



Rôle de la microflore indigène du lait cru de chèvre et de différents traitements thermiques sur la qualité des fromages à pâte molle

Objectif 1. Étude sur la détermination et la comparaison de la qualité microbiologique et de la composition des laits de chèvres produits au Québec.

Centre de recherche en sciences animales

Centre de recherche et de développement sur les aliments
St-Hyacinthe
Mai 2014

Étude sur la comparaison de la composition chimique et microbiologique des laits de chèvres produits au Québec

Voici le code qui a été attribué à vos échantillons pour la confidentialité du projet :

- 1) Lait de réservoir Alpine pure : C5
-

Résumé de l'étude

Des échantillons de laits crus de chèvre provenant de producteurs/transformateurs québécois ont été reçus au CRDA à raison d'une fois par mois de septembre 2013 à mars 2014. Dès leur arrivée au laboratoire, les échantillons de lait ont été répartis dans des tubes stériles pour les dénombrements microbiens et les analyses de composition. Après l'interprétation des résultats, il a été démontré qu'il y avait des différences dans la microflore et dans la composition des laits. La période de lactation (automne ou hiver), les pratiques d'élevage et la provenance du lait (chèvre ou réservoir) sont des facteurs qui peuvent influencer les résultats. Ainsi, les populations bactériennes (surtout les bactéries mésophiles et psychrotrophes) et la composition des laits ont augmenté au cours de l'automne, ont atteint un creux au début de l'hiver pour ensuite remonter à la fin de l'hiver.



St-Hyacinthe,

22 mai 2014

Centre de recherche en sciences animales
120-A, chemin du Roy
Deschambault, Qc
G0A 1S0

Objet : Présentation des résultats du projet

Monsieur Martel-Kennes,

Au cours de l'année 2013-2014, vous avez participé à l'étude sur la détermination et la comparaison de la qualité microbiologique et de la composition des laits de chèvres produits au Québec. Cette étude a été financée par Agriculture et Agroalimentaire Canada.

Vous trouverez dans les pages suivantes, le résumé des résultats de composition et de la microflore des laits reçus au laboratoire de septembre 2013 à mars 2014. Dans un premier temps, vos échantillons ont été comparés à l'ensemble des échantillons provenant des différents producteurs de lait de chèvre ayant participé à l'étude. Dans un deuxième temps, les résultats spécifiques à votre ferme ont été comparés à un lait industriel qui consistait à un lait de chèvre de grand mélange provenant de plusieurs transformateurs. Il est à noter que les échantillons identifiés avec la lettre « C » sont des laits de chèvre, ceux avec la lettre « R » sont des laits de chèvre provenant de réservoir et le lait identifié « Ind » représente la moyenne de plusieurs laits de chèvre industriels de grand mélange. Au début du rapport, vous trouverez le code confidentiel qui a été attribué à vos échantillons.

Veillez aussi noter que les résultats présentés dans cette étude vous sont fournis à titre indicatif et qu'ils ne sont pas l'équivalent de résultats obtenus par des laboratoires d'analyse reconnus. Le présent rapport est nécessairement vulgarisé afin d'être accessible à l'ensemble des participants du projet.

Enfin, nous tenons à vous remercier exceptionnellement car sans votre contribution, ce projet n'aurait pu avoir lieu. Nous sommes conscients des efforts que vous avez fournis pour nous faire parvenir les échantillons de lait cru à chaque jour d'échantillonnage. Il n'était certainement pas évident d'insérer cette étape supplémentaire à travers de votre train matinal habituel et nous vous en sommes très reconnaissants. Si vous avez des questions au sujet du rapport, n'hésitez pas à communiquer avec nous.

Veillez accepter nos sincères salutations,



Sophie Turcot, M. Sc.
Adjointe de recherche
(sophie.turcot@agr.gc.ca)



Daniel St-Gelais, Ph.D.
Chercheur scientifique
(daniel.st-gelais@agr.gc.ca)

Centre de Recherche et de Développement sur les Aliments
Agriculture et Agroalimentaire Canada
3600 boul. Casavant Ouest
Saint-Hyacinthe (Québec), J2S 8E3

Introduction

La consommation de fromages de chèvre faits de lait pasteurisé et de lait cru est croissante au Canada. Parmi les 667 variétés de fromages produits au Canada, 32% sont fabriqués à partir de lait de chèvre. Malgré cela, les données scientifiques sur la qualité microbiologique et sur l'impact de différents traitements thermiques sur les propriétés technologiques du lait cru de chèvre canadien pour la production de fromages à pâte molle sont pratiquement inexistantes. Ce projet d'une durée de trois ans a pour objectif général de développer de nouvelles connaissances sur la qualité microbiologique et sur les propriétés technologiques du lait de chèvre canadien. Ainsi, la première partie du projet consistait d'abord à faire l'analyse microbiologique et de composition des laits de chèvre retrouvés au Québec et destinés à la transformation fromagère.

Le lait est un « écosystème » où se retrouvent un grand nombre de flores microbiennes que l'on appelle micro-organismes. Ces micro-organismes sont invisibles à l'œil nu. Les plus couramment retrouvés dans le lait cru sont les bactéries, les levures, les moisissures et les virus. Les bactéries sont les micro-organismes dont la présence prédomine dans le lait cru. Certaines sont considérées indésirables tandis que d'autres peuvent avoir un intérêt technologique. Tous les micro-organismes, peu importe leur origine, sont classés dans différentes groupes. Les plus couramment utilisés sont ; famille > genre > espèces > sous-espèces. Une fois dans le lait, un micro-organisme doit composer avec l'écosystème dans lequel il se trouve, c'est-à-dire avec le milieu et les facteurs qui lui sont propre (pH, composition en nutriment, et etc.). Au sein de chaque groupe de micro-organismes, il existe des spécificités liées au genre, à l'espèce et à la sous-espèce. Le facteur le plus influent sur la croissance des micro-organismes et le plus facile à mesurer est la température de conservation du lait. En effet, les micro-organismes ne réagissent pas de la même façon à la température. Certains voient leur croissance stoppé très vite par un faible abaissement de la température, alors que pour d'autres la croissance ne sera que ralentie, même par une diminution importante de la température. Les micro-organismes sont divisés en cinq groupes en ce qui concerne leur

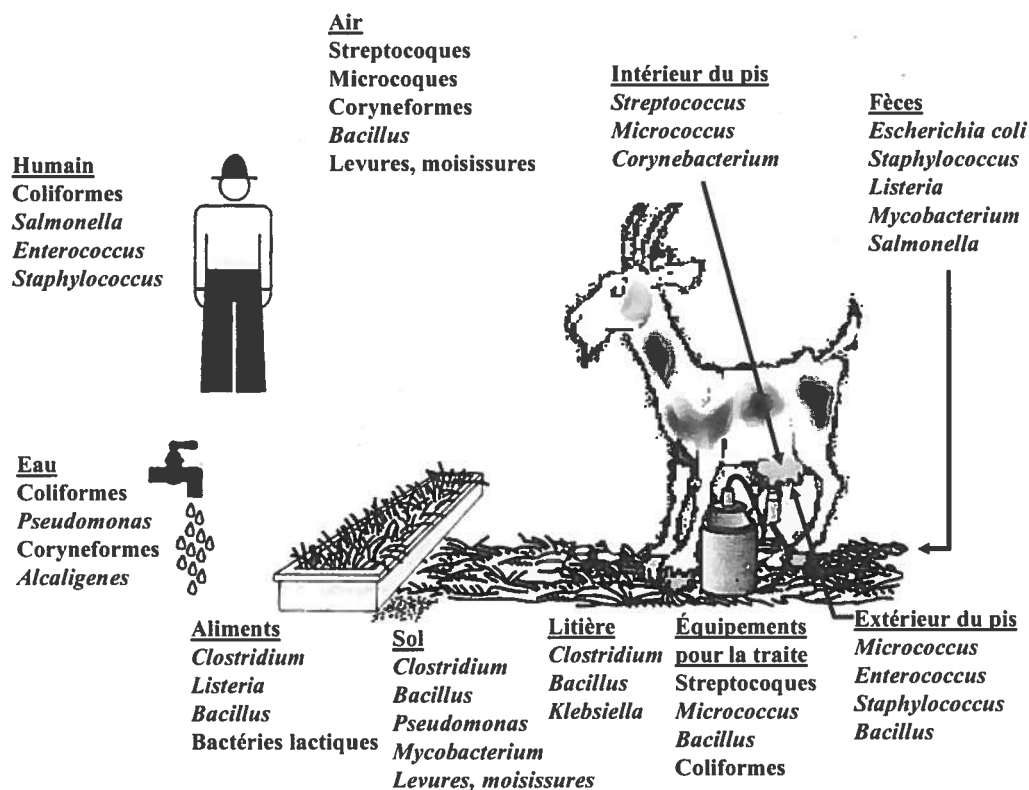
exigences vis-à-vis la température : les psychrophiles, les psychrotrophes, les mésophiles, les thermophiles et les hyperthermophiles (tableau 1). Les groupes les plus rencontrés dans le lait sont les mésophiles et les bactéries psychrotrophes (proches des mésophiles pour leur température optimale mais peuvent se développer à basse température) (Desmaures & Beuvier 2011).

Tableau 1. Zones de température (°C) pour le développement des micro-organismes⁽¹⁾.

Groupes	Minimum	Optimum	Maximum
Psychrophiles	-5 – +5	12 – 15	15 – 20
Psychrotrophes	-5 – +5	25 – 30	30 – 35
Mésophiles	5 – 15	30 – 40	40 – 47
Thermophiles	40 – 45	55 – 65	60 – 90
Hyperthermophiles	60 – 70	≥ 80	100 – 110

⁽¹⁾Desmaures et Beuvier, 2011

En parallèle avec la classification scientifique (qui tient compte du genre et de l'espèce), les micro-organismes sont souvent regroupés en fonction de leur rôle technologique en étant utiles ou indésirables (flore d'altération) ou de leur potentiel pathogène pour la santé humaine ou animale. Selon la littérature française (Demarigny 2011), les genres bactériens les plus rencontrés dans le lait de chèvre cru et ayant un rôle technologique utile sont les bactéries lactiques, les staphylocoques non pathogènes et les bactéries corynéformes. L'écosystème du lait cru dépend de deux principaux facteurs ; le facteur temporel (jour, la saison ou l'année) et l'environnement laitier (la race, les facteurs d'élevage, etc.). En ce qui concerne les facteurs d'élevage, la litière, les pratiques de nettoyage du système de traite, ainsi que l'air ambiant autour de la traite sont fréquemment avancés pour expliquer les différences dans la diversité des flores microbiennes retrouvées dans le lait cru. La figure 1 résume les sources potentielles de micro-organismes d'intérêt technologique ou indésirable du lait cru.



Adapté de : Encyclopedia of Dairy Sciences. 2003. vol 3, p 1786

Figure 1. Sources de contamination microbienne du lait à la ferme et principaux genres bactériens rencontrés.

But du projet

Le but de la présente étude était donc de déterminer l'effet du facteur temps (le mois de l'échantillonnage) et de l'origine du lait sur la microflore des laits de chèvre crus produits au Québec. La composition chimique (teneur en protéines et matières grasses) a aussi été suivie pendant toute la durée du projet.

Matériel et méthodes

a) Échantillonnage des laits

Huit laits de chèvre au total ont été échantillonnés chez différents producteurs/transformateurs dans des bouteilles stériles et acheminés au CRDA par le service de messagerie. À leur arrivée au laboratoire, les échantillons de lait étaient répartis dans des tubes de plastique et conservés dans un bac de glace jusqu'au moment des analyses. L'échantillonnage des laits de chèvre a été effectué de septembre 2013 à mars 2014 à raison d'une fois par mois. Ainsi, deux périodes de lactation étaient couvertes, soit l'automne et l'hiver. En plus des huit laits provenant des producteurs, un lait de chèvre industriel de grand mélange a aussi été échantillonné dans plusieurs usines de transformation laitière. Ainsi, chaque producteur pourra comparer ses échantillons de lait à la moyenne des laits de chèvre industriels (lait Ind).

b) Analyses microbiologiques

La flore mésophile a été dénombrée sur un milieu gélosé Plate Count Agar (PCA) incubé 2 jours à 30°C tandis que la flore psychrotrophe a été aussi dénombrée sur PCA mais incubé 10 jours à 7°C. Les coliformes totaux ont été dénombrés sur un milieu gélosé Violet Red Bile Agar (VRBA) incubé à 37° pendant 24 heures. Les staphylocoques ont été dénombrés sur un milieu gélosé Braid-Parker additionnée du supplément au jaune d'œuf et tellurite et incubé à 37°C pendant 48 heures.

c) Analyse de composition

La composition des laits a été analysée à l'aide d'un analyseur infrarouge (Milko Scan FT-120) calibré spécifiquement avec du lait de chèvre. Il est possible d'obtenir en quelques minutes à l'aide de cet appareil, la teneur en protéines, caséines, matières grasses et lactose d'un échantillon de lait.

Résultats et discussion

a) Qualité microbiologique des laits

Pour faciliter la présentation des résultats, les populations bactériennes dénombrées sont exprimées en log d'UFC/mL de lait (voir le tableau 2 pour la conversion mathématique des populations en log). Le terme UFC signifie « unité formant des colonies ». Donc, un UFC est égal à une bactérie dénombrée dans un millilitre de lait. Il est à noter que le Règlement sur les aliments du Québec ne contient pas de normes relatives au lait cru de chèvre. Ainsi, les résultats dans le présent rapport seront donc comparés aux normes relatives au lait cru de vache.

Tableau 2. Conversion logarithmique du nombre de bactéries par millilitre de lait.

log UFC/mL =	bactéries/mL
0	1
1	10
2	100
3	1 000
4	10 000
5	100 000
6	1 000 000
7	10 000 000
8	100 000 000

Les résultats obtenus ont démontré que les flores dominantes des laits crus de chèvre sont ; la flore mésophile, la flore psychrotrophe et les staphylocoques non pathogènes. L'évolution de la flore mésophile dénombrée durant les mois de septembre 2013 à mars 2014 est présentée à la figure 2. Cette flore regroupe l'ensemble des micro-organismes vivants présents dans un échantillon de lait cru. D'après des études réalisées en France, les genres bactériens de la flore mésophile les plus fréquemment rencontrés seraient les lactocoques, les lactobacilles et les leuconostocs (Desmasures & Beuvier 2011). Par contre, cette observation n'a pas été confirmée dans la présente étude. Durant toute la période du projet, ce sont les R1 et C4 qui étaient les moins chargés en micro-

organismes mésophiles (figure 2a). Pour certains échantillons de lait, la flore mésophile était plus importante au mois de novembre. Le lait de chèvre industriel « Ind » était quant à lui, moyennement chargé en micro-organismes mésophiles avec une population moyenne de 5.3 log UFC/mL pour les 7 mois d'échantillonnage (figure 2b). À titre comparatif pour les données recueillies dans cette étude, le lait cru de vache destiné à la fabrication fromagère ne doit pas contenir plus de 50 000 bactéries aérobies mésophiles par mL de lait (Règlement sur les aliments, Qc).

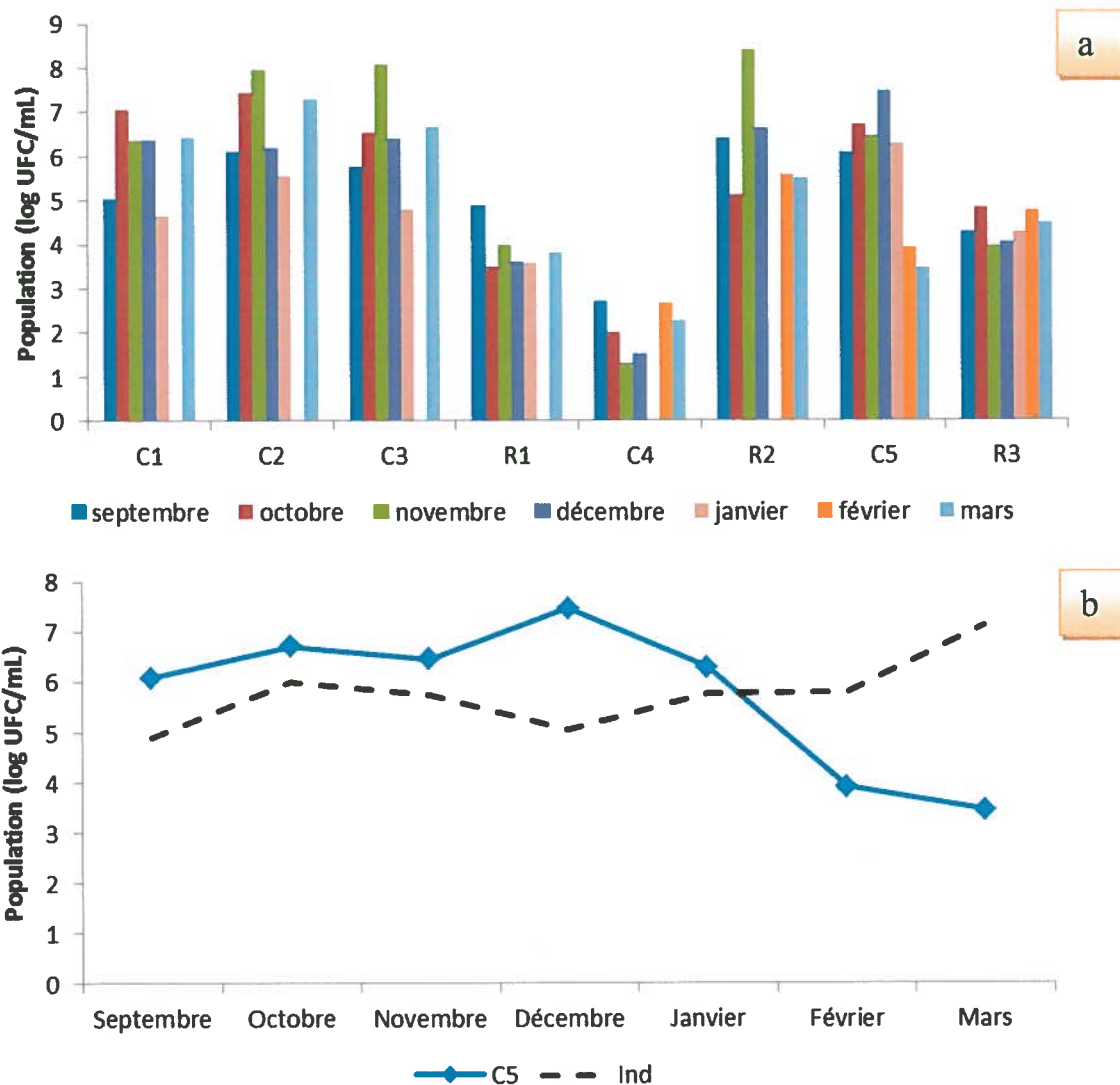


Figure 2. Évolution de la flore mésophile dans le lait cru de chèvre durant les mois de septembre à mars, a) tous les échantillons provenant des producteurs participant au projet et b) vos échantillons vs le lait industriel. *Note : résultat non disponible pour C4 et R2 en janvier et C1, C2, C3 et R1 en février.*

L'évolution de la flore psychrotrophe est présentée à la figure 3. Cette flore comprend principalement les genres bactériens suivant : les *Pseudomonas*, les *Bacillus* et certains coliformes. De façon générale, les bactéries psychrotrophes sont indicatrices de défauts d'hygiène. La présence de *Pseudomonas* par exemple, semble fortement liée au nettoyage du système de traite (Demarigny 2011). Une fois dans le lait, ces bactéries ont

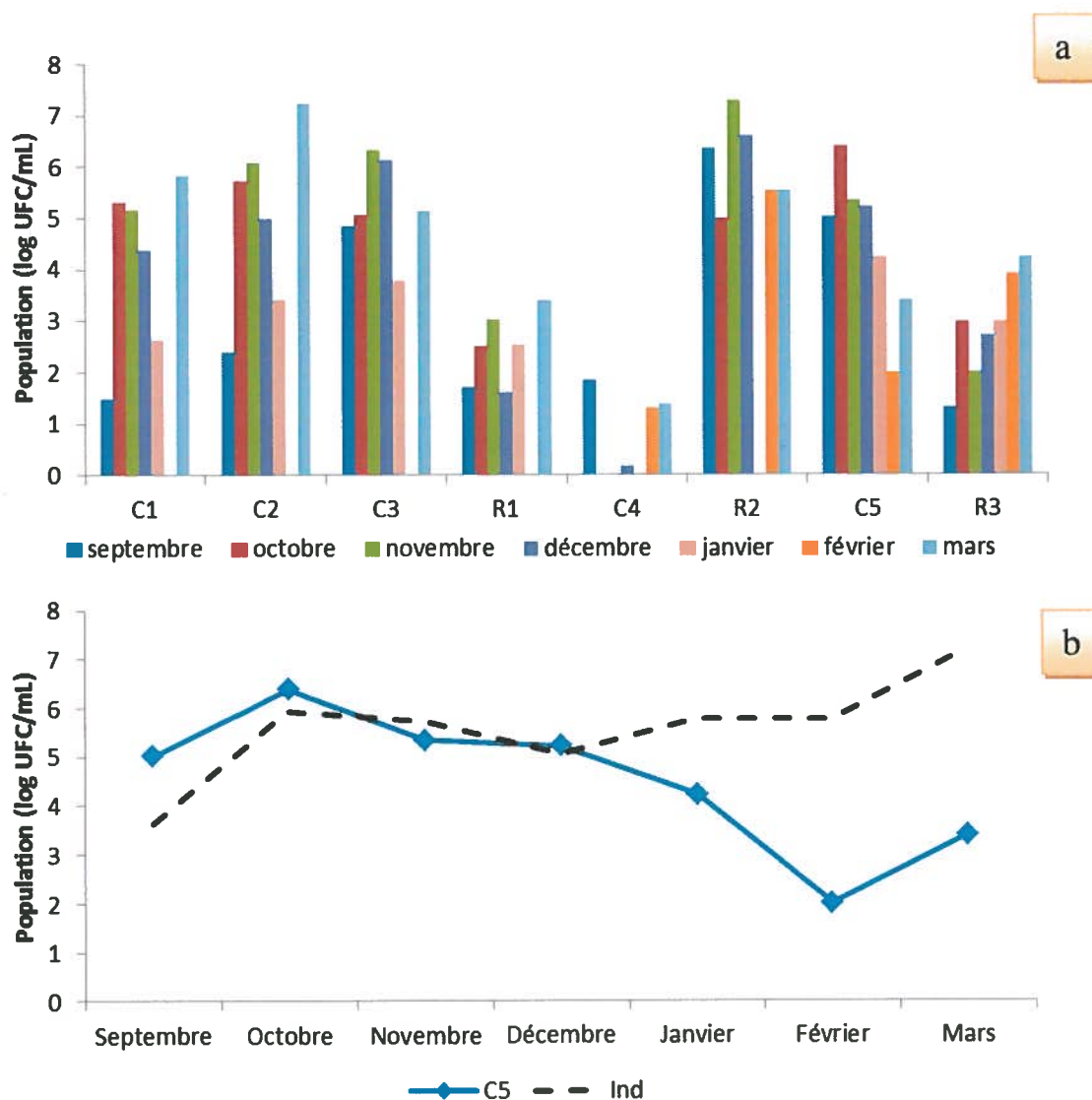


Figure 3. Évolution de la flore psychrotrophe dans le lait cru de chèvre durant les mois de septembre à mars, a) tous les échantillons provenant des producteurs participant au projet et b) vos échantillons vs le lait industriel. *Note : résultat non disponible pour C4 et R2 en janvier et C1, C2, C3 et R1 en février. Autres bandes inexistantes = résultats inférieurs au seuil de détection (< 2 bactéries/mL).*

la capacité de se multiplier dans le réservoir de stockage du lait, même à 4°C. Tout comme pour la flore mésophile, les laits R1 et C4 étaient les moins chargés en bactéries psychrotrophes (figure 3a). En effet, la flore psychrotrophe de tous les laits crus suit la même tendance que la flore mésophile. La moyenne globale de la flore psychrotrophe de tous les laits était donc plus élevée pour les mois d'octobre, novembre et mars. Le lait « Ind » avait une population moyenne de bactéries psychrotrophes de 5 log UFC/mL (figure 3b).

Le troisième groupe bactérien le plus fréquemment rencontré dans les laits de chèvre crus ce sont les staphylocoques non pathogènes. Les résultats sont présentés à la figure 4. Les staphylocoques sont des bactéries hôtes de la peau et des muqueuses de mammifères et font donc partie de la flore naturelle retrouvée à la surface des trayons. Il est à noter que le lait C4 avait une population moyenne en staphylocoques non pathogènes plus faible que tous les autres laits (figure 4a). Le lait « Ind » avait une population moyenne en staphylocoques non pathogènes de 3.5 log UFC/mL (figure 4b). Certaines espèces de staphylocoques sont reconnues pathogènes pour l'être humain. L'espèce pathogène la plus connue est incontestablement *Staphylococcus aureus*. Les staphylocoques à potentiel pathogène ont été dénombrés dans un peu plus de la moitié (58%) des laits de chèvre échantillonnés (figure 5). De tous les laits provenant des producteurs, ce sont les laits R2 de septembre, R2 de décembre et tous les laits R3 qui avaient des populations élevées en staphylocoques à potentiel pathogène (figure 5a). Il se trouve que ce sont des laits de réservoir, donc la manipulation du lait pourrait être à l'origine de cette contamination en staphylocoques à potentiel pathogène. Tous les laits analysés au cours du projet avaient un compte moyen en staphylocoques à potentiel pathogène inférieur à la norme relative au lait cru de vache destiné à la fabrication de fromage dont la période d'affinage est inférieure à 60 jours, soit un maximum de 2000 UFC de *S. aureus*/mL (Règlement sur les aliments, Qc). La présence de staphylocoques à potentiel pathogène dans le lait « Ind » était probablement due à la manipulation du lait en usine et est demeurée passablement stable au cours du temps (figure 5b).

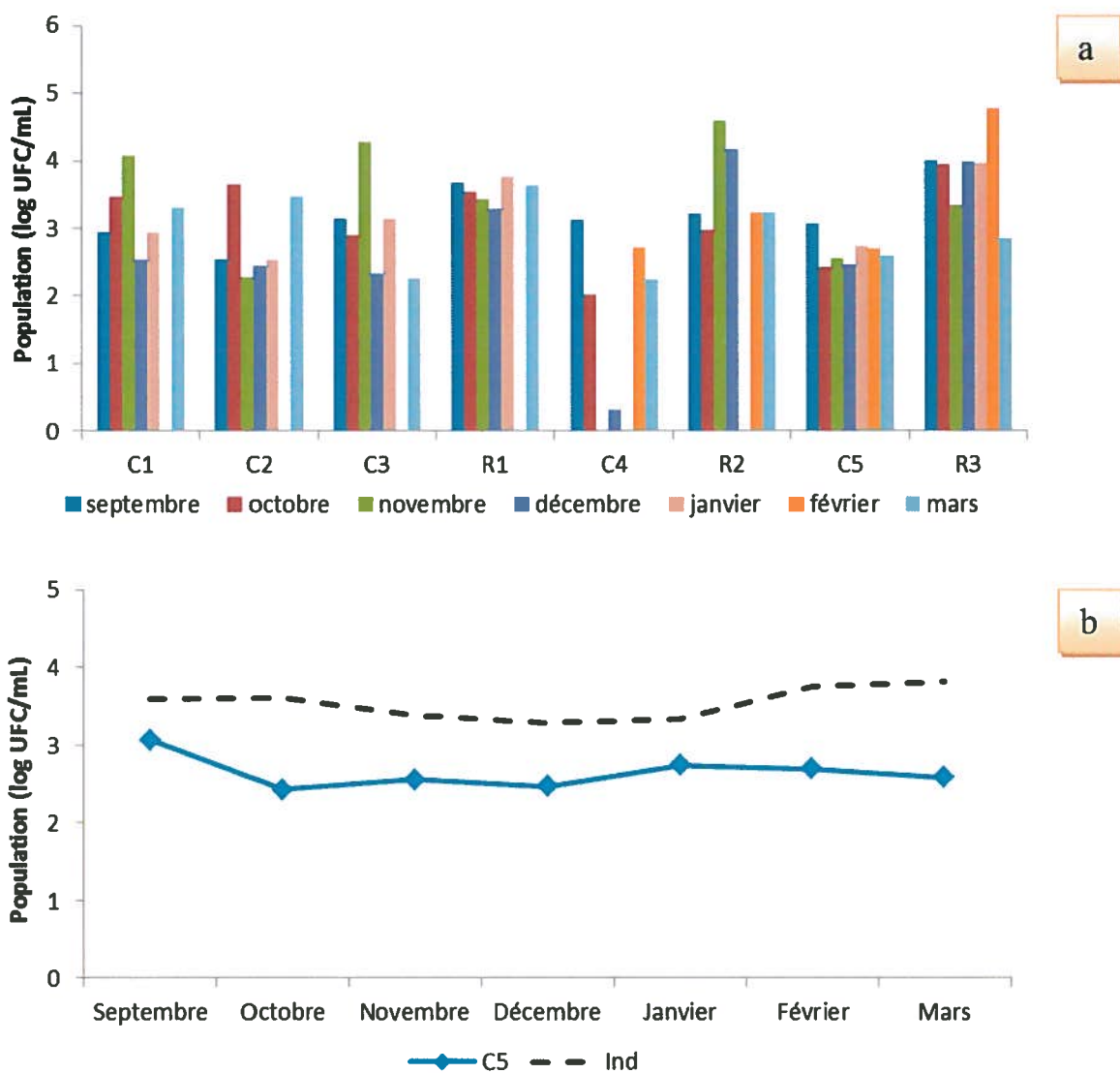


Figure 4. Évolution des staphylocoques non pathogènes dans les lait crus de chèvre au fil des mois de septembre à mars, a) tous les échantillons provenant des producteurs participant au projet et b) vos échantillons vs le lait industriel. *Note : résultat non disponible pour C4 et R2 en janvier et C1, C2, C3 et R1 en février. Autres bandes inexistantes = résultats inférieurs au seuil de détection (< 10 bactéries/mL).*

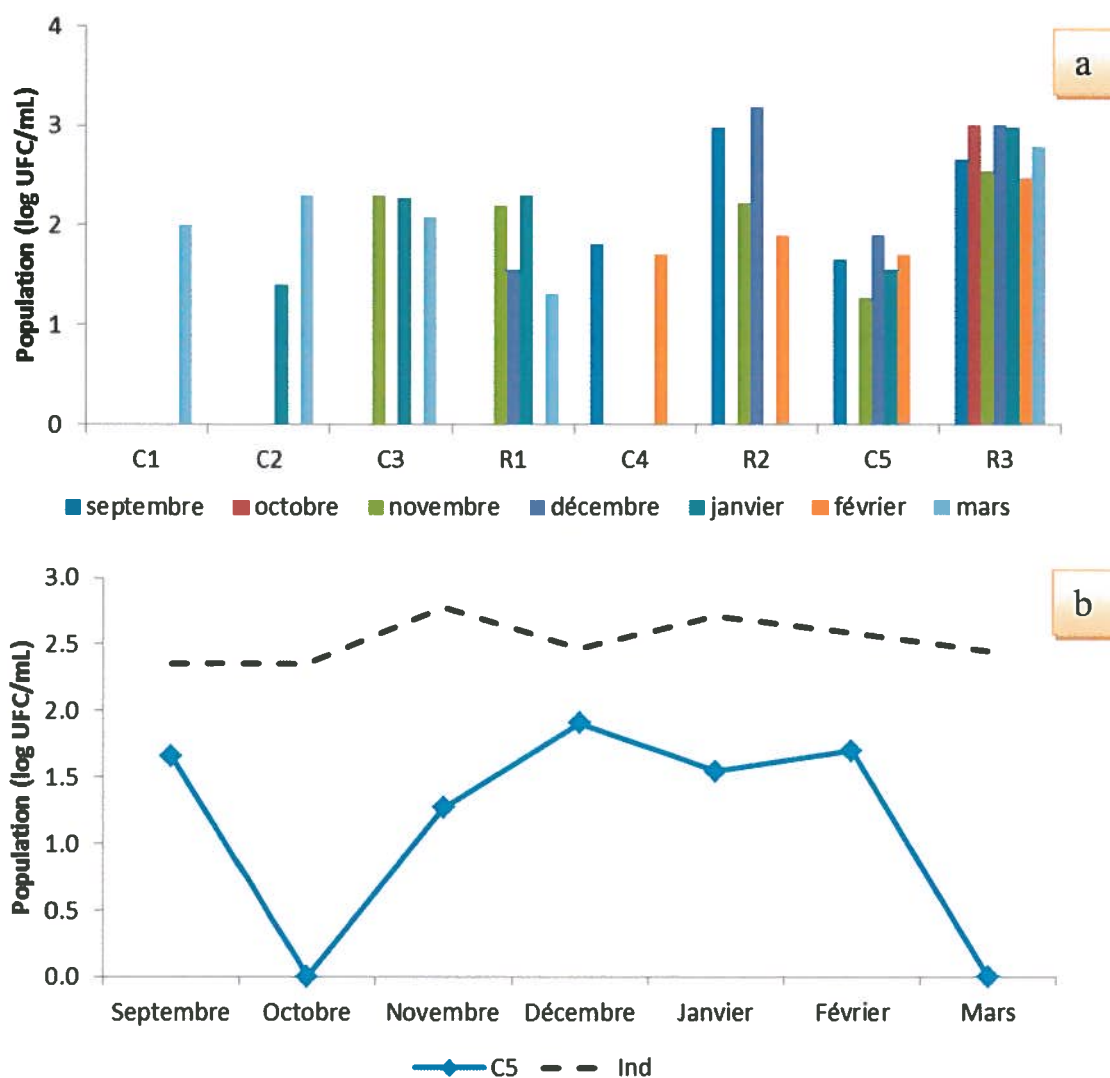


Figure 5. Évolution des staphylocoques à potentiel pathogène dans les lait crus de chèvre durant les mois de septembre à mars, a) tous les échantillons provenant des producteurs participant au projet et b) vos échantillons vs le lait industriel. *Note : résultat non disponible pour C4 et R2 en janvier et C1, C2, C3 et R1 en février. Autres bandes inexistantes = résultats inférieurs au seuil de détection (< 10 bactéries/mL).*

Bien qu'ils ne fassent pas partie des flores dominantes du lait cru de chèvre, il est intéressant de présenter le compte en coliformes totaux dans les laits échantillonnés car ils sont un indicateur de la qualité d'hygiène du lait lors de sa production. L'eau, le sol et l'être humain peuvent être un vecteur de la contamination en coliformes du lait cru. Ainsi, tel que présenté à la figure 6a, il est possible d'observer que la majorité des laits analysés avaient des comptes en coliformes très faibles voire nuls (< 2 log UFC/mL), à

l'exception des laits R2. De plus, dans tous les laits où les coliformes ont été dénombrés, c'est en automne (de septembre à décembre) que les coliformes étaient plus nombreux. Les coliformes ont tendance à apparaître dans le lait lorsque celui est fortement manipulé, d'où leur présence importante dans le lait « Ind », surtout en automne (figure 6b).

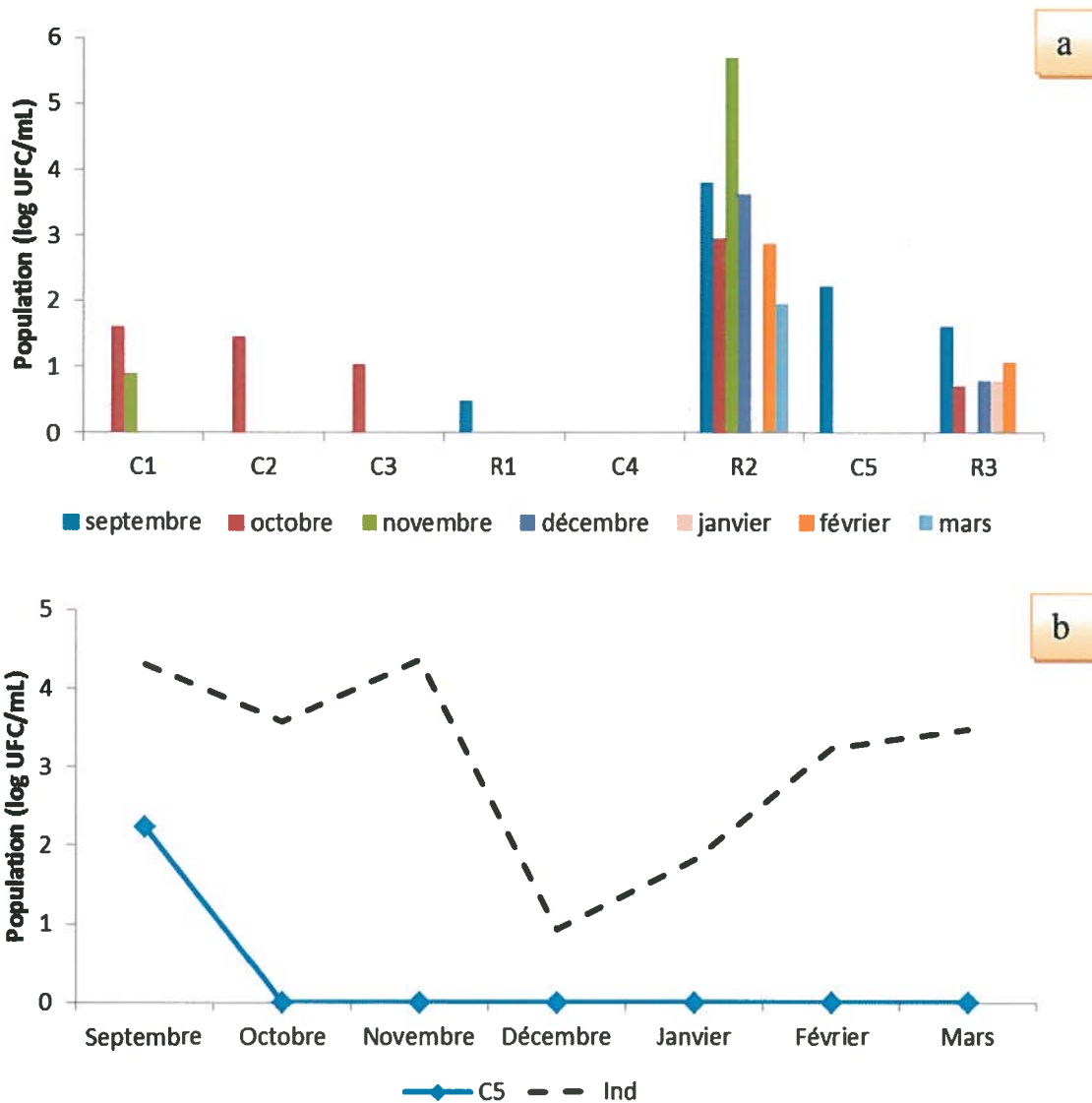


Figure 6. Évolution des coliformes dans le lait cru de chèvre durant les mois de septembre à mars, a) tous les échantillons provenant des producteurs participant au projet et b) vos échantillons vs le lait industriel. *Note : résultat non disponible pour C4 et R2 en janvier et C1, C2, C3 et R1 en février. Autres bandes inexistantes = résultats inférieurs au seuil de détection (< 2 bactéries/mL).*

Les résultats pour le dénombrement des bactéries sporulées aérobies sont présentés à la figure 7. Le genre type de ce groupe bactérien est *Bacillus*. Les spores étaient plus élevées dans les laits C1, C2, C3 et R1, surtout en septembre et octobre (figure 7a). La présence de bactéries sporulées aérobies dans les laits serait attribuée au type d'alimentation des chèvres (foin sec vs ensilage) (Tormo et al. 2006).

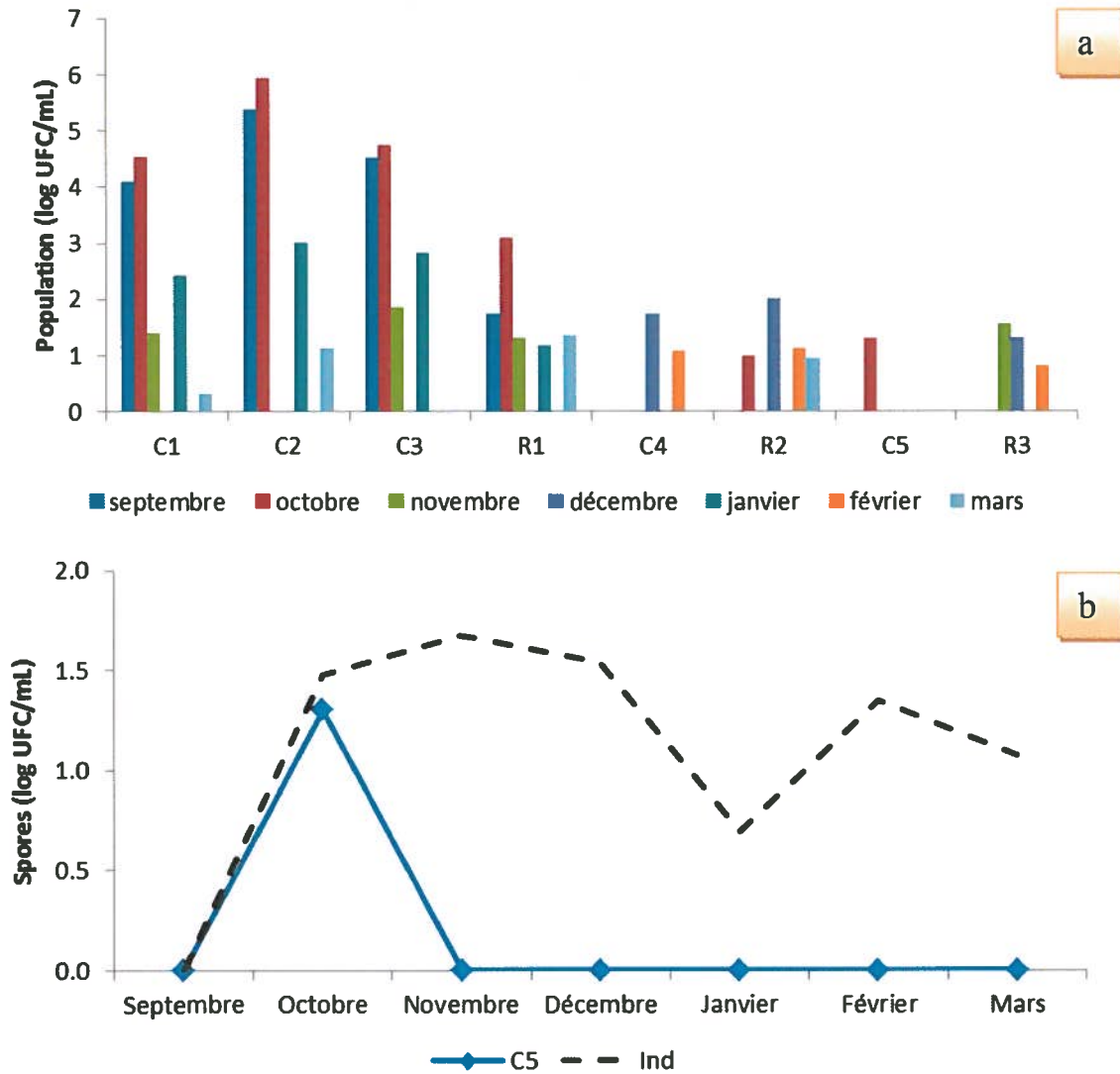


Figure 7. Évolution des bactéries sporulées aérobies dans les lait crus de chèvre durant les mois de septembre à mars, a) tous les échantillons provenant des producteurs participant au projet et b) vos échantillons vs le lait industriel. *Note : résultat non disponible pour C4 et R2 en janvier et C1, C2, C3 et R1 en février. Autres bandes inexistantes = résultats inférieurs au seuil de détection (< 2 bactéries/mL).*

b) Composition des laits

La teneur en protéines et en matières grasses dans les laits a été déterminée au cours du projet et les résultats sont présentés aux figures 8 et 9 respectivement. De façon générale, la teneur en protéines a augmenté au cours de l'automne et a diminué au cours de l'hiver. Cette variation dans la teneur en protéines est souvent reliée à la période de lactation. Il est à noter que le lait C3 avait une teneur moyenne en protéines (5.25%) plus élevée comparativement à la teneur moyenne des autres laits (figure 8a). Étant donné que le lait industriel est une moyenne de plusieurs laits de mélange, il est normal de remarquer que la teneur en protéines du lait « Ind » était passablement constante durant toute la durée du projet (figure 8b). Pour ce qui est de la teneur en matières grasses des laits, ce sont les laits C2 et C3 qui avaient la teneur moyenne en matières grasses la plus élevée avec des valeurs de 4.8 et 6.0% respectivement. Exceptionnellement, le lait C4 de février était aussi très riche en gras avec une teneur de 6.7% (figure 9a). Il y a eu en décembre une légère baisse de la teneur en matière grasse du lait « Ind » mais elle était tout de même stable au cours du temps (figure 9b).

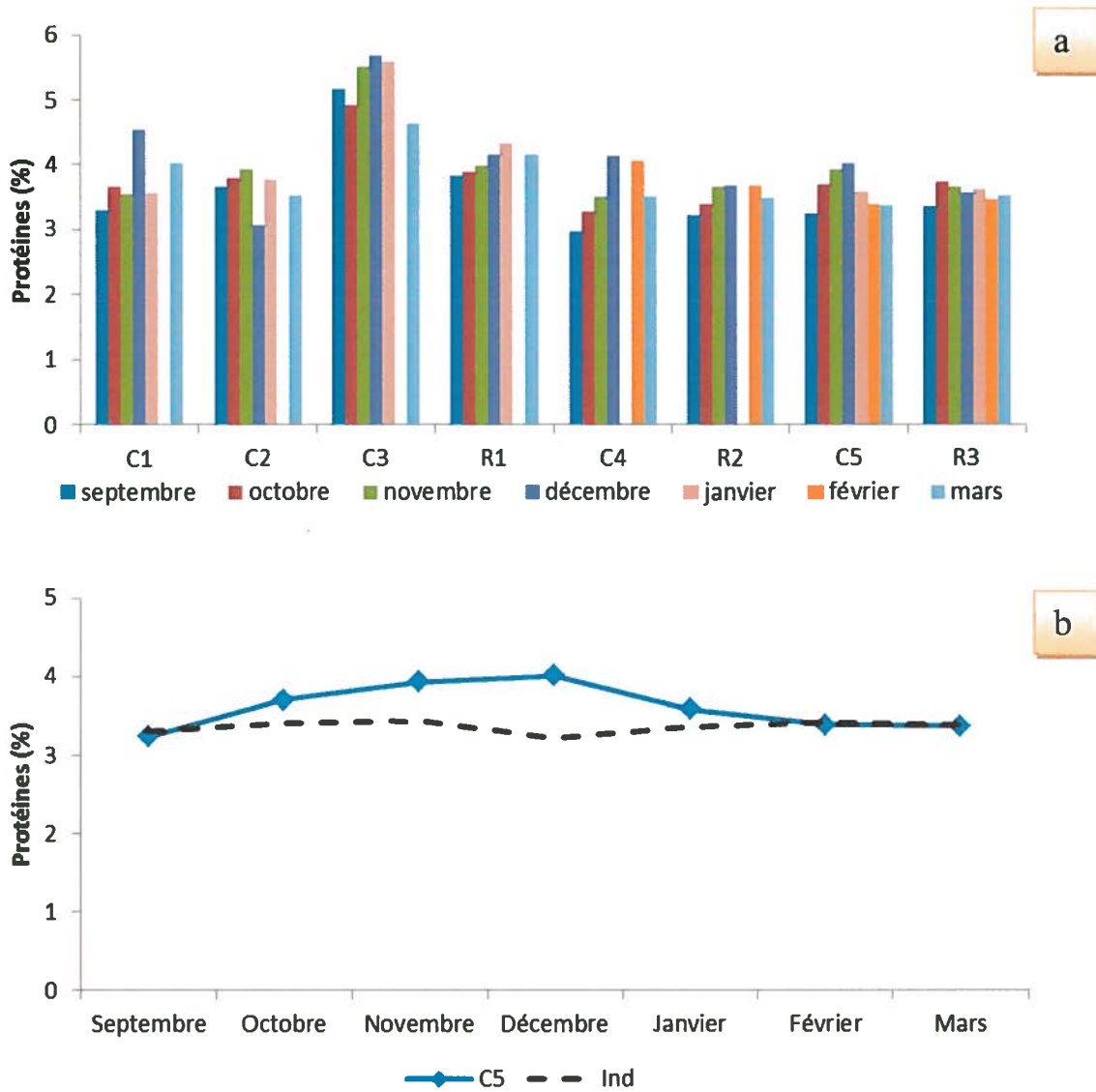


Figure 8. Teneur en protéines dans les lait crus de chèvre durant les mois de septembre à mars, a) tous les échantillons provenant des producteurs participant au projet et b) vos échantillons vs le lait industriel. *Note : résultat non disponible pour C4 et R2 en janvier et C1, C2, C3 et R1 en février.*

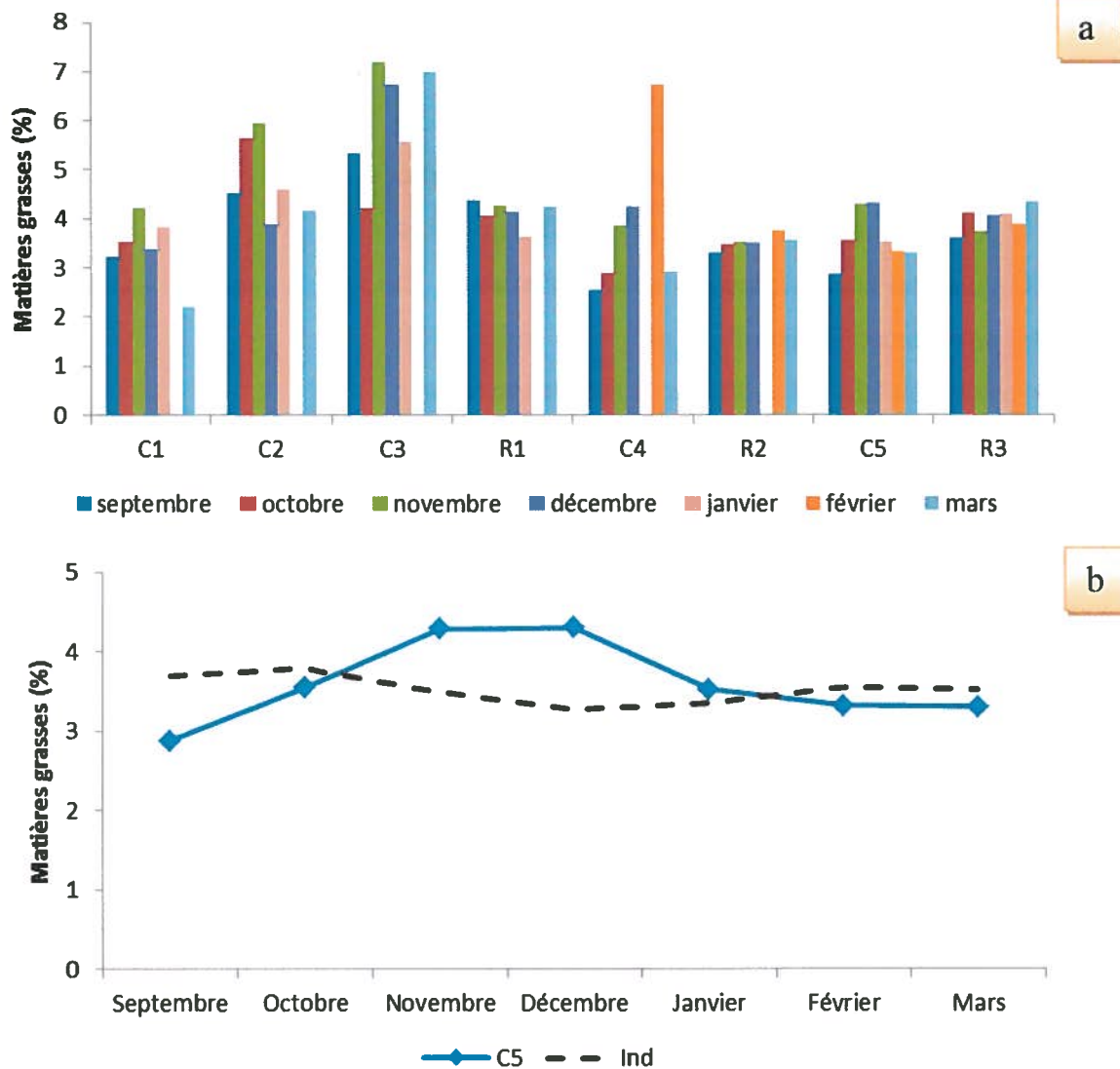


Figure 9. Teneur en matières grasses dans les lait crus de chèvre durant les mois de septembre à mars, a) tous les échantillons provenant des producteurs participant au projet et b) vos échantillons vs le lait industriel. *Note : résultat non disponible pour C4 et R2 en janvier et C1, C2, C3 et R1 en février.*

Références

DEMARIGNY, Y. (2011). Quelle est la variabilité rencontrée au sein de l'écosystème "lait", à quoi est-elle due? In *Microbiologie du lait cru* (Ed C. Laithier), pp. 71-76. RMT filières fromagères valorisant leur terroir.

DESMASURES, N. & BEUVIER, E. (2011). Nature et quantité de microflores des laits. In *Microflore du lait cru* (Ed C. Laithier), pp. 17-26. Paris: RMT filières laitières valorisant leur terroir.

TORMO, H. ALI HAIMOUD LEKHAL, D. & LAITHIER, C. (2006). Les microflores utiles des laits crus de vache et de chèvre : principaux réservoirs et impact de certaines pratiques d'élevage. *Rencontres Recherches Ruminants* 13.

Règlement sur les aliments (mai 2014), *Loi sur les produits alimentaires*, Québec, Éditeur Officiel du Québec, chapitre 11, a. 11.3.2