



Type of the Paper (Article)

## Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du Nord-Est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais

Boumendjel Mahieddine<sup>\*1</sup>, Feknous Nesrine<sup>1</sup>, Mekideche Farah<sup>2</sup>, Dalichaouche Nabila<sup>3</sup>, Feknous Ines<sup>1</sup>, Touafchia Lynda<sup>1</sup>, Metlaoui Nadia<sup>3</sup> and Zenki Redouane<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Recherche sur la Biodiversité et la Pollution des Ecosystèmes. Université Chadli Bendjedid El-Tarf. Algérie

<sup>2</sup> Direction du commerce, Service de Contrôle de la Qualité. Wilaya d'El-Tarf. Algérie

<sup>3</sup> Laboratoire Régional Vétérinaire. Wilaya d'El-Tarf. Algérie

\*Author to whom correspondence should be addressed: E-mail : [mahieddine@yahoo.com](mailto:mahieddine@yahoo.com)

Received: 27/01/2017

/Accepted: 08/12/2017

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1098265>

**Résumé:** Le lait de chèvre, dont la production commence à se développer en Algérie ces dernières années, présente un bon nombre d'avantages lui permettant même de substituer le lait de vache. A travers cette étude nous avons essayé de caractériser certains laits de chèvre (race Alpine) du Nord-est Algérien (wilaya d'Annaba, Guelma, El-Tarf et Souk Ahras). Les résultats d'analyse attestent de la bonne qualité nutritive de ces laits, en particuliers celui de Guelma et de Bouchegouf avec des taux élevés de matière sèche (18,17%), de protéines (31,2 g/l) et une très forte teneur en matière grasse atteignant les 60g/l pour le lait de Guelma. Tous les laits sur lesquels nous avons travaillé étaient de bonne qualité hygiénique. Un fromage à coagulation mixte a été élaboré et soumis à une analyse physicochimique et organoleptique. Les résultats étant très concluants avec l'obtention d'un rendement fromagé élevé (30%), une bonne composition nutritive avec un taux élevé de matière grasse (47%) et de protéine, reflétant la qualité du lait utilisé.

**Mots-clés :** aptitude technologique, fromage frais, lait de chèvre, qualité hygiénique, qualité nutritive, rendement fromager.

### I. Introduction

Il est connu depuis fort longtemps que le lait de chèvre en Algérie est principalement consommé par les éleveurs et que sa valorisation industrielle reste souvent très restreinte, voire inexistante. Malgré l'essor connu par la filière laitière ces dernières années, le lait de chèvre autoconsommé par les éleveurs, reste très peu destiné à une transformation technologique. Il ne manque pourtant pas d'atouts et de qualités comme l'attestent les recherches scientifiques qui mettent en évidence ses propriétés diététiques (El Marrakchi et Hamama, 2000). Notre pays, comme la plupart des pays du tiers monde, ne satisfait pas ses besoins en lait et en produits laitiers et dérivés. L'industrie laitière a toujours eu recours à l'importation. L'accroissement de la demande rend cette solution trop onéreuse pour un pays en voie de développement et souffrant des baisses de ses rentes pétrolières, principales sources de devises. Actuellement, La valorisation des ressources locales et la valorisation des ressources propres du pays est d'un grand intérêt. Il est impératif, lors de la fabrication de tout fromage en général et du fromage frais de chèvre en particulier, de contrôler toutes les étapes de fabrication. Le goût du lait de chèvre, bien que souvent jugé trop fort par certains consommateurs, est à la base d'excellents fromages largement valorisés en tant que produits du terroir et faisant objet d'une A.O.C. (Appellation d'Origine Contrôlée). Ces procédures visent au développement durable et à la valorisation des ressources naturelles secondaires, venant ainsi diversifier le marché et équilibrer

la balance des importations du pays. Pourrions-nous valoriser ainsi cette catégorie de lait à travers la fabrication d'un fromage répondant aux normes internationales et nationales de qualité ? Notre présente étude vise justement à répondre à cette problématique avec des essais d'élaboration d'un fromage frais à base de lait de chèvre sélectionné localement dans la région d'Annaba et de ses départements limitrophes.

## II. Matériel et Méthodes

### II.1. Evaluation de laits de la région d'Annaba

#### II.1.1. Prélèvement du lait

Tous les prélèvements de lait se sont déroulés dans les conditions optimales d'hygiène. Nous avons pour cela suivi les Directives Générales sur l'Echantillonnage CAC/GL 50-2004.

Les laits de chèvre utilisés dans notre présente étude ont été collectés dans la région de Numidie Orientale (Nord- Est Algérie) dans les quatre wilayas suivantes:

- Annaba (commune de Tréat)
- Guelma (commune de Bouchegouf)
- El-Tarf (commune de Hamman Beni Salah)
- Souk Ahras (commune de Machrouha).



Figure 1. Localisation des sites d'échantillonnage des laits de chèvres: ( ) Tréat (Annaba), ( ) Bouchegouf (Guelma), ( ) Machrouha (Souk Ahras), ( ) Hammam Beni Salah (El-Tarf), ( ) Laboratoires de recherche

#### II.1.2. Le lait de chèvre

Les quatre laits de chèvres sont issus d'élevages de la même race alpine, conduite avec un mode d'alimentation extensif, naturel en pâturage. La collecte du lait s'est effectuée durant la période s'étalant du mois d'avril au mois de mai 2016.

Le lait cru est traité manuellement avec un grand soin, afin d'éviter toute contamination qui peut influencer la flore lactique. Pour cette raison, les mains du fermier et les mamelons sont désinfectés avec de l'eau javellisée. Le lait est recueilli dans des bouteilles de 1000ml et des flacons stériles de 250ml placés tout près du mamelon.

Tous les échantillons de lait sont soigneusement étiquetés (espèce, lieu, date) et transportés dans des conditions adéquates à 4°C et acheminés au laboratoire à des fins d'analyses microbiologiques et physicochimiques. Les quantités supplémentaires sont immédiatement congelé à -18°C, afin de préserver toutes les propriétés initiales.

## II.2. Analyses physico-chimiques du lait

### II.2.1. Mesure du pH

Les mesures de pH sont effectuées selon les méthodes standards avec un pH-mètre de paillasse étalonné avec des solutions tampons pH4 et pH7.

### II.2.2. Détermination de la densité du lait

- Homogénéiser l'échantillon à la température de 37-40°C puis le refroidir et le laisser au repos pendant 30min environ dans une enceinte à 20°C afin de permettre à la température de se stabiliser.
- Verser le lait dans l'éprouvette tenue inclinée pour éviter la formation de mousse. La remplir complètement.
- Plonger doucement le lactodensimètre dans le lait en maintenant l'appareil dans l'axe de l'éprouvette et en la retenant dans sa descente jusqu'au voisinage de sa position d'équilibre
- Imprimer un léger mouvement de rotation
- Après une minute, noter la température et lire la densité au sommet du ménisque, l'œil étant placé perpendiculairement à l'axe du densimètre et au niveau du sommet du ménisque pour éviter toute erreur.

Calculer la densité corrigée par la formule:  $d = \text{densité brute à } t^{\circ}\text{C} + 0.0002 \text{ (si } t < 20^{\circ}\text{C)}$

### II.2.3. Détermination de l'acidité titrable dans le lait

- Dans un bécher de 100ml, introduire 10ml de l'échantillon pour essai.
- Ajouter dans le bécher 4 gouttes de solution de phénolphaléine.
- Titrer par la solution d'hydroxyde de sodium jusqu'au début du virage au Rose. On considère que le virage est atteint lorsque la coloration rose persiste pendant une dizaine de secondes.

L'acidité exprimée en acide lactique est donnée par la relation suivante :

Acidité (en gramme par litre) =  $V \times 0.9$

V : volume en millilitre de la solution d'hydroxyde de sodium à 0.1N versée.

Acidité en degré Dornic =  $v \times 10$

### II.2.4. Détermination de la teneur en matière grasse (Méthode acido-butyrométrique)

- Introduire dans le butyromètre avec pipette de sureté ou un doseur 10ml d'acide sulfurique en évitant de mouiller le col.
- Prélever 11ml de lait préalablement homogénéisé et les introduire dans le butyromètre en laissant couler le lait très lentement pour éviter un mélange prématuré du lait avec l'acide.
- Déposer à la surface du lait 1ml d'alcool isoamylique.
- Adapter un bouchon sec et en bon état.
- Agiter le butyromètre jusqu'à la dissolution complète de la caséine qui a été coagulé au début du mélange.
- Procéder à la centrifugation sans laisser refroidir le butyromètre à 1000-2000 tours pendant 5 minutes.
- Sortir le butyromètre de la centrifugeuse et le placer pendant 5 minutes dans un bain-marie à 65-70°C. Veiller à ce qu'il soit complètement immergé. Sortir le butyromètre du bain-Marie.
- Placer le butyromètre verticalement et amener par une manœuvre appropriée du bouchon le plan inférieur de la colonne grasse en coïncidence avec une division représentant un nombre de dizaines de grammes de matière grasse.
- Assurer l'immobilité de la colonne grasse en maintenant le bouchon. Lire le niveau le plus bas du ménisque supérieur de cette dernière en maintenant le butyromètre en position verticale et en effectuant la lecture perpendiculairement à l'appareil.

Le nombre de grammes de matière grasse par litre = valeur atteinte par le niveau supérieur de la colonne grasse.

### II.2.5. Détermination de la matière sèche

- Peser la capsule en verre séchée et refroidie
- Introduire 5ml de lait dans la capsule
- Mettre dans l'étuve réglée à 103-105°C pendant 3 heures
- Retirer la capsule de l'étuve et la mettre dans le dessiccateur
- Laisser refroidir jusqu'à température ambiante
- Peser à 0.001 g près

Calculer le taux de matière sèche la formule :

$$\text{Taux de matière sèche} = \frac{M1 - M0}{M2 - M0} \times 100$$

- M1 : Masse en g de capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement
- Mo : Masse en g de la capsule vide
- M2 : Masse en g de la capsule et de la prise d'essai

### II.2.6. Détermination des cendres

- Peser la capsule séchée et refroidie
- Introduire 5ml de lait dans la capsule
- Mettre dans le four pendant 3heures
- Retirer la capsule du four et la mettre dans le dessiccateur
- Laisser refroidir jusqu'à température ambiante
- Peser à 0.001g près

Calculer le taux de matière sèche la formule :

$$\text{Taux de cendre} = \frac{M1 - M0}{V} \times 100$$

M1 : Masse en g de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement

Mo : Masse en g de la capsule vide

V : Volume de la prise d'essai

### II.2.7. Détermination du taux des protéines par la méthode de Kjeldahl

Le % de protéines dans l'échantillon est obtenu en multipliant le % d'azote par un facteur de correction « F » dépendant du type d'aliment analysé.

% protéines = % N x F

F = 6.38 pour les produits laitiers

### II.2.8. Ferments lactiques

L'ensemencement se fait avec un yaourt de marque commerciale « Soummam » comportant les ferments lactiques *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*. Ces bactéries, par leur activité acidifiante, ont un effet bénéfique du point de vue qualité hygiénique du produit. En parallèle, elles engendrent des produits secondaires qui contribuent à la qualité organoleptiques du yaourt. D'un point de vue nutritionnel, l'activité fermentaire de ces espèces lactiques favorise une solubilisation des différents constituants du lait, améliorant ainsi leur biodisponibilité.

### II.2.9. Présure

Fournie par la laiterie Edough Annaba. Nom commercial CHY-MAX

Composition: Chlorure de sodium, chymosine, peptone de caséine. Lot n° 3256048

Fournie sous forme de fins granulés, elle sera diluée à raison de 5g/1000 l de lait.

### **II.3. Fabrication du fromage de chèvre**

#### **II.3.1. Préparation de fromage frais de chèvre selon 3 modèles de coagulation**

Afin d'optimiser la fabrication du fromage frais de chèvre, un premier essai a été conduit afin de comparer la qualité des fromages frais à base de lait de chèvre suivant trois modes de préparation selon les trois modèles de coagulation.

Coagulation spontanée du lait de chèvre destiné à être caillé naturellement.

Coagulation à base de présure de lait de chèvre pasteurisée emprésurée.

Coagulation mixte ferment lactique + présure. Le lait de chèvre pasteurisé ensemencé avec un yaourt nature puis emprésurée durant la période de caillage.

Les trois préparations seront laissées à coagulation 72h à 27°C suivies d'un égouttage.

A la lumière des résultats obtenus de cette expérimentation, le choix de l'élaboration du fromage frais de chèvre à coagulation mixte (présure + ferments lactique) a été décidé pour la suite des travaux.

#### **II.3.2. Préparation de fromage frais de chèvre à coagulation mixte**

#### **II.3.3. Préparation de la culture mère**

Le levain est préparé dans un flacon contenant 100ml de lait de chèvre ensemencé avec un pot de yaourt nature (125g) puis incubé à 30°C pendant 02heures.

### **II.4. Analyses physico-chimiques du fromage**

#### **II.4.1. Détermination de la teneur en matière grasse (Méthode Van Gulik)**

- Fermer l'ouverture étroite du butyromètre et introduire l'acide sulfurique par le col jusqu'à ce que le niveau de l'acide atteigne une hauteur d'environ la moitié de la chambre.
- Peser 3g de l'échantillon pour essai dans une capsule ou une feuille de matière plastique.
- Transvaser le fromage dans le butyromètre et fermer le col avec le gros bouchon.
- Placer le butyromètre col en bas durant 5minutes dans le bain d'eau à 65°C.
- Retirer le butyromètre du bain d'eau et l'agiter énergiquement durant 10s.
- Poursuivre les opérations durant 15minutes après que les protéines soient dissoutes.
- Retirer le butyromètre du bain d'eau et après avoir soigneusement agité ajouter 1ml d'alcool iso amylique par l'ouverture étroite.
- Agiter immédiatement durant au moins 3s.
- Ajouter l'acide sulfurique par l'ouverture étroite jusqu'à ce que le niveau atteigne le trait repère de 35%de l'échelle. Fermer immédiatement avec le petit bouchon et retourner le butyromètre.
- Agiter énergiquement durant 10s dès que la matière grasse est montée dans la chambre du butyromètre.
- Placer le butyromètre col en bas durant 5minutes dans le bain d'eau à 65°C.
- Retirer le butyromètre du bain d'eau et procéder à la centrifugation sans laisser refroidir le butyromètre.
- Centrifuger à 1000 tours pendant 10minutes.
- Sortir le butyromètre de la centrifugeuse et le placer pendant 5minutes dans un bain-Marie à 65-70°C. Sortir le butyromètre du bain-Marie.
- Placer le butyromètre verticalement et amener par une manœuvre appropriée du bouchon le plan inférieur de la colonne grasse en coïncidence avec une division représentant un nombre de dizaines de grammes de matière grasse.
- Assurer l'immobilité de la colonne grasse en maintenant le bouchon.
- Lire le niveau le plus bas du ménisque supérieur de cette dernière en maintenant le butyromètre en position verticale et en effectuant la lecture perpendiculairement à l'appareil.

La teneur en matière grasse, exprimée en g/100g de fromage, 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.

#### II.4.2. Détermination de la matière sèche

- Peser la capsule en verre séchée et refroidie.
- Introduire 5g de fromage dans la capsule.
- Mettre dans l'étuve réglée à 103-105°C pendant 3heures.
- Retirer la capsule de l'étuve et la mettre dans le dessiccateur.
- Laisser refroidir jusqu'à température ambiante.
- Peser à 0.001g près.

Calculer le taux de matière sèche par la formule suivante :

$$\text{Taux de matière sèche} = \frac{M1 - M0}{M} \times 100$$

- M1 : Masse en g de capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement
- M0 : Masse en g de la capsule vide
- M : Masse en g de la prise d'essai

#### II.4.3. Détermination des cendres

- Peser la capsule séchée et refroidie.
- Introduire 5ml de lait dans la capsule.
- Mettre dans le four pendant 3heures.
- Retirer la capsule du four et la mettre dans le dessiccateur.
- Laisser refroidir jusqu'à température ambiante.
- Peser à 0.001g près.

Calculer le taux de cendres par la formule suivante:

$$\text{Taux de cendres} = \frac{M1 - M0}{M} \times 100$$

- M1 : Masse en g de capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement
- M0 : Masse en g de la capsule vide
- M : Masse en g de la prise d'essai

### III. Résultats et discussion

#### III.1. Résultats des analyses des laits

Le pH renseigne précisément sur l'état de fraîcheur des laits. Le pH du lait de chèvre obtenu lors de nos analyses est de l'ordre de 7.14 contre la valeur de 6.88 pour le lait de vache. Le pH du lait de chèvre se caractérise par des valeurs allant de 6.45 à 6.90 (Remeuf et al 1989) avec une moyenne de 6.7, légèrement différent du pH moyen du lait bovin qui est de 6.6 (Remeuf et al 1989 ; Lejaouen et al 1990). Selon nos résultats, le lait de chèvre contient un taux de matières sèche légèrement plus élevé que le lait de vache, ce qui ne correspond pas aux données connues. La teneur obtenue en protéines du lait de chèvre, de l'ordre de 31.2mg/l, est légèrement inférieure à celle du lait de vache 33.55mg/l. Néanmoins, ces valeurs sont le signe d'une bonne qualité biochimique, en l'occurrence d'une bonne aptitude fromagère. La teneur obtenue en lipides est de 58mg/l. Elle est légèrement supérieure à celle du lait de vache avec un taux 48mg/l. Un résultat similaire a été obtenu par Elham et al (2011) pour le lait issu de la même race alpine. Ce taux de matière grasse annonce la bonne aptitude du lait à la transformation fromagère. L'acidité du lait de chèvre et de vache reste assez stable durant la lactation. Elle oscille généralement entre 0,16 et 0,17% d'acide lactique (Veinoglou et al 1982). Nos résultats affichent également une acidité de 18°D pour le lait de chèvre et de 16.3°D pour le lait de vache.

### III.1.1. Résultats et discussion des paramètres physico-chimiques du lait de chèvre

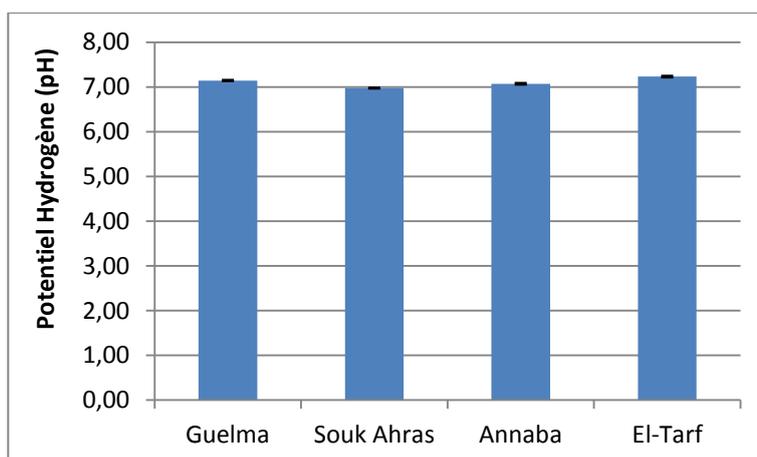
Nous présentons ci-dessous les résultats globaux obtenus des analyses physico-chimiques des quatre laits de chèvre (Tableau 1).

**Table 1.** Valeurs de pH des quatre laits de chèvres (n=12)

|               | pH            | Acidité<br>°D  | Densité<br>° | Matière<br>grasse<br>g/l | Matière<br>sèche<br>g/l | Protéines<br>g/l |
|---------------|---------------|----------------|--------------|--------------------------|-------------------------|------------------|
| Guelma        | 7.14<br>±0.02 | 16.83<br>±0.06 | 1027         | 60,00 ±0.15              | 181,73 ±2.98            | 31,23<br>±0.15   |
| Souk<br>Ahras | 6.97<br>±0.01 | 20.71<br>±0.57 | 1027         | 47,00 ±0.01              | 196,23 ±1.00            | 29,34<br>±0.05   |
| Annaba        | 7.07<br>±0.02 | 19.00<br>±0.01 | 1027         | 37,00 ±0.51              | 146,99 ±0.66            | 28,70<br>±0.18   |
| El-Tarf       | 7.23<br>±0.02 | 19.00<br>±0.03 | 1025         | 32,01 ±0.04              | 129,62 ±0.77            | 30,62<br>±0.19   |

### III.1.2. pH du lait de chèvre des quatre régions

Les valeurs mesurées du pH donnent des moyennes allant de 7.23 pour le lait d'El Tarf à 6.97 pour le lait de Souk Ahras (Figure 2). Ces résultats expriment des valeurs légèrement plus élevées du pH de nos échantillons par rapport à la norme énoncée par la littérature. Bien qu'il y ait des différences

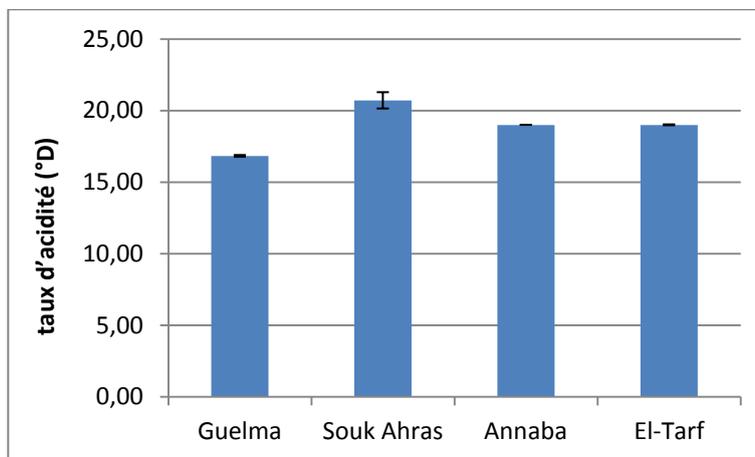


**Figure 2.** Résultats des pH des quatre laits de chèvre

Remeuf et al affirment dans leurs travaux publiés en 1993 et 2000 que le pH du lait de chèvre est généralement compris entre 6.45 et 6.90 avec une moyenne globale de 6.7. Nos échantillons présentent des pH légèrement élevés par rapport à ces résultats. Ceci est peut-être dû, selon Moualek (2011), au polymorphisme génétique important des protéines du lait de chèvre qui se démarquent par une variabilité du pH suivant le type génétique en question. Les variations des pH du lait à la traite peuvent résulter de l'infection de la mamelle de l'animal (Morgan 2001), mais aussi de facteurs génétiques qui ont une grande influence sur les variations du pH du lait caprin (Remeuf 1993; Remeuf et al 2000).

### III.1.3. Acidité totale des quatre laits de chèvre

A la sortie de la mamelle, le lait de chèvre affiche normalement une acidité de 15°D. Selon la FAO (1990), le lait de chèvre devrait présenter une acidité entre 14-18°D. L'acidité de nos échantillons, comme le montre la figure 3, ne s'inscrit pas dans cette fourchette et dépasse les limites d'acceptation à l'exception du lait de Guelma qui affiche une acidité de 16.83°D.

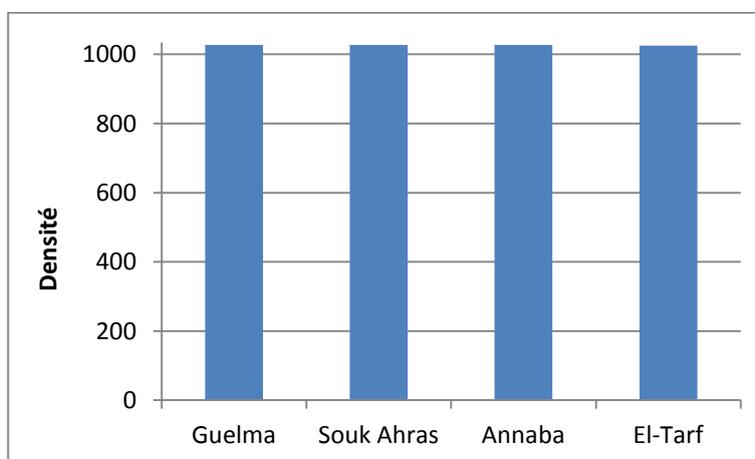


**Figure 3.** Résultats des taux d'acidité (°D) des quatre laits de chèvre

Selon Cassinello et Pereira (2001), l'augmentation de l'acidité est un indicateur de la qualité de conservation du lait et ne peut résulter que d'un développement conséquent de la flore lactique influencé par le jeu combiné de l'augmentation de la température ainsi que de la durée de conservation du lait.

### III.1.4. Densité des quatre laits de chèvre

La densité mesurée est de 1027 pour  $\frac{3}{4}$  des laits à l'exception du lait d'El-Tarf (Figure 4) qui enregistre une légère diminution avec une valeur de 1025. Ces trois valeurs sont normales puisque selon la FAO (1990) la densité du lait de chèvre oscille entre 1027 et 1035.

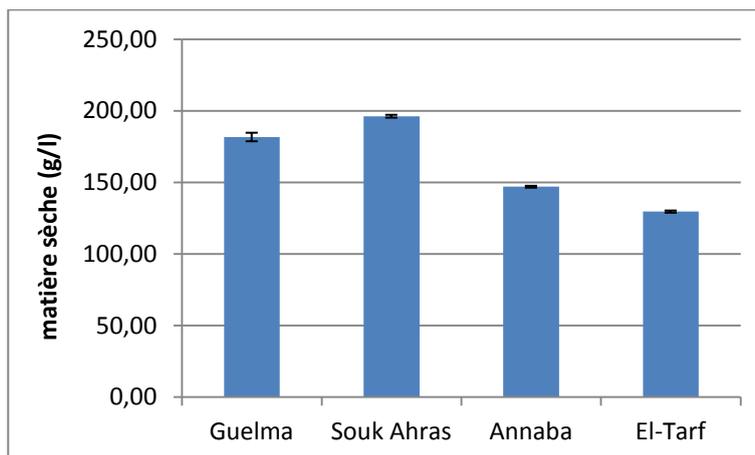


**Figure 4.** Densités des quatre laits de chèvre

### III.1.5. Taux de matière sèche des quatre laits de chèvre

Pour ce qui est de la matière sèche, nous avons enregistré des valeurs assez élevées allant de 129.62g/l pour le lait d'El Tarf comme valeur minimale (Figure 5), à 196.2 g/l pour le lait de Souk Ahras, dépassant ainsi la valeur maximale de 156,5 g/l citée par différents auteurs (Cassinello et

Pereira 2001 ; Raynal-Ljutovac et al 2008 ; Zahraddeen et al 2007 ; Pizarro et al 2007 ; Pierre et al 1998).

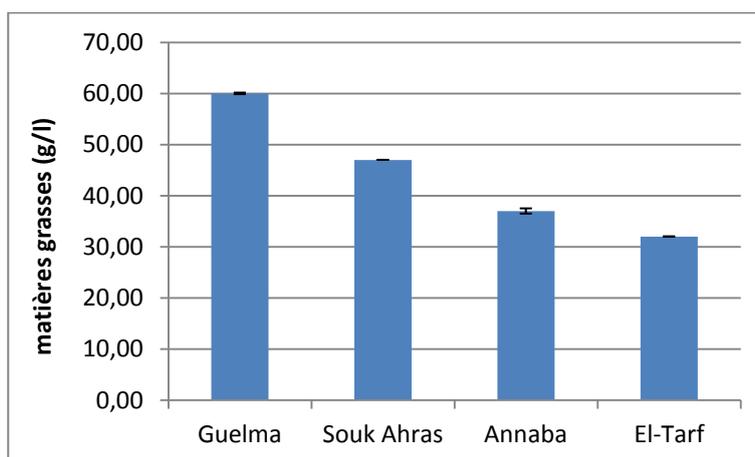


**Figure 5.** Taux de matière sèche (g/l) des quatre laits de chèvre

Le mode de conduite de l'élevage du troupeau et le niveau et mode d'alimentation sont principaux facteurs qui influent sur la variation de la production et la composition du lait (Kouniba et al 2007) et expliqueraient donc la variabilité des taux en matière sèche. Il serait judicieux de suivre cet aspect durant les travaux futurs afin de vérifier quelles sont les plantes lactogènes qui se trouvent sur les parcours de pâturage de ces élevage afin d'optimiser la production.

### III.1.6. Taux de matière grasse des quatre laits de chèvre

Concernant la teneur en matière grasse (Figure 6), nous avons enregistré une teneur de 60g/l pour le lait de Guelma, 47g/l pour le lait de Souk Ahras, 37g/l pour le lait d'Annaba et enfin 32g/l pour le lait d'El-Tarf.



**Figure 6.** Taux de matières grasses (g/l) des quatre laits de chèvre

Les taux enregistrés sur les laits d'Annaba et El-Tarf correspondent largement aux valeurs données par les travaux de Kennedy et al (1981), Bocquier et al (1998), Pizarro et al (2007), Jaubert (1997) avec les taux respectifs suivants : 26.3, 30.8, 31.9, 33 et 36,1g/l. La teneur du lait de Souk Ahras et de Guelma est rarement retrouvée dans les travaux à l'exception de l'étude menée par Kalanizpoulos (1993) qui estime que le taux peut atteindre 62g/l chez la race Alpine.

### III.1.7. Taux de protéines des quatre laits de chèvre

Les teneurs en protéines dosées sont assez élevées, surtout pour le lait de Guelma (31.23g/l) et de Tarf 30.62g/l (Figure 7). Ces valeurs sont élevées par rapport à la littérature caprine mais correspondent assez avec les études sur le lait de chèvre Sawaya et al (1984), Diaz- Carrillo et al (1993), Berger et al (2004) et Zahraddeen et al (2007).

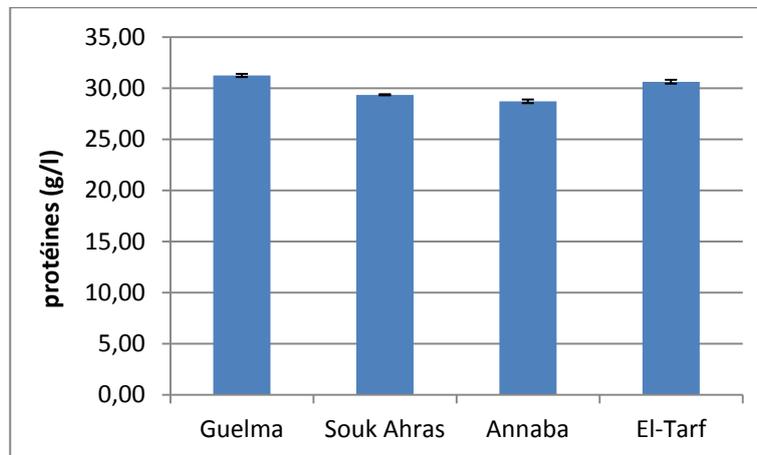


Figure 7. Taux de protéines (g/l) des quatre laits de chèvre

### III.2. Résultats des analyses physico-chimiques des fromages préparés selon les trois modes de coagulation

Le fromage a été confectionné avec du lait de chèvre qui a présenté les meilleures aptitudes fromagère en l'occurrence celui de la région de Bouchegouf (Guelma). Le fromage a été confectionné à partir de lait de chèvre issu de la région de Guelma, après 72h de coagulation.

Le fromage 1 coagulation spontanée sans présure est fabriqué par un ensemencement avec du yaourt nature sur du lait non pasteurisé

Le fromage 2 est fabriqué seulement avec la présure (coagulation enzymatique)

Le fromage 3 est fabriqué par un ensemencement avec du yaourt nature et présure (Coagulation mixte enzymatique et lactiques)

#### III.2.1. Aspect des fromages

Les résultats obtenus sont réunis dans le tableau 2 :

Tableau 2. Aspect des trois fromages issus de trois modes de coagulation

|           | Temps de coagulation | Aspect du caillé après 24h                      | Aspect du caillé après égouttage                            |
|-----------|----------------------|---|---|
| Fromage 1 | Long (plus de 24h)   | Compact, pas de lactosérum<br>Produit yaourteux | Masse dure<br>Texture friable                               |
| Fromage 2 | Moyen (24 h)         | Caillé ferme,<br>peu de lactosérum              | Friable<br>Collante, peu de lactosérum                      |
| Fromage 3 | Court (moins de 24h) | Caillé bien formé<br>Brillant                   | Texture lisse crémeuse<br>Quantité importante de lactosérum |

Les résultats obtenus révèlent nettement que le fromage à coagulation mixte présente un meilleur aspect et une meilleure texture, répondant au mieux aux caractéristiques d'un fromage frais.

### III.2.2. Analyses physico-chimiques des trois fromages

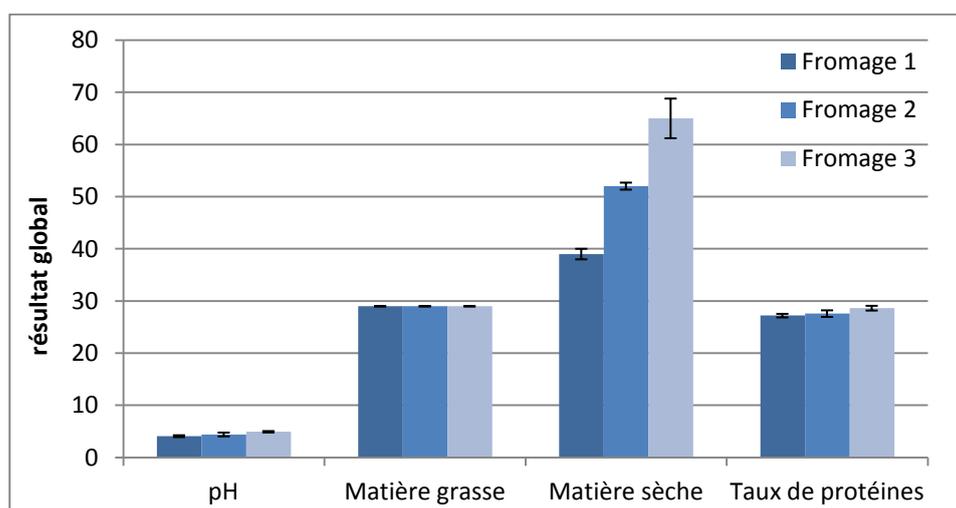
Les résultats d'analyse des trois fromages (Figure 8) ne révèlent pas de grande variation de composition mais la différence parait avec le taux de matières sèche qui est plus important 65g/100g de fromage pour le fromage a coagulation mixte présure + ferment lactique mais aussi le meilleur rapport matière grasse et matière protéine.

Pour rappel, les trois fromages 1 ; 2 ; 3 sont obtenus par trois procédés de coagulation:

Le fromage 1 coagulation spontanée sans présure est fabriqué par un ensemencement avec du yaourt nature sur du lait non pasteurisé

Le fromage 2 est fabriqué seulement avec la présure (coagulation enzymatique)

Le fromage 3 est fabriqué par un ensemencement avec du yaourt nature et présure (Coagulation mixte enzymatique et lactiques)

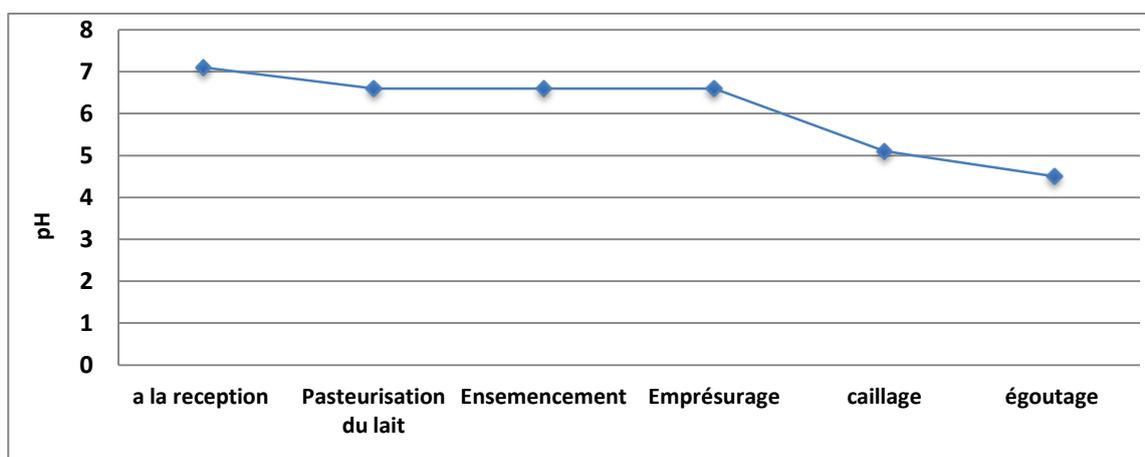


**Figure 8.** Résultats globaux des analyses physico-chimiques sur les trois fromages

A partir des résultats obtenus nous remarquons une différence dans la composition des trois fromages, notamment en ce qui concerne le taux de protéines, mais aussi le taux de matière sèche obtenue. Le fromage fabriqué par coagulation mixte présente les meilleurs scores.

Contrôle du pH lors de la fabrication du fromage frais

Les valeurs du pH, enregistrés durant les différentes étapes de fabrication des fromages (Figure 9) sont représentées dans le graphique suivant indiquent un bon déroulement de la fabrication du fromage frais.



**Figure 9.** Evolution des valeurs du pH durant la fabrication du fromage de chèvre

Après ensemencement, et par la suite de la fermentation lactique, le pH du lait diminue pour atteindre une valeur de 5,1 en fin de caillage (après 18h d'incubation). Le pH continue à diminuer avec le temps pour atteindre une valeur de 4,5 en fin d'égouttage. Ceci s'explique par une acidification du milieu grâce à l'action des ferments lactiques qui transforment progressivement le lactose en acide Lactique, résultats confirmés par Kosikowski (1997) et Vignola et al (2002).

### III.2.3. Aspect du fromage frais

Le fromage obtenu est de couleur blanche, présente un aspect lisse, une texture crémeuse avec une consistance moyenne, non friable avec une odeur caractéristique et lactique. Ces caractéristiques correspondent largement à la description du fromage de chèvre citée dans la littérature.

### III.3. Calcul du rendement fromage

On a procédé au calcul du rendement fromager pour un litre de lait de chèvre. Après pesée des éléments suivant la formule :

$$\text{Rendement \% } R = \frac{F}{L + l} \times 100$$

F étant la masse du fromage obtenu (kg) = 0.35 kg

L étant la masse du lait utilisée (kg) = 1.027 kg (densité obtenue par analyse à la réception)

l étant la masse de ferment liquide ajoutée (kg) = 0.1 kg (masse du liquide d'ensemencement)

Le rendement fromager de notre expérimentation est donc de 31%.

Cette valeur étant définie comme étant la quantité de fromage fabriquée à partir d'une quantité de lait engagée. A partir de là seront déterminés les calculs économiques et les prévisions de bonne production fromagère.

Notre rendement obtenu est nettement supérieur aux rendements des travaux similaires sur le fromage frais de chèvre alpine qui est de 17% (Kouiniba 2007) 25% (Kalanzpoulos 2007) et finalement de 27% (de la Cruz 2007).

Le rendement peut présenter des variations, car le lait de chèvre change significativement sous influence de divers facteurs: climatiques, génétiques et d'alimentation comme le stipule certaines études (Doyon 2005).

### III.4. Analyse physico chimique du fromage de chèvre

Les résultats obtenus sont réunis dans le tableau 3:

**Tableau 3.** Composition du fromage frais de chèvre

| Constituant             | Valeur      |
|-------------------------|-------------|
| pH                      | 4.75 ±0.02  |
| Extrait sec (g/l)       | 48.01 ±0.05 |
| Matière protéique (g/l) | 32.00 ±0.01 |
| Matière grasse (g/l)    | 47.01 ±0.07 |
| Cendres (g/l)           | 10.04 ±0.02 |

Les résultats obtenus semblent intéressants et permettent de conclure, par comparaison aux différents types de fromages de chèvre de la bibliographie, que le fromage que nous avons fabriqué peut être classé comme fromage à teneur en eau moyenne (contenant 35 à 60% d'eau). Ces résultats vont dans le même sens que ceux trouvés par Jaubert (1997) ; Heuchel et al (2000) ; Mahaut et al (2000) et Vignola et al (2002).

La teneur en matière sèche est de 48g pour 100g de fromage de chèvre, ce qui lui confère une haute valeur nutritionnelle. Selon Jaubert (1997), la teneur en matière sèche des fromages de chèvre frais (type moyen) se situe entre 40 et 65%. Les résultats obtenus semblent intéressants et permettent de conclure que par comparaison aux différents types de fromages de chèvre, donnés par la bibliographie,

Le fromage que nous avons fabriqué peut être classé comme fromage à teneur en eau moyenne (contenant 35 à 60 % d'eau). Ces résultats vont dans le même sens que ceux trouvés par Jaubert (1997) ; Mahaut et al (2000) ; Vignola et al (2002) et Daoud (2006).

Les protéines représentent 32% de la matière sèche de notre fromage et sont constituées essentiellement de caséines. St-Gelais et al. (1999) indiquent que lors de la fabrication fromagère, c'est essentiellement la caséine qui constitue le fromage, tandis que les protéines solubles restent dans le lactosérum. La transformation du lait en fromage (présure ou autres enzymes) n'altère pas la qualité nutritive des protéines.

Pour ce qui est de la matière grasse, elle est de 47% un taux qui peut s'expliquer par la présence d'une quantité importante de matières grasses dans le lait de fabrication de 60g/l.

Selon Bellivier et Gaborit (2000), la teneur lipidique du lait destiné à la production fromagère conditionne très largement le taux de matière grasse du produit fini. L'acceptabilité des fromages gras est habituellement supérieure, car leur haute teneur lipidique leur imprime une saveur plus appréciée. Une étude menée par la FAO (2002) montre que la matière grasse confère de l'onctuosité, masque l'acidité et améliore la saveur. Les protéines, quant à elles, améliorent la texture et masquent aussi l'acidité.

#### IV. Conclusion

Ces dernières années en Algérie, l'élevage caprin a connu un essor considérable, boosté par des programmes de développement agricole et vu que le taux de consommation du lait s'accroît continuellement, chose qui fait de notre pays l'un des plus grands importateurs mondiaux de lait (MCA, 2015). Le lait de chèvre peut présenter une très bonne alternative de développement de la filière lait et subvenir ainsi au besoin de la population toute en réduisant les factures d'importation.

Cette étude nous a permis d'avoir une idée sur la composition des laits de chèvre de race alpine, recueillis dans la région nord-est du pays à savoir : Annaba (Tréat), Guelma (Boucheouf), El-Tarf (Bouhadjar) et Souk Ahras (Machrouha), et de les comparer à un lait de vache. On a essayé de voir les possibilités de valorisation de ces laits en fabriquant un fromage frais.

La comparaison des résultats obtenus dans ce travail avec ceux des autres travaux sur des produits similaires en Algérie, mais aussi dans d'autres pays, permet de conclure que les laits de chèvre étudiés présentent des caractéristiques nutritives, hygiéniques et organoleptiques très intéressantes, leur conférant ainsi des aptitudes technologiques diverses.

Dans une première partie, l'analyse des laits de chèvres, révèle une bonne qualité physicochimique avec des taux de matière sèche élevés (192.2g/l), des taux appréciables de protéines (30.2g/l) et enfin un taux de matière grasse assez élevé par rapport aux normes rencontrées dans la littérature scientifique, en particulier le lait de la wilaya de Guelma (région de Boucheouf) qui présente un taux de 60g/l de matières grasses suivi du lait de Souk Ahras avec un taux de 47g/l. Sur le plan microbiologique, tous les échantillons se sont avérés conformes avec une flore totale en dessous de la norme, avec absence totale de germes pathogènes mais cela restant très dépendant des mesures d'hygiène lors de la traite.

Le rapport matière grasse et protéine élevé et le profil microbiologique des laits de chèvre recueillie, plus particulièrement ceux de Guelma et de Souk Ahras, confèrent à ces laits une grande aptitude à la transformation fromagère.

Dans une deuxième partie, nous avons procédé, après mise au point par des essais portant surtout sur les modes des coagulations, à la fabrication d'un fromage frais à coagulation mixte à partir du lait qui a présenté la meilleure aptitude technologique 'lait de Guelma'. Les résultats se sont avérés très concluants, en obtenant un rendement fromagé élevé de 30% en plus des résultats de contrôle de fabrication qui ont attesté de la bonne qualité physicochimique du fromage obtenu avec un taux de matière sèche ; de protéine et de matières grasses mais aussi d'une bonne qualité hygiénique qui répond aux normes de fabrication. Nous préconisons donc une approche expérimentale itérative afin de perfectionner le produit et de répondre au mieux aux *desiderata* des consommateurs.

#### V. Références

Bellivier A C and Gabo Rit P 2000 Lipolyse naturelle du lait de chèvre et qualité organoleptique des fromages. Rencontres sur la Recherche sur les Ruminants, 7, 315-319.

- Berger T, Butikofer U, Reh C and Eckhart J 2004 Le lait. Manuel Suisse des Denrées Alimentaires, 1, 1-4.
- Bocquier F, Rouel J, Domalain A and Chilliard Y 1998 Effect of concentrate/dehydrated alfalfa ratio on milk yield and composition in alpine dairy goats fed hay based diets. *CIHEAM, Options Méditerranéennes*, 52, 99-101.
- Cassinello J and Pereira S 2001 La qualité du lait et du fromage dans cinq exploitations caprines de la serra do caldeirao. *CIHEAM, Options Méditerranéennes, Série A, séminaires méditerranéens*, 46, 157-161.
- Daoud A 2006 Qualité d'un fromage local à base de chèvre. Thèse de magistère Université Hassiba Ben Bouali Chelf, 180 p.
- De la Cruz D A 2007 Faisabilité de fabrication au Mexique de fromage de chèvre avec addition de piments – aspect technologique, sensoriel sanitaire et économique - . Thèse de magistère Université de Lyon, 273 p.
- Doyon A 2005 Influence de l'alimentation sur la composition du lait de chèvre : revue des travaux récents ; Colloque sur la chèvre, CRAAQ, 7 octobre, Québec, Canada.
- Elham Hajj S, Hussein D, Roula A and Chedid M 2011 Caractérisation chimique et qualité bactériologique de produit caprins traditionnels libanais, *Lebanese Science Journal*, 12(1), 21
- El Marrakchi A and Hamama A 2000 Valorisation des produits laitiers caprins. Editions Hassan. 2, 4-9.
- FAO/OMS 1990 Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture / Organisation mondiale de la santé Sixth report of the joint FAO/World Health Organization (WHO) Expert Committee on brucellosis. Technical Report Series No .740, OMS, Genève. FAO/OMS., (1990). *Codex alimentarius* n° A-6. Chapitre 1 : lait et chapitre 6 : Fromage : Définition et Classification.
- Heuchel V, Reckshot G W and Bajp Ai RK 2000 Caractérisation et origine des défauts de flaveur dans les fromages de chèvre. Editions ITPLC. PP 143-155.
- Jaubert G 1997 Biochemical characteristics and quality of goat milk. *CIHEAM, Options Méditerranéennes*, 25, 71-74.
- Kalantzopoulos G 1993 Etat de la recherche sur le lait de chèvre en Grèce. *Le Lait*, 1993, 73 (5 6), pp 431-441.
- Kennedy B W, Finley C M, Pollak E J and Bradford G E 1981 Joint effects of parity, age, and season of kidding on milk and fat yields in goats. *Journal of Dairy Science*, 64, 1707-1712.
- Kosikowski F 1997 Cheese and Fermented Milk Foods. Editions Edwards Brothers. 771p.
- Kouniba A, Berrada M and El Marakchi A 2007 Etude comparative de la composition chimique du lait de chèvre de la race locale Marocaine et la race alpine et évaluation de leur aptitude fromagère. *Revue de Médecine Vétérinaire*, 158 (3), 152-160
- Kouniba A 2007 Caractérisation physico-chimique du lait de chèvre comparée à celles du lait de vache et de dromadaire et étude de son aptitude fromagère. Bulletin de l'Institut Agronomique et Vétérinaire HASSAN II.
- Le Jaouen J C 1990 La fabrication du fromage de chèvre fermier. *Société de presse et d'édition ovine et caprine*, Paris. 209 p.
- Le Jaouen J C, Remeuf F and Lenoir J 1990 Données récentes sur le lait de chèvre et les fabrications de produits laitiers caprins. XXIII International Dairy Congress, Octobre, 8-12, Montréal, Québec.
- Mahaut M, Jeantet R and Brûle G 2000 Initiation à la technologie fromagère. Techniques et documentation Lavoisier. Paris. 194 p.
- Morgan F 2001 Lipolyse du lait de chèvre et qualité organoleptique des fromages. *Le lait*, 609, 36-37.
- Moulek I 2011 Caractérisation du lait de chèvre collecté localement : Séparation chromatographique et contrôle électrophorétiques des protéines. Thèse de magistère en biologie. Université moulour Mammeri Tizi Ouzou, Algérie.

Pierre A, le Quere J L, Riablanc A, Le Graet Y, Demaizeres D and Michel F 1998 Composition and physico-chemical characteristics of goat milks containing the A or O  $\alpha$ S1 casein variants. *Lait*, 78, 191-202.

Pizzarro Borges C H, Cordero P R C and Bresslan S 2007 Seasonal variation of goat milk composition and somatic cell count in southeastern Brazil. International symposium, Zaragoza, 28 and 30 October, Spain.

Raynal L K, Lagriffoul G, Paccard P and Guillet I 2008 Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research*, 79, 57-72.

Remeuf F, Lenoir J and Duby C 1989 Etude des relations entre les caractéristiques physico-chimiques des laits de chèvre et leur aptitude à la coagulation par la présure. *Lait*, 69, 499-518

Sawaya W N, Safi W J, Al-Shalhat A F and Al-Mohammad M M 1984 Chemical composition and nutritive value of goat milk. *Journal of Dairy Science*, 67, p. 1655.

Veinoglou B, Baltadjieva M, Anifantakis E and Edgaryan M 1982 La composition du lait de vache de la région de Plovidiv en Bulgarie et de Lonnina en Grèce. *Lait*, 62, 55-66.

Vignola C L 2002 *Science et Technologie du Lait*. Tec. et Doc., Lavoisier, Paris.

Zahraddeen D, Bustwat I S R and Mbap S T 2007 Evolution of some factors affecting milk composition of indigenous goats in Nigeria. *Livestock Research for Rural Development*, 19 (11), 1-8.

**Please cite this Article as:**

Boumendjel Mahieddine, Feknous Nesrine, Mekideche Farah, Dalichaouche Nabila, Feknous Ines, Touafchia Lynda, Metlaoui Nadia and Zenki Redouane, Caractérisation du lait de chèvre produit dans la région du Nord-Est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais, *Algerian J. Nat. Products*, 5:2 (2017) 492-506

www.univ-bejaia.dz/ajnp

Online ISSN: 2353-0391

Editor in chief: Prof. Kamel BELHAMEL

| Access this article online   |   |
|--|---|
| Website: <a href="http://www.univ-bejaia.dz/ajnp">www.univ-bejaia.dz/ajnp</a>                    | Quick Response Code   |
| DOI: <a href="https://doi.org/10.5281/zenodo.1098265">https://doi.org/10.5281/zenodo.1098265</a> |  |