  
Bonne tenue Friable ou coulant

**Couleur de la pâte :** 1 2 3 4 5  
Blanche à ivoire Jaune fluo/rosé

**Ouverture dans la pâte :** 1 2 3 4 5  
Lisse/régulière Trouée

**Consistance de la pâte :** 1 2 3 4 5  
Souple sèche

#### Description olfactive

Odeur : 1 2 3 4 5  
Faible Soutenue Forte

Commentaires :

#### Description gustative

**Saveurs :** 1 2 3 4 5  
Fade Salé Excès de sel

1 2 3 4 5  
Doux Acide

1 2 3 4 5  
Absence d'amertume Amer

**Arômes en bouche :** 1 2 3 4 5  
Douce Corsée

1 2 3 4 5  
Absence Fruitée Excès

1 2 3 4 5  
Absence Floral Excès

Perception fin de bouche :

#### Impression finale

Critères dans le type :

Défauts :

Commentaires :

#### Annexe 4 : Présentation des exploitations

	<b>Exploitations</b>							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Espèce</b>	Chèvre	Brebis	Chèvre	Brebis	Brebis	Brebis	Brebis	Chèvre
<b>Relief</b>	Piémont	Plaine	Montagne	Piémont	Piémont	Piémont	Montagne	Montagne
<b>Taille du troupeau à la traite</b>	20	400	150	20	330	60	360	70
<b>Type de traite</b>	Monotraite mécanique	Bitraite mécanique	Bitraite mécanique	Monotraite manuelle	Bitraite mécanique	Monotraite mécanique	Bitraite mécanique	Bitraite mécanique
<b>Estive</b>	non	non	oui	non	oui	oui	non	non
<b>Pâturage (ha)</b>								
Maquis/parcours	3	-	500	-	80	7	50	600
Prairie temporaire	-	30	-	-	39	2	15	-
Prairie naturelle	-	50	-	10	15	2	15	60
Céréales	-	12	-	-	-	-	-	-
<b>Complémentation (g/jour/bête) phase 1/phase 2</b>								
Fourrage de graminées	2000/2000	-	1000/1000	-	500/-	600/-	-	1000/1000
Fourrage de luzerne	-	-	-	800/-	500/500	-	650/-	-
Céréales	-	500/500	100/130	200/240	-	300/300	150/150	-/60
Concentré	400/400	-	500/260	200/80	500/500	-	100/-	700/700

Annexe 5 : Détail des valeurs obtenues pour les lait et fromages au cours des deux phases (A et B)

Paramètres	Exploitations								Espèce				Saison				
	1	2	3	4	5	6	7	8	Ovin		Caprin		Hiver		Printemps		
									Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	
MG (g/L)	Phase 1	41,30	64,60	55,20	68,70	57,70	67,20	81,60	56,50	67,96	7,79	51,00	6,88	61,60	11,10		
	Phase 2	45,20	72,30	49,30	64,90	60,70	71,90	69,50	47,90	67,86	4,44	47,47	1,70			60,21	10,53
MP (g/L)		33,20	55,00	36,40	55,40	55,20	53,90	57,70	33,30	55,44	1,24	34,30	1,49	47,51	10,32		
		33,30	58,00	37,00	51,60	57,50	52,50	57,80	33,90	55,48	2,82	34,73	1,62			47,70	10,34
Lactose (g/L)		54,60	50,70	48,50	49,80	53,00	47,00	46,40	57,00	49,38	2,43	53,37	3,58	50,88	3,50		
		46,10	48,90	53,90	49,90	50,60	47,40	46,40	55,80	48,64	1,55	51,93	4,20			49,88	3,26
Urée (mg/L)		393,20	326,47	149,20	379,05	526,33	523,15	455,03	171,25	442,01	78,97	237,88	110,19	365,46	134,97		
		384,80	146,20	266,15	286,85	318,75	451,00	324,75	288,90	305,51	97,41	313,28	51,42			308,43	83,28
Cellules somatiques/mL		2692000,00	348000,00	3163000,00	1543000,00	901000,00	703000,00	1467000,00	1076000,00	992400,00	455140,24	2310333,33	893735,36	1486625,00	914387,08		
		74000,00	599000,00	1994000,00	540000,00	672000,00	278000,00	1283000,00	1275000,00	674400,00	332048,55	1114333,33	792027,08			839375,00	591194,96
Caséines (g/L)		28,86	46,70	31,63	47,81	46,48	45,80	49,47	29,25	47,25	1,28	29,91	1,22	40,75	8,49		
		29,17	48,64	32,19	44,15	48,77	45,52	49,51	29,49	47,32	2,09	30,28	1,35			40,93	8,45
Calcium (g/L)		130,00	203,00	149,00	191,00	210,00	180,00	206,00	153,00	198,00	11,01	144,00	10,03	177,75	28,23		
		133,00	205,00	132,00	209,00	198,00	190,00	224,00	134,00	205,20	11,41	133,00	0,82			178,13	36,10
Fer (µg/L)		0,05	0,06	0,04	0,04	0,04	0,05	0,06	0,04	0,05	0,01	0,04	0,01	0,05	0,01		
		0,04	0,06	0,06	0,02	0,05	0,04	0,08	0,05	0,05	0,02	0,05	0,01			0,05	0,02
Phosphore (g/L)		108,00	164,00	125,00	152,00	160,00	141,00	151,00	111,00	153,60	7,96	114,67	7,41	139,00	20,38		
		105,00	145,00	105,00	149,00	153,00	147,00	161,00	101,00	151,00	5,66	103,67	1,89			133,25	23,38
Cuivre (µg/L)		0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00		
		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00			0,01	0,00
pH		6,57	6,58	5,49	6,52	6,62	6,52	6,23	6,42	6,49	0,14	6,16	0,48	6,37	0,35		
		4,24	6,53	6,60	6,49	6,13	6,66	6,58	6,64	6,48	0,18	5,83	1,12			6,23	0,77
MAT (g/100 g)		3,38	-	-	5,61	-	5,44	-	-	5,53	0,09	3,38	0,00	4,81	1,02		
		3,43	5,63	3,46	5,17	3,76	5,30	5,78	5,56	5,13	0,72	4,15	1,00			4,76	0,96

(A)

Paramètres	Exploitations								Espèce				Saison			
	1	2	3	4	5	6	7	8	Ovin		Caprin		Hiver		Printemps	
									Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type	Moyenne	Écart-type
<b>MG (g/100 g) Phase 1</b>	31,68	26,64	33,79	28,35	26,81	29,57	32,65	39,39	28,80	2,20	34,95	3,26	31,11	3,98		
<b>Phase 2</b>	33,95	27,46	30,05	34,11	31,03	33,62	31,43	36,87	31,53	2,36	33,62	2,79			32,32	2,73
<b>Extrait sec (%)</b>	61,39	52,65	56,97	60,44	61,08	56,67	62,03	64,07	58,58	3,48	60,81	2,93	59,41	3,46		
	68,13	60,39	61,87	62,79	61,18	59,01	63,10	72,30	61,30	1,52	67,43	4,29			63,60	4,14
<b>Chlorure (g/100 g)</b>	1,57	1,86	1,67	2,14	1,36	1,84	1,45	2,07	1,73	0,28	1,77	0,21	1,75	0,26		
	0,95	2,02	1,50	1,80	1,57	2,06	1,06	2,69	1,70	0,37	1,71	0,72			1,70	0,53
<b>Calcium (g/100 g)</b>	405,00	390,50	249,67	387,67	486,00	317,50	350,33	193,33	386,40	56,54	282,67	89,51	347,50	86,75		
	237,67	296,67	202,33	370,67	361,00	272,00	324,00	286,67	324,87	37,40	242,22	34,58			293,88	54,07
<b>Fer (g/100 g)</b>	0,24	0,18	0,15	0,10	0,11	0,15	0,18	0,11	0,14	0,03	0,17	0,05	0,15	0,04		
	0,19	0,17	0,23	0,10	0,13	0,25	0,23	0,20	0,18	0,06	0,21	0,01			0,19	0,05
<b>Phosphore (g/100 g)</b>	108,00	164,00	125,00	152,00	160,00	141,00	151,00	111,00	153,60	7,96	114,67	7,41	139,00	20,38		
	303,00	266,00	236,67	327,67	342,67	283,00	312,00	272,00	306,27	28,21	270,56	27,10			292,88	32,74
<b>Cuivre (g/100 g)</b>	0,08	0,02	0,07	0,05	0,08	0,06	0,03	0,07	0,05	0,02	0,08	0,01	0,06	0,02		
	0,08	0,03	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02	0,07	0,03	0,01	0,07	0,01			0,05	0,02
<b>pH à cœur</b>	5,78	4,96	5,91	5,02	6,24	5,25	5,20	5,21	5,33	0,46	5,63	0,31	5,44	0,44		
	5,25	4,98	5,97	5,79	5,21	5,59	6,25	5,14	5,56	0,44	5,45	0,37			5,52	0,42
<b>MAT (g/100 g)</b>	21,44	19,01	18,05	22,29	23,03	21,43	23,38	17,32	21,83	1,56	18,94	1,80	20,74	2,17		
	25,45	20,73	22,52	22,43	23,33	21,61	23,03	24,71	22,23	0,95	24,23	1,24			22,98	1,44

(B)



## RESUME

Il existe en Corse plusieurs de types de fromages, toutefois, seul le brocciu possède une Appellation d'Origine Protégée (AOP). Pour autant, les autres fromages n'en demeurent pas moins typiques. En effet, des projets de qualification des cinq types ont déjà été envisagés, mais aucun d'entre eux n'a jamais abouti. Porté par l'ODARC et l'ILOCC ainsi que d'autres partenaires, un Comité Scientifique et Technique de la Transformation Fromagère Fermière (CSTF) est créé en avril 2023 avec, pour premier projet, l'étude du *casgiu venachese*. Dans le cadre de mon alternance, nous avons cherché à savoir quels peuvent être les principaux facteurs responsables de la typicité du *casgiu venachese*. Afin de répondre à cette problématique, nous avons dans un premier temps sélectionné huit exploitations pour lesquelles différents paramètres ont été relevés tant au niveau des conditions de fabrication que de la fabrication en elle-même, de l'affinage ou encore de l'alimentation. Ce sont ensuite plusieurs prélèvements qui ont été effectués sur différents produits tels que le lait, le fromage frais ou encore le fromage affiné. Plusieurs analyses ont ensuite été réalisées sur ces derniers et les fromages affinés furent également dégustés par un jury. L'analyse de ces produits est passée par l'étude de différents paramètres physico-chimiques tels que les chlorures, la matière protéique ou encore l'extrait sec. L'étude des profils microbiens des laits ainsi que des fromages a également été effectuée, par analyse FlorAcQ pour le lait et par méthode métagénomique pour le lait, les fromages frais ainsi que les fromages affinés. Les résultats ont montré une importante diversité de manière générale tant pour les analyses physico-chimiques que microbiologiques avec des profils différents pour chaque exploitation.

Mots clés : lait cru ; fromage ; *casgiu venachese* ; caractérisation ; typicité

There are several types of cheese in Corsica, but only brocciu has a Protected Designation of Origin (PDO). However, the other cheeses are no less typical. There have already been plans to qualify the five types, but none of them has ever come to fruition. Supported by ODARC and ILOCC, as well as other partners, a Comité Scientifique et Technique de la Transformation Fromagère Fermière (CSTF) was set up in April 2023, with Casgiu Venachese as its first project. As part of my work-study programme, we set out to find out what the main factors responsible for the typicality of casgiu venachese might be. To answer this question, we began by selecting eight farms for which various parameters were recorded in terms of production conditions, production itself, maturing and feeding. A number of samples were then taken from different products such as milk, fresh cheese and ripened cheese. Several analyses were then carried out on these cheeses, and the matured cheeses were also tasted by a panel of judges. The analysis of these products involved the study of various physico-chemical parameters such as chlorides, protein content and dry extract. The microbial profiles of the milk and cheese were also studied, using FlorAcQ analysis for the milk and the metagenomic method for the milk, fresh cheese and ripened cheese. The results showed a wide range of physico-chemical and microbiological analyses, with different profiles for each farm.

Key words : raw milk ; cheese ; *casgiu venachese* ; characterization ; typicity