République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955-Skikda
Faculté des sciences
Département de Sciences Agronomiques

Mémoire Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Master En Sciences alimentaires

Spécialité : Agro-alimentaire et qualité des produits Thème

Thème

Évaluation de la Qualité Physico-chimique et Organoleptique du Colostrum Bovin et Caprin

Présenté Par :

AZZOUZ Ikram

AMROUS Sarra

BERROUAGE Chaima

BOUROUBA Amina

Membre de Jury :

M^{me} ZALANI. K	MCB	Présidente	Université 20 Août 1955 – Skikda
M^{me} GHAOUES. S	MCB	Promoteur	Université 20 Août 1955 – Skikda
M^{me} NAKIB.L	MAA	Examinatrice	Université 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire: 2025/2026

Remerciements

Au nom d'ALLAH, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux. Toutes les louanges reviennent à Allah. Avant tout, nous Le remercions de nous avoir accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener à bien ce travail. C'est grâce à Sa volonté, à Sa miséricorde et à Ses bénédictions que cette étude a pu être accomplie.

Nous exprimons nos sincères remerciements et notre profonde gratitude à Dr. GHAOUES Souheila, de l'Université 20 Août 1955 de Skikda, pour avoir dirigé ce travail. Nous lui sommes reconnaissantes pour son encadrement, ses précieux conseils, sa disponibilité, sa confiance et son soutien tout au long de cette étude, ainsi que pour la qualité de son enseignement et les connaissances qu'elle nous a transmises durant notre parcours universitaire.

Nous adressons nos sincères remerciements à Mme ZALANI Karima, Présidente du jury, pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant de présider ce jury et pour l'intérêt qu'elle a porté à notre travail. Nous remercions également Mme NAKIB Lydia, Examinatrice, d'avoir accepté d'évaluer notre travail et de faire partie de ce jury.

Nous exprimons également notre profonde gratitude à toute l'équipe du laboratoire du Département des Sciences Agronomiques pour son accueil, sa disponibilité, son soutien constant et l'aide précieuse qu'elle nous a apportée tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à toute l'équipe de la laiterie SAHLAIT ainsi qu'à celle du laboratoire CAQUE pour leur accueil chaleureux, leur disponibilité, leurs conseils avisés et leur précieuse collaboration tout au long de notre stage. Leur accompagnement et leur soutien ont grandement contribué à la réalisation de ce travail.

Nous adressons nos sincères remerciements à la Direction des Services Agricoles (DSA) de la wilaya de Skikda, antenne de Sidi Mezghiche, ainsi qu'à M. Farid, pour leur précieuse collaboration, leur disponibilité et leur aide dans l'obtention des échantillons nécessaires à la réalisation de cette étude.

Nous exprimons notre profonde gratitude à nos familles pour leur amour, leur soutien indéfectible, leurs encouragements et leur confiance tout au long de nos études. Leur présence et leurs sacrifices ont été une source permanente de motivation.

Enfin, nous nous félicitons des efforts, de la persévérance et de l'esprit d'équipe dont nous avons fait preuve malgré les difficultés rencontrées. Cette expérience a été une formidable opportunité de croissance, d'apprentissage et de confiance en nos capacités.

إهداء

اهدي ثمرة جهدي وتخرجي أولًا إلى نفسي، التي صبرت واجتهدت وتجاوزت كل الصعوبات والتحديات حتى بلغت هذه المرحلة. أفخر بما حققته، وأسأل الله أن يجعل هذا النجاح بدايةً لمستقبلٍ مليءٍ بالتوفيق والإنجاز

إلى من أحمل اسمه بكل فخر واعتزاز، أبي العزيز، سندي وداعمي الأول من هيأ لي الطريق دائما، شكرًا لك على كل ما قدمته لي من حب وعطاء، وعلى كل تضحية بذلتها من أجل مستقبلي. أسأل الله أن يحفظك ويديمك نعمةً في حياتي

إلى معلمتي الأولى، أمي الغالية من أحمل منها الكثير بكل حب، لولا الله ثم دعمك، وصبرك، وتشجيعك، ودعواتك الصادقة، لما وصلت إلى ما أنا عليه اليوم. شكرًا لك على وقوفك إلى جانبي في كل خطوة، وأسأل الله أن يجزيك عني خير الجزاء

.إلى سندي وأخي العزيز، شكرًا لك على تشجيعك الدائم ومساندتك لي طوال هذه السنوات

وإلى توأم الروح، أختي الغالية ملاك، شكرًا لدعمك الدائم ووجودك إلى جانبي في كل الأوقات. دمتِ لي أختًا وسندًا لا يميل

إلى رفيقات العمر والدرب، شيماء، رانيا، ومونية، اللاتي شاركنني مقاعد الدراسة وأجمل الذكريات، شكرًا لكن على كل لحظة دعم، وكل كلمة تشجيع، وكل موقف جميل جمعنا طوال .هذه السنوات

وأخيرًا، إلى صديقات هذه المرحلة، إكرام، شيماء، وأمينة، شكرًا لكن لأنكن كنتن أجمل جزء .من هذه الرحلة، ولأن وجودكن جعل الأيام الصعبة أكثر خفةً وجمالًا

إلى عائلتي وكل من دعمني، وآمن بي، وشجعني طوال هذه السنوات، وكان له أثر في مسيرتي، أهديكم ثمرة هذا الجهد بكل امتنان وتقدير

إلى من غابت عن عيني، لكنها لم تغب يومًا عن قلبي، إلى جدتي العزيزة، رحمكِ الله رحمةً واسعة، وأسأله سبحانه وتعالى أن يغفر لكِ، وينير قبركِ، ويجعلكِ من أهل الفردوس الأعلى، وأن يجمعنا بكِ في جنات النعيم

وختامًا، أحمد الله تعالى على نعمة التوفيق، وأسأله أن يجعل هذا العمل خالصًا لوجهه الكريم، وأن ينفع به، ويوفقني لما فيه الخير في مستقبلي

سارة

إهداء

اهدي تخرجي هذا الى من جعل الله الجنة تحت قدميها الى منبع الحنان الى من انارت دربي بدعائها الى من سهرت الليالي معي من اجل نجاحي الى حبيبتي الغالية امي واهديه الى من احمل اسمه بكل فخر و إلى سندي و ملاذي الامن و مثلي الاعلى في هده الحياة، إلى منبع الحب والصبر الى من صنع لي طريق العلم بجهده وكفاحه الى أبي الغالي , شهادتي ومذكرتي هما حصاد تعبكما وعرق جبينكما ,كما اهدي تخرجي هدا الى من شاركتني سهرات التعب والجهد الى من قدمت لي الدعم دائما الى من كانت تفرح لنجاحي قبل ان افرح انا الى منبع الطيبة والنقاء اختي العزيزة حليمة كما اهديه الى زوجة اخي والى الكتكوتين نائل ومحمد وكما اهديه الى من ارفع رأسي بافتخار واعتزاز بوجودهم في حياتي الى من كانوا يفرحون ويفتخرون بكل نجاح اقوم به الى اخوتي الغاليين بوبكر اسماعيل عثمان يونس علي و في اخير اقول الحمد الله على وصولي الي هده المرحلة وهدا بفضل الله سبحانه وتعالى وبفضل عائلتي حفظكم الله يا اعز ما لدي

.

أمينة

إهداء

﴿وَآخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنِ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ﴾

من قال أنا لها نالها

فقد أصابت سهامنا هذه المرة ولم تُخطئ، ولمعت أعيننا من فرط الانتصار وكتب في نهاية شطورنا أننا نلنا ما صَبرنا لأجله، وها أنا اليوم أقولها بفضل الله وتوفيقه، قد نلتها، فالحمد لله حبًّا وشكرًا وامتنانا.

هدي هذا النجاح إلى نفسي التي آمنت وحاربت ولم تستسلم، وإلى عائلتي الصغيرة، إلى روح والدي الغالي وإن غيّبك القدر عن عيني، فما غبت يومًا عن قلبي ودعائي. كنتَ أول من آمن بي، وأول من تمنّى أن يراني في هذا اليوم، فأسأل الله أن يجعل ثمرة هذا الإنجاز صدقةً جاريةً لك، وأن يبدّل غي

ابك نعيمًا دائمًا في جنات الفردوس.

إلى أمي الحبيبة كعربون امتناني لصبرها وحبها وتضحياتها إلى من كانت الأم والأب إلى من سهلت لي الشدائد بدعائها لقد كانت طوق النجاة، هي سلاحي الأول وسندي الذي لا يميل. أمي، حفظها الله وعافاها وأكرمها.

إلى عائلتي الكبيرة وأصدقائي الأوفياء، شركاء الرحلة ورفقاء الدرب، الذين شاركوني لحظات التعب قبل الفرح، وكانوا مصدرًا للدعم والأمل، أهديكم ثمرة هذا الإنجاز، عرفانًا بجميل عطائكم وصدق مشاعركم، فلكم مني كل المحبة والامتنان.

وفي الختام، لا يسعني إلا أن أحمد الله عند البدء وعند الختام، فما تمّ سعيٌ ولا اكتمل نجاحٌ إلا بفضله. وأسأله أن يجعل هذا التخرج بدايةً لأيام أجمل، وخطوةً مباركة في درب العلم والحياة، وأن ينفعني بما علّمني ويعلّمني ما ينفعني، ويجعل هذا النجاح حُجّةً لي لا عليّ.

شيماء

Dédicace

Avant tout, je rends grâce à Allah, le Tout-Puissant, qui m'a accordé la force, la patience et la persévérance nécessaires pour mener ce travail à son terme.

À mes très chers parents, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices, leurs encouragements et leur soutien constant tout au long de mon parcours. Qu'Allah les protège et les récompense pour tout ce qu'ils ont fait pour moi.

À mes chères sœurs, Kaouter et Chaïma, ainsi qu'à mon cher frère, Hamza, pour leur affection, leur soutien, leurs encouragements et leur présence à mes côtés. Qu'ils trouvent dans ce travail l'expression de mon amour, de ma gratitude et de ma profonde reconnaissance.

À toute ma famille, pour son affection, ses encouragements et son soutien tout au long de mon parcours.

À la mémoire de mon cher grand-père BRAHIM , qu'Allah lui fasse miséricorde et l'accueille dans Son vaste Paradis. Tu resteras à jamais dans mon cœur. Qu'Allah te couvre de Sa miséricorde.

À mes chères amies et collègues de groupe, merci pour votre soutien. Une pensée toute particulière à Sara et Nardjes, qui ont été à mes côtés tout au long de mon parcours universitaire. Merci pour votre présence, votre soutien et votre amitié.

Enfin, je dédie ce travail à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réussite de ce projet.

IKRAM

Résumé

La présente étude avait pour objectif de comparer les caractéristiques physicochimiques et organoleptiques du colostrum bovin et caprin, d'évaluer leur aptitude à la transformation fromagère, ainsi que de caractériser les propriétés physicochimiques et sensorielles des fromages frais obtenus. À cette fin, trois échantillons de colostrum bovin et trois échantillons de colostrum caprin ont été prélevés dans des exploitations d'élevage situées dans la wilaya de Skikda.

Les analyses physicochimiques ont porté sur la détermination du pH, de l'acidité titrable, de la densité, de la matière sèche, de la matière grasse et de la teneur en protéines. Les résultats ont montré que le colostrum bovin présentait un pH de 5,96 à 6,28, une acidité de 28 à 36 °D, une densité de 1,0959 à 1,2312, une matière sèche de 13,27 à 20,75 g/100 g, une matière grasse de 1,5 à 4,4 g/100 g et une teneur en protéines de 84,6 à 128,7 g/L. Le colostrum caprin présentait quant à lui un pH de 6,01 à 6,39, une acidité de 25 à 70 °D, une densité de 1,0017 à 1,1342, une matière sèche de 16,10 à 33,35 g/100 g, une matière grasse de 7 à 8 g/100 g et une teneur en protéines de 165,4 à 187,5 g/L. Globalement, le colostrum caprin était plus riche en matière sèche, en matière grasse et en protéines que le colostrum bovin.

Les deux colostrums ont ensuite été transformés en fromage frais, dont les propriétés physicochimiques et organoleptiques ont été évaluées. Le fromage issu du colostrum caprin présentait un pH de 4,69 ± 0,02, une acidité de 0,60 ± 0,00 %, une teneur en protéines de 111,7 ± 0,14 g/L, une matière grasse de 21 g/100 g et une matière sèche de 49,86 ± 2,72 g/100 g, contre respectivement 4,26 ± 0,05, 0,85 ± 0,07 %, 62,6 ± 0,28 g/L, 8 g/100 g et 23,20 ± 1,44 g/100 g pour le fromage obtenu à partir du colostrum bovin.

L'évaluation sensorielle a révélé une bonne acceptabilité des deux fromages, le fromage élaboré à partir du colostrum caprin ayant obtenu une meilleure appréciation globale (7,18 ± 1,56) que le fromage bovin (6,18 ± 2,14). Cette étude montre que les colostrums bovin et caprin présentent un potentiel intéressant pour la fabrication de fromage frais et constituent des matières premières prometteuses pour la valorisation des ressources laitières. Les résultats obtenus contribuent à une meilleure connaissance de leurs propriétés technologiques et ouvrent des perspectives pour le développement de nouveaux produits laitiers à forte valeur ajoutée.

Mots clés : Bovin ; Caprin ; Colostrum ; Fromage ; Physico-chimiques ; Sensorielle.

Abstract

The present study aimed to compare the physicochemical and organoleptic characteristics of bovine and caprine colostrum, to evaluate their suitability for cheese production, and to characterize the physicochemical and sensory properties of the resulting fresh cheeses. For this purpose, three bovine colostrum samples and three caprine colostrum samples were collected from livestock farms located in the Skikda province, Algeria.

Physicochemical analyses included the determination of pH, titratable acidity, density, dry matter, fat content, and protein content. The results showed that bovine colostrum had a pH ranging from 5.96 to 6.28, titratable acidity from 28 to 36 °D, density from 1.0959 to 1.2312, dry matter content from 13.27 to 20.75 g/100 g, fat content from 1.5 to 4.4 g/100 g, and protein content ranging from 84.6 to 128.7 g/L. In contrast, caprine colostrum exhibited a pH ranging from 6.01 to 6.39, titratable acidity from 25 to 70 °D, density from 1.0017 to 1.1342, dry matter content from 16.10 to 33.35 g/100 g, fat content from 7 to 8 g/100 g, and protein content ranging from 165.4 to 187.5 g/L. Overall, caprine colostrum showed higher levels of dry matter, fat, and protein than bovine colostrum.

Both types of colostrum were subsequently processed into fresh cheese, and the physicochemical and sensory properties of the cheeses were evaluated. Fresh cheese produced from caprine colostrum showed a pH of 4.69 ± 0.02, titratable acidity of 0.60 ± 0.00%, protein content of 111.7 ± 0.14 g/L, fat content of 21 g/100 g, and dry matter content of 49.86 ± 2.72 g/100 g. In comparison, fresh cheese produced from bovine colostrum showed corresponding values of 4.26 ± 0.05, 0.85 ± 0.07%, 62.6 ± 0.28 g/L, 8 g/100 g, and 23.20 ± 1.44 g/100 g, respectively.

Sensory evaluation revealed good overall acceptability for both cheeses, with caprine colostrum cheese receiving a higher overall appreciation score (7.18 ± 1.56) than bovine colostrum cheese (6.18 ± 2.14). These findings indicate that both bovine and caprine colostrum have promising potential for fresh cheese production and represent valuable raw materials for the development of innovative, value-added dairy products.

Keywords: Bovine; Caprine; Colostrum; Cheese; Physicochemical ; Sensory.

الملخص

هدفت هذه الدراسة إلى مقارنة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحسية للبأ البقري واللبأ الماعزي، وتقييم مدى صلاحيتهما لصناعة الجبن، بالإضافة إلى توصيف الخصائص الفيزيائية والكيميائية والحسية للأجبان الطازجة المتحصل عليها. ولتحقيق ذلك، تم جمع ثلاث عينات من اللبأ البقري وثلاث عينات من اللبأ الماعزي من مزارع تربية المواشي الواقعة بولاية سكيكدة

شملت التحاليل الفيزيائية والكيميائية قياس الرقم الهيدروجيني، والحموضة المعايرة، والكثافة، والمادة الجافة، ونسبة الدهن، ومحتوى البروتين. أظهرت النتائج أن اللبأ البقري سجل رقمًا هيدروجينيًا تراوح بين 5.96 و6.28، وحموضة معايرة بين 28 و36 درجة دورنيك، وكثافة تراوحت بين 1.0959 و1.2312، ومحتوى من المادة الجافة بين 13.27 و20.75 غ/100 غ، ونسبة دهن بين 1.5 و4.4 غ/100 غ، ومحتوى بروتين بين 84.6 و128.7 غ/لتر. في المقابل، سجل اللبأ الماعزي رقمًا هيدروجينيًا تراوح بين 6.01 و6.39، وحموضة معايرة بين 25 و70 درجة دورنيك ، وكثافة بين 1.0017 و1.1342، ومادة جافة بين 16.10 و33.35 غ/100 غ، ونسبة دهن بين 7 و8 غ/100 غ، ومحتوى بروتين بين 165.4 و187.5 غ/لتر. وبصفة عامة، أظهرت النتائج أن اللبأ الماعزي يتميز بمحتوى أعلى من المادة الجافة والدهن والبروتين مقارنة باللبأ البقري

بعد ذلك، تم تحويل كلا النوعين من اللبأ إلى جبن طازج، حيث تم تقييم خصائصه الفيزيائية والكيميائية (الرقم الهيدروجيني، الحموضة المعايرة، المادة الجافة، نسبة الدهن ومحتوى البروتين) بالإضافة إلى خصائصه الحسية. وأظهرت النتائج أن الجبن المنتج من اللبأ الماعزي سجل رقمًا هيدروجينيًا قدره 4.69 ± 0.02، وحموضة معايرة بلغت 0.60 ± 0.00%، ومحتوى بروتين قدره 111.7 ± 0.14 غ/لتر، ونسبة دهن بلغت 21 غ/100 غ، ومادة جافة قدرها 49.86 ± 2.72 غ/100 غ، مقابل 4.26 ± 0.05، و0.85 ± 0.07%، و62.6 ± 0.28 غ/لتر، و8 غ/100 غ، و23.20 ± 1.44 غ/100 غ على التوالي بالنسبة للجبن المنتج من اللبأ البقري

وأظهر التقييم الحسي قبولًا جيدًا لكلا النوعين من الجبن، حيث حصل الجبن المنتج من اللبأ الماعزي على درجة قبول إجمالية أعلى (7.18 ± 1.56) مقارنة بالجبن المنتج من اللبأ البقري (6.18 ± 2.14). وتبين هذه الدراسة أن اللبأ البقري واللبأ الماعزي يمتلكان إمكانات واعدة في صناعة الجبن الطازج، ويُعدّان مواد أولية ذات قيمة لتثمين الموارد اللبنية. كما تُسهم النتائج المتحصل عليها في تحسين المعرفة بخصائصهما التكنولوجية، وتفتح آفاقًا لتطوير منتجات ألبان جديدة ذات قيمة مضافة عالية.

الكلمات المفتاحية: اللبأ البقري، اللبأ الماعزي، الجبن الطازج، الخصائص الفيزيائية والكيميائية، التقييم الحسي، صناعة الجبن.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures
Liste des tableaux
Liste des abréviations
Résumé
Introduction 1

PARTIE 1

ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Définition du colostrum 3
2. Physiologie de sécrétion colostrale 3
   2.1. Phases de sécrétion colostrale 4
   2.2. Sécrétion des composants du colostrum 5
3. Comparaison entre la composition du colostrum et du lait 6
4. Composants bioactifs du colostrum 10
5. Colostrum bovin et caprin 12
   5 .1. Colostrum bovin 12
   5.2. Colostrum caprin 13
6. Rôles du colostrum 14
   6.1. Rôle nutritif 14
   6.2. Rôle immunitaire 15
   6.3. Rôle dans le développement et la croissance des performances 15
   6.4. Rôle dans le métabolisme énergétique et thermorégulation 16
   6.5. Rôle laxatif 17
7. Facteurs influençant la qualité du colostrum 17
   7.1. Race et Génétique 17
   7.2. Age et nombre de lactations 17
   7.3. Etat sanitaire de mère 18
   7.4. Période de tarissement et durée de gestation 18
   7.5. Alimentation de la mère 19
   7.6. Saison d'élevage 19
   7.7. Conditions de collecte et de conservation du colostrum 19

PARTIE 2

MATERIELS ET METHODES

1. Echantillonnage 21
1.1. Origine des échantillons 21
1.2. Conditions climatiques et systèmes d'élevage 21
2. Matériel biologique 22
2.1. Effectif des vaches 22
2.2. Effectif des Chèvres 22
2.3. Critères de sélection des bovins et des caprins 23
2.4. Collecte des échantillons 23
2.5. Conservation et transport 24
3. Analyses physicochimiques 24
3.1. Détermination du pH. 24
3.2. Détermination du l'acidité 25
3.3. Dosage de la matière grasse 26
3.4. Détermination de la matière sèche 27
3.5. Détermination de la densité 28
3.6. Dosage des protéines 29
4. Préparation du fromage frais obtenu à partir de colostrum bovin et caprin 30
5. Analyses physicochimiques du fromage frais obtenu à partir de colostrum bovin et Caprin 30
5.1. Détermination de pH 30
5.2. Détermination de l'acidité 31
5.3. Dosage de la matière grasse 31
5.4. Détermination de la teneur en matière sèche 32
5.5. Dosage des protéines 33
6. Evaluation sensorielle 35
6.1. Evaluation sensorielle de colostrum caprin et bovin 35
6.2. Evaluation sensorielle de fromage frais 35
7. Traitement statistique des données 37

PARTIE 3

RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Résultats des analyses physico-chimiques du colostrum bovin et caprin 38
1.1. pH 38
1.2. Acidité titrable 49
1.3. Densité 40
1.4. Teneurs en protéines 41
1.5. Teneurs en matière grasse 43
1.6. Teneurs en matière sèche 44
2. Résultats des analyses physico-chimiques du fromage frais 45
2.1. pH 45
2.2. Acidité titrable 46
2.3. Teneurs en protéines 47
2.4. Teneurs en matière grasse 48
2.5. Teneurs en matière sèche 49
3. Résultats de l'évaluation sensorielle du colostrum bovin et caprin 50
4. Résultats de l'évaluation sensorielle du fromage frais 51
Conclusion 53
Références bibliographiques 54
Annexe…… 68

Liste des figures

Figure 1 : Structure d'un acinus mammaire (Charles et al., 2001). 05
Figure 2 : Structure d'une cellule épithéliale mammaire et mécanisme de sécrétion des Constituants du colostrum (Delouis et al., 2001). 06
Figure 3 : Différences entre colostrum et lait mature (Humayun, 2025). 07
Figure 4 : Échantillons de colostrum bovin et caprin collectés. 24
Figure 5 : Détermination de pH de colostrum bovin et caprin par pH mètre. 25
Figure 6 : Détermination de l'acidité titrable du colostrum. 26
Figure 7 : Dosage de la matière grasse de colostrum. 27
Figure 8 : Détermination de la matière sèche. 28
Figure 9 : Dosage des protéines de colostrum par la méthode de Bradford. 29
Figure 10 : Préparation du fromage frais obtenu à partir du colostrum bovin et caprin. ...30
Figure11 : Détermination du pH du fromage. 31
Figure 12 : Détermination de la teneur en matière grasse de fromage frais. 32
Figure 13 : Détermination de la teneur en matière sèche de fromage. 33
Figure 14 : Dosage des protéines du fromage par la méthode de Kjeldahl. 34
Figure 15 : Chauffage du colostrum. 35
Figure 16 : Pots étiqueté de fromage frais 36
Figure 17 : Poste de dégustation du fromage frais. 37
Figure 18 : pH du colostrum bovin et caprin…… ……..39
Figure 19 : Acidité titrable du colostrum bovin et caprin…….……...40
Figure 20 : Densité du colostrum bovin et caprin……41
Figure 21 : Teneurs en protéines du colostrum bovin et caprin……...43
Figure 22 : Teneur en matière grasse du colostrum bovin et caprin……44
Figure 23 : Teneur en matière sèche du colostrum bovin et caprin……..45
Figure 24 : pH du fromage frais. …….…….46
Figure 25 : Acidité titrable du fromage frais…….…47
Figure 26 : Teneurs en protéines du fromage frais……48
Figure 27 : Teneurs en matière grasse du fromage frais …….…….49
Figure 28 : Teneurs en matière sèche du fromage frais ……..…….....50
Figure 29: Moyennes de somme des rangs du colostrum bovin et caprin…….....51
Figure 30: Moyennes de somme des rangs du fromage frais obtenu à partir du colostrum bovin et caprin…… 52

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition du colostrum et du lait (adapté de Boudry et al.,2008). .....….09
Tableau 2 : Caractéristiques des bovins utilisées pour la collecte du colostrum .....….22
Tableau 3 : Caractéristiques des chèvres utilisées pour la collecte du colostrum…….....23
Tableau 4 : Résultats du pH du colostrum bovin et caprin ……72
Tableau 5 : Résultats de l'acidité du colostrum bovin et caprin……..72
Tableau 6 : Résultats de la densité du colostrum bovin et caprin……....72
Tableau 7 : Résultats de la teneur des protéines du colostrum bovin et caprin……...73
Tableau 8 : Résultats de la teneur de la matière grasse du colostrum bovin et caprin……73
Tableau 9 : Résultats de la teneur de la matière sèche du colostrum bovin et caprin…….74
Tableau 10 : résultats du pH du fromage frais ……74
Tableau 11 : Résultats du l'acidité du fromage frais……...74
Tableau 12 : Résultats des teneurs en protéines du fromage frais……...74
Tableau 13 : Résultats des teneurs en matière grasse du fromage frais……...75
Tableau 14 : Résultats des teneurs en matière sèche du fromage frais……75
Tableau 15 : Résultats de l'évaluation sensorielle du colostrum bovin et caprin……75
Tableau 16 : Valeurs de Wilcoxon pour la comparaison des caractéristiques sensorielles du Colostrum bovin et caprin ……..76
Tableau 17 : Résultats de l'évaluation sensorielle du fromage frais ……..76
Tableau 18 : Valeurs de Wilcoxon pour la comparaison des caractéristiques sensorielles du fromage issu du colostrum bovin et caprin……...76
Tableau 19 : Résultats d'analyses physico-chimiques de colostrum bovin et caprin……..77
Tableau 20 : Résultats d'analyses physico-chimiques du fromage frais obtenu à partir de colostrum bovin et caprin. ……77
Tableau 21 : Somme des rangs du colostrum bovin pour les critères couleur, odeur, goût et texture……. …….....79
Tableau 22 : Somme des rangs du colostrum caprin pour les critères couleur, odeur, goût et texture……...80
Tableau 23 : Somme des rangs du colostrum bovin et caprin pour l'appréciation générale...81
Tableau 24 : Somme des rangs du fromage frais obtenu à partir du colostrum bovin pour les. critères couleur, odeur, goût et texture……..82
Tableau 25 : Somme des rangs du fromage frais obtenu à partir du colostrum caprin pour les critères couleur, odeur, goût et texture……..83

Tableau 26 : Somme des rangs du fromage frais obtenue à partir du colostrum bovin et caprin pour l'appréciation générale……84

Liste des abréviations

AOAC	Association of Official Analytical Chemists
BSA	Albumine sérique bovine
EGF	Facteur de croissance épidermique (Epidermal Growth Factor)
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GH	Hormone de croissance (Growth Hormone)
Ig	Immunoglobuline
IgA	Immunoglobuline A
IgG	Immunoglobuline G
IgM	Immunoglobuline M
IGF	Facteur de croissance analogue à l'insuline (Insulin-like Growth Factor)
ISO	Organisation internationale de normalisation
MFTM	Membrane du globule gras du lait (Milk Fat Globule Membrane)
MS	Matière sèche
TGF	Facteur de croissance transformant (Transforming Growth Factor)
TNF	Facteur de nécrose tumorale (Tumor Necrosis Factor)
VLB17	Aliment concentré granulé destiné aux vache laitiéres
°D	Degré Dornic

Depuis les premières pratiques d'élevage, le colostrum est reconnu comme un élément indispensable à la survie des mammifères nouveau-nés, bien avant que sa composition ne soit connue (Farooq et al., 2024). Son utilisation remonte à plusieurs millénaires, notamment dans la médecine ayurvédique en Inde, où il était apprécié pour ses nombreuses propriétés bénéfiques sur la santé. À partir de la fin du XVIII^{e} siècle, l'intérêt scientifique pour le colostrum s'est progressivement développé avec la mise en évidence de son rôle essentiel dans la croissance, le développement et le transfert de l'immunité passive chez les nouveau-nés. Au cours du XX^{e} siècle, de nombreuses recherches ont confirmé sa richesse en anticorps et en composés bioactifs, favorisant ainsi son utilisation dans les domaines de la nutrition, de la santé et des technologies laitières (Rocha, 2016).

Le colostrum, également appelé « premier lait », est une sécrétion produite par la glande mammaire des mammifères durant les premières heures suivant la parturition. Il a été défini comme le produit de la traite obtenu durant les premiers jours de lactation (El-Hatmi et al., 2022). Il se caractérise par une richesse exceptionnelle en nutriments essentiels, en composés immunologiques et en facteurs antimicrobiens, qui assurent le transfert de l'immunité passive au nouveau-né, le protègent contre les infections durant les premières semaines de vie et contribuent au développement ainsi qu'à la maturation du système gastro-intestinal (Nikolic et al., 2022 ; Menchetti et al., 2020). Chez les ruminants, en particulier les bovins et les caprins, l'ingestion rapide d'un colostrum de bonne qualité conditionne fortement la survie, la croissance et l'état sanitaire des jeunes (Godden, 2008 ; Santé Troupeau, 2016).

Comparativement au lait mature, le colostrum présente une composition physicochimique spécifique caractérisée par des teneurs élevées en protéines, notamment en immunoglobulines, en lipides, en vitamines, en minéraux et en nombreux composés bioactifs, tandis que sa teneur en lactose est plus faible (McGrath et al., 2016 ; Playford & Weiser., 2021). Ces caractéristiques lui confèrent une valeur nutritionnelle et fonctionnelle élevée, suscitant un intérêt croissant pour son utilisation dans l'alimentation humaine et le développement de nouveaux produits laitiers à forte valeur ajoutée, tels que les produits fermentés, les compléments alimentaires et les fromages (Poonia et Shiva, 2022 ; Ramani et al., 2024).

Parmi les différentes espèces laitières, le colostrum bovin est le plus largement étudié et valorisé en raison de sa disponibilité et de sa richesse en composés bioactifs. En revanche, le colostrum caprin demeure relativement moins exploré, malgré ses qualités nutritionnelles. Il présente certaines caractéristiques proches de celles du lait humain, notamment une meilleure digestibilité et une composition riche en composés bioactifs, ce qui renforce son intérêt nutritionnel et technologique (Park et al., 2007 ; El-Hatmi et al., 2022).

De plus, une fois les bienfaits du colostrum pour la santé et son potentiel pour de nouveaux produits mieux compris, le colostrum représente une matière première prometteuse pour le développement de nouveaux produits laitiers à forte valeur ajoutée. Compte tenu la consommation mondiale de fromage, la transformation des excédents de colostrum en produits tels que le fromage frais constitue une approche innovante permettant à la fois de limiter les pertes et de valoriser cette ressource naturelle.

Dans ce contexte, il apparaît essentiel d'étudier la qualité du colostrum chez différentes espèces, notamment bovin et caprin, afin de mettre en évidence leurs similitudes et leurs différences sur les plans nutritionnel et physico-chimique. L'objectif de ce travail est d'évaluer la qualité physicochimique et organoleptique du colostrum bovin et caprin, puis de fabriquer un fromage frais à base du colostrum de chacune des deux espèces. Les fromages obtenus feront ensuite l'objet d'une évaluation de leurs caractéristiques physicochimiques et sensorielles afin de comparer leur aptitude à la transformation et leur qualité globale.

1. Définition du colostrum

Selon le règlement européen, le colostrum désigne le liquide sécrété par les glandes mammaires des animaux producteurs de lait pendant les trois à cinq jours suivant la mise bas, riche en anticorps et en minéraux, et qui précède la production du lait cru (CE,2004). D'un point de vue biologique, le colostrum se caractérise par une forte teneur en protéines et en immunoglobulines, indispensables à la protection et au développement du nouveau-né (Maillard ,2006). Il contient des lipides, du lactose, des facteurs de croissance, des hormones et microflore bénéfique telle que Lactobacillus et Bifidobacterium (Baumrucker et al., 2023). Le colostrum constitue une source indispensable de nutriments et d'immunité passive pour le veau nouveau-né, favorisant le développement intestinal, la croissance et la survie durant les premières semaines de vie (Boudry et al., 2008). À la naissance, la survie des mammifères est favorisée par l'ingestion du colostrum maternel, qui apporte des nutriments essentiels, des anticorps ainsi que des facteurs biologiques, assurant une protection transitoire contre les agressions extérieures physiques et biologiques (Allemand, 2008).

2. Physiologie de sécrétion colostrale

La lactation est une fonction propre à la classe des mammifères, destinée à alimenter le nouveau-né jusqu'à son indépendance physiologique au sevrage. Elle est apparentée également au stade physiologique d'une femelle, qui s'étend du part au tarissement. Toutefois, les physiologistes indiquent qu'elle commence à partir du stade fœtal de la gestation par le développement chez la mère des glandes mammaires. La production de colostrum et de lait par la glande mammaire constitue un processus physiologique pouvant se superposer à une activité ovarienne normale, à la gestation ou encore à la période post-partum chez les mammifères. Ce phénomène s'inscrit dans les différentes phases de la physiologie mammaire (Nielsen et al., 2001 ; Devillers et al., 2006). La production du colostrum dépend principalement des modifications hormonales de la fin de la gestation. D'une autre part, l'éjection du colostrum repose sur un réflexe neuroendocrinien déclenché par la stimulation de la mamelle lors de la tétée ou de la traite. Cette stimulation provoque la libération d'ocytocine, qui entraîne la contraction des cellules myoépithéliales entourant les alvéoles mammaires, permettant ainsi l'expulsion du colostrum (Senger, 2003 ; Neville et al., 2002).

2.1. Phases de sécrétion colostrale

La physiologie de la sécrétion colostrale comprend trois phases principales : la mammogenèse, la lactogenèse et la galactopoïèse.

- **La mammogenèse** : correspond au développement de la glande mammaire et de ses tissus sécrétoires, adipeux et conjonctifs. Elle débute dès la vie fœtale, se poursuit à la puberté et s'achève au cours de la gestation sous le contrôle des hormones d'origine hypophysaire, ovarienne et placentaire (Massoni, 2003).

- **La lactogenèse** : débute au cours des deux à quatre dernières semaines précédant la mise-bas et correspond à la formation du colostrum. Elle est régulée par les modifications hormonales survenant en fin de gestation et autour de la parturition (Nielsen et al., 2001 ; Devillers et al., 2006). Selon, Tucker (2000) et Farmer et al., (2000) la lactogènèse est divisée en deux sous – phases :

La lactogenèse I : est caractérisée par la différenciation des cellules épithéliales alvéolaires, qui deviennent progressivement sécrétrices et assurent la synthèse ainsi que l'accumulation des principaux constituants du colostrum dans la lumière des alvéoles.

La lactogenèse II : débute au moment de la mise-bas et correspond à l'initiation de la sécrétion intensive du colostrum, favorisée par la chute de la progestérone et l'augmentation de la prolactine.

- **La galactopoïèse** : correspond à la phase de maintien de la production et de la sécrétion du lait après la lactogenèse, tout au long de la période de lactation (Capuco et Akers, 2003).

Lors de la première tétée ou de la première traite, l'ocytocine, libérée par la neurohypophyse, stimule la contraction des cellules myoépithéliales (Figure :01) entourant les alvéoles mammaires, permettant ainsi l'éjection du colostrum (Senger, 2003 ; Smith et Chepko, 2001).

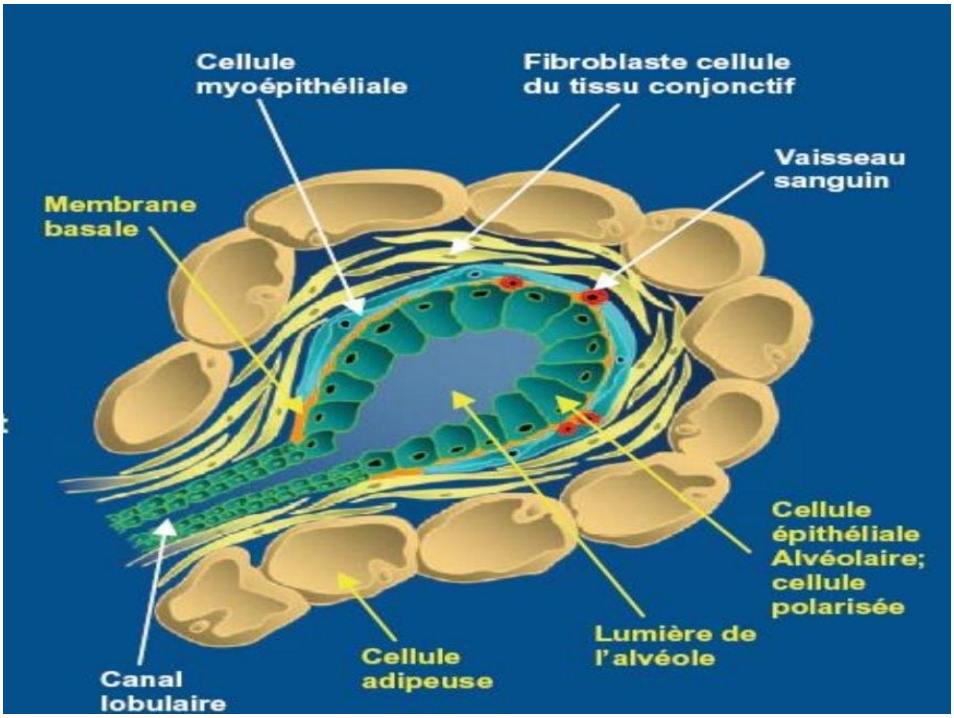


Figure 1 : Structure d'un acinus mammaire (Charles et al., 2001).

2.2. Sécrétion des composants du colostrum

Les cellules épithéliales des acini mammaires constituent le siège de la sécrétion des différents composants du colostrum et du lait. En fin de gestation, les constituants du colostrum sont sécrétés dans la lumière des alvéoles selon quatre voies principales : l'exocytose, l'enrobage membranaire, la voie transcellulaire et la voie paracellulaire (Figure 02). Les protéines et le lactose sont synthétisés dans le réticulum endoplasmique et l'appareil de Golgi des cellules épithéliales (Delouis et al., 2001). Le contenu des vésicules est libéré dans la lumière alvéolaire par exocytose, grâce à la fusion des vésicules avec la membrane plasmique (Klopfenstein et al., 2002). Les gouttelettes lipidiques, issues des mitochondries, sont libérées après enrobage membranaire pour former les globules lipidiques (Keenan, 2001). La voie transcellulaire permet le passage des immunoglobulines plasmatiques ainsi que de plusieurs facteurs de croissance et hormones vers la lumière alvéolaire (Klopfenstein et al., 2002). L'ouverture des jonctions serrées favorise le passage des cellules immunitaires, des électrolytes et d'autres constituants plasmatiques entre les cellules épithéliales vers la lumière alvéolaire (Klopfenstein et al., 2002).

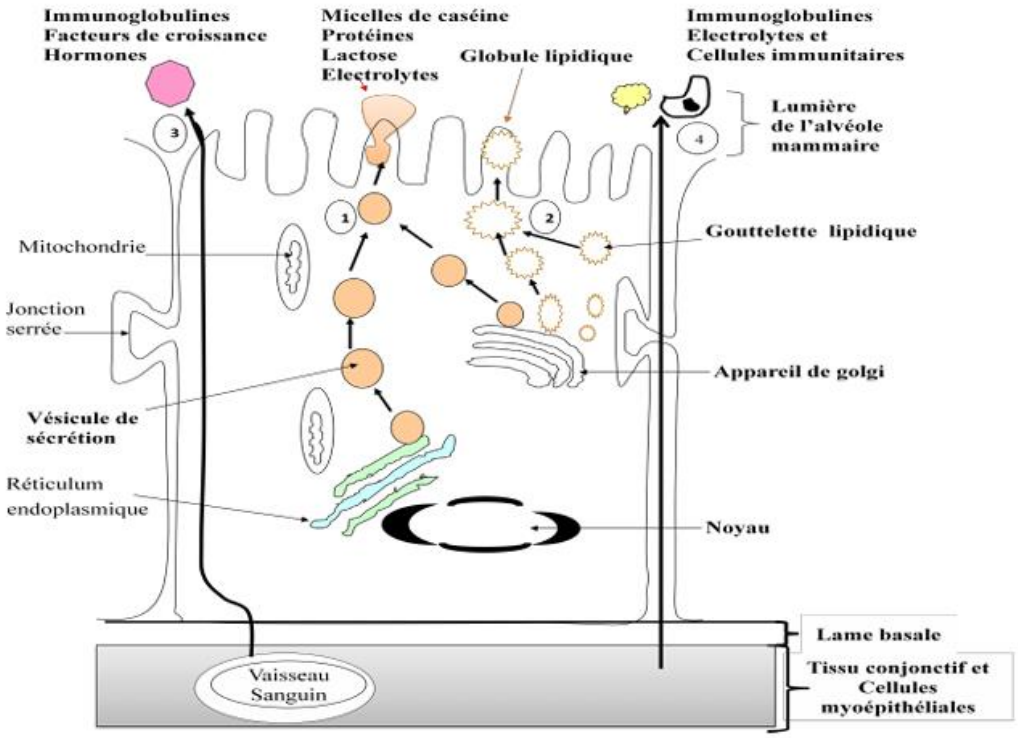


Figure 2 : Structure d'une cellule épithéliale mammaire et mécanisme de sécrétion des constituants du colostrum (Delouis et al., 2001).

3. Comparaison entre la composition du colostrum et du lait

Le lait est un liquide de couleur blanchâtre sécrété par les cellules des glandes mammaires des femelles mammifères après la naissance du jeune (Figure 03). Il constitue l'aliment de base du nouveau-né jusqu'au sevrage et assure ses besoins nutritionnels essentiels. Quelle que soit l'espèce, sa fonction principale est d'assurer la croissance et le développement de la progéniture (Vilain, 2010). Sur le plan physico-chimique, le lait est un fluide aqueux opaque, de couleur blanche légèrement bleutée, de saveur douceâtre et présentant un pH compris entre 6,6 et 6,8, proche de la neutralité. Il s'agit d'un système complexe constitué d'une émulsion de matières grasses, d'une suspension de protéines (notamment les caséines), de lactose, de sels minéraux ainsi que de protéines solubles (Pougheon, 2001).

Le lait sécrété durant les premiers jours suivant la parturition est appelé colostrum. La mamelle commence à sécréter le colostrum peu avant la naissance et durant les premiers jours qui suivent, avant de produire progressivement le lait mature (Mayer, 2009). Il s'agit d'un liquide visqueux, de couleur jaunâtre à jaune-orange, au goût salé et de consistance épaisse (Akgul, 2026).

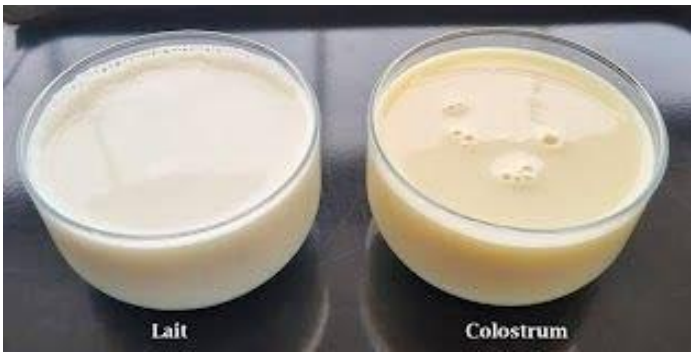


Figure 3 : Différences entre colostrum et lait mature (Humayun, 2025).

Le colostrum se distingue du lait par sa composition spécifique. Il est particulièrement riche en protéines, notamment en immunoglobulines, ainsi qu'en vitamines (en particulier la vitamine A), en minéraux, mais contient des teneurs plus faibles en lipides et en lactose. Sa composition évolue progressivement pour se rapprocher de celle du lait au cours des jours suivant la naissance (Mayer, 2009). En outre, le colostrum renferme de nombreuses molécules biologiquement actives indispensables au nouveau-né, telles que les immunoglobulines, les anticorps, les facteurs de croissance, les enzymes et les acides aminés. Ces composants jouent un rôle essentiel dans le développement du système immunitaire et la protection contre les agents pathogènes et les toxines environnementales (Akgul, 2026).

La composition du colostrum diffère significativement de celle du lait mature, ce qui reflète une différence dans la fonction biologique des deux sécrétions. Le colostrum, outre son importance d'un point de vue immunitaire pour le veau nouveau-né, possède des qualités nutritionnelles indéniables, supérieures à celles du lait pour de nombreux nutriments. Tandis que le lait mature est d'avantage destiné à couvrir les besoins énergétiques et nutritionnels nécessaires à la croissance. Ces différences concernent notamment la teneur en protéines, en immunoglobulines, en lipides, en lactose ainsi qu'en vitamines et minéraux (Boudry et al., 2008) (Tableau 1).

- **Lactose** : sa concentration est faible dans le colostrum (minimum 1,2 %), surtout lors des premières traites. Le lactose est responsable de 50 % de la pression osmotique. Sa densité est supérieure à celle du lait (McGrath et al., 2016).

- **Protéines** : leur concentration est globalement plus élevée dans le colostrum que dans le lait. C'est le cas notamment des lactoglobulines, de la caséine, de l'albumine sérique et de la lactoferrine. La concentration en caséine décroît avec les traites. Leurs concentrations diminuent généralement avec les traites post-partum. Les immunoglobulines (IgG, IgM, IgA) représentent 70 à 80 % des protéines du colostrum (seulement 1 % pour le lait) et les IgG 75 % de l'ensemble des immunoglobulines. Enfin, on dénombrerait quelques centaines de protéines « mineures » dans le colostrum (McGrath et al., 2016).

- **Facteurs de croissance :** les principaux sont les IGF I et II (Insulin-like Growth Factors) puis l'EGF (Epidermal Growth Factor), en concentrations bien supérieures à celles du lait. Les taux décroissent rapidement dans les premières heures post-partum (Playford & Weiser, 2021).

- **Enzymes** : on en compte une quarantaine en concentrations également supérieures à celles du lait. Parmi celles-ci, figurent les enzymes anti-oxydantes (lactopéroxydase), les protéinases, lipases, estérases, phosphatases, ribonucléases, ainsi que le lysozyme et la γ-Glutamyl Transférase (Georgiev, 2008).

- **Cytokines :** en concentration plus élevée que dans le lait, indiquant que le colostrum contient des niveaux élevés de cytokines pouvant influencer l'immunité néonatale. Les plus courantes sont les interleukines, les interférons et le facteur TNF (Tumor Necrosis Factor) (Hagiwara et al., 2000).

- **Matière grasse** : La teneur en matières grasses dans le colostrum est plus élevée que dans le lait mature, avec une composition lipidique particulière riche en différents acides gras, tels que les acides gras à longue chaîne (C 18) prédominent. Les lipides comportent aussi 0,3 % de stérols (dont 95 % de cholestérol) (Arslan et al., 2021).

- **Minéraux** : comparé au lait le colostrum est plus riche en plusieurs minéraux essentiels, notamment le calcium, le cuivre, le fer, le zinc, le magnésium, le manganèse et le phosphore, qui diminuent avec l'avancement du post-partum (Kehoe et al., 2007 ; Pereira, 2014 ; Godden et al., 2019).

- **Vitamines :** les vitamines liposolubles sont en concentration élevée par rapport au lait (vitamines A, E et D sous forme de cholécalciférol). Pour les vitamines hydrosolubles, les plus fortes concentrations par rapport au lait concernent la thiamine, la riboflavine et les vitamines B6 et B12 (McGrath et al., 2016).

Tableau 1 : Composition du colostrum et du lait (adapté de Boudry et al.,2008).

Composition (par litre)	Colostrum	Lait
Matière sèche	153-245 g	122 g
Protéines	41-140 g	34 g
Lipides	39-44 g	46 g
Lactose	27-46 g	37 g
Minéraux	5-20 g	7 g
IgA	3,0-6,5 g	0,04-0,06 g
IgG1	50-90 g	0,3-0,4 g
IgG2	1,5-2 g	0,03-0,08 g
IgM	3,8-6 g	0,03-0,06 g
IGF-I	0,1-2 mg	< 25 µg
IGF-II	0,1-0,5 mg	< 10 µg
EGF	4-8 mg	2 µg
Lactoferrine	1,5-5 g	0,1-0,3 g
Lysozyme	0,14-0,7 mg	0,07-0,6 mg
Lactoperoxydase	30 mg	20 mg
GH	< 1 µg	< 0,03 µg

Légende : Ig:immunoglobuline ; IGF:insulin-like growth factor ; EGF : Facteur de croissance épidermique ; GH : hormone de croissance.

4. Composants bioactifs du colostrum

Les composants bioactifs du colostrum sont des molécules non nutritives présentes en petites quantités mais ayant des effets importants sur la physiologie du nouveau-né. Dans le colostrum bovin et caprin, ils comprennent les oligosaccharides, acides gras, hormones (insuline-relaxine), protéines spécifiques, micro ARN et nucléotides. Ils contribuent au développement et à la maturation du veau et du chevreau, notamment au niveau digestif et systémique (Poonia et Shiva, 2022).

- **Lactoferrine :** La lactoferrine est une protéine du colostrum bovin impliquée dans la fixation du fer et la protection immunitaire du nouveau-né. Elle exerce des effets antimicrobiens et anti-inflammatoires, surtout au niveau digestif, et contribue à la défense de l'organisme. Sa concentration est élevée dans le colostrum puis diminue après la naissance (Legrand, 2016).
- **Facteurs de croissance (IGF-I et IGF-II) :** Les facteurs de croissance IGF-I et IGF-II présents dans le colostrum favorisent la croissance, le développement et la prolifération des cellules, notamment au niveau du tractus digestif du nouveau-né. Ils peuvent agir localement ou de manière systémique et sont plus abondants dans le colostrum caprin que dans le colostrum bovin (Elfstrand et al.,2002).
- **Immunoglobulines :** Les immunoglobulines sont les principaux composants bioactifs du colostrum bovin et caprin et assurent le transfert de l'immunité passive au nouveau-né. Les principales classes sont IgG, IgA et IgM, avec une prédominance de l'IgG, essentielle à la protection systémique contre les agents pathogènes. L'IgA protège les muqueuses, notamment le tractus gastro-intestinal, en empêchant l'adhésion des micro-organismes, tandis que l'IgM intervient dans la réponse immunitaire précoce grâce à son fort pouvoir d'agglutination. Ensemble, ces immunoglobulines favorisent la maturation du système immunitaire et réduisent le risque d'infections durant les premières semaines de vie (Duan et al, 2024 ; Ahmann et al , 2021).
- **Enzymes :** Les enzymes sont plus abondantes dans le colostrum que dans le lait mature. Elles contribuent à la protection du nouveau-né grâce à leurs propriétés antimicrobiennes, notamment les lysozymes et les nucléases, qui sont particulièrement concentrés dans le colostrum (Fasse et al., 2021).
- **Lysozyme :** Le lysozyme est une enzyme du colostrum dotée d'une forte activité antibactérienne. Il détruit la paroi cellulaire des bactéries en hydrolysant le peptidoglycane, ce qui limite leur croissance et contribue à la protection du nouveau-né contre les infections (Fasse et al., 2021).

- **Lactoperoxydase :** Lactoperoxydase est une enzyme antimicrobienne du colostrum qui inhibe la croissance des bactéries, des champignons et des protozoaires grâce à son système oxydant. Elle participe à la défense naturelle de l'organisme et à la protection

de la glande mammaire contre les infections. Sa concentration augmente progressivement après le vêlage (Fasse et al.,2021).

- **Hormones :** Le colostrum bovin contient plusieurs hormones issues de la circulation sanguine et de la glande mammaire. Ces hormones participent au développement et à la maturation du système digestif et immunitaire du nouveau-né, ainsi qu'à la régulation temporaire de certaines fonctions endocrines. On y trouve notamment la prolactine, l'ocytocine, la somatostatine, les hormones sexuelles et les glucocorticoïdes. (Playford & Weiser ,2021).
- **Caséines :** La caséine est la principale protéine du colostrum bovin et caprin, présente en quantité plus élevée que dans le lait mature. Elle forme des micelles de grande taille et joue un rôle dans le transport des minéraux, la protection intestinale et la stabilité des protéines bioactives. Ses dérivés peptidiques possèdent également des activités biologiques comme des effets antioxydants et immunomodulateurs (McGrath et al.,2016).
- **Cytokines** : Les cytokines du colostrum sont de petites protéines impliquées dans la régulation du système immunitaire du nouveau-né. Elles participent aux réponses inflammatoires et anti-inflammatoires et renforcent la protection contre les infections. Produites par les leucocytes et la glande mammaire, elles comprennent notamment les interleukines, les interférons et le TNF (Hagiwara et al.,2000).
- **Oligosaccharides :** Les oligosaccharides du colostrum bovin sont des glucides bioactifs non digestibles qui jouent un rôle essentiel dans la santé du nouveau-né. Ils favorisent le développement du micro biote intestinal en stimulant les bactéries bénéfiques, protègent contre les agents pathogènes en empêchant leur adhésion aux cellules intestinales et participent à la maturation du système immunitaire. Leur concentration est élevée au début de la lactation puis diminue rapidement après la mise bas (Silva et al.,2024).
- **Autres composants bioactifs à prendre en compte :** Le colostrum contient divers facteurs bioactifs (micro ARN, nucléotides, protéines spécifiques et MFGM) qui participent à la régulation génétique, au développement intestinal et à la maturation du système immunitaire du nouveau-né. Ces composants renforcent aussi la protection immunitaire et le micro biote intestinal, soulignant le rôle global du colostrum dans la croissance et la défense du jeune ruminant (McGrath et al.,2016).

5. Colostrum bovin et caprin

Afin de mieux comprendre l'importance nutritionnelle et fonctionnelle du colostrum chez les espèces bovine et caprine, il est essentiel d'analyser sa composition chimique. En effet, cette composition particulière, riche en nutriments essentiels et en facteurs immunitaires, explique les nombreux rôles biologiques du colostrum, notamment dans l'apport énergétique et le développement du système immunitaire du nouveau-né.

5 .1. Colostrum bovin

Le colostrum bovin se caractérise par une composition biochimique unique, définie comme une sécrétion lactée jaunâtre et dense, en raison de sa richesse en caroténoïdes et en matières grasses, avec un pH compris entre 6,0 et 6,4 (Madsen et al., 2004 ; Morrill et al., 2012). Cette composition, particulièrement riche en nutriments et en composés bioactifs, est adaptée aux besoins physiologiques et immunitaires du veau durant les premiers jours suivant la naissance. Le colostrum bovin contient environ 70 à 75 % d'eau. Sa faible teneur en eau favorise une forte concentration en matière sèche et en composés actifs, ce qui est associé à une meilleure qualité nutritionnelle et immunologique (Kehoe et al.,2007). Le colostrum bovin est riche en protéines (14 à 18 %), principalement des immunoglobulines (IgG, IgA et IgM), des caséines et des facteurs de croissance comme l'IGF-1, qui assurent la protection immunitaire et favorisent le développement du nouveau-né (Elfstrand et al.,2002). Les matières grasses du colostrum bovin (5 à 7 %) constituent une source essentielle d'énergie pour le nouveau-né. Principalement composées de triglycérides, elles participent à la thermorégulation et au développement du cerveau et du système nerveux (Madsen et al.,2004 ; Morrill et al.,2012).

Les glucides du colostrum bovin sont principalement constitués de lactose et d'oligosaccharides. Le lactose est présent en faible quantité (2 à 2,5 %), tandis que les oligosaccharides agissent comme des prébiotiques, favorisant le développement des bactéries bénéfiques et renforçant l'immunité du nouveau-né (Abbas et al.,2014). Le colostrum bovin contient 1,1 à 1,3 % de minéraux, une teneur supérieure à celle du lait. Ces minéraux, notamment le calcium, le phosphore, le magnésium, le fer, le zinc et le sélénium, contribuent au développement osseux, à l'activité enzymatique, à l'immunité et à la protection contre le stress oxydatif (Sanmartín et al.,2012). Le colostrum est riche en vitamines liposolubles et hydrosolubles, essentielles pour combler les faibles réserves vitaminiques du nouveau-né. Elles jouent également un rôle antioxydant et contribuent à sa protection et à son développement (Elfstrand et al.,2002).

5.2. Colostrum caprin

Le colostrum caprin est un liquide lacté, de couleur blanche, brillante et opaque en raison de l'absence de bêta-carotène et de la présence de lipides et de caséine (Elfstrand et al., 2002). Il se caractérise par un pH légèrement acide, influencé par sa richesse en protéines et en minéraux (Abbas et al., 2014). Sa densité est généralement plus élevée au début de la lactation en raison de sa forte concentration en matières sèches, puis diminue progressivement au cours de la transition vers le lait mature (Rashid et al., 2012). L'eau est le composant principal du colostrum de chèvre (environ 78 à 82 %). Elle facilite le transport des nutriments et assure l'hydratation du chevreau après la naissance. Sa proportion est inversement liée à la matière sèche : plus l'eau diminue, plus le colostrum est concentré et riche en éléments immunitaires. Cette teneur évolue progressivement lors du passage au lait normal (Kehoe et al.,2007). Le colostrum caprin est riche en immunoglobulines, surtout les IgG, qui assurent une immunité passive immédiate au chevreau. Il contient aussi des protéines de lactosérum et des protéines antimicrobiennes facilement digestibles, ainsi que des acides aminés essentiels favorisant la croissance. La concentration de ces protéines diminue rapidement après la naissance, d'où l'importance d'une ingestion précoce (Morrill et al.,2012).

Le colostrum est un aliment essentiel pour le nouveau-né, fournissant à la fois énergie et protection. Sa richesse en lipides, notamment en acides gras à chaîne courte et moyenne, permet une production rapide d'énergie et aide à la thermorégulation. Il apporte également des acides gras essentiels importants pour le développement du système nerveux. La membrane des globules gras (MFGM) contribue enfin à la défense immunitaire grâce à ses propriétés antibactériennes, antivirales et immunomodulatrices (Elfstrand et al.,2002).

Les glucides du colostrum de chèvre, bien que moins abondants que les protéines et lipides, sont importants pour l'énergie et la digestion du nouveau-né. Ils sont surtout représentés par le lactose, ainsi que par des oligosaccharides aux propriétés protectrices contre les agents pathogènes. Le colostrum contient aussi des glycoprotéines qui protègent les anticorps de la dégradation et améliorent leur absorption, renforçant ainsi l'immunité du chevreau (Rashid et al.,2012).

Le colostrum de chèvre contient environ 1,0 à 1,3 % de minéraux, répartis en macro- et micro-éléments. Les macroéléments (Ca, P, Mg, K, Na) participent à la formation des os, à la digestion et à l'équilibre hydrique. Les micro-éléments (Fe, Zn, Se) soutiennent l'immunité, la prévention de l'anémie et la protection contre le stress oxydatif. Grâce à leur haute

biodisponibilité, ces minéraux sont facilement absorbés par le chevreau et jouent un rôle essentiel dans la croissance et le développement précoce (Park & Haenlein, 2006). Les vitamines contenues dans le colostrum de chèvre sont vitales et essentielles, d'autant plus que les chevreaux nouveau-nés ont de faibles réserves vitaminiques. Le colostrum compense cette carence, favorise une croissance saine et protège contre le stress oxydatif. Ces vitamines se divisent en deux grandes catégories : les vitamines liposolubles A, D et E, et les vitamines hydrosolubles (Park & Haenlein, 2006).

6. Rôles du colostrum

Grâce à sa richesse en nutriments essentiels, en immunoglobulines et en nombreux composés bioactifs, le colostrum assure plusieurs fonctions physiologiques indispensables à la survie, à l'adaptation et au développement du jeune ruminant au cours des premières heures et des premiers jours de vie. Ses effets s'exercent sur les plans immunitaire, nutritionnel, métabolique et digestif, ce qui en fait un élément déterminant pour le bon démarrage de la vie néonatale (Blum & Hammon, 2000 ; Godden, 2008 ; Stelwagen et al., 2009).

6.1. Rôle nutritif

Le colostrum constitue la première source alimentaire du veau et représente un aliment hautement concentré en nutriments essentiels à la survie, au développement et à la croissance des ruminants nouveau-nés. Il contient des macronutriments tels que les protéines (notamment les immunoglobulines), Il possède une valeur nutritive élevée grâce à sa richesse en glucides et en lipides. Les glucides, principalement le lactose, fournissent du glucose immédiatement utilisable pour le métabolisme énergétique, tandis que les lipides (6–7 %) constituent une source importante d'énergie (Amrit Poonia & Shiva, 2022). Ainsi que des micronutriments incluant les vitamines (A, D, E et K) et les minéraux (calcium, phosphore et magnésium). De plus, les protéines et les lipides participent à la formation des tissus corporels et au stockage des réserves énergétiques. Le colostrum contient également des composés bioactifs tels que les enzymes, les hormones et les facteurs de croissance, qui contribuent au bon fonctionnement des organes et à l'adaptation physiologique du veau à son nouvel environnement extra-utérin (Blum & Hammon, 2000 ; Playford et al., 2000).

6.2. Rôle immunitaire

Le colostrum joue un rôle essentiel dans la protection des nouveau-nés contre les maladies infectieuses et dans l'établissement de leur immunité. Chez les ruminants, en raison de la structure du placenta syndesmochorial, aucun transfert d'immunoglobulines maternelles ne se produit durant la gestation. Ainsi, le veau naît agammaglobulinémique et dépend entièrement de l'ingestion du colostrum pour acquérir une immunité passive. Grâce à sa richesse en immunoglobulines, notamment les IgG, les IgA et les IgM, le colostrum assure une protection immédiate contre les agents pathogènes intestinaux et systémiques (Godden, 2008 ; A. Bajus et M. Paibomesai, 2024), réduisant ainsi l'incidence des diarrhées et des infections respiratoires et améliorant le taux de survie des veaux (Godden, 2008 ; Stelwagen et al., 2009).Outre les immunoglobulines, le colostrum contient des cellules immunitaires, des cytokines et des composés antimicrobiens qui renforcent les défenses naturelles du veau. Il stimule également le développement du système immunitaire en favorisant la maturation des tissus lymphoïdes et l'activation des lymphocytes (Blum et Hammon, 2000 ; Boudry et al., 2008).

Le colostrum contient également des facteurs antimicrobiens non spécifiques. La lactoferrine possède des propriétés bactériostatiques, antivirales et antioxydantes, et participe à la régulation de la réponse immunitaire (Britigan et al., 2001). La lactoperoxydase et le lysozyme renforcent également l'activité antimicrobienne, tandis que les cytokines modulent la réponse immunitaire et favorisent la réparation des tissus intestinaux (Boudry et al., 2008 ; Playford et al., 2000).

6.3. Rôle dans le développement et la croissance des performances

Le colostrum constitue une source importante de nutriments et de composés biologiquement actifs, notamment les immunoglobulines, les hormones, les facteurs de croissance, les nucléotides, qui participent au développement du tractus gastro-intestinal après la naissance (Blum, 2006 ; Gauthier et al., 2006 ; Blum et Baumrucker, 2008). Des études ont montré que le colostrum est la seule source naturelle de deux facteurs de croissance majeurs : les facteurs de croissance transformants alpha et bêta (TGF-α et TGF-β). Ces facteurs de croissance avec les IGF-1 et IGF-2 ont des propriétés réparatrices importantes pour les muscles et lecartilage. Les facteurs de croissance colostraux ont de multiples effets régénérateurs qui s'étendent à toutes les cellules structurelles de l'organisme, notamment celles de l'intestin (Uruakpa et al., 2002).

Ces constituants de colostrum stimulent la croissance des villosités intestinales, la prolifération des cellules de la muqueuse, la synthèse protéique ainsi que la maturation des tissus intestinaux, ce qui améliore les capacités digestives et d'absorption du nouveau-né (Sangild, 2001 ; Guilloteau et al., 2009). Leur action combinée exerce un effet synergique plus efficace que celui d'un composé pris isolément (Roffler et al., 2003 ; Blum, 2006). Une consommation adéquate de colostrum durant les premières heures de vie est associée à une amélioration du gain de poids, de l'efficacité alimentaire et à une diminution de la mortalité néonatale (Blum & Hammon, 2000 ; Playford et al., 2000).

6.4. Rôle dans le métabolisme énergétique et thermorégulation

Outre son rôle dans le transfert de l'immunité passive et son apport en nutriments, le colostrum joue un rôle essentiel dans le métabolisme énergétique et la thermorégulation chez le nouveau-né. Il constitue une source énergétique majeure, les lipides représentant environ 63 % de l'énergie digestible et les protéines près de 25 %, contribuant ainsi au métabolisme énergétique et à la thermorégulation du nouveau-né (Blum et Hammon, 2000).Il contient des acides gras spécifiques, des hormones et des facteurs de croissance qui favorisent la régulation du métabolisme glucidique (O'Callaghan et al., 2020 ; Opgenorth et al., 2020b ; Blum et Hammon, 2000). L'ingestion de colostrum immédiatement après la naissance stimule le métabolisme néonatal sous contrôle endocrinien (Blum et Hammon, 2000 ; Blum, 2006 ; Hammon et al., 2012). Elle augmente l'apport en glucose chez les veaux, soulignant ainsi le rôle des facteurs bioactifs dans la régulation métabolique (Steinhoff-Wagner et al., 2011).

En conditions de froid, notamment lorsque la température ambiante descend en dessous de la température critique inférieure (13,4 °C chez le veau), le colostrum contribue au maintien de la température corporelle (Diesch et al., 2004). L'exposition au froid augmente les pertes thermiques et peut entraîner une hausse de la morbidité et de la mortalité néonatales. Plusieurs mécanismes interviennent alors, notamment la thermogenèse sans frisson, l'activité du tissu adipeux brun et l'activité physique (Harper et al., 2002). L'ingestion de colostrum favorise l'activation de ces mécanismes thermogéniques et augmente la production de chaleur grâce à l'énergie mobilisée lors de la digestion, de l'absorption et du métabolisme des nutriments (Herpin et al., 2005).

6.5. Rôle laxatif

Le colostrum exerce un effet laxatif physiologique chez le nouveau-né. Il joue un rôle important dans la régulation du transit intestinal. Cet effet est attribué à sa composition spécifique, caractérisée par une forte teneur en eau, en sels minéraux, notamment le magnésium, ainsi qu'en composés hautement digestibles (Colin, 2013). Il possède donc à des propriétés laxatives et stimulantes du péristaltisme intestinal, favorisant l'évacuation du méconium et limitant la fixation des bactéries sur les microvillosités intestinales (Allix et al., 2013).

7. Facteurs influençant la qualité du colostrum

Les différences entre les espèces influencent la qualité du colostrum, notamment chez les bovins et les caprins. Pour favoriser une croissance saine, les nouveau-nés ont besoin de nutriments tels que les lipides, les protéines, les vitamines, les minéraux, la lactoferrine, les cellules immunitaires, les cytokines et les immunoglobulines (Ig) (Zarcula et al., 2010). Les nouveau-nés assimilent ces nutriments du colostrum durant les premières heures de leur vie. Les 24 à 48 premières heures suivant le vêlage sont représentatives de la qualité du colostrum en termes de concentration en IgG. Cette concentration ainsi que la composition du colostrum varient en fonction de nombreux facteurs liés à l'animal, à l'alimentation et aux conditions d'élevage (Lotito et al., 2023).

7.1. Race et Génétique

La race et la génétique constituent des déterminants majeurs de la composition du colostrum. Des différences significatives entre races bovines ont été objectivées par séquençage du sang total, révélant des variations d'expression des gènes clés, notamment les cytokines et les récepteurs des lymphocytes B (Larson et al., 2022). En élevage allaitant, la concentration moyenne en immunoglobulines G (IgG) atteint environ 99 g/L, ce qui est conforme aux préconisations techniques de 100 g/L, tandis que des valeurs allant de moins de 20 g/L à 180 g/L ont été enregistrées selon les individus (Gourdon, 2021). Ces variations inter-individuelles soulignent la part importante de la génétique dans la capacité de la mère à concentrer les immunoglobulines dans le colostrum (Morin et al., 2010).

7.2. Age et nombre de lactations

L'âge de la vache et le nombre de lactations constituent des facteurs déterminants de la qualité du colostrum. Les vaches plus âgées produisent généralement un colostrum de meilleure qualité que les vaches plus jeunes (Morin 2001 ; Morill 2012), en raison d'une exposition accrue aux agents pathogènes favorisant le développement d'une immunité plus robuste (Godden 2008), les vaches multipares produisent plus de colostrum avec une plus grande concentration de matière sèche, protéines totales et immunoglobulines (McGrath 2016, Guliński 2006)).

Les niveaux les plus élevés d'immunoglobulines sont observés entre la troisième et la cinquième lactation, tandis que les valeurs les plus faibles concernent les primipares, dont le développement mammaire incomplet limite le transport des immunoglobulines vers la glande mammaire (Quigley 2013). Selon Godden (2008), cette progression avec la parité reflète également une exposition cumulée aux antigènes au fil des lactations.

7.3. Etat sanitaire de mère

L'état sanitaire de la mère constitue un facteur important influençant la qualité du colostrum. Il est généralement admis que les affections de la mamelle, notamment les inflammations mammaires, ainsi que l'acidose chronique et la cétose, peuvent diminuer la concentration des immunoglobulines, altérer la qualité du colostrum produit et exercer un effet négatif sur sa valeur biologique. Les vaches atteintes d'inflammations mammaires produisent un colostrum présentant une plus faible concentration d'inhibiteur de la trypsine, ce qui limite l'absorption des immunoglobulines par le nouveau-né et réduit le taux d'immunoglobulines (Puppel et al. 2019). Des mauvaises conditions sanitaires dans l'étable peuvent également affecter la quantité et la composition du colostrum. Selon Godden (2008), l'état de santé de la vache au cours de la période pré-partum influence directement la qualité immunologique du colostrum et son aptitude à assurer un transfert efficace de l'immunité passive au nouveau-né.

7.4. Période de tarissement et durée de gestation

Scholz et al. (2011), ont constaté que la durée de la période de tarissement influence la concentration d'immunoglobulines (Ig) dans le colostrum. Cela peut avoir un impact significatif sur la quantité et la qualité du colostrum produit. Une période d'environ cinq semaines est recommandée, permettant la régénération des cellules épithéliales sécrétrices et le déroulement optimal de la lactogènes (Scholz et al., 2011).

Durant cette phase, le précolostrum, initialement riche en IgA, s'enrichit progressivement en immunoglobulines. Toute traite prématurée avant le vêlage réduit la concentration en Ig du colostrum. Les vaches bénéficiées d'un tarissement de deux à quatre semaines présentent des teneurs plus élevées en lactose, matières grasses et protéines (Kuczaj et al.,2014). La durée de la gestation peut également influencer la qualité du colostrum. Le colostrum se forme durant les dernières semaines de gestation, période pendant laquelle les variations hormonales, notamment des concentrations d'œstrogènes et de progestérone, jouent un rôle important dans le transport des immunoglobulines vers la glande mammaire (Kritzinger, 2017).

Une gestation prolongée allonge la période de tarissement et favorisant un transport plus durable des IgG vers la mamelle, ce qui conduit à une concentration colostrale plus élevée (Ahmann et al., 2021).

7.5. Alimentation de la mère

Parmi les facteurs connus influençant la production de colostrum et la concentration d'IgG, on retrouve l'alimentation de la mère durant la période pré-partum (Westhoff et al., 2024). Plusieurs études ont montré que certaines supplémentations nutritionnelles peuvent modifier la composition du colostrum et sa teneur en immunoglobulines. Tels que, l'utilisation d'oligoéléments organiques et en vitamines notamment l'acide nicotinique a permis d'augmenter la concentration d'IgG dans certaines études (Formigoni et al., 2011 ; Aragona et al., 2020). La supplémentation en sélénium a augmenté sa concentration dans le colostrum. Les effets des autres compléments alimentaires sur la qualité du colostrum demeurent variables selon les études (Westhoff et al., 2024).

7.6. Saison d'élevage

L'influence de la saison sur la qualité du colostrum varie selon les conditions climatiques. Dans les régions tempérées, la saison de vêlage n'a généralement pas d'effet significatif sur la qualité du colostrum (Morin et al., 2001). Dans les régions soumises à des conditions climatiques extrêmes (fortes chaleurs estivales ou hivers rigoureux), la saison peut réduire la qualité et le volume du colostrum. En été, cette diminution est liée à une baisse de l'ingestion alimentaire et du transfert des immunoglobulines vers la mamelle, tandis qu'en hiver elle est associée aux changements alimentaires, aux conditions d'élevage et à l'augmentation des pathologies (Gulliksen et al., 2008 ; Bernabucci et al., 2013).

Des variations saisonnières de la composition du colostrum ont également été rapportées, les concentrations les plus élevées en lipides étant observées au printemps, celles des protéines en automne et en hiver, et celles du lactose en automne, en hiver et au printemps (Soufleri et al., 2021).

7.7. Conditions de collecte et de conservation du colostrum

Les conditions de collecte et de conservation constituent des facteurs pouvant influencer la qualité du colostrum. Une collecte tardive après la mise bas peut entraîner une diminution de la concentration des immunoglobulines (Moore et al., 2005). La concentration en IgG était plus faible lorsque le colostrum était récolté ≥ 8 h après le vêlage (Quigley et al., 2013).

Des températures élevées lors du stockage ou du réchauffement peuvent provoquer la dénaturation des immunoglobulines et réduire leur activité biologique (Malik et al., 2022). Un stockage inadéquat ou prolongé, notamment à des températures élevées, favorise la prolifération microbienne, peut modifier le pH et altérer la qualité globale du colostrum. A l'inverse, le maintien du colostrum à basse température permet de limiter la croissance bactérienne et de préserver ses propriétés biologiques (Cummins et al., 2017).

1. Echantillonnage

1.1. Origine des échantillons

Cette étude a été réalisée dans la wilaya de Skikda, située au nord-est de l'Algérie, sur le littoral méditerranéen. Cette région se caractérise par une importante vocation agropastorale, notamment dans les domaines de l'élevage bovin laitier et caprin, qui constituent une source essentielle de production de lait et de produits laitiers à l'échelle locale. L'étude a été menée dans plusieurs exploitations agricoles situées dans les communes de Beni Oulbane et d'Oued Bibi, relevant de la wilaya de Skikda. Ces exploitations pratiquent l'élevage bovin et caprin selon des systèmes d'élevage extensifs et semi-intensifs, adaptés aux caractéristiques naturelles de la région ainsi qu'aux ressources fourragères disponibles.

1.2. Conditions climatiques et systèmes d'élevage

La région de Skikda, incluant les communes de Béni Oulbane et Oued Bibi, est caractérisée par un climat méditerranéen sub-humide. Les hivers y sont généralement doux et pluvieux, tandis que les étés sont chauds et secs. Les températures moyennes varient d'environ 13 °C en hiver à 26 °C en été. Les précipitations annuelles atteignent environ 700 à 730 mm (Nomad Season, 2025), favorisant le développement d'une végétation naturelle diversifiée et la disponibilité de ressources fourragères importantes. Les prélèvements de colostrum ont été réalisés entre la fin de l'hiver et le printemps, période caractérisée par une forte disponibilité des ressources alimentaires naturelles et correspondant à une activité de mise bas importante dans les élevages étudiés. Les élevages visités présentent des conditions de conduite similaires, caractérisées par une forte dépendance aux ressources pastorales naturelles.

L'élevage caprin est conduit selon un système traditionnel extensif reposant essentiellement sur le pâturage naturel pendant 6 à 8 heures. Les chèvres exploitent les parcours composés de broussailles, d'arbustes, d'oléastres (*Olea europaea var. sylvestris*), de chênes, d'espèces épineuses et de diverses plantes herbacées spontanées. Une complémentation à base d'orge peut être distribuée occasionnellement en fonction des disponibilités alimentaires et des besoins des animaux.

Les bovins sont élevés selon un système semi-intensif associant alimentation à l'auge et pâturage. Les animaux reçoivent quotidiennement du foin et de l'orge fourragère avant d'être conduits au pâturage pendant une durée de 4 à 6 heures par jour. Ils exploitent les ressources végétales naturelles disponibles, composées notamment d'oléastres, de chênes, de broussailles, de plantes épineuses et d'autres espèces fourragères spontanées. En complément, les bovins reçoivent un aliment concentré granulé de type VLB17, constitué principalement de maïs, de tourteau de soja, d'orge, de son de blé ainsi que d'un prémélange de vitamines et de minéraux, permettant de couvrir leurs besoins nutritionnels et de soutenir leurs performances zootechniques. L'abreuvement des animaux est assuré quotidiennement au moyen d'abreuvoirs alimentés par les ressources en eau disponibles au niveau des exploitations. Les animaux sont maintenus dans des bâtiments d'élevage adaptés aux conditions locales et bénéficient d'un suivi sanitaire régulier assuré par les éleveurs.

2. Matériel biologique

2.1. Effectif des vaches

L'étude a porté sur trois vaches appartenant à des races locale et améliorée, âgées de 1 an et 7 mois à 12 ans et présentant un nombre de vêlages compris entre 1 et 9. Les animaux étaient cliniquement sains au moment du prélèvement. Les échantillons de colostrum ont été collectés entre le deuxième et le troisième jour suivant le vêlage. Un échantillon a été prélevé chez chaque animal, soit un total de trois échantillons de colostrum bovin.

Tableau 02 : Caractéristiques des bovins utilisées pour la collecte du colostrum

Vache	**Race**	**Age**	**Nombre de vêlages**	**Région**
Bovin 1	Locale	12 ans	9	Oued Bibi
Bovin 2	Locale	1 an et 7 mois	1	Oued Bibi
Bovin 3	Améliorée	7 ans	5	Béni Oulbane

2.2. Effectif des chèvres

L'étude a concerné trois chèvres de race locale, âgées de 2 à 7 ans et présentant un rang de mise bas compris entre 1 et 6. Les animaux étaient cliniquement sains au moment du prélèvement. Les échantillons de colostrum ont été collectés au cours des trois premiers jours suivant la mise bas. Au total, trois échantillons de colostrum caprin ont été prélevés et utilisés pour les différentes analyses physicochimiques.

Tableau 03 : Caractéristiques des chèvres utilisées pour la collecte du colostrum.

Caprin	**Race**	**Age**	**Nombre de vêlage**	**Région**
Caprin 1	Locale	3 ans	2	Oued bibi
Caprin 2	Locale	6 ans	6	Béni Oulbane
Caprin 3	Locale	2 ans	1	Béni Oulbane

2.3. Critères de sélection des bovins et des caprins

La sélection des bovins et des caprins a été réalisée selon plusieurs critères. Les animaux retenus étaient des femelles ayant récemment mis bas et présentant une production suffisante de colostrum au moment du prélèvement. Ils étaient cliniquement sains et ne présentaient aucun signe apparent de maladie. Aucun traitement médicamenteux susceptible d'influencer la composition du colostrum n'avait été administrée aux animaux durant la période de prélèvement. Les animaux provenaient des exploitations retenues pour l'étude, situées dans les communes de Béni Oulbane et d'Oued Bibi (wilaya de Skikda). La disponibilité des animaux ainsi que l'accord des éleveurs pour la réalisation des prélèvements ont également été pris en considération. Enfin, des animaux présentant différents âges et rangs de mise bas ont été sélectionnés afin d'obtenir des échantillons représentatifs de la population étudiée.

2.4. Collecte des échantillons

Les échantillons de colostrum bovin et caprin ont été collectés dans les 6 heures suivant la parturition, avant toute mise à la tétée du nouveau-né. Cette contrainte temporelle est essentielle afin d'obtenir un colostrum de première traite, représentatif de sa composition native. La mamelle a été préalablement nettoyée à l'eau et les premiers jets écartés. La traite a ensuite été effectuée manuellement, par pression rythmée et douce sur chaque trayon.

Le colostrum recueilli a été transféré immédiatement dans des flacons en plastique stériles, individuels et étiquetés le jour du prélèvement, Le volume de colostrum collecté variait approximativement entre 0,5 et 1,5 L selon la disponibilité de l'échantillon et les besoins analytiques.

2.5. Conservation et transport

Dès la fin du prélèvement, les flacons contenant les échantillons de colostrum ont été acheminés directement vers un congélateur, hermétiquement fermés et correctement identifiés. Les échantillons ont été conservés à -20°C jusqu'au moment de leur transport au laboratoire pour analyse. Avant chaque série d'analyses, ils ont été décongelés à température ambiante afin d'assurer leur homogénéité. Cette méthode de conservation est couramment adoptée dans les études portant sur la composition du colostrum, car elle permet de maintenir la stabilité des constituants physicochimiques sans altération notable (Kehoe et al., 2007).



Figure 04 : Échantillons de colostrum bovin et caprin collectés.

3. Analyses physicochimiques

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées au niveau de trois laboratoires :

- Le laboratoire du Département des Sciences Agronomiques de l'Université du 20 Août 1955 de Skikda ;
- Le Laboratoire Annexe de Contrôle de la Qualité et de la Répression des Fraudes (CACQE) de la wilaya de Skikda ;
- Le laboratoire de la laiterie SAHLAIT, Skikda.

3.1. Détermination du pH

Le pH (potentiel Hydrogène) est la mesure de la concentration en ions H^+ contenus dans une solution, Il est déterminé par la méthode potentiométrique à l'aide d'un pH mètre : appareil qui mesure la différence potentiométrique entre deux électrodes à température de 20°C. La mesure du pH dans le colostrum, renseigne sur la quantité de l'acide lactique produite par l'activité microbienne. Plus il y a d'acide lactique, plus l'acidité est élevée. (Kahil ,2024).

Le principe repose sur la mesure de l'activité des ions H^+ contenus dans le colostrum à l'aide d'un pH mètre. Les mesures sont précédées d'une étape d'étalonnage qui consiste un ajustement de la lecture du pH à l'aide d'une solution de pH connue (solution étalon). La mesure du pH est réalisée à une température ambiante à l'aide d'une électrode plongée dans un bécher contenant 50 ml du colostrum. La valeur de pH est lue directement sur l'appareil (Sboui et al. 2009).



Figure 05 : Détermination de pH de colostrum bovin et caprin par pH mètre.

3.2. Détermination de l'acidité

L'acidité titrable correspond à la quantité totale d'acides présents dans le colostrum, notamment l'acide lactique. Elle est déterminée par titrage à l'aide d'une solution alcaline, tels que l'hydroxyde de sodium (NAOH 0.11 N) et est généralement exprimée en degré Dornic (°D). L'acide lactique est principalement produit par l'activité des bactéries lactiques, ce qui entraîne une augmentation de l'acidité du colostrum. (FAO, 1999 ; FAO/WHO, 2000). Ce paramètre constitue un indicateur important de la qualité et de la stabilité du colostrum.

La détermination de l'acidité se base sur le titrage de l'hydroxyde de sodium (NaOH) en présence de phénolphtaléine comme un indicateur de coloré (Ministère du commerce 2015). Cette manipulation a pour but de déterminer par titrage la concentration molaire en ion $H^3O^{+'}$ dans l'échantillon de colostrum.

Les résultats sont exprimés en degré Dornic en appliquant la formule suivante :

Acidité (D°)= V.10



Figure 06 : Détermination de l'acidité titrable du colostrum.

3.3. Dosage de la matière grasse

La teneur en matière grasse est déterminée selon la méthode de Gerber, l'une des méthodes les plus anciennes et les plus largement utilisées pour l'analyse du lait et des produits laitiers. Il s'agit d'une méthode volumétrique acido-butyrométrie permettant de mesurer la teneur en matière grasse par sa séparation dans un milieu acide. Le résultat est exprimé en pourcentage (%) de matière grasse (ISO, 2018).

Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution de la matière grasse à doser par l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool isoamylique, la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux (Pereira et al., 2001).

La teneur en matière grasse de colostrum est égale à :

$$B - A$$

Où

A : est la lecture faite à l'extrémité inférieure de la colonne de matière grasse

B : est la lecture faite à l'extrémité supérieure de la colonne de matière grasse.

La teneur en matière grasse est exprimée en gramme pour 100g de colostrum.



(a) (b) (c)

Figure 07 : Dosage de la matière grasse de colostrum.

(a) butyromètre, **(b)** centrifugeuse GERBER, **(c)** échantillon de colostrum après centrifugation

3.4. Détermination de la matière sèche

La matière sèche (MS) représente la fraction massique de l'ensemble des constituants du colostrum autres que l'eau après élimination de celle-ci dans des conditions de séchage spécifiées (Ministère du Commerce, 2013). Elle comprend notamment les protéines, les matières grasses, le lactose, les minéraux et les vitamines. La teneur en matière sèche constitue un indicateur important de la valeur nutritionnelle et de la qualité du colostrum (Walstra et al., 2006).

La détermination de la matière sèche du colostrum repose sur une méthode gravimétrique consistant à éliminer l'eau contenue dans l'échantillon par séchage à une température définie à l'étuve $102 \pm 2°C$ jusqu'à l'obtention d'une masse constante. La teneur en matière sèche est calculée en pourcentage (%) à partir de la masse du résidu sec obtenu après évaporation de l'eau (JORA, 2013).

$$\text{Matière sèche (\%)} = \frac{M2-M0}{M1-M0} \times 100$$

M_0 : masse de la capsule vide et sèche (g).

M_1 : masse de la capsule contenant l'échantillon avant séchage (g).

M_2 : masse de la capsule contenant le résidu sec après séchage à masse constante (g).

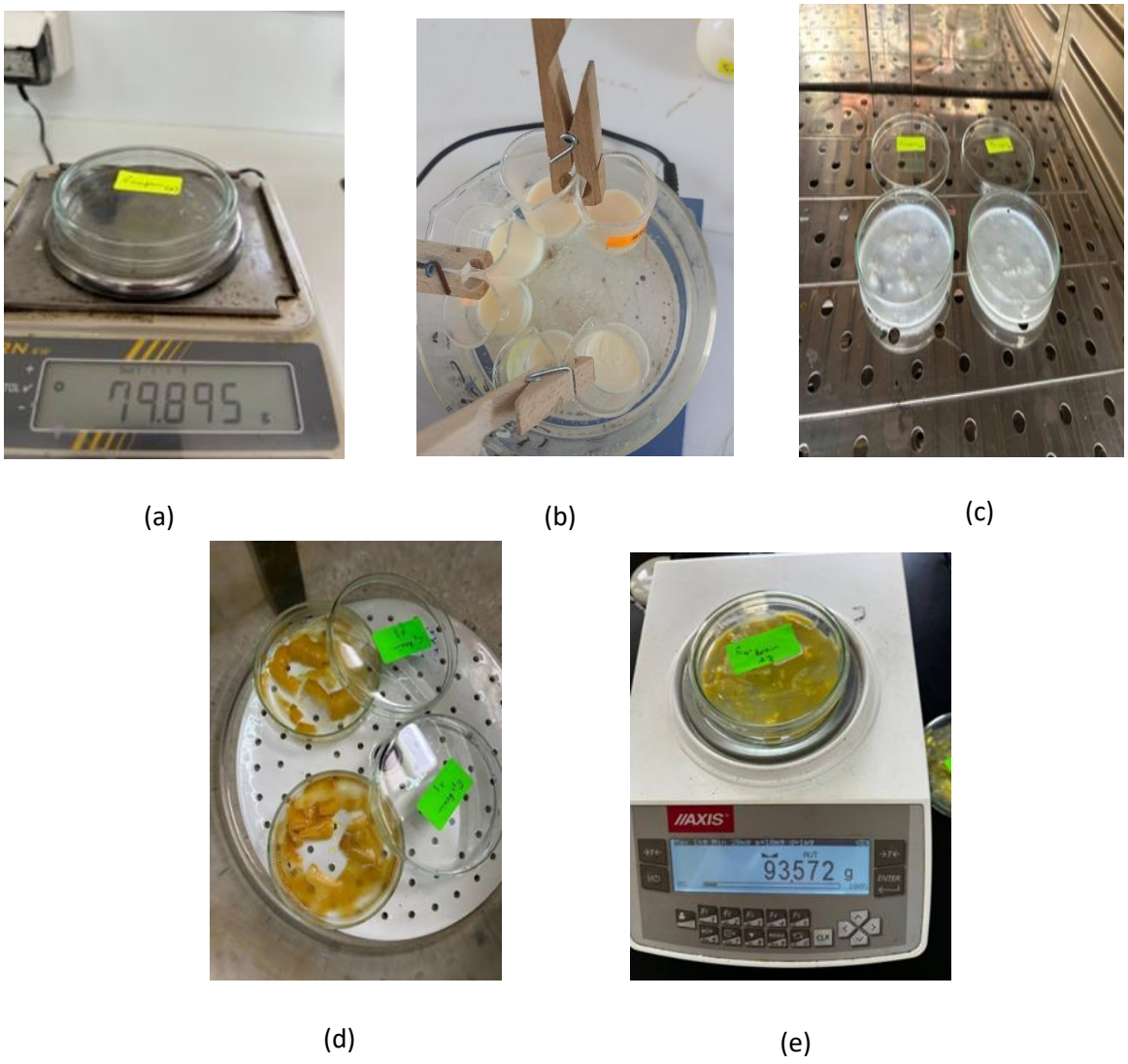


Figure 08 : Détermination de la matière sèche.

(a) Capsule vide, **(b)** Chauffage au bain marie, **(c)** Séchage des échantillons dans l'étuve ,**(d)** Refroidissement des capsules dans le dessiccateur **(e)** Pesée de la capsule après séchage

3.5. Détermination de la densité

La densité du colostrum correspond au rapport entre la masse volumique du colostrum et celle de l'eau à une température donnée, généralement à 20 °C. Elle constitue un paramètre physicochimique important pour l'évaluation de la qualité du colostrum. Cette masse résulte des différentes densités de ses constituants tels que l'eau, la matière grasse, les protéines, les sucres et les autres matières sèches. Étant donné que la proportion de ces constituants varie, la densité du colostrum est également variable. La matière grasse, la matière sèche dégraissée ainsi que le degré d'hydratation des protéines influencent particulièrement cette propriété physicochimique (Mousselmal & Hadj Smail, 2024 ; Bensalah. .2010).

La densité d'un liquide est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné du liquide considéré et la masse du même volume d'eau. Comme la masse volumique de l'eau à 4°C est pratiquement égale à 1000 Kg.m (Pointurier, 2003).

3.6. Dosage des protéines

La teneur en protéines a été utilisée comme paramètre d'évaluation de la qualité du colostrum. La méthode de Bradford est couramment utilisée pour la détermination des protéines. Il s'agit d'une méthode spectrophotométrique rapide, sensible et largement utilisée pour la quantification des protéines totales dans des échantillons biologiques tels que le colostrum. (Bio-Rad ; Hueso et al., 2022).

Le dosage des protéines du colostrum a été réalisé selon la méthode de Bradford. Cette méthode repose sur la fixation du bleu de Coomassie aux protéines en milieu acide, permettant une mesure spectrophotométrique à 595 nm. L'absorbance mesurée à 595 nm est directement proportionnelle à la concentration en protéines présentes dans l'échantillon. La quantification est réalisée par interpolation à partir d'une courbe d'étalonnage établie avec des concentrations connues d'albumine sérique bovine (BSA) (Chenguel, 2016 ; Merine et al, 2020).



(a) (b) (c)

Figure 09 : Dosage des protéines de colostrum par la méthode de Bradford.
(a) Solution mère de BSA, **(b)** Echantillons préparés**, (c)** Spectrophotomètre.

4. Préparation du fromage frais obtenu à partir de colostrum bovin et caprin

Le fromage frais a été fabriqué à partir de colostrum bovin ou caprin. Le colostrum a été chauffé jusqu'à la formation du caillé. Celui-ci a été ensuite séparé du petit-lait, puis salé à raison d'environ une cuillère à soupe de sel par litre de colostrum (Figure 7). Le fromage obtenu a été ensuite conditionné dans des pots en plastique, puis conservé au réfrigérateur afin de préserver sa qualité.

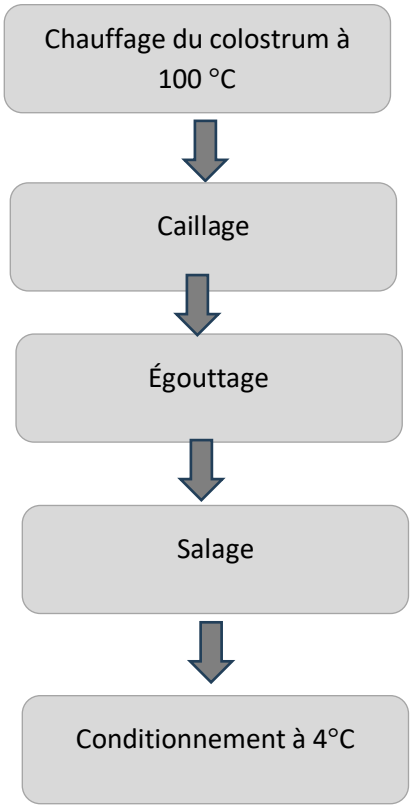


Figure 10 : Préparation du fromage frais obtenu à partir du colostrum bovin et caprin.

5. Analyses physicochimiques du fromage frais obtenu à partir de colostrum bovin et caprin

5.1. Détermination de pH

Le pH est mesuré à l'aide d'un pH-mètre. Avant chaque mesure, l'électrode du pH-mètre est nettoyée avec de l'eau distillée et séchée avec une serviette en papier. Un contrôle sur la fiabilité du pH-mètre est effectué avant chaque mesure, par étalonnage de l'appareil à l'aide d'une solution tampon de pH connu (7,00). Ensuite la mesure est faite par immersion du bout de l'électrode dans le lait. La valeur du pH s'affiche immédiatement sur l'écran (Birali et al, 2019).



Figure11 : Détermination du pH du fromage.

5.2. Détermination de l'acidité

L'acidité titrable est déterminée par neutralisation des acides présents dans le fromage à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium (NaOH 0,1 N) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré (AOAC,2016).

Les résultats sont exprimés en (%) d'acide lactique en appliquant la formule suivante :

$$\text{Acidité (\% d'acide lactique)} = \frac{V \times N \times 0{,}09}{m} \times 100$$

V=volume de NaOH utilisé (ml)

N=normalité de NaOH (0,1 N)

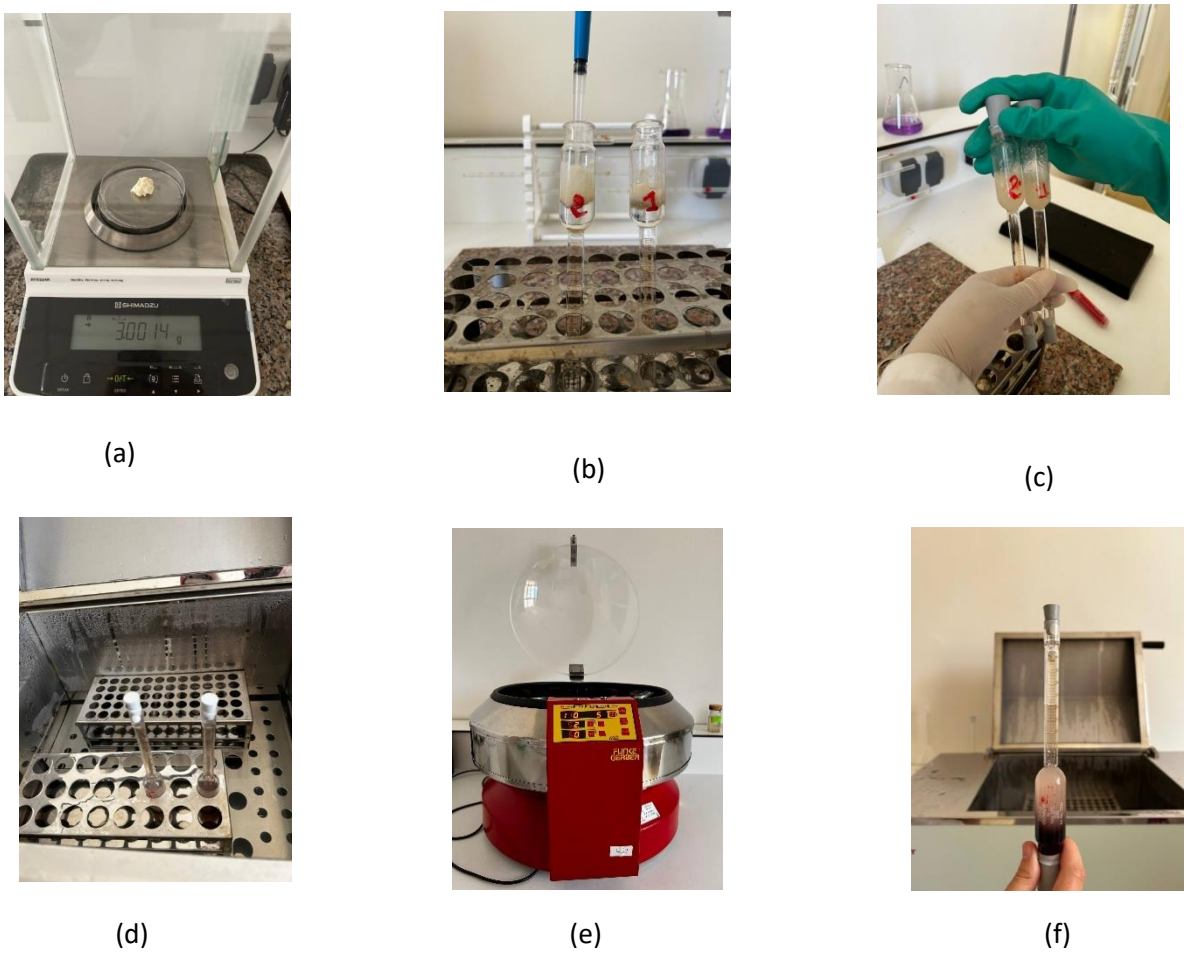
m= masse de l'échantillon (5 g)

0,09 : équivalent en grammes d'acide lactique neutralisé par 1 ml de NaOH 1 N.

5.3. Dosage de la matière grasse

La teneur en matière grasse du fromage frais à base de colostrum est déterminée selon la méthode de Van Gulik, est une méthode acido-butyrométrie conventionnelle utilisée pour la détermination de la teneur en matière grasse des fromages. Elle permet d'exprimer la teneur en matière grasse en grammes pour 100 g de fromage et est largement utilisée pour le contrôle de la qualité des produits fromagers.

L'échantillon de fromage est traité par l'acide sulfurique concentré afin de dissoudre les matières protéiques et libérer la matière grasse. Après addition d'alcool iso amylique et centrifugation, la matière grasse se sépare dans la partie graduée du butyromètre où elle est lue directement en pourcentage. (JORA,2014).



(a) (b) (c)

(d) (e) (f)

Figure 12 : Détermination de la teneur en matière grasse de fromage frais.

(a) Pesée des échantillons, **(b)** Ajout de l'acide sulfurique, **(c)** Agitation ,**(d)** Chauffage au bain marie, (**e)** Centrifugation ;**(f)** Lecture

5.4. Détermination de la teneur en matière sèche

La teneur en matière sèche du fromage a été déterminée selon la méthode officielle décrite dans le Journal Officiel de la République Algérienne (2014), inspirée de la norme ISO 5534. Cette méthode est basée sur le séchage d'une prise d'essai pesée et mélangée à du sable, par chauffage dans une étuve réglée à 102 ± 2°C. La perte de masse observée après séchage correspond à la teneur en eau, tandis que le résidu obtenu représente la matière sèche totale du fromage.

Le calcul de la teneur totale en matière sèche de l'échantillon pour essai, wt, exprimée en pourcentage de la masse, à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{Wt (\%)} = \frac{(m2-m0)-(m3-m4)}{m1-m2} \times 100$$

Où :

m0 : est la masse, en grammes, de la capsule préparée

m1: est la masse, en grammes, de la prise d'essai et de la capsule avant dessiccation

m2 : est la masse, en grammes, de la prise d'essai et de la capsule après dessiccation

m3 : est la masse, en grammes, de la capsule utilisée pour l'essai à blanc, pour le même temps de dessiccation que m2

m4 : est la masse, en grammes, de la capsule préparée utilisée pour l'essai à blanc.



(a) (b) (c)

Figure 13 : Détermination de la teneur en matière sèche de fromage.

(a) Pesée des échantillons, **(b)** Chauffage du sable, **(c)** Mélange du sable et fromage

5.5. Dosage des protéines

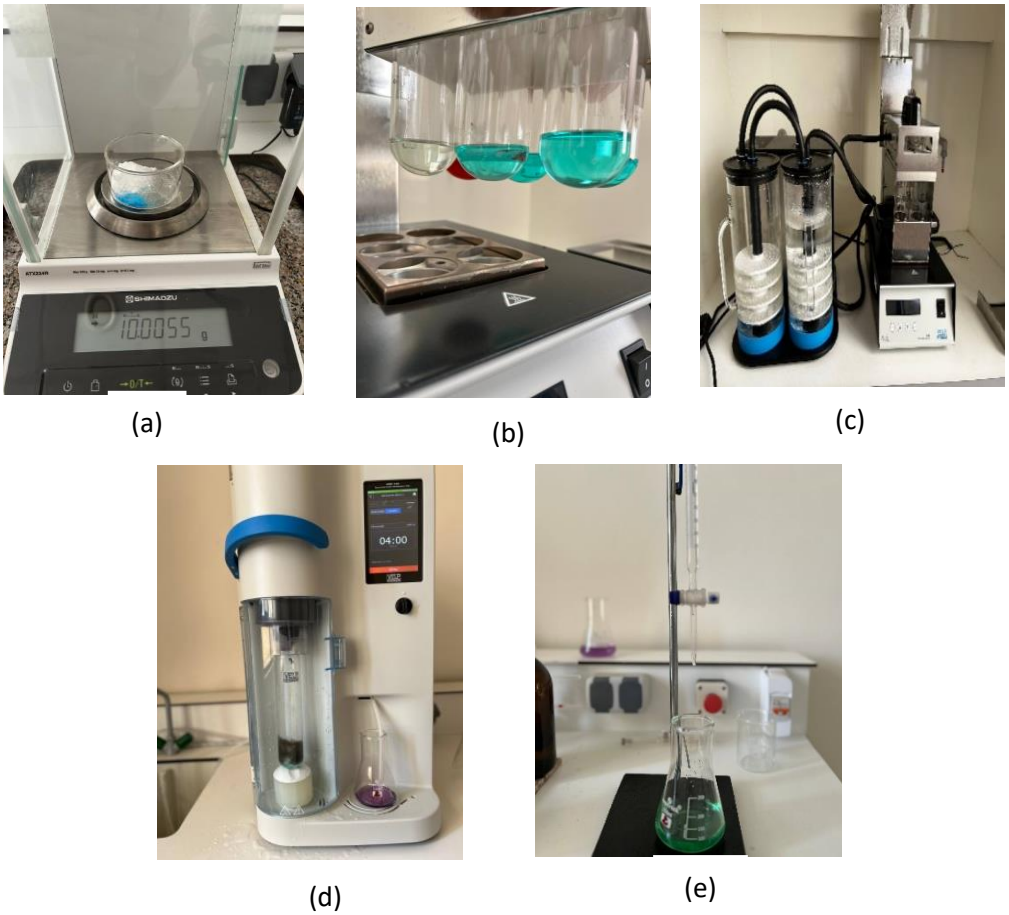
La teneur en protéines de fromage frais est déterminée selon la méthode Kjeldahl, est une technique d'analyse chimique développée au XIXe siècle par le chimiste danois Johan Kjeldahl (PELAY, 2022). Puisque les protéines sont composées d'acides aminés contenant de l'azote, la quantité d'azote mesurée permet de déterminer avec précision la teneur en protéines de l'aliment. La méthode comprend trois étapes principales : la minéralisation, la distillation et le titrage (AOAC, 2005). Cette méthode est applicable aux différents types de fromages (ISO, 2014). La méthode consiste à transformer l'azote organique des protéines en sulfate d'ammonium par minéralisation avec l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur. Après alcalinisation, l'ammoniac libéré est distillé puis dosé par titrage. La teneur en protéines est calculée à partir de la teneur en azote total (ISO, 2014 ; JORADP, 2014).

Calcul des protéines par :

$$\text{Protéines (\%)} = \text{N(\%)} \times 6{,}38$$

N : normalité de l'acide

6,38 : facteur utilisé pour les produits laiteirs



(a) (b) (c)

(d) (e)

Figure 14 : Dosage des protéines du fromage par la méthode de Kjeldahl.

(a) Pesée des catalyseurs, **(b)** Mélange avant minéralisation, **(c)** Minéralisation ,**(d)** Appareil de Kjeldahl, **(e)** Titrage.

6. Evaluation sensorielle

L'évaluation a été faite au niveau de laboratoire de Département des Sciences Agronomiques.

6.1. Evaluation sensorielle de colostrum caprin et bovin

Le colostrum est chauffé dans une casserole jusqu'à ébullition (Figure 8), moment où il commence à cailler. La partie supérieure caillée est ensuite recueillie et placée dans des récipients en plastique après refroidissement.



Figure 15 : Chauffage du colostrum.

L'analyse sensorielle des aliments est une technique qui vise à déterminer leurs propriétés sensorielles, c'est-à-dire leur effet stimulant sur différents récepteurs sensoriels du cerveau avant et pendant leur consommation, et à étudier les préférences ou les aversions des consommateurs (Depleted ,2009). Le test a été réalisé selon la procédure décrite par Sitchick et al. (2016). Un échantillon aléatoire de 30 personnes a été sélectionné : 91 % avaient moins de 30 ans et 9 % avaient entre 30 et 45 ans. Il s'agissait d'étudiants et de professeurs de l'Université du 20 août 1955, hommes et femmes confondus. Le test d'évaluation sensorielle consistait à demander aux participants d'évaluer du colostrum bovin et caprin et de choisir leur préféré. Quatre caractéristiques spécifiques (goût, texture, arôme et couleur) ont été évaluées sur une échelle de 1 (très mauvaise) à 5 (très bon). Après l'évaluation, les participants ont attribué une note finale de 0 à 10 indiquant leur type de colostrum préféré. Le colostrum a ensuite été placé dans des gobelets en plastique numérotés (294 pour le colostrum de bovin et 745 pour le colostrum de caprin).

6.2. Evaluation sensorielle de fromage frais

L'analyse sensorielle est un outil essentiel pour comprendre le fromage frais traditionnel. Sa précision permet aux chercheurs de réaliser des observations précieuses grâce à une approche multidisciplinaire qui explore les cinq sens : la vue, l'odorat, le goût, le toucher et l'ouïe. Selon Rodot et Lefranc (2005), l'analyse sensorielle est cruciale pour les professionnels de l'industrie agroalimentaire. Cette technique vise à répondre aux besoins des consommateurs tout en minimisant les pertes pour les fabricants et les distributeurs. À cette fin, des tests sont menés sur le fromage frais à base de colostrum de vache et de chèvre (Figure 16).



Figure 16 : Pots étiqueté de fromage frais.

Le test a été réalisé selon la procedure decrite par Sitchik et al. (2016). Un échantillon aléatoire de 30 participants a été sélectionné : 91 % avaient moins de 30 ans et 9 % avaient entre 30 et 45 ans. Il s'agissait d'étudiants et de professeurs, hommes et femmes, de l'Université d'août 1955. Le test d'évaluation sensorielle consistait à demander aux participants d'évaluer différents types de fromages frais et de désigner le meilleur sur une échelle de 1 (très mauvais) à 5 (très bon) selon quatre caractéristiques spécifiques (goût, texture, arôme et couleur). Chaque caractéristique était spécifiée pour les fromages de chèvre et de vache sélectionnés. Après l'évaluation, les participants attribuaient une note finale de 0 à 10, indiquant leur fromage préféré. Un fromage était considéré comme acceptable (en termes de goût) si au moins 50 % des participants lui attribuaient une note de 6 ou plus (c'est-à-dire qu'ils l'appréciaient légèrement) (Fernanda et al. 2012 ; Silva et al, 2011).

Le fromage fraîchement préparé a ensuite été placé dans des gobelets en plastique numérotés (294 pour le fromage au lait de vache et 745 pour le fromage au lait de chèvre).

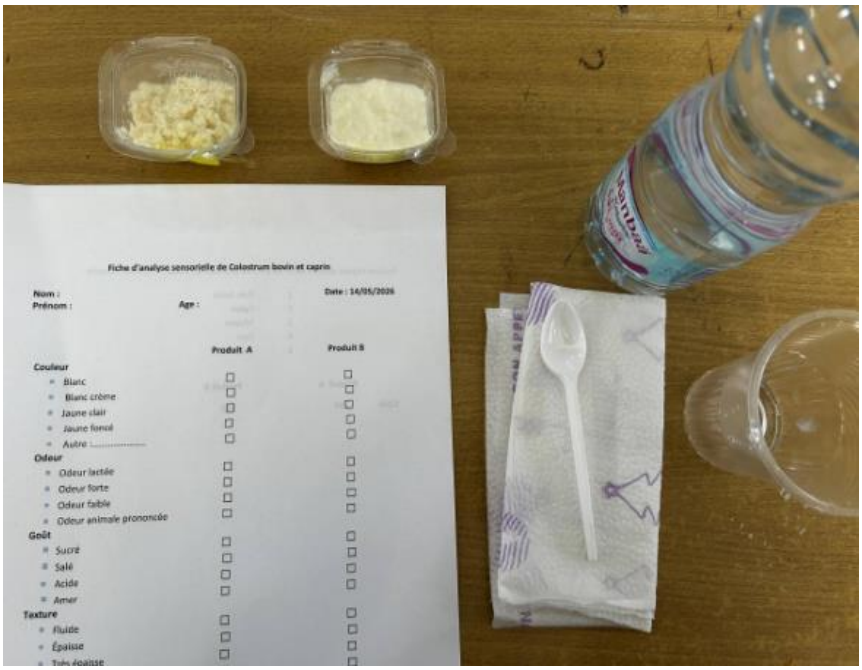


Figure 17 : Poste de dégustation du fromage frais.

7. Traitement statistique des données

Les moyennes et les écarts types ont été calculés à l'aide du logiciel Microsoft Excel 2013. Les données issues des analyses physico-chimiques et d'analyse sensorielle ont été soumises à une analyse de la variance (ANOVA) à un facteur. Le test non paramétrique de Wilcoxon au seuil de signification statistique 5% a été aussi utilisé pour traiter les résultats d'analyse sensorielle. Les données ont été traitées grâce au logiciel XLSTAT 2026

1. Résultats d'analyses physico-chimiques du colostrum bovin et caprin

1.1. pH

L'analyse statistique du colostrum bovin et caprin a révélé une différence significative entre les échantillons de colostrum bovin et caprin ($p < 0,05$), indiquant une variabilité importante des valeurs du pH (Figure 18). Chez le colostrum bovin, les valeurs de pH obtenues varient de 5,96 à 6,28. L'échantillon B2 présente le pH le plus faible, tandis que l'échantillon B3 enregistre la valeur la plus élevée. En revanche, le colostrum caprin présente des valeurs comprises entre 6,01 et 6,39, le pH maximal étant observé pour l'échantillon C1 et le pH minimal pour l'échantillon C3. Dans l'ensemble, les résultats obtenus sont conformes aux données rapportées dans la littérature.

Selon Tsioulpas et al. (2007), le pH du colostrum bovin est généralement compris entre 6,0 et 6,4, tandis que Sánchez-Macías et al. (2014) rapportent des valeurs variant de 6,2 à 6,4 pour le colostrum caprin. Dans la présente étude, les échantillons B1 et B3, ainsi que l'échantillon C1, présentent des valeurs de pH comprises dans ces intervalles de référence. En revanche, les échantillons B2, C2 et C3 affichent des valeurs légèrement inférieures, tout en demeurant proches des limites physiologiques décrites dans la littérature. Cette variabilité peut être attribuée à plusieurs facteurs, notamment l'espèce animale, le délai entre la mise bas et le prélèvement du colostrum, sa composition en protéines, immunoglobulines et minéraux, ainsi que les conditions de conservation des échantillons. Une diminution du pH est généralement associée à la fermentation du lactose par les micro-organismes, entraînant la production d'acide lactique. Les résultats de notre étude sont comparables à ceux rapportés par Guitoun et Kina (2013), qui ont observé une diminution du pH du colostrum bovin et caprin de 6,18 à 4,84 après conservation à température ambiante. Cette diminution a été attribuée à l'acidification progressive provoquée par l'activité microbienne au cours du stockage. Dans notre étude, les valeurs de pH sont restées proches des normes de référence, ce qui suggère que les échantillons ont été prélevés et conservés dans des conditions permettant de préserver leurs caractéristiques physicochimiques.

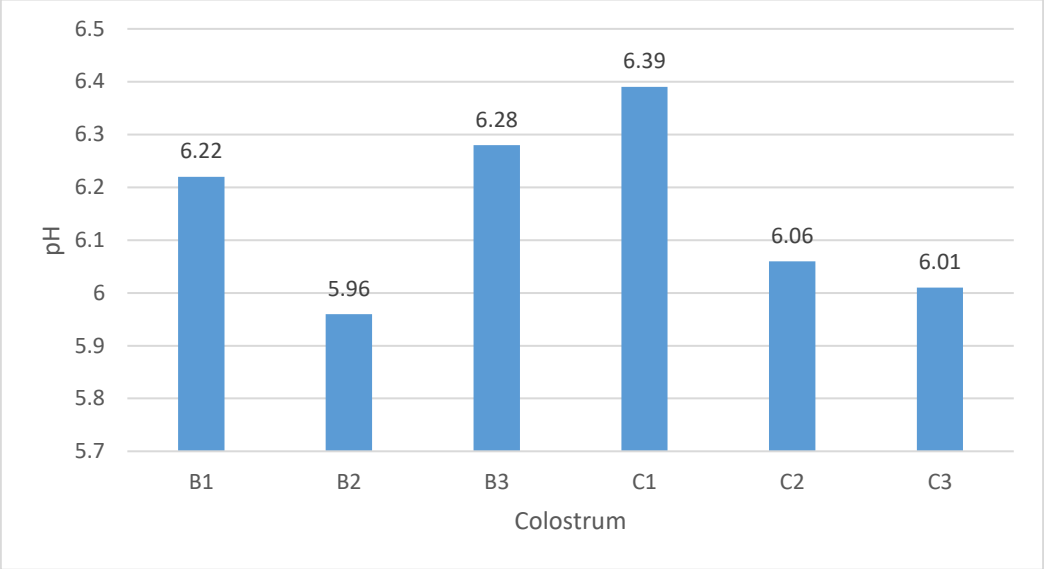


Figure 18 : pH du colostrum bovin et caprin.

1.2. Acidité titrable

L'analyse statistique a révélé une différence significative entre les échantillons de colostrum bovin et caprin ($p < 0,05$), indiquant une variabilité importante de l'acidité titrable. Chez le colostrum bovin, les valeurs obtenues varient de 28 ±1.41 à 36 ± 1.41 °D, avec une acidité modérée et relativement homogène entre les échantillons, l'échantillon B2 présentant la valeur la plus élevée. En revanche, le colostrum caprin présente une plus grande variabilité (25±1.41 à 70±1.41 °D), l'échantillon C1 affichant l'acidité la plus faible, tandis que C3 présente une acidité exceptionnellement élevée 70 °D (Figure 19). Cette variabilité peut être attribuée à la composition particulière du colostrum, caractérisée par une forte teneur en protéines, en immunoglobulines et en sels minéraux, mais également aux conditions de conservation des échantillons. En effet, l'augmentation de l'acidité titrable est principalement liée à la production d'acide lactique par les micro-organismes qui fermentent le lactose présent dans le colostrum, phénomène favorisé par une durée de stockage prolongée ou des conditions de conservation inadéquates (Cruz et al., 2021). Les résultats obtenus sont en accord avec ceux rapportés par Bouldjedri et Lakroum (2022), qui ont observé une acidité de 27 °D pour un colostrum bovin frais et de 62 °D pour un colostrum conservé plusieurs jours, confirmant l'effet du stockage sur l'augmentation de l'acidité. De même, Guitoun et Kina (2013) et Kahil (2024) ont rapporté une grande variabilité des valeurs d'acidité, attribuée notamment aux différences d'alimentation des animaux, aux conditions environnementales et à la durée de conservation.

Ces auteurs ont également montré que le colostrum devient progressivement plus acide au cours du stockage en raison de l'accumulation d'acide lactique produit par la flore microbienne indigène. Concernant le colostrum caprin, les résultats obtenus sont proches de ceux rapportés par González-Navarro et al. (2022), qui ont enregistré une acidité titrable moyenne de 41,40 ± 5,22 °D. Toutefois, la valeur de 70 °D observée pour l'échantillon C3 est nettement supérieure à cette moyenne, ce qui pourrait traduire soit une concentration particulièrement élevée en constituants du colostrum, soit une acidification plus importante liée aux conditions de conservation avant l'analyse.

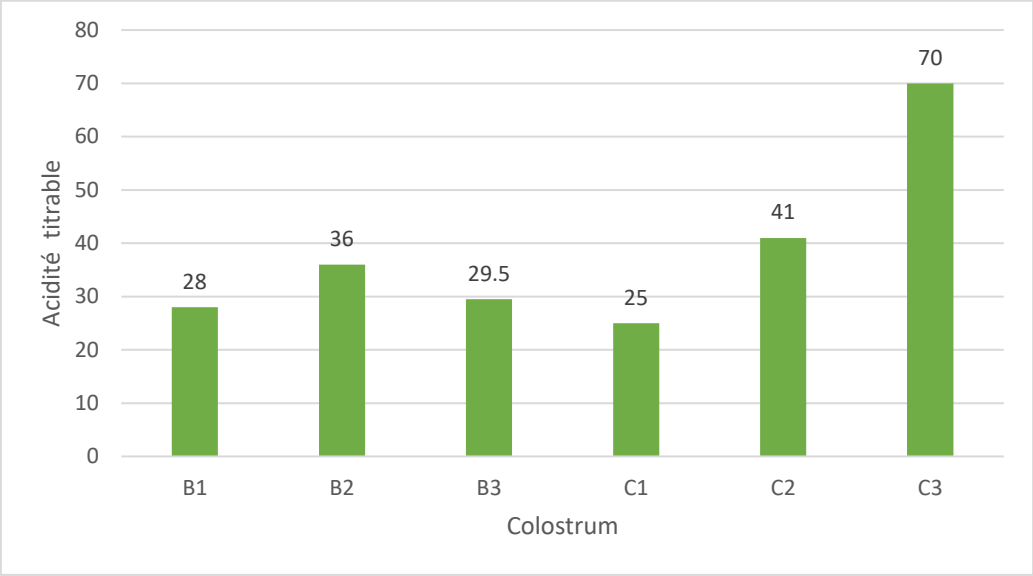


Figure 19 : Acidité titrable du colostrum bovin et caprin.

1.3. Densité

L'analyse statistique a révélé une différence significative entre les échantillons de colostrum bovin et caprin ($p < 0,05$), indiquant une variation de densité (Figure 20). La densité du colostrum bovin variait de 1,2312 ± 1,23 à 1,0959 ± 1,09, l'échantillon B1 présentant la valeur la plus élevée et l'échantillon B3 la plus faible. En revanche, le colostrum caprin a montré une plus grande variation, sa densité diminuant de 1,1342 ± 1,13 à 1,0017 ± 1,00, l'échantillon C1 présentant la valeur la plus élevée et l'échantillon C3 la plus faible. Cette variation des résultats est attribuée à des modifications chimiques du colostrum bovin et caprin, telles qu'une diminution de la teneur en matières sèches (protéines et lipides), ou à l'alimentation des animaux. De plus, la température de stockage du colostrum influe également sur sa densité.

Selon Saidane et al., (2023) ont montré que la densité varie en fonction de la quantité de matière sèche, de matière grasse et de l'élévation de la température et des disponibilités alimentaires. Nos résultats concordent avec ceux de Moussamal et Al-Hajj 2024, qui ont observé une diminution de la densité du colostrum après le vêlage. Ceci confirme que la densité est influencée, en post-partum, par le nombre de jours écoulés. Selon Argüello et al. (2006), la densité tend à diminuer durant les premiers jours suivant le vêlage. Ces chercheurs ont également constaté que la densité du colostrum n'est pas affectée par la taille du veau ni par la fréquence des lactations.

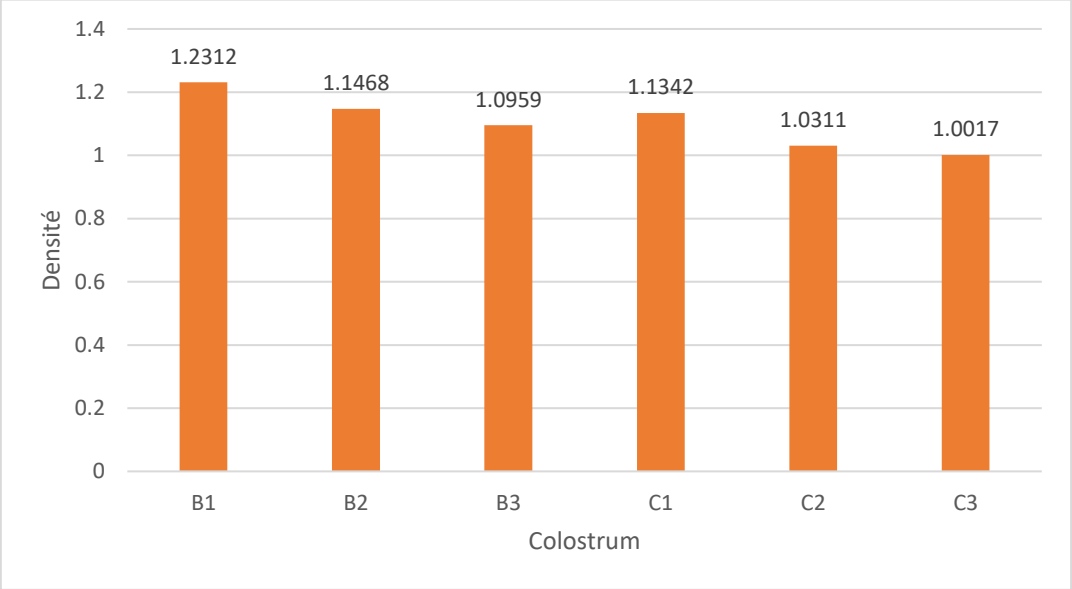


Figure 20 : Densité du colostrum bovin et caprin.

1.4. Teneurs en protéines

Les résultats obtenus montrent que la teneur en protéines du colostrum varie selon l'espèce animale. L'analyse statistique a révélé une différence significative entre tous les échantillons analysés de colostrum bovin et caprin ($p < 0,05$), les teneurs en protéines du colostrum caprin étant significativement plus élevées que celles du colostrum bovin (Figure 21).

Les échantillons de colostrum bovin présentent des teneurs en protéines comprises entre 84,6 et 128,7 g/l. Ces valeurs sont inférieures à celles rapportées par Hue et al. (2021), qui ont déterminé la teneur en protéines totales du colostrum bovin par la méthode de Bradford et ont obtenu une concentration moyenne de 170,8 ± 16,0 g/l dans le colostrum individuel prélevé lors de la première traite après le vêlage.

Les auteurs ont également montré que cette teneur diminue rapidement au cours des jours suivant la mise bas, atteignant 51,2 g/l au premier jour puis 34,4 g/l au deuxième et troisième jour de lactation. Les différences observées peuvent s'expliquer par le moment du prélèvement du colostrum, ainsi que les conditions d'élevage. Les valeurs obtenues restent supérieures à la teneur moyenne d'environ 71 g/l rapportée dans la littérature par Kazimierska et Kalinowska-Lis (2021).

Les échantillons de colostrum caprin présentent des teneurs en protéines comprises entre 165,4 et 187,5 g/l. Ces valeurs sont comparables à celles rapportées par Rudovsky et al. (2008), qui ont trouvé une concentration moyenne de 148,4 ± 28,9 g/l, confirmant la richesse protéique du colostrum caprin. Elles sont toutefois supérieures aux concentrations rapportées par Keba et al. (2020), comprises entre 110 et 130 g/l. Les variations observées entre les échantillons d'une même espèce peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, notamment le moment de la collecte après la mise bas, le rang de lactation, l'alimentation, l'état sanitaire des animaux ainsi que les variations individuelles, tous connus pour influencer la composition protéique du colostrum (Godden, 2008 ; Kehoe et al., 2007).

Globalement, les échantillons de colostrum caprin présentent une teneur en protéines supérieure à celle des échantillons de colostrum bovin. Cette richesse protéique s’explique notamment par une concentration plus élevée en protéines du lactosérum et en immunoglobulines, lesquelles jouent un rôle essentiel dans l’apport nutritionnel et le transfert de l’immunité passive au nouveau-né au cours des premières heures de vie (Park et al., 2007 ; Stelwagen et al., 2009).

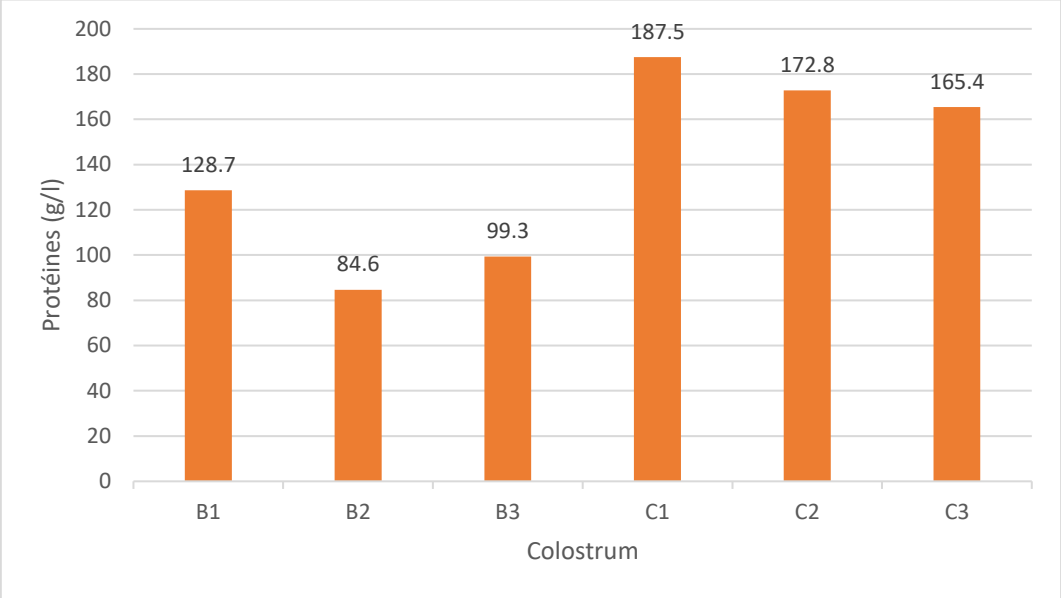


Figure 21 : Teneurs en protéines du colostrum bovin et caprin.

1.5. Teneurs en matière grasse

Les échantillons de colostrum bovin présentent des teneurs en matières grasses comprises entre 1,5 et 4,4 g/100 g (Figure 22). Ces valeurs sont inférieures à celle rapportée dans la littérature par Kazimierska et Kalinowska-Lis (2021), qui ont observé une teneur moyenne de 5,1 g/100 g dans le colostrum bovin. Toutefois, les échantillons B1 et B2 demeurent relativement proches de cette valeur, contrairement à l'échantillon B3 qui présente une teneur en matière grasse très faible. Concernant le colostrum caprin, les teneurs en matières grasses obtenues variaient de 7 à 8 g/100 g. Ces résultats sont proches des valeurs rapportées par González-Navarro et al. (2022), qui ont observé une teneur moyenne de 7,80 g/100 g, ainsi que de celle rapportée par Pecka-Kiełb et al. (2018), estimée à 7,7 g/100 g. Les différences observées entre les espèces pourraient être liées à plusieurs facteurs biologiques et zootechniques rapportés dans la littérature, notamment la race, le nombre de lactations (parité), l'âge des animaux, le moment de collecte du colostrum après la mise bas ainsi que les conditions alimentaires maternelles. Plusieurs études indiquent que ces paramètres influencent la composition du colostrum et contribuent à la variabilité observée entre individus et entre espèces (Puppel et al., 2019).

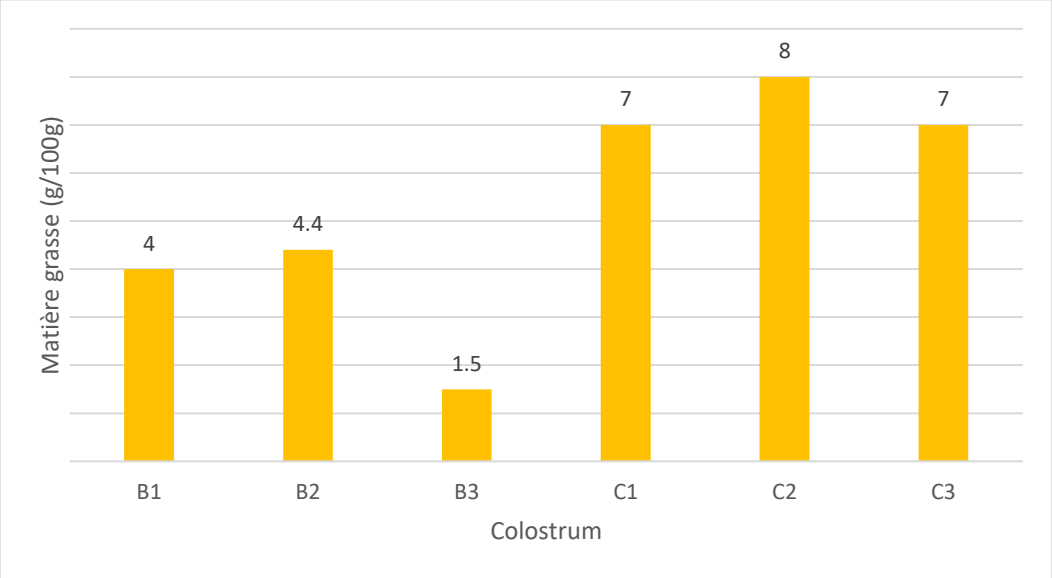


Figure 22 : Teneur en matière grasse du colostrum bovin et caprin.

1.6. Teneurs en matière sèche

Les résultats obtenus montrent une différence significative entre les échantillons de colostrum bovin et caprin ($p < 0,05$), mettant en évidence une variabilité importante de la teneur en matière sèche (figure 23). Chez le colostrum bovin, les valeurs varient de 13,27 à 20,75 g/100g, tandis que chez le colostrum caprin, elles s'étendent de 16,10 à 33,35 g/100g, avec des teneurs particulièrement élevées observées dans les échantillons C2 (29,42 g/100g) et C3 (33,35 g/100g), traduisant une forte concentration en constituants solides. Cette variabilité peut être expliquée par plusieurs facteurs, notamment le délai de prélèvement après la mise-bas, le stade de lactation, la race et l'alimentation des animaux. En effet, la composition du colostrum évolue rapidement au cours des premières heures post-partum vers un lait mature plus dilué, ce qui peut expliquer les faibles valeurs observées notamment chez B3 (13,27 g/100g) et C1 (16,10 g/100g). À l'inverse, les valeurs élevées enregistrées dans certains échantillons traduisent un colostrum plus riche et plus concentré en constituants nutritifs. En comparaison avec la littérature, Kehoe et al. (2007) ont montré que le colostrum bovin se caractérise par une teneur élevée en matière sèche (total solids) ainsi qu'une forte variabilité inter-individuelle, influencée par la race, l'alimentation et le stade de lactation. Concernant le colostrum caprin, plusieurs travaux ont également mis en évidence une richesse importante en constituants solides et une variabilité significative selon les conditions physiologiques et environnementales.

En particulier, Park et Haenlein (2013) ont rapporté que le colostrum caprin présente des teneurs élevées en matières sèches, protéines et immunoglobulines, variables selon le stade post-partum et les conditions d'élevage. Dans notre étude, les valeurs observées pour B1 (19,65 g/100g) et B2 (20,75 g/100g) se rapprochent des valeurs de référence rapportées dans la littérature pour le colostrum bovin, contrairement à B3 qui se situe en dessous de cette plage. Pour le colostrum caprin, les échantillons C2 et C3 présentent des teneurs élevées traduisant un colostrum particulièrement riche, tandis que C1 montre une valeur plus faible, suggérant une possible dilution ou variabilité individuelle. Globalement, les résultats indiquent que le colostrum caprin présente une tendance à une teneur en matière sèche plus élevée que le colostrum bovin dans cette étude, malgré une variabilité intra-espèce importante. Ainsi, la matière sèche constitue un indicateur pertinent de la qualité nutritionnelle du colostrum.

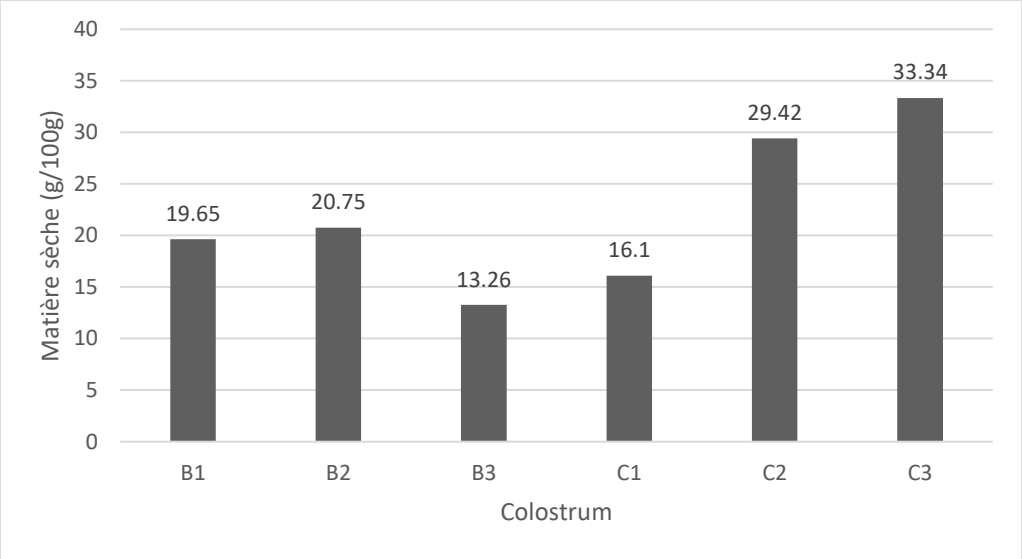


Figure 23 : Teneur en matière sèche du colostrum bovin et caprin.

2. Résultats d'analyses physico-chimiques du fromage frais

2.1. pH

L'analyse statistique du fromage frais a révélé une différence significative ($p < 0,05$) entre les deux fromages. Le fromage élaboré à partir du colostrum bovin présente un pH moyen de 4,26 ± 0,05, inférieur à celui du fromage caprin (4,69 ± 0,02) (Figure 24), indiquant une acidification plus importante du fromage bovin. Cette différence peut être liée à la composition du colostrum et à l'intensité de la fermentation lactique, qui influencent la production d'acide lactique, la coagulation des protéines et la conservation du fromage.

Les valeurs de pH obtenues sont inférieures à celles rapportées par Tavares et al. (2021), qui ont observé des valeurs de pH comprises entre 5,37 et 6,33 pour un fromage frais. Cette différence peut être attribuée à la nature de la matière première utilisée, le colostrum présentant une composition physicochimique différente de celle du lait, ainsi qu'aux différences des procédés de fabrication.

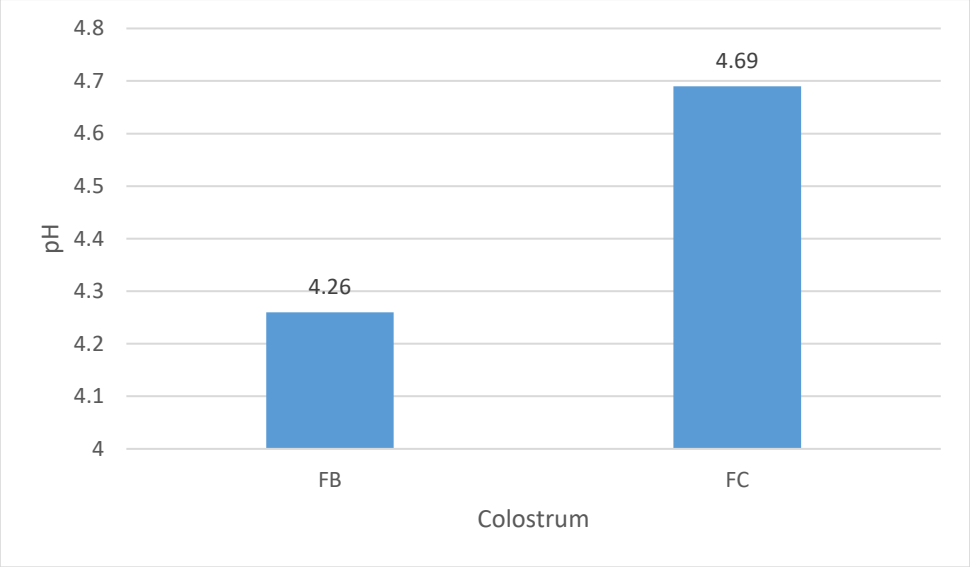


Figure 24 : pH du fromage frais.

2.2. Acidité titrable

Les résultats de l'acidité titrable, exprimée en pourcentage d'acide lactique, mettent en évidence des différences entre les deux types de fromage frais élaborés à partir de colostrum bovin et caprin. Le fromage obtenu à partir du colostrum bovin présente une acidité moyenne de 0,85 ± 0,07 %, tandis que celui élaboré à partir du colostrum caprin affiche une acidité moyenne de 0,60 ± 0,00 % (Figure 25). L'analyse statistique a révélé une différence significative entre les deux types de fromages ($p < 0,05$), le fromage frais à base de colostrum bovin présentant une acidité titrable significativement plus élevée que celui élaboré à partir du colostrum caprin. Cette différence peut être attribuée aux variations de composition du colostrum selon l'espèce, notamment en protéines, en lactose et en pouvoir tampon, qui influencent la production d'acide lactique ainsi que l'évolution de l'acidité au cours de la fabrication du fromage (Fox et al., 2017 ; Walstra et al., 2006).

Dans l'ensemble, les résultats obtenus se rapprochent des valeurs généralement rapportées pour les fromages frais. Selon la FAO (2012), l'acidité d'un fromage frais à coagulation lactique est généralement comprise entre 0,65 et 1,00 % d'acide lactique. L'acidité du fromage frais à partir du colostrum caprin est légèrement inférieure à celle rapportée par Say (2022), qui a enregistré une acidité moyenne de 0,71 % d'acide lactique dans un fromage de chèvre. De même, l'acidité du fromage élaboré à partir du colostrum bovin s'inscrit dans l'intervalle rapporté par Sousa et al 2014. Pour un fromage traditionnel à la présure (0,12 à 1,01 % d'acide lactique). À notre connaissance, les études consacrées à la fabrication de fromage frais à partir de colostrum bovin ou caprin demeurent peu nombreuses. Cette rareté des données disponibles rend les comparaisons directes avec les résultats de la présente étude difficiles.

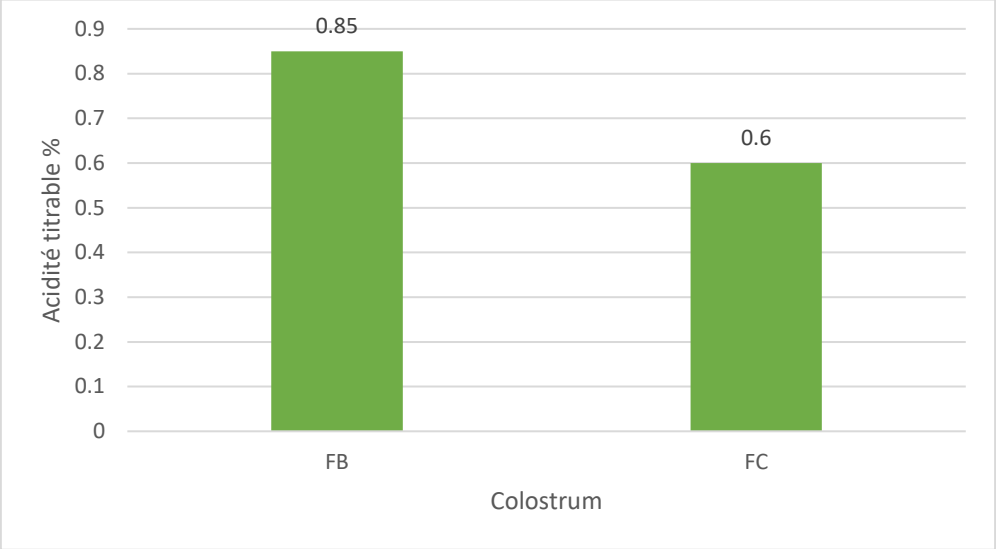


Figure 25 : Acidité titrable du fromage frais.

2.3. Teneurs en protéines

Les résultats obtenus montrent que le fromage frais élaboré à partir du colostrum caprin (C) présente la teneur en protéines la plus élevée (111,7 ± 0,14 g/l), tandis que le fromage fabriqué à partir du colostrum bovin (B) affiche une teneur significativement plus faible (62,6 ± 0,28 g/l) (Figure 26).

Ces résultats indiquent que le fromage caprin est plus riche en protéines que le fromage bovin. Une diminution de la concentration protéique est observée après la transformation fromagère par rapport aux teneurs initiales du colostrum pour les deux espèces. Cette diminution peut être expliquée par les pertes protéiques au cours de la fabrication fromagère. En effet, lors de la coagulation et de l'égouttage, une partie des protéines sériques (protéines solubles) est éliminée avec le lactosérum, tandis que les caséines restent principalement retenues dans le caillé (Hinrichs, 2001). De plus, le traitement thermique appliqué avant la fabrication peut entraîner une dénaturation des protéines et modifier leur rétention dans la matrice fromagère, influençant ainsi la teneur finale en protéines du fromage (Guinee et al., 2001). En comparaison, Simon et al. (2022) ont rapporté une teneur en protéines de 229 g/L dans un fromage frais élaboré à partir de colostrum, valeur supérieure à celles obtenues dans notre étude. Cette différence peut être attribuée à des variations de la composition initiale du colostrum et les conditions de fabrication, ce qui influencent la concentration et la rétention des protéines dans le caillé.

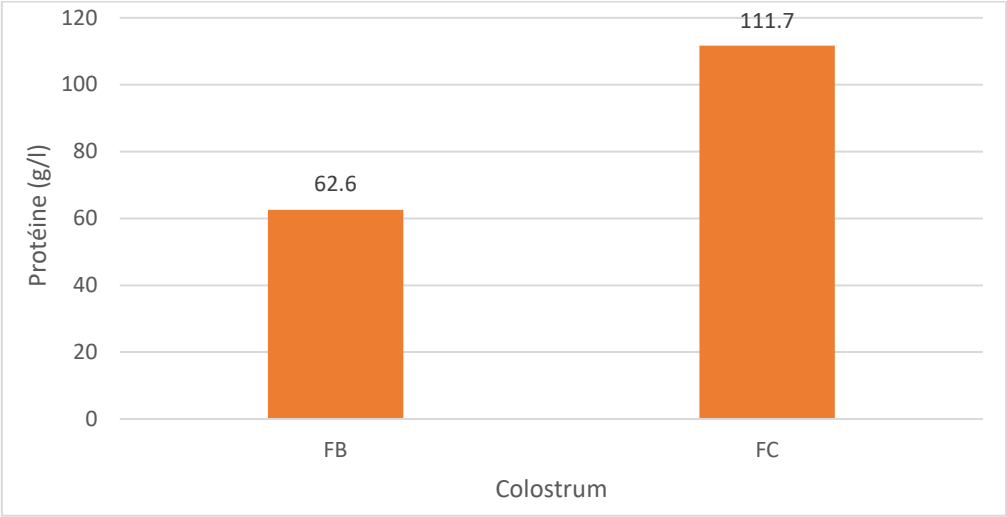


Figure 26 : Teneurs en protéines du fromage frais**.**

2.4. Teneurs en matière grasse

Les résultats de teneur en matière grasse du fromage frais à base de colostrum bovin et caprin indiquant une différence significative entre les deux types de fromage bovin et caprin ($p < 0,05$). Le fromage fabriqué à partir de colostrum caprin présente une teneur en matières grasses plus élevée (21 g/100 g), tandis que celui fabriqué à partir de colostrum bovin présente teneur plus faible (8 g/100 g) (Figure 27)**.** Cette différence de teneur en matières grasses est principalement attribuée à la composition chimique du colostrum. El Galiou et al. (2015) ont rapporté une teneur en matières grasses comprise entre 14,4 et 17,1 g/100 g dans un fromage frais traditionnel élaboré à partir de lait de chèvre. La teneur obtenue dans notre étude (21 g/100 g) est supérieure à ces valeurs. Simon et al. (2022) ont rapporté une teneur en matières grasses de 7,0 g/100 g dans un fromage frais élaboré à partir de colostrum, légèrement inférieure à celle du fromage bovin (8 g/100 g) dans la présente étude. Cette différence peut être attribuée à la nature du colostrum, plus riche en matières grasses, ainsi qu'aux différences de procédé de fabrication et aux caractéristiques physicochimiques de la matière première.

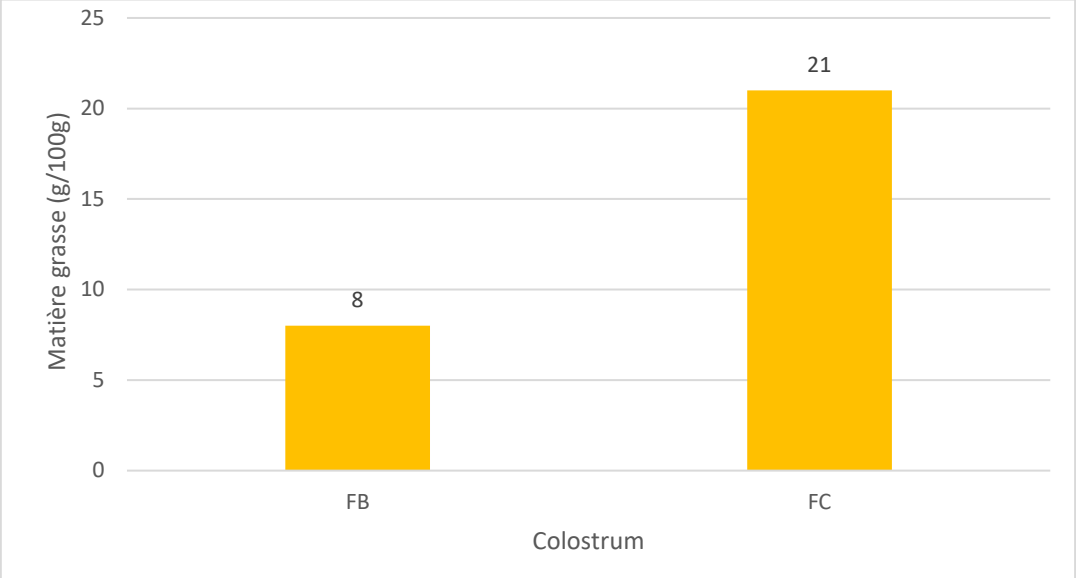


Figure 27 : Teneurs en matière grasse du fromage frais.

2.5. Teneurs en matière sèche

L'analyse statistique a montré une différence significative ($p < 0,05$) entre les deux fromages pour la teneur en matière sèche. Le fromage issu du colostrum caprin présente une teneur en matière sèche plus élevée (49,86 ± 2,72 g/100 g) que le fromage bovin (23,20 ± 1,44 g/100 g) (Figure 28), ce qui traduit une plus forte concentration en constituants solides et une plus faible teneur en eau. Cette différence est probablement liée à la composition du colostrum et aux propriétés de coagulation et d'égouttage propres à chaque espèce. En comparaison, Kahil (2024) a rapporté des valeurs de 43,1 g pour le fromage de chèvre et de 44,7 g pour le fromage de vache, avec une matière sèche plus élevée dans le fromage bovin. Les différences observées entre les deux études peuvent s'expliquer par la variabilité de la composition du colostrum, les conditions de fabrication et les procédés technologiques utilisés.

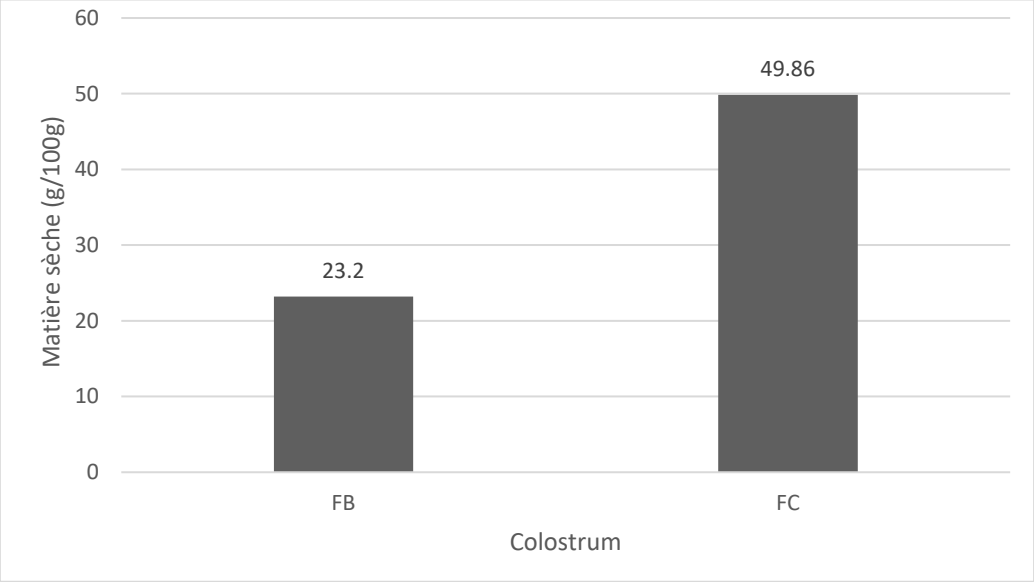


Figure 28 : Teneurs en matière sèche du fromage frais.

3. Résultats de l'évaluation sensorielle du colostrum bovin et caprin

L'analyse sensorielle a montré que le colostrum caprin a obtenu des scores moyens plus élevés pour la couleur, l'odeur et le goût que le colostrum bovin. À l'inverse, le colostrum bovin a présenté une texture mieux appréciée. L'appréciation générale était légèrement plus élevée pour le colostrum caprin (5,57 ± 2,52) que pour le colostrum bovin (5,17 ± 2,50) (Figure 29**),** avec une différence de 0,40 point sur 10. Les écarts-types relativement élevés (≈ 2,5) traduisent une variabilité importante des appréciations entre les dégustateurs

Le colostrum caprin est significativement mieux apprécié pour l'odeur et le goût, tandis que le colostrum bovin présente une texture significativement meilleure. Aucune différence significative n'a été observée pour la couleur et l'appréciation générale.

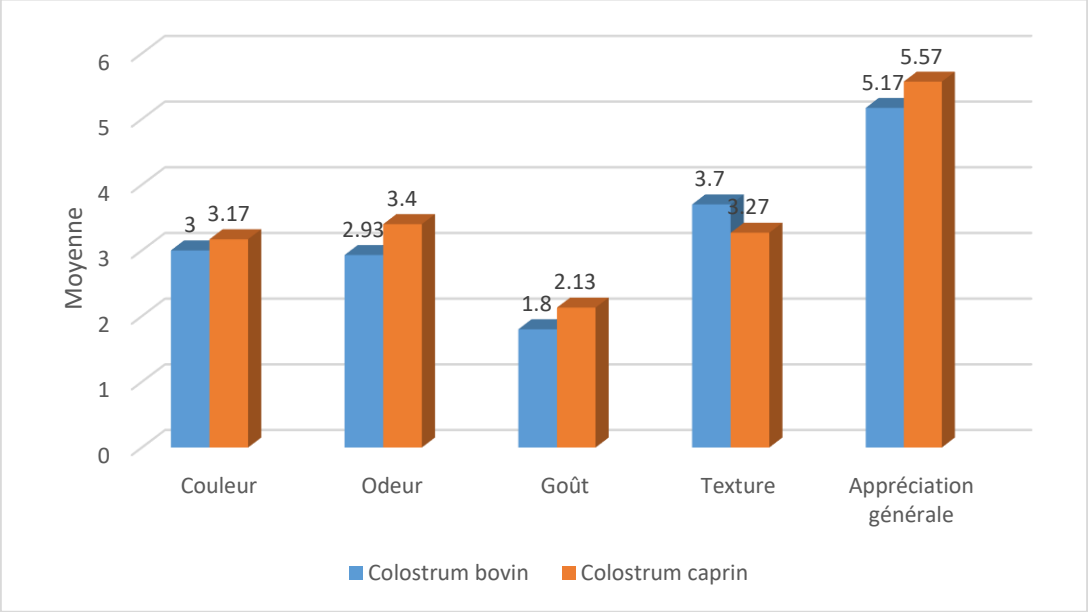


Figure 29 : Moyennes de somme des rangs du colostrum bovin et caprin.

4. Résultats de l'évaluation sensorielle du fromage frais

L'analyse sensorielle a montré que la couleur était légèrement mieux appréciée pour le fromage élaboré à partir du colostrum bovin (3,17 ± 1,42) que pour celui issu du colostrum caprin (2,87 ± 1,10). En revanche, le fromage caprin a obtenu de meilleures notes pour l'odeur (3,03 ± 1,00 contre 2,07 ± 1,21) et le goût (3,20 ± 0,92 contre 2,87 ± 0,88). Quant à la texture, elle a été significativement mieux évaluée pour le fromage bovin (3,67 ± 1,26) que pour le fromage caprin (2,53 ± 0,94) (Figure 30).

L'appréciation générale moyenne du fromage issu du colostrum caprin (7,18 ± 1,56) était supérieure à celle du fromage issu du colostrum bovin (6,18 ± 2,14). Cette différence suggère une meilleure acceptabilité sensorielle du fromage caprin.

Le fromage caprin est significativement mieux apprécié pour l'odeur, le goût et l'appréciation générale. Le fromage bovin présente une texture très significativement meilleure. La différence de couleur n'est pas significative.

Les données de l'évaluation sensorielle ont été analysées à l'aide du test de Wilcoxon pour données appariées. Concernant les colostrums, des différences significatives ont été observées pour l'odeur ($p = 0,03$), le goût ($p = 0,04$) et la texture ($p = 0,02$), tandis que la couleur et l'appréciation générale n'ont pas présenté de différence significative ($p > 0,05$). Pour les fromages frais, l'odeur ($p = 0,01$), le goût ($p = 0,04$), la texture ($p = 0,001$) et l'appréciation générale ($p = 0,02$) différaient significativement entre les produits bovin et caprin, alors qu'aucune différence significative n'a été mise en évidence pour la couleur ($p = 0,21$).

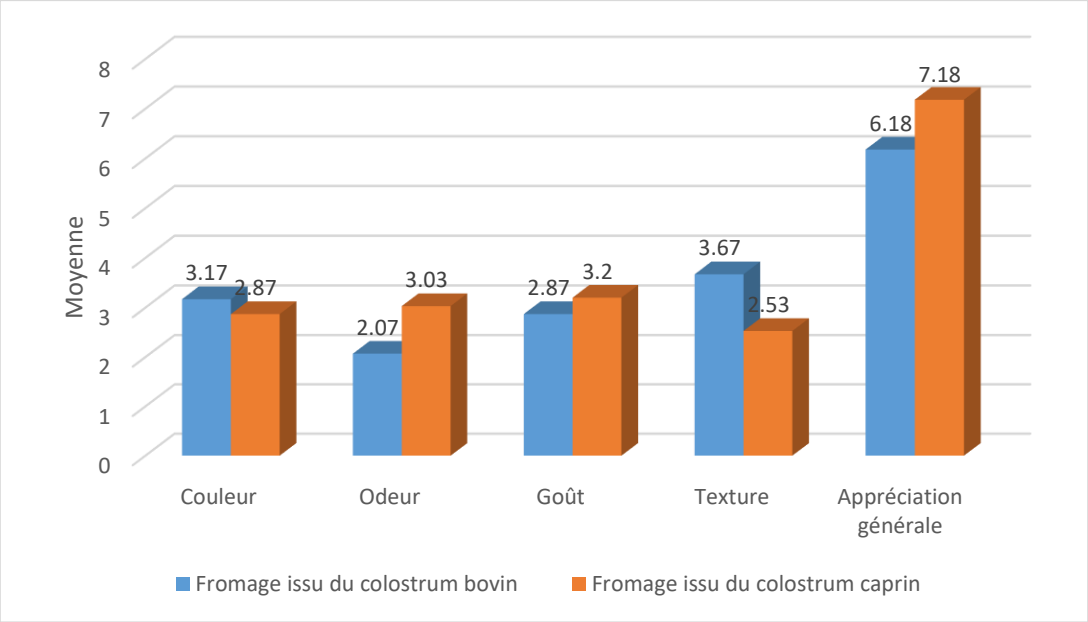


Figure 30 : Moyennes de somme des rangs du fromage frais obtenu à partir du colostrum bovin et caprin.

Le colostrum constitue une sécrétion biologique de grande valeur nutritionnelle et technologique grâce à sa richesse en protéines, en matières grasses, en matière sèche et en composés bioactifs. Dans cette perspective, la présente étude avait pour objectif d'évaluer les caractéristiques physicochimiques et organoleptiques du colostrum bovin et caprin, d'étudier leur aptitude à la transformation fromagère et d'apprécier la qualité sensorielle des fromages frais obtenus.

Les analyses physicochimiques ont mis en évidence des différences significatives entre les deux types de colostrum. Le colostrum caprin s'est révélé plus riche en protéines, en matières grasses et en matière sèche que le colostrum bovin, traduisant une concentration plus élevée en constituants nutritifs. En revanche, le colostrum bovin a présenté des valeurs de pH, de densité et d'acidité conformes aux valeurs des références. Les variations observées entre les échantillons peuvent être attribuées à plusieurs facteurs, notamment l'espèce animale, le moment du prélèvement après la mise bas, le rang de lactation, l'alimentation et les conditions de conservation.

Les résultats obtenus lors de la fabrication du fromage frais démontrent que les deux types de colostrum possèdent une bonne aptitude à la transformation. Toutefois, le fromage élaboré à partir du colostrum caprin s'est distingué par des teneurs significativement plus élevées en protéines, en matières grasses et en matière sèche, témoignant d'une meilleure concentration des constituants solides. À l'inverse, le fromage issu du colostrum bovin a présenté un pH plus faible et une acidité titrable plus élevée, traduisant une acidification plus importante au cours du procédé de fabrication. L'évaluation sensorielle a montré que les produits issus du colostrum caprin ont obtenu une meilleure appréciation globale, notamment en ce qui concerne l'odeur, le goût et l'acceptabilité générale, tandis que les produits élaborés à partir du colostrum bovin ont été davantage appréciés pour leur texture. Ces résultats confirment que le colostrum caprin constitue une matière première particulièrement prometteuse pour la fabrication de fromage frais de haute qualité nutritionnelle et présentant de bonnes qualités organoleptiques.

Ces résultats ouvrent des perspectives intéressantes pour la valorisation du colostrum, une ressource encore insuffisamment exploitée dans le domaine laitier. En effet, son utilisation dans la fabrication de fromage frais constitue une alternative prometteuse permettant de préserver ses qualités nutritionnelles et fonctionnelles, tout en favorisant la diversification des produits laitiers à forte valeur ajoutée.

1. **Abbas HM, Hassan FAM., Abd El-Gawad MAM, Enab AK (2014).** Physicochemical characteristics of goat's milk. Life Sci J.; 11(1):307–17.
2. **Ahmann, J., Steinhoff-Wagner, J., & Büscher, W. (2021).** Determining Immunoglobulin Content of Bovine Colostrum and Factors Affecting the Outcome: A Review. Animals, 11(12), 3587.
3. **Allix, J.-P., Guattéo, R., Douart, A., Oniris (**2013).. Description des perceptions et des pratiques des éleveurs et des vétérinaires sur le transfert de l'immunité et l'intérêt du sélénium et de la vitamine E. Ecole nationale vétérinaire, agroalimentaire et de l'alimentation.
4. **Allemand H. (2008).**Évaluation par la technique d'immunodiffusion radiale de la qualité du colostrum et du transfert colostral chez les bovins. (Thèse pour l'obtention du grade de Docteur vétérinaire). Ecole nationale vétérinaire de Lyon : Lyon, , 150 p
5. **Poonia A. (2022).** Bioactive compounds, nutritional profile and health benefits of colostrum: a review. Food Production, Processing and Nutrition.
6. **Argüello, A., Castro, N., Capote, J., Tygesen, M. P., Østergaard, J. E., & Quesada, E. (2006).** Effects of the number of lactations and litter size on chemical composition and physical characteristics of goat colostrum. Journal of Dairy Science, 89(11), 4410–4414.
7. **Aragona, KM · Rice, E. · Engstrom, M. (2020).**L'administration d'acide nicotinique en complément aux vaches Holstein avant la mise bas augmente l'immunoglobuline G colostrale, l'excrétion de dérivés puriques urinaires et l'efficacité alimentaire chez les veaux.J. Dairy Sci. ; 103 :2287-2302.
8. **Ayşenur A, Merve K, Hatice D, Ayşe B Melih E. Bethany M. Henrick, Steven A. Frese, & Sercan K. (2021).** Bovine Colostrum and Its Potential for Human Health and Nutrition. Frontiers in Nutrition, 8, Article 651721. https://doi.org/10.3389/fnut.2021.651721
9. **AOAC International. (2005)**. Official Method 991.20 – Nitrogen (Total) in Milk, Kjeldahl Method. In Official Methods of Analysis of AOAC International (18th ed.). Gaithersburg, MD, USA.
10. **AOAC International. (2016).** Official Methods of Analysis of AOAC International (20th ed). Gaithersburg, MD, USA: AOAC International. Official Method 920.124: Acidity of Cheese (Titrimetric Method).
11. **Akgul, H. I.** (2026). Colostrum : Composition, caractéristiques et bienfaits pour la santé. Gıda ve Sağlık. Consulté 2026, https://gidavesaglik.net/colostrum-composition-caracteristiques-et-bienfaits-pour-la-sante.

12. **Bajus, A., & Paibomesai, M. (2024**). Colostrum for the Dairy Calf (Factsheet 24-023). Ontario Ministry of Agriculture, Food and Agribusiness (OMAFA).
13. **Baumrucker, C. R., Gross, J. J., & Bruckmaier, R. M. (2023).** The importance of colostrum in maternal care and its formation in mammalian species. Animal Frontiers, 13(3), 37–43.
14. **Bensalah A. (2010).** Contribution à l'évaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique du lait cru et diagnostique de brucellose et mammites dans la région de Tlemcen en Algérie. Mémoire d'Ingénieur d'État en Agronomie, Université Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie.
15. **Bernabucci, U., Biffani, S., Buggiotti, L., Vitali, A., Lacetera, N., & Nardone, A. (2013).** The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. Journal of Dairy Science, 97(1), 471–486.
16. **Birali, M. J., Sumbu, Z., & Walangululu, J. (2019).** Contribution à l'étude des procédés de fabrication et des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles du fromage Mashanza produit au Sud-Kivu. Journal of Applied Biosciences, 144,14773–14783.
17. **Blum J.W. and Hammon H. 2000**. Colostrum effects on the gastrointestinal tract, and on nutritional, endocrine and metabolic parameters in neonatal calves. Livest. Prod. Sci.66:151–159.
18. **Blum J.W.** Nutritional physiology of neonatal calves. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl) 2006;90:1–11. doi: 10.1111/j.1439-0396.2005.00614.x. 16422763.
19. **Blum J. W Baumrucker C.R**. Insulin-like growth factors (IGFs), IGF binding proteins, and other endocrine factors in milk: Role in the newborn. Adv. Exp. Med. Biol. 2008;606:397–422. doi: 10.1007/978-0-387-74087-4_16. 18183939. [DOI] [PubMed] [Google Schola
20. **Boudry C., Dehoux J. P., Portetelle D., & Buldgen A. (2008).** Bovine colostrum: an update on its composition and uses. Biotechnology, Agronomy, Society and Environment, 12(3), 247–254.
21. **Bouldjedri, K., & Lakroum, R. (2022).** Caractérisation microbiologique du colostrum bovin et évaluation de son activité antibactérienne in vitro (Mémoire de Master). Université Frères Mentouri Constantine 1, Algérie.
22. **Britigan, B. E., Serody, J. S., & Cohen, M. S. (2001).** Lactoferrin and host defense. Biochemistry and Cell Biology, 79(1), 1–6.

23. **Capuco, A. V., & Akers, R. M. (2003).** Galactopoiesis: Effects of hormones and growth factors. In H. Roginski, J. W. Fuquay, & P. F. Fox (Eds.), Encyclopedia of Dairy Sciences. Academic Press.
24. **Charles T. (2001).** Dans la reproduction chez les mammifères et l'homme. Edition INRA. Paris.
25. **Chenguel, A. (2016).** Évaluation de la composition chimique du colostrum camelin (Camelus dromedarius) de la région d'El Oued. Mémoire de Master, Université d'El Oued, Algérie.
26. **Colin, A., (2013).** La gestion du veau nouveau-né : de la mise-bas à ses 3 jours : approche pratique pour l'éleveur (PhD Thesis).
27. **Cruz A. V., Oliveira A, L de B., Daniel Sales da silva B., Alex Correa da Silva E., Alves Lima A, L. 2021.** Physicochemical and microbiological aspects of goat milk. Scientia Agraria Paranaensis, Marechal Cândido Rondon, v. 20, n. 1, jan./mar., p. 1-6. DOI : https://doi.org/10.18188/sap.v20i1.25314.
28. **Cummins, C. ; Berry, D. ; Murphy, J. ; Lorenz, I. ; Kennedy, E. (2017).**L'effet des conditions de stockage du colostrum sur la géné, la vache laitière, la concentration sérique d'immunoglobuline G ainsi que sur la santé et le taux de croissance avant le sevrage. J. Sciences laitières., 100, 525–535
29. **Delouis C., Houdebine L.M., Richard P. La Lactation. In : Thibault C., Levasseur C. (**2001**),** La reproduction chez les mammifères et l'homme. INRA Editions-Ellipses : Paris, , 580-610.
30. **Depleted. F. (2009).** Évaluation sensorielle Manuel méthodologique, Edition technique et documentation, 3 ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, Paris.
31. **Devillers N., Le Dividich J., Prunier A.** Physiologie de la production de colostrum chez la truie. INRA Prod. Anim., 2006, 19, 29-38.
32. **Diesch, T. ; Mellor, D. ; Stafford, K. ; Ward, R. (2004).**L'état physiologique et physique des veaux isolés à la naissance dans un troupeau laitier en Nouvelle-Zélande. N. Z. Vétérinaire J., 52, 250–255.
33. **Humayun (2025).** Colostrum vs milk: Nutrition, benefits and key differences. Humayun Kober. https://humayunkober.co
34. **Duan, H., Sun, Q., Chen, C., Wang, R., & Yan, W. (2024).** A Review: The Effect of Bovine Colostrum on Immunity in People of All Ages. Nutrients, 16(13), 2007. https://doi.org/10.3390/nu16132007

35. **El Galiou, O., Zantar, S., Bakkali, M., Laglaoui, A., Centeno, J. A., & Carballo, J. (2015).** Chemical and microbiological characteristics of traditional homemade fresh goat cheeses from Northern Morocco. Small Ruminant Research, 129, 108–113.
36. **Elfstrand, L., Lindmark-Månsson, H., Paulsson, M., Nyberg, L., & Åkesson, B. (2002).** Immunoglobulins, growth factors and growth hormone in bovine colostrum and the effects of processing. International Dairy Journal, 12(11), 879–887.
37. **El-Hatmi, H., Jrad, Z., Salhi, I., Aguibi, A., Khorchani, T., & Moussa, H. (2022).** Colostrum ingredients, its nutritional and health benefits – an overview. Clinical Nutrition Open Science, 44, 126–143.
38. **FAO. (1999).** Milk Testing and Quality Control. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
39. **FAO (2000).** Réponses du Comité du Codex sur le lait et les produits laitiers aux questions soumises par le Comité du Codex sur les méthodes d'analyse à sa vingt-troisième session. Codex Alimentarius Commission, Annexe XXV.
40. **FAO. (2012).** Milk and Dairy Products in Human Nutrition. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
41. **Farmer C., Sorensen M.T., Petitcler D. (2000).**Inhibition of prolactin in the last trimester of gestation decreases mammary gland development in gilts. J. Anim. Sci., , 78, 1303-1309.
42. **Farooq, U., Ahmed, S., Liu, G., Jiang, X., Yang, H., Ding, J., & Ali, M. (2024).** Biochemical properties of sheep colostrum and its potential benefits for lamb survival: a review. Animal Biotechnology, 35(1), Article 2320726. https://doi.org/10.1080/10495398.2024.2320726.
43. **Fasse, S., Alarinta, J., Frahm, B., & Wirtanen, G. (2021).** Bovine colostrum for human consumption—Improving microbial quality and maintaining bioactive characteristics through processing. Dairy, 2(4), 556–575.
44. **Fernanda, V. A., Pinto, C. L. O., Vanetti, M. C. D., Martins, J. M., & Carvalho, A. F. (2012).** Acceptance of fresh cheeses evaluated by consumers using hedonic scales. Food Science and Technology (Campinas), 32(3), 545-551.
45. **Formigoni, A. · Fustini, M. · Archetti, L. (2011).**Effets d'une source organique de cuivre, de manganèse et de zinc sur les performances de production, l'état de santé et la fertilité des vaches laitières. Anim. Feed Sci. Technol.; 164 :191-198.
46. **Fox, P. F., Guinee, T. P., Cogan, T. M., & McSweeney, P. L. H. (2017).** Fundamentals of Cheese Science (2nd ed.). Springer.

47. **Gauthier, S. F., Pouliot, Y., & Maubois, J. L. (2006).** Growth factors from bovine milk and colostrum: Composition, extraction and biological activities. Le Lait, 86(2), 99–125. https://doi.org/10.1051/lait:2005048
48. **Georgi P. Georgiev. (2008).** Differences in chemical composition between cow colostrum and milk. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine, 11(1), 3–12.
49. **Godden, S. (2008).** Colostrum management for dairy calves. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 24(1), 19–39.
50. **Godden, S. M., Lombard, J. E., & Woolums, A. R. (2019).** Colostrum Management for Dairy Calves. Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 35(3), 535–556. https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005
51. **González-Navarro, EJ, Beltrán, MC, Molina, MP, Pérez-Barbería, FJ, Molina, A. et Berruga, MI (2022).** Adéquation du colostrum de chèvre pour produire un produit de type yaourt fermenté. Animaux , 12 (21), 3025. https://doi.org/10.3390/ani12213025
52. **González-Navarro, E. J., Beltrán, M. C., Molina, M. P., Pérez-Barbería, F. J., Molina, A., & Berruga, M. I. (2022).** Gross composition, fatty acid profile and bioactive compounds of goat colostrum: A review. Animals, 12(21), 2922. https://doi.org/10.3390/ani12212922 .
53. **Gourdon J. (2021).** Trois constats sur la gestion du colostrum. Grands Troupeaux Magazine. Disponible sur :https://www.grands-troupeaux-mag.fr/trois-idees-sur-la-gestion-du-colostrum/
54. **Guilloteau, P., R. Zabielski, and J. W. Blum. 2009.** Gastrointestinal tract and digestion in the young rruminant:Ontogenesis, adaptations, consequences and manipulations. J. Physiol. Pharmakol. 60 (Suppl. 2) :37-46.
55. **Guinee, T. P., Pudja, P. D., & Farkye, N. Y. (2001).** Fresh acid-curd cheese varieties. Dans P. F. Fox, T. P. Guinee, T. M. Cogan, & P. L. H. McSweeney (Eds.), Fundamentals of Cheese Science (pp. 363–419). Aspen Publishers.
56. **Guitoun, A., &Kina, K. (2013).** Étude de la qualité microbiologique du colostrum camelin. Mémoire de master académique en sciences biologiques non publié, Université KasdiMerbah, Ouargla, 86p.
57. **Guliński, P. ; Młynek, K. ; Giersz, B. (2006).**Wpływ długości okresu po wycieleniu i wieku krów na poziom immunoglobulin w siarze. Rocz. Zootech de Naukowe., 33, 193–200 -Quigley, J.D. ; Lago, A. ; Chapman, C. ; Erickson, P. ; Polo, J. Évaluation du réfractomètre de Brix pour estimer la concentration d'immunoglobuline G dans le colostrum bovin. J. Sciences laitières. 2013, 96, 1148–1155

58. **Gulliksen, S. M., Lie, K. I., Løken, T., & Østerås, O. (2008).** Calf mortality in Norwegian dairy herds. Journal of Dairy Science, 91(7), 2782–2795.
59. **Harper, M.-E. ; Antoniou, A. ; Bevilacqua, L. ; Bezaire, V. ; Monemdjou, S.** (2002)Dépense énergétique cellulaire et importance du découplage1. J. Anim. Sci., 80, E90–E97.
60. **Harry T. Lawless & Hildegarde H. (2010).** Sensory Evaluation of Food : Principles and Practices (2nd ed.). Springer.
61. **Herpin, P. ; Louveau, I. ; Damon, M. ; Le Dividich, J. (2005) .** Régulation environnementale et hormonale du métabolisme énergétique dans le développement précoce du porc. En biologie des animaux en croissance ; Elsevier : Amsterdam, Pays-Bas, ; Volume 3, pp. 351–374.
62. **Hinrichs, J. (2001).** Incorporation of whey proteins in cheese. International Dairy Journal, 11(4–7),495–503.https://doi.org/10.1016/S0958-6946(01)00071 https://doi.org/10.3389/fnut.2022.925565
63. **Hue, D. T., Skirving, R., Chen, T., Williams, J. L., Bottema, C. D. K., & Petrovski, K. (2021).** Colostrum source and passive immunity transfer in dairy bull calves. Journal of Dairy Science, 104(7), 8164–8176.
64. **Hueso, D., Fontecha, J., & Gómez-Cortés, P. (2022).** Comparative study of the most commonly used methods for total protein determination in milk of different species and their ultrafiltration products. Frontiers in Nutrition,9,925565.
65. **ISO (2016) .** Analyse sensorielle ; Méthodologie ; Directives générales pour l'établissement d'un profil sensoriel.21 :18
66. **ISO (2018)**. Milk — Determination of fat content — Acido-butyrometric (Gerber method). International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
67. **ISO (2014).|** IDF 20-1:. Milk and milk products — Determination of nitrogen content Part 1: Kjeldahl principle and crude protein calculation. Geneva : International Organization for Standardization.
68. **Journal Officiel (2014).** Méthode de détermination de la teneur totale en matière sèche des fromages et des fromages fondus. n°25 du 04 mai, pp. 29–31.
69. **Kaba, J., Stefaniak, T., Bagnicka, E., & Nowicki, M. (2020).** Goat colostrum Composition and biological significance: A review. Animals, 10(11), 2091.
70. **Kahil, H. (2024).** Étude de fromage traditionnel de la Grande Kabylie « Ighounane ». Mémoire de Master, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou

71. **Keenan T.W. (2001).**Milk lipid globules and their surrounding membrane: a brief history and perspectives of future research. J. Mammary Gland Biol. Neoplasia, , 6, 365-371.
72. **Kees Stelwagen, Carpenter E., Brian Haigh, Andrew Hodgkinson, & Timothy T. Wheeler (2009).** Immune components of bovine colostrum and milk. Journal of Animal Science, 87(13 Suppl), 3–9. https://doi.org/10.2527/jas.2008-1377
73. **Kehoe, S. I., Jayarao, B. M., & Heinrichs, A. J. (2007).** A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms. Journal of Dairy Science, 90(9), 4108–4116.
74. **Klopfenstein C., Couture Y., Martineau G.P., Bouchard E. (2002).**Physiopathologie comparative de la lactation chez la truie et chez la vache. Méd. Vét. Qué., , 32, 52-56.
75. **Kritzinger, F. (2017).** Die Qualitätseinstufung von Kolostrum mit einem einfachen Präzisionstrichter (PhD Thesis). Ludwig-Maximilians-Universität München, Munich, Germany.
76. **Kuczaj, M.; Preś, J.; Bodarski, R.; Kinal, S.; Mordak, R.; Orda, J.; Twardon, J.; Zachwieja, A. (2014).**Wybrane elementy żywienia a problemy zdrowotne krów mlecznych. Wrocław; MedPharm Polska: Wrocław, Pologne,; pp. 88-92. ISBN978-83-7846-054-1.
77. **Larson, R. L., Tyler, J. W., Schultz, L. G., Tessman, R. K., & Hostetler, D. (2022).** Facteurs de variation de la qualité colostrale et du transfert d'immunité chez le veau. Le Point Vétérinaire, n°433. Disponible sur : https://www.lepointveterinaire.fr/publications/le-point-veterinaire/article/n-433/
78. **Legrand, D. (2016).** Overview of lactoferrin as a natural immune modulator. Journal of Pediatrics, 173(Suppl.), S10–S15.
79. **Lotito, D., Pacifico, E., Matuozzo, S., Musco, N., Iommelli, P., Zicarelli, F., Tudisco, R., Infascelli, F., & Lombardi, P. (2023).** Colostrum composition, characteristics and management for buffalo calves: A review. Veterinary Sciences, 10(5), 358.
80. **Madsen, B.D., Rasmussen, M.D., Nielsen, M.O., & Wiking, L. (2004).** Composition of bovine colostrum and changes during the first milking period. Journal of Dairy Research, 71, 263–272.
81. **Maillard, R. (2006).** Le colostrum : importance de sa qualité et de sa distribution chez le veau nouveau-né. Bulletin des GTV (Groupements Techniques Vétérinaires).
82. **Malik, M.I., Rashid, M.A. & Raboisson, D. (2022).** Heat treatment of colostrum at 60°C decreases colostrum immunoglobulins but increases serum immunoglobulins and serum total protein: A meta-analysis. Journal of Dairy Science, 105(4), 3453–3467

83. **Massoni S.R.G.** (2003) .Induction de la lactation chez la jument et croissance des poulains élevés par des juments à lactation induite (Mécanisme de fin d'étude). Ecole nationale vétérinaire de Toulouse : Toulouse, 61 p.
84. **McGrath, B. A., Fox, P. F., McSweeney, P. L. H., & Kelly, A. L. (2016).** Composition and properties of bovine colostrum: à review. Dairy Science & Technology, 96(2), 133–158. Springer / EDP Sciences.
85. **Meyer, C. (2009).** Le colostrum chez les mammifères domestiques. Note bibliographique. Montpellier, France : CIRAD.
86. **Merine, R., Zoua, B., & Kessal, I. (2020).** Étude des différentes méthodes de dosage des protéines de la Roquette (Eruca vesicaria sativa) de l'ouest algérien. Mémoire de Master, Université Djillali Liabès, Sidi Bel Abbès, Algérie.
87. **Journal officiel (2012) .** Arrêté du 28 Ramadhan 1433 correspondant au 16 août rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur en matière sèche dans le lait, la crème et le lait concentré non sucré, (54), 25–31.
88. **Ministère du Commerce. (2013).** Arrêté rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur en azote/protéines selon la méthode Kjeldahl. Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire, 2014.
89. **Ministère du Commerce. (2015).** Arrêté du 23 Chaâbane 1436 correspondant au 11 juin 2015 fixant les méthodes d'analyse et d'essai du lait et des produits laitiers. Journal officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire (JORADP), n° 58.
90. **MOUSSELMAL, M., & HADJ SMAIL, S. (2024).** Caractéristiques de la composition du colostrum (Mémoire de master, spécialité Production animale). Université de Ghardaïa, Algérie.
91. **Moore M, Tyler JW, Chigerwe M, Dawes ME, Middleton JR. (2005)**. Effet de la collecte retardée du colostrum sur la concentration d'IgG colostral chez les vaches laitières. J Am Vet Med Assoc. 226:1375–7. 10.2460/javma.2005.226.1375
92. **Morin D.E., Constable P.D., Maunsell F.P., McCoy G.C. (2010).** Factors associated with colostral specific gravity in dairy cows. Journal of Dairy Science, 84(5), 937–943.
93. **Morin DE, Constable, Maunsell FP, McCoy GC. (2001).** Facteurs associés à la densité spécifique colostrale chez les vaches laitières. J Dairy Sci. 84 :937–43. 10.3168/JDS. S0022-0302(01)74551-1
94. **Morrill KM, Conrad E, Lago A, Campbell J, Quigley J, Tyler H. (2012)** .Évaluation nationale de la qualité et de la composition du colostrum dans les fermes laitières aux États-Unis. J Dairy Sci. 95:3997–4005. 10.3168/jds.2011-5174

95. **MOUSSELMAL, M., & HADJ SMAIL, S. (2024).** Caractéristiques de la composition du colostrum (Mémoire de master, spécialité Production animale). Université de Ghardaïa, Algérie.
96. **Neville, M. C., McFadden, T. B., & Forsyth, I. (2002).** Hormonal Regulation of Mammary Differentiation and Milk Secretion. Journal of Mammary Gland Biology and Neoplasia, 7(1), 49–66.
97. **NIELSEN O.L., PEDERSEN A.R., SORENSEN M.T. (2001).**Relationships between piglet growth rate and mammary gland size of the sow. Livest. Prod. Sci., , 67, 273-279.
98. **Nikolić, D., Samardžija, M., Mijić, P., Dobranić, T., Vince, S., Gračner, D., & Maćešić, N. (2022).** Bovine colostrum: Bioactive compounds and their role in neonatal immunity and health. (Article de revue sur les composés bioactifs et les propriétés immunitaires du colostrum bovin).
99. **O'Callaghan, T. F., O'Donovan, M., Murphy, J. P., Sugrue, K., Mannion, D., McCarthy, W. P., O'Sullivan, O., & Tobin, J. T. (2020).** Evolution of the bovine milk fatty acid profile — from colostrum to milk five days post parturition. Int. Dairy J. 104: 104655–104663.
100. **Opgenorth J., Sordillo L.M., and VandeHaar M.J. (2020b).** Colostrum supplementation with n-3 fatty acids and ω-tocopherol alters plasma polyunsaturated fatty acid profile and decreases an indicator of oxidative stress in newborn calves. J. Dairy Sci. 103: 3545–3553.
101. **Park, Y. W., & Haenlein, G. F. W. (2013).** Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production, Composition and Health. Wiley-Blackwell.
102. **Park, Y. W., & Haenlein, G. F. W. (Eds.). (2006).** Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals. Ames, IA: Blackwell Publishing.
103. **Park, Y. W., Juárez, M., Ramos, M., & Haenlein, G. F. W. (2007).** Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Small Ruminant Research, 68(1–2), 88–113.
104. **Pecka-Kiełb, E., Zachwieja, A., Miśta, D., & Zawadzki, W. (2018).** Chemical composition and microbiological quality of goat colostrum during the first 48 hours after kidding. PLOS ONE, 13(9), e0200387. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200387
105. **Pelay, J., (2022).** Connaissez-vous la méthode Kjeldahl ? CymitQuimica, 19 octobre 2022.
106. **Pereira, D. B. C., Silva, P. H. F., Costa Júnior, L. C. G., & Oliveira, L. L. (2001).** Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos. 2ª ed. Juiz de Fora, Brésil: EPAMIG.

107. **Playford, R. J., & Weiser, M. J. (2021).** Bovine Colostrum: Its Constituents and Uses. Nutrients, 13(1), 265.

108. **Playford, R. J., Macdonald, C. E., & Johnson, W. S. (2000).** Colostrum and milk-derived peptide growth factors for the treatment of gastrointestinal disorders. American Journal of Clinical Nutrition, 72(1), 5–14. https://doi.org/10.1093/ajcn/72.1.5

109. **Pointurier H., (2003).** La gestion matière dans l'industrie laitière, Tec et Doc,Lavoisier, France :64 (388 pages).

110. **Poonia, A., & Sharma, S. (2022).** Colostrum: Composition, nutritional properties and health benefits – A review. The Pharma Innovation Journal, 11(5), 1408–1414.

111. **Pougheon, S. (2001).**Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et leurs conséquences en technologies laitières. Thèse de doctorat : Médecine vétérinaire et santé animale. Toulouse : École Nationale Vétérinaire de Toulouse,. Disponible sur HAL : https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04650637

112. **Puppel, K., Gołębiewski, M., Grodkowski, G., Slósarz, J., Kunowska-Slósarz, M., Solarczyk, P., Łukasiewicz, M., Balcerak, M., & Przysucha, T. (2019).** Composition and factors affecting quality of bovine colostrum: A review. Animals, 9(12), 1070. https://doi.org/10.3390/ani9121070

113. **Quigley, J.D. ; Lago, A. ; Chapman, C. ; Erickson, P. ; Polo, J. (2013).** Évaluation du réfractomètre de Brix pour estimer la concentration d'immunoglobuline G dans le colostrum bovin. J. Sciences laitières., 96, 1148–1155

114. **CE (2004)** .Règlement n° 853/2004 du Parlement européen et du Conseil du 29 avril fixant des règles spécifiques d'hygiène applicables aux denrées alimentaires d'origine animale. Journal officiel de l'Union européenne, L 139, 30 avril 2004, p. 55–205.

115. **Ramani, A., Taherabbas, S., & Manik, S. (2024).** Bovine colostrum as a promising nutraceutical: a systematic review. Sustainable Food Technology, 2(3), 531–547.

116. **Rashid AA, Yousaf M, Salaryia AM, Ali S. (2012).**Studies on the nutritional composition of goat (Beetal) colostrum and its mature milk. Pak J Biochem Mol Biol.; 45(3) :113–16

117. **Ministère du Commerce. (2014).** Arrêté du 14 Safar 1435 correspondant au 17 décembre 2013 rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur en matière grasse dans le fromage (méthode Van Gulik). Journal officiel de la République algérienne, n° 67, du 12 novembre 2014.

118. **Rocha, J. M. (2016).** On the Historical Background of Bovine Colostrum. EC Nutrition, 4(6), 980–981.

119. **Rodot, M., & Lefranc, M. (2005).** L'analyse sensorielle : guide pratique pour les industries agroalimentaires. Paris : Lavoisier Tec & Doc.

120. **Rudovsky, A., Locher, L., Zeyner, A., Sobiraj, A., & Wittek, T. (2008).** Measurement of immunoglobulin concentration in goat colostrum. Small Ruminant Research, 74(1–3), 265–269. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2007.06.003

121. **Saidane Z., Homrani M., Dahou A. A., Bouabsa F. S., Homrani A., 2023.** Pratiques d'élevage dans une ferm leurs impacts sur les paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait. Journal of natural science & sustainability. 01(2023) 109030 74 _ 78p.

122. **Sánchez-Macías, David, Morales-delaNuez, Agustín, Torres, Airam, Hernández-Castellano, Lorenzo E., Jiménez-Flores, Rafael, & Castro, Natalia (2014).** Effects of breed and milking period on the composition of goat colostrum and milk. Small Ruminant Research, 121, 12–17.

123. **Sangild, P. T. (2001).** Transitions in the life of the gut at birth. Pages 3-17 in Digestive Physiology of Pigs. J. E. Lindberg, and B. Ogle, eds., CABI Publishing, New York, NY.

124. **Sanmartín B, Díaz O, Rodríguez-Turienzo L, Cobos A. (2012).**Composition of caprine whey protein concentrates produced by membrane technology after clarification of cheese whey. Small Rum Res. ; 105(1-3) :186–92.

125. **Mc Grath B.A., Fox P.F., Mc Sweeney P.L.H., Kelly A.L *(*2016).** Composition and properties of bovine colostrum: a review.".Dairy Science & Technology, EDP sciences/Springer, 96 (2),133-158.

126. **Say, D. (2022).** Physicochemical composition, nitrogen fraction and volatile profiles of goat cheese made with artisanal liquid coagulant. Journal of Food Science and Technology, 59, 2469–2478. https://doi.org/10.1007/s13197-021-05266-3

127. **Sboui A., Khorchani T., Djegham M., Belhadj O. (2009).** Comparaison des compositions physicochimiques du lait camelin et bovin du Sud tunisien ; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. Afrique Science, 05(2), 293-304.

128. **Scholz, H.; Knutzen, G.; Fischer, B.; Wähner, M. (2011).**Einflussfaktoren auf die Qualität der Kolostralmilch von Milchkühen. Züchtungskunde, 83, 396-405.

129. **SENGER P.L. (2003).**Pathways to pregnancy and parturition. Washington: Concurent Conceptions, Inc, , 368p.

130. **Silva F. G., Silva, S. R., Pereira, A. M. F., Cerqueira, J. L., & Conceição, C. (2024).** A Comprehensive Review of Bovine Colostrum Components and Selected Aspects Regarding Their Impact on Neonatal Calf Physiology. Animals, 14(7), 1130.

131. **Silva, R. A., Minim, V. P. R., Simiqueli, A. A., Moraes, L. E., Gomide, A. I., & Minim, L. A. (2011).** Optimisation of sensory profile and consumer acceptance of fresh cheese. International Journal of Dairy Technology, 64(3), 396-402.

132. **Simon, R., Gennari, A., Kuhn, D., Rama, G. R., & Souza, C. F. V. (2022).** Making a fresh cheese using the colostrum surplus of dairy farms: an alternative aiming to minimize the waste of this raw material. Brazilian Journal of Food Technology, 25, e2021125.

133. **Smith G.H., Chepko G. (2001).**Mammary epithelial stem cells. Microsc. Res. Tech., , 52, 190-203.

134. **Tavares, W. P. S., Correia, J. P. P., & Mendes, R. J. S. (2021).** Physico-chemical and sensory characteristics of cow's milk cheese produced in São Jorge – Cape Verde. Kwanissa, 4(8), 330–343.

135. **Tsioulpas, Anastasia, Grandison, Alistair S., & Lewis, Michael J. (2007).** Changes in physical properties of bovine milk from the colostrum period to early lactation. Journal of Dairy Science, 90(11), 5012–5017.

136. **TUCKER H.A. (2000).**Hormones, mammary growth, and lactation: a 41-year perspective. J Dairy Sci., , 83, 874-884.

137. **Uruakpa, F. O., Ismond, M. A. H., & Akobundu, E. N. T. (2002).** Colostrum and its benefits: A review. Nutrition Research, 22(6), 755–767.

138. Vilain (2010). Qu'est-ce que le lait ? Revue Française d'Allergologie, 50(3), 124–127.

139. **Walstra, P., Wouters, J. T. M., & Geurts, T. J. (2006).** Dairy Science and Technology (2nd ed.). Boca Raton, FL: CRC Press/Taylor & Francis Group.

140. **Westhoff, T.A., Borchardt, S., & Mann, S. (2024).** Nutritional and management factors that influence colostrum production and composition in dairy cows. Journal of Dairy Science, 107(7), 4109–4128.

141. **Zarcula, S.; Cernescu, H.; Mircu, C.; Tulcan, C.; Morvay, A.; Baul, S.; Popovici, D.** (**2010).**Influence of Breed, Parity and Food Intake on Chemical Composition of First Colostrum in Cow. *Anim. Sci. Biotech.* , *11*, 0–60.

Détermination de la teneur en protéines

- **Dilution au 1:10 (Pré-dilution) :** Cette étape rend le colostrum plus fluide et plus facile à pipeter.
  • Prélevez 100 µl de colostrum (écrémé de préférence).
  • Ajoutez 900 µl de diluant (eau distillée ou tampon PBS).
  • Mélangez bien au vortex.
- **Dilution au 1:500 (Dilution finale) :** On utilise la pré-dilution pour atteindre le facteur 500 (10x50=500).
  • Prélevez 20 µl de la pré-dilution (étape 1).
  • Ajoutez 980 µl de diluant.
  • Mélangez bien.
- **Gamme d'étalonnage**
  - ✓ **Solution-mère de BSA (1 mg/ml) :**
    • BSA 100 mg
    • Eau distillée 100 ml
  - ✓ **Solution de BRADFORD**
    • Bleu de Coomassie Brillant Blue G250 Merck 1544 100 mg
    • Ethanol absolu 50 ml
    • Eau distillée environ 250 ml
    • Agiter pendant 30 à 60 min
    • Acide phosphorique 85% 100 ml
    • Eau 1000 ml

Voici un tableau pour réaliser une gamme étalon de BSA (Sérum Albumine Bovine) classique. L'objectif est d'avoir une plage de concentration allant de 0 à 100 µg/ml, ce qui est idéal pour la sensibilité du réactif de Bradford.

Tableau : Gamme étalon.

Tubes	0	1	2	3	4	5	6
BSA (µl)	0	10	20	40	60	80	100
Eau distillée (µl)	1000	990	980	960	940	920	900
Concentration en (µg/ml)	0	10	20	40	60	80	100

-

- **Procédure**
  - Ajouter 100 µl de chaque échantillon ;
  - Ajouter 5 ml de réactif de Bradford ;
  - Mélanger :
  - Incuber à température ambiante pendent 10min à l'abri de la lumière :
  - Mesurer l'absorbance à 595 nm.

Tableau 4 : Résultats du pH du colostrum bovin et caprin .

Echantillons	Moyennes	Ecart type
B1	6.22	0.05
B2	5.96	0.07
B3	6.28	0.01
C1	6.39	0.01
C2	6.065	0.07
C3	6.01	0.02

Tableau 5 : Résultats de l'acidité du colostrum bovin et caprin

Echantillons	Moyennes	Ecart type
B1	28	1.41
B2	36	1.41
B3	29.5	0.70
C1	25	1.41
C2	41	0
C3	70	1.41

Tableau 6 : Résultats de la densité du colostrum bovin et caprin.

Echantillons	Moyennes	Ecart type
B1	1.2312	1.23
B2	1.1468	1.14
B3	1.0959	1.09
C1	1.1342	1.13
C2	1.0311	1.16
C3	1.0017	1.00

Tableau 7 : Résultats de la teneur des protéines du colostrum bovin et caprin.

Echantillons	Moyennes
B1	128,7
B2	84,6
B3	99,3
C1	187,5
C2	172,8
C3	165,4

Tableau 08 : Résultats de la teneur de la matière grasse du colostrum bovin et caprin

Echantillons	Moyennes
B1	4
B2	4.4
B3	1.5
C1	7
C2	8
C3	7

Tableau 09 : résultats de la teneur de la matière sèche du colostrum bovin et caprin

Echantillons	Moyennes	Ecart type
B1	19.655	1.20
B2	20.75	0.36
B3	13.265	0.09
C1	16.105	3.58
C2	29.42	0.01
C3	33.345	0.72

Tableau 10 : Résultats du pH du fromage frais

	Moyenne	Ecart type
Fromage bovin	4.26	0.05
Fromage caprin	4.69	0.02

Tableau 11 : Résultats du l'acidité du fromage frais.

	Moyenne	Ecart type
Fromage bovin	0.85	0.07
Fromage caprin	0.6	0

Tableau 12 : Résultats des teneurs en protéines du fromage frais.

	Moyenne	Ecart type
Fromage bovin	62.6 g/l	0.28
Fromage caprin	111.7 g/l	0.14

Tableau 13 : Résultats des teneurs en matière grasse du fromage frais.

	Moyenne	**Ecart type**
Fromage bovin	8	0
Fromage caprin	21	0

Tableau 14 : résultats des teneurs en matière sèche du fromage frais

	Moyenne	**Ecart type**
Fromage bovin	23.20	1.44
Fromage caprin	49.86	2.72

Tableau 15 : Résultats de l'évaluation sensorielle du colostrum bovin et caprin.

Attribut	**Colostrum bovin (moyenne ± ET)**	**Colostrum caprin (moyenne ± ET)**
Couleur	3.00 ± 1.08	3.17 ± 1.46
Odeur	2.93 ± 1.14	3.40 ± 1.19
Goût	1.80 ± 1.03	2.13 ± 0.97
Texture	3.70 ± 1.32	3.27 ± 1.08
Appréciation générale	5.17 ± 2.50	5.57 ± 2.52

Tableau 16 : Valeurs de Wilcoxon pour la comparaison des caractéristiques sensorielles du Colostrum bovin et caprin.

Critères	**p (Wilcoxon)**	**Seuil de signification α**
Couleur	0.58	0.05
Odeur	0.03	
Goût	0.04	
Texture	0.02	
Appréciation générale	0.18	

Tableau 17 : résultats de l'évaluation sensorielle du fromage frais.

Attribut	Fromage issu du colostrum bovin (moyenne ± ET)	Fromage issu du colostrum caprin (moyenne ± ET)
Couleur	3.17 ± 1.42	2.87 ± 1.10
Odeur	2.07 ± 1.21	3.03 ± 1.00
Goût	2.87 ± 0.88	3.20 ± 0.92
Texture	3.67 ± 1.26	2.53 ± 0.94
Appréciation générale	6.18 ± 2.14	7.18 ± 1.56

Tableau 18 : Valeurs de Wilcoxon pour la comparaison des caractéristiques sensorielles du fromage issu du colostrum bovin et caprin.

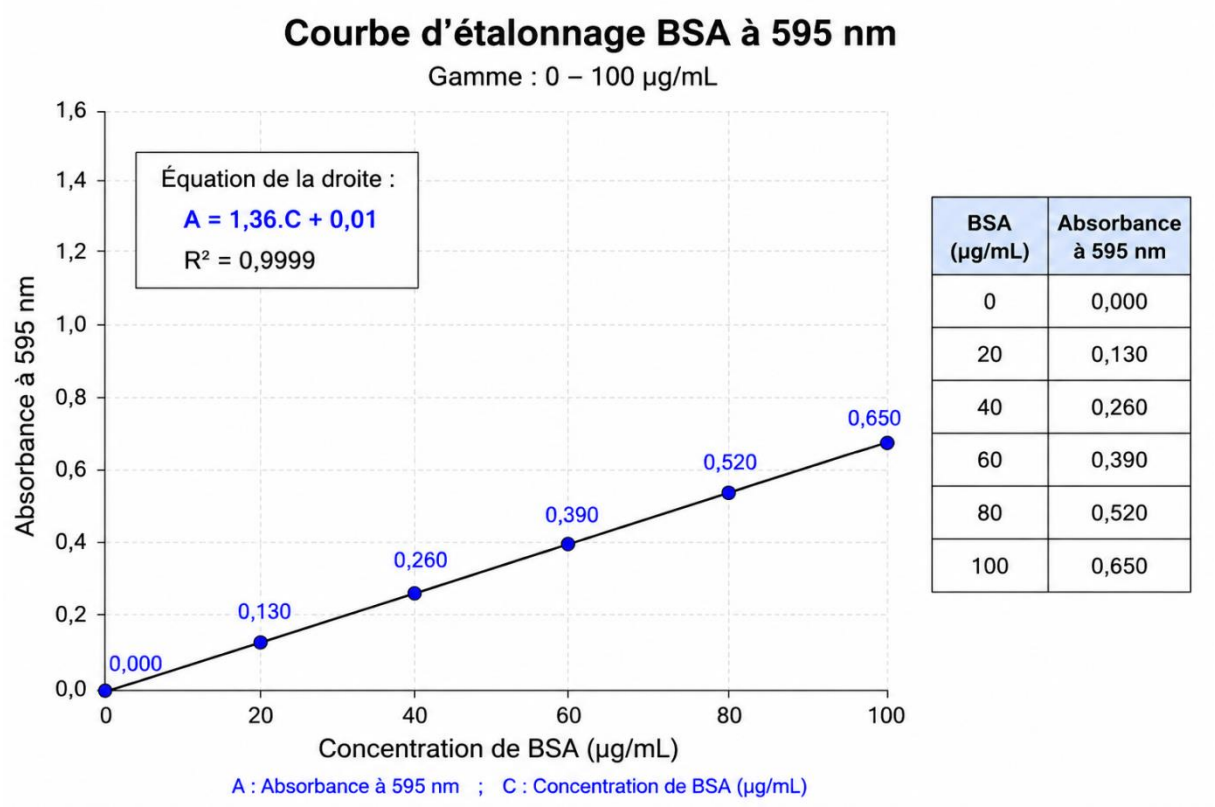
Critères	p (Wilcoxon)	Seuil de signification α
Couleur	0.21	0.05
Odeur	0.01	
Goût	0.04	
Texture	0.001	
Appréciation générale	0.02	

Tableau 19 : Résultats d'analyses physico-chimiques de colostrum bovin et caprin.

Paramètres / Echantillons	Densité	pH	Acidité titrable (°D)	Matière grasse (g/100g)	Protéines (g/l)	Matière sèche (g/100g)
B1	1.2308	6.26	27	4	128.7	20.15
B1	1.2316	6.18	29	4.0	128.7	18.53
B1	1.2312	6.18	28	4.0	128.7	19.34
B2	1.1464	5.91	37	4.4	84.6	20.49
B2	1.1472	6.01	35	4.4	84.6	21.01
B2	1.1468	6.01	36	4.4	84.6	20.75
B3	1.0955	6.29	30	1.5	99.3	12.92
B3	1.0963	6.27	29	1.5	99.3	13.21
B3	1.0959	6.27	30	1.5	99.3	13.06
C1	1.1340	6.38	24	7	187.5	13.57
C1	1.1344	6.40	26	**7**	187.5	18.64
C1	1.1342	6.39	25	**7**	187.5	16.11
C2	1.308	6.08	41	8	172.8	29.43
C2	1.0314	6.12	41	8	172.8	29.21
C2	1.0311	6.10	41	8	172.8	29.32
C3	1.0016	5.99	69	7	165.4	32.83
C3	1.0018	6.03	71	**7**	165.4	33.86
C3	1.0017	6.01	70	**7**	165.4	33.35

Tableau 20 : Résultats d'analyses physico-chimiques du fromage frais obtenu à partir de colostrum bovin et caprin.

Paramètres / Echantillons	Ph	Acidité titrable (%)	Matière grasse (g/100g)	Protéines (g/l)	Matière sèche (g/100g)
B1	4.22	0.9	80	62.8	22.18
B1	4.30	0.8	80	62.4	24.23
B1	4.26	0.9	80	62.6	23.21
C1	4.58	0.6	210	111.6	47.93
C1	4.61	0.6	210	111.8	51.79
C1	4.60	0.6	210	111.7	49.86



BSA (µg/mL)	Absorbance à 595 nm
0	0,000
20	0,130
40	0,260
60	0,390
80	0,520
100	0,650

Tableau 21 : Somme des rangs du colostrum bovin pour les critères couleur, odeur, goût et Texture.

	Colostrum bovin			
Attribut / Dégustateurs	**Couleur**	**Odeur**	**Goût**	**Texture**
1	**3**	**2**	**3**	**4**
2	**2**	**4**	**3**	**5**
3	**3**	**4**	**5**	**5**
4	**4**	**2**	**1**	**2**
5	**3**	**2**	**3**	**4**
6	**1**	**3**	**1**	**3**
7	**3**	**1**	**1**	**5**
8	**3**	**4**	**1**	**5**
9	**5**	**3**	**1**	**5**
10	**4**	**1**	**1**	**3**
11	**5**	**4**	**1**	**5**
12	**3**	**2**	**1**	**5**
13	**3**	**4**	**2**	**4**
14	**2**	**3**	**4**	**4**
15	**4**	**3**	**1**	**5**
16	**2**	**5**	**2**	**4**
17	**3**	**2**	**1**	**3**
18	**3**	**4**	**2**	**4**
19	**2**	**4**	**2**	**4**
20	**3**	**4**	**2**	**4**
21	**3**	**2**	**1**	**3**
22	**1**	**2**	**1**	**4**
23	**3**	**3**	**2**	**4**
24	**1**	**2**	**3**	**4**
25	**5**	**3**	**1**	**5**
26	**3**	**1**	**1**	**4**
27	**4**	**3**	**2**	**1**
28	**2**	**2**	**1**	**1**
29	**3**	**4**	**2**	**1**
30	**4**	**5**	**2**	**1**
Somme des rangs	**90**	**88**	**54**	**111**

Tableau 22 : Somme des rangs du colostrum caprin pour les critères couleur, odeur, goût et Texture.

	Colostrum caprin			
Attribut / Dégustateurs	**Couleur**	**Odeur**	**Goût**	**Texture**
1	**1**	**3**	**2**	**4**
2	**1**	**5**	**2**	**3**
3	**1**	**3**	**2**	**4**
4	**2**	**2**	**1**	**5**
5	**3**	**3**	**2**	**4**
6	**3**	**2**	**2**	**2**
7	**3**	**2**	**1**	**2**
8	**5**	**5**	**2**	**3**
9	**5**	**5**	**3**	**4**
10	**5**	**4**	**3**	**5**
11	**5**	**5**	**5**	**3**
12	**3**	**3**	**3**	**2**
13	**3**	**3**	**3**	**3**
14	**2**	**5**	**1**	**3**
15	**3**	**4**	**2**	**3**
16	**5**	**3**	**2**	**1**
17	**1**	**4**	**2**	**3**
18	**1**	**4**	**3**	**4**
19	**2**	**3**	**4**	**4**
20	**4**	**4**	**2**	**4**
21	**4**	**4**	**3**	**4**
22	**2**	**4**	**1**	**2**
23	**5**	**3**	**1**	**3**
24	**3**	**1**	**2**	**2**
25	**5**	**5**	**3**	**4**
26	**5**	**4**	**2**	**1**
27	**3**	**2**	**1**	**3**
28	**2**	**4**	**1**	**5**
29	**5**	**1**	**2**	**4**
30	**3**	**2**	**1**	**4**
Somme des rangs	**95**	**102**	**64**	**98**

Tableau 23 : Somme des rangs du colostrum bovin et caprin pour l'appréciation générale.

	Appréciation générale	
Dégustateurs	**Colostrum bovin**	**Colostrum caprin**
1	**4**	**7**
2	**2**	**4**
3	**9**	**8**
4	**8**	**4**
5	**8**	**7**
6	**6**	**5**
7	**3**	**7**
8	**5**	**9**
9	**1**	**2**
10	**5**	**8**
11	**10**	**10**
12	**4**	**8**
13	**4**	**2**
14	**8**	**8**
15	**7**	**2**
16	**7**	**8**
17	**8**	**7**
18	**7**	**8**
19	**7**	**7**
20	**5**	**6**
21	**5**	**8**
22	**4**	**4**
23	**7**	**6**
24	**3**	**2**
25	**1**	**2**
26	**8**	**7**
27	**3**	**3**
28	**4**	**2**
29	**1**	**3**
30	**1**	**3**
Somme des rangs	**155**	**167**

Tableau 24 : Somme des rangs du fromage frais obtenu à partir du colostrum bovin pour les critères couleur, odeur, goût et texture.

	Fromage frais (Colostrum bovin)			
Attribut / Dégustateurs	**Couleur**	**Odeur**	**Goût**	**Texture**
1	**4**	**3**	**1**	**5**
2	**1**	**1**	**4**	**4**
3	**4**	**2**	**3**	**3**
4	**1**	**3**	**3**	**4**
5	**1**	**3**	**3**	**1**
6	**4**	**1**	**3**	**3**
7	**2**	**2**	**3**	**3**
8	**5**	**5**	**3**	**3**
9	**1**	**4**	**3**	**5**
10	**5**	**2**	**2**	**5**
11	**4**	**1**	**3**	**4**
12	**4**	**1**	**3**	**5**
13	**5**	**4**	**3**	**5**
14	**2**	**1**	**3**	**4**
15	**5**	**5**	**3**	**5**
16	**3**	**2**	**4**	**4**
17	**2**	**3**	**3**	**4**
18	**2**	**1**	**2**	**5**
19	**2**	**1**	**3**	**5**
20	**3**	**2**	**5**	**5**
21	**2**	**3**	**2**	**3**
22	**3**	**1**	**3**	**3**
23	**3**	**2**	**3**	**3**
24	**3**	**1**	**2**	**5**
25	**2**	**1**	**3**	**3**
26	**5**	**1**	**4**	**1**
27	**4**	**1**	**2**	**4**
28	**5**	**2**	**3**	**3**
29	**3**	**2**	**1**	**4**
30	**5**	**1**	**3**	**4**
Somme des rangs	**95**	**62**	**86**	**110**

Tableau 25 : Somme des rangs du fromage frais obtenu à partir du colostrum caprin pour les critères couleur, odeur, goût et texture.

	Fromage frais (Colostrum caprin)			
Attribut / Dégustateurs	**Couleur**	**Odeur**	**Goût**	**Texture**
1	**2**	**3**	**2**	**3**
2	**3**	**4**	**4**	**3**
3	**3**	**2**	**2**	**3**
4	**3**	**4**	**4**	**4**
5	**3**	**5**	**2**	**3**
6	**2**	**3**	**2**	**2**
7	**3**	**2**	**4**	**3**
8	**5**	**3**	**3**	**3**
9	**4**	**3**	**3**	**3**
10	**5**	**4**	**3**	**4**
11	**3**	**4**	**4**	**1**
12	**4**	**3**	**4**	**3**
13	**3**	**3**	**3**	**3**
14	**3**	**2**	**3**	**3**
15	**3**	**4**	**4**	**3**
16	**2**	**3**	**3**	**3**
17	**1**	**3**	**3**	**1**
18	**2**	**3**	**4**	**3**
19	**2**	**1**	**4**	**2**
20	**1**	**3**	**5**	**1**
21	**2**	**3**	**3**	**3**
22	**2**	**2**	**4**	**2**
23	**5**	**1**	**1**	**1**
24	**2**	**3**	**4**	**3**
25	**3**	**3**	**4**	**1**
26	**3**	**3**	**4**	**3**
27	**4**	**5**	**3**	**2**
28	**3**	**2**	**2**	**3**
29	**2**	**3**	**3**	**3**
30	**3**	**4**	**2**	**1**
Somme des rangs	**86**	**91**	**96**	**76**

Tableau 26 : Somme des rangs du fromage frais obtenue à partir du colostrum bovin et caprin pour l'appréciation générale.

	Appréciation générale	
Dégustateurs	**Colostrum bovin**	**Colostrum caprin**
1	**3**	**10**
2	**8**	**6**
3	**8**	**7**
4	**6**	**9**
5	**8**	**6**
6	**5**	**7**
7	**7**	**10**
8	**5**	**5**
9	**8.5**	**8.5**
10	**5**	**9**
11	**3**	**8**
12	**5**	**7**
13	**7**	**9**
14	**4**	**5**
15	**9**	**5**
16	**9**	**7**
17	**7**	**7**
18	**5**	**7**
19	**7**	**8**
20	**8**	**6**
21	**4**	**7**
22	**5**	**7**
23	**7**	**7**
24	**5**	**9**
25	**6**	**7**
26	**8**	**5**
27	**9**	**8**
28	**2**	**5**
29	**9**	**9**
30	**3**	**5**
Somme des rangs	**185 .5**	**215.5**

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
كلية العلوم
Dpartement D' Agronomie
الفلاحة

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة
قسم علوم

Réf : / D S AGRO/2026
/ ق ع ف /

رقم : 2026

Skikda le : 9 juillet 2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : **ZALANI KARIMA**, Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : AMROUS Sarra

Spécialité : Agroalimentaire et qualité des produits

Intitulé : Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique du colostrum bovin et caprin.

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury

Scanné avec CamScanner

الجمـــهوريـة الجزائـــريـة الديمقراطية الـشعبيـــة

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
كلية العـلـوم
Dpartement D' Agronomie
الفلاحة

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955 سكيكدة
قسم علوم

Réf : / D S AGRO/2026
/ ق ع ف /

رقم : 2026

Skikda le : 9 juillet 2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : **ZALANI KARIMA.** Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : AZZOUZ Ikram

Spécialité : Agroalimentaire et qualité des produits

Intitulé : Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique du colostrum bovin et caprin.

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury

Scanned with CamScanner

الجمـــهورية الجزائـــرية الديمقراطية الشعبيـــة
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
كلية العلـوم
Dpartement D' Agronomie
الفلاحة

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955
قسم علوم

Réf : / D S AGRO/2026
/ ق ع ف /

رقم : 2026

Skikda le : 9 juillet 2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : **ZALANI KARIMA.** Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : BOUROUBA Amina

Spécialité : Agroalimentaire et qualité des produits

Intitulé : Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique du colostrum bovin et caprin.

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury

Scanned with CamScanner

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université 20 Août 1955 - SKIKDA -
Faculté des Sciences
كلية العلوم
Dpartement D' Agronomie
الفلاحة
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
جامعة 20 أوت 1955
قسم علوم

Réf : / D S AGRO/2026
/ ق ع ف /

رقم : 2026

Skikda le : 9 juillet 2026

Autorisation de Dépôt de Mémoire de Master

Je soussigné(e) : **ZALANI KARIMA.** Président(e) de Jury

Certifie que L'étudiant(e) : BERROUAGE Chaima

Spécialité : Agroalimentaire et qualité des produits

Intitulé : Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique du colostrum bovin et caprin.

A apporté les corrections relatives à son travail de mémoire.

Directeur de mémoire	Président(e) de Jury