

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Blida Saad DAHLAB-Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Agro-alimentaire
Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en
Spécialité : Nutrition et diététique humaine
Filière : Sciences Alimentaires
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

THEME

Lait de chèvre : valeur nutritionnelle et diététique pour l'alimentation humaine
Lait de chèvre : valeur nutritionnelle et diététique pour l'alimentation humaine

Présenté par

AZZAZ Hichem

DELLIL Oussama

Soutenu le **30/09/2020** devant le jury composé de :

Président	Mme KHALDOUN H.	MCA	Université de Blida1
Examinatrice	Mme BENMANSOUR N.	MCB	Université de Blida1
Promotrice	Mme KADRI.F.	MCB	Université de Blida1

Année universitaire 2019-2020

Remerciements

Au terme de ce travail, On tient à remercier Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience pour achever ce travail.

Nous avons l'honneur et le plaisir de présenter notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à Notre encadreuse Madame Kadri.F, pour sa précieuse aide, et ces orientations et le temps qu'elle nous a accordé pour notre encadrement.

Nous remercions par ailleurs vivement les membres du jury de nous avoir fait l'honneur de juger notre travail et d'assister à la soutenance.

Finalement, nous remercions toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

Dédicaces

*Nous dédions ce modeste travail tout d'abord à nos
chers parents*

A nos chers frères et sœurs

A nos familles

A tous nos amis

Tous mes collègues de la même spécialité

*Toute les personnes qui ont participé à la réalisation
de ce Travail.*

A tous ceux qui aiment ce pays.

A decorative border resembling a scroll, with a black outline and grey shaded areas at the top and bottom corners, framing the central text.

Liste des Figures

Listes des figures

Figure N°	Titre	Page N°
Figure 01	la race Angora.	10
Figure 02	la race Cachemire.	17
Figure 03	la race Nubienne.	23
Figure 04	la race Alpine.	24
Figure 05	la race Saanen.	24
Figure 06	la race Poitevine.	24
Figure 07	évolution des effectifs des chèvres en Algérie.	25
Figure 08	chèvre d'une race Arabia.	25
Figure 09	chèvre d'une race Makatia.	26
Figure 10	Moyenne des valeurs de pH des trois groupes de lait : camelin, bovin et caprin.	34
Figure 11	Moyenne de l'acidité dornic des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin	35
Figure 12	Moyenne des taux de l'extrait sec total des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin	36
Figure 13	Moyenne des teneurs en matière grasse des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin	37
Figure 14	Moyenne des taux de densité des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin	38
Figure 15	Electrophorégramme des différents échantillons	40

A decorative border resembling a scroll, with a black outline and grey shaded areas at the top and bottom corners, framing the central text.

Liste des Tableaux

Liste des Tableaux

Tableau N°	Titre
Tableau 01	Le Cheptel caprin dans le monde.
Tableau 02	estimation de la production locale par les quatre espèces laitières.
Tableau 03	composition moyenne du lait de chèvre.
Tableau 04	concentration des minéraux et oligoéléments dans le lait de chèvre en °/ ‰.
Tableau 05	constituants principaux des laits de diverses espèces animales en (g/l).
Tableau 06	le Cheptel caprin dans le monde.
Tableau 07	estimation de la production locale par les quatre espèces laitières.
Tableau 08	composition moyenne du lait de chèvre.
Tableau 09	concentration des minéraux et oligoéléments dans le lait de chèvre en °/ ‰.

A decorative graphic of a scroll with a black outline and rounded corners. The scroll is partially unrolled, with the top edge curving upwards. The text is centered within the scroll's frame.

Liste des abréviation

Liste des abréviations

Abs : Absorber.

AC : Acidité.

AJR : Apport Journalier Recommandé.

An : Année.

C : Cendre.

Ca : Calcium.

Ca abs : Calcium absorbé.

CAR : Coefficient d'Absorption Réelle.

CNIS : Centre national d'information et de statistique.

CI : Capacité d'Ingestion.

CL : Chlore.

D : Densité.

DSA : Direction des Services Agricoles.

° D : Degré Dornic.

DMO : digestibilité de la Matière Organique.

En : Energie.

ES : Extrait Sec.

ESD : extrait sec total. **Mg** : Magnésium.

MG : Matière Grasse.

MS : Matière Sèche.

Na : sodium.

Mds : Milliards.

UE : Unité d'encombrement.

% : Pourcentage.



Résumé

التلخيص:

في الجزائر، على الرغم من أهميته في صناعة الألبان، يظل حليب الماعز منتجًا أقل معالجة محليًا نسبيًا من أجل تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية والجودة الغذائية، لذلك حددنا الرقم الهيدروجيني للحموضة القابلة للمعايرة. كثافة محتوى المواد الصلبة الكلية للأحماض الدهنية والملح المعدني.

النتائج التي تم الحصول عليها تشير إلى ارتفاع نسبة الحموضة وانخفاض محتوى الدهون. في حليب الماعز مقارنة بحليب الأغنام أو الإبل.

كما لوحظت اختلافات في اللاكتوز والدهون والبروتين بين لبن سلالتي الماعز.

أظهر الرحلان الكهربائي لبروتينات حليب الماعز وجود ستة بروتينات رئيسية مشتركة في الحليبين الخامين بأوزان جزيئية 82 كيلو دالتون و72 كيلو دالتون و50 كيلو دالتون و25 كيلو دالتون و19.5 كيلو دالتون وعدم وجود بروتين 22 كيلو دالتون.

يمكننا أن نستنتج أن حليب الماعز له قيمة غذائية وغذائية كبيرة للرضع والبالغين.

الكلمات المفتاحية: الحليب، الماعز، الضأن، الإبل، السلالة، الجودة الفيزيائية والكيميائية.

Résumé :

En Algérie le lait de chèvre malgré son importance pour l'industrie laitière demeure un produit relativement moins transformé localement dans le but de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et la qualité nutritionnelle ainsi nous avons procédé à la détermination du pH de l'acidité titrable de la densité de l'extrait sec total des teneurs en matière grasse en acide gras et en sel minéraux.

Les résultats obtenus indiquent des teneurs plus élevées en acidité et des teneurs plus faibles en matière grasse. Dans le lait caprin par rapport au lait ovin ou camelin.

Des différences en lactose et en matière grasse et en protéines ont également été constatées entre les laits des deux races caprines.

L'électrophorèse des protéines de lait caprin a montré la présence de six protéines majeures communes aux deux laits crus de poids moléculaire 82kDa, 72kDa, 50kDa, 25kDa et 19,5kDa et l'absence d'une protéine de 22kDa.

Nous pouvons conclure que le lait caprin est de valeur nutritionnelle et diététique considérable pour les nourrissons et les adultes.

Mots clés : lait, caprin, ovin, camelin, race, qualité physicochimique.

Summary:

In Algeria, despite its importance for the dairy industry, goat's milk remains a relatively less locally processed product in order to determine the physico-chemical characteristics and nutritional quality, so we determined the pH of the titratable acidity of the density of the total solids content of fatty acid and mineral salt.

The results obtained indicate higher acidity contents and lower fat contents. In goat milk compared to sheep or camel milk.

Differences in lactose and in fat and protein were also observed between the milk of the two goat breeds.

Electrophoresis of goat milk proteins showed the presence of six major proteins common to the two raw milk with molecular weights 82kDa, 72kDa, 50kDa, 25kDa and 19.5kDa and the absence of a protein of 22kDa.

We can conclude that goat milk is of considerable nutritional and dietary value for infants and adults.

Key words: milk, goat, sheep, camel, breed, physicochemical quality.



Sommaire

Sommaire

Remerciements

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Sommaire

Introduction générale 1

Première partie : Synthèses bibliographique

Chapitre I : Situation de la filière lait et caprine

I.1. Situation de la filière lait dans le monde	3
I.1.1. La production de lait de chèvre dans le monde	3
I.1.2. Le cheptel mondial caprin	3
I.1.3. Les principales races dans le monde	4
I.1.3.1. La chèvre d'Asie	4
I.1.3.2. La chèvre d'Afrique	5
I.1.3.3. La chèvre d'Europe	6
II. Situation de la filière lait en Algérie	8
II.1. La filière lait Algérienne	8
II.2. La production de lait cru en Algérie	8
II.3. La politique de développement de la filière lait en Algérie	10
II.4. L'importation	11
II.5. Le cheptel caprin en Algérie	10
II.5.1. Évolution de cheptel caprin en Algérie	11
II.5.2. Évolution des effectifs des chèvres en Algérie	11
II.5.3. Les principales races caprines en Algérie	12
II.5.3.1. La population locale	12

Chapitre II : Le lait de chèvre

II.1 Définition	15
II.2. Le lait de chèvre	15
II.2.1. Définition	15
II.2. Le lait de chèvre	15
II.3. Composition du lait de chèvre	15
II.4. Caractéristique et qualité nutritionnelle du lait de chèvre	17
II.4.1. La composition protéique du lait de chèvre : ses particularités	18
II.5. Comparaison entre le lait de chèvre et le lait des autres espèces	20
II.6. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre	21

Sommaire

II.6.1 LE LAIT DE CHEVRE EN TANT QUE SOURCE D'ENERGIE.....	21
II.6.2 LE LAIT DE CHEVRE EN TANT QUE SOURCE DE PROTEINES.....	21
II.6.3 LES LIPIDES	21
II.6.4 LE LAIT DE CHEVRE, SOURCE DE GLUCIDES	22
II.6.5 LE LAIT DE CHEVRE, SOURCE DE VITAMINES ET MINERAUX.....	22
II.7.Lait de chèvre et intolérances	22
II.8 Utilisation du lait de chèvre dans l'alimentation infantile.....	23
II.8.1 SUR LE PLAN MEDICAL.....	23
II.8.2. SUR LE PLAN INDUSTRIEL	24
II.8.3. SUR LE PLAN DE LA CONSOMMATION.....	24

Deuxième partie : étude expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthodes

III. 1 Matériel.....	26
III. 2 Méthodes.....	26
III.2. 1 Les analyses physico-chimiques de lait.....	27
III. 2. 1. 1 Détermination de la densité.....	27
III. 2. 1. 2 Détermination de l'acidité titrable.....	27
III 2. 1. 3 Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique).....	28
III. 2. 1. 4 Mesure de la teneur en matière sèche totale.....	28
III. 2. 4. 1 Principe.....	28
III. 2. 1. 5 Mesure de la teneur en matière sèche dégraissée.....	29
III. 2. 1. 6 Calcul du mouillage.....	29
III. 2. 1. 7 Épreuve de l'ébullition.....	29
III. 2. 2 Qualité des protéines SDS-PAGE	30
III. 2. 2. 1 extraction des protéines brutes.....	30
III. 2. 2. 2 L'électrophorèse SDS-PAGE.....	30

Chapitre IV : Résultats et Discussions

IV. 1 Analyses physico-chimiques.....	33
IV. 1. 1 Mesure du pH.....	33
IV. 1. 2. Acidité titrable.....	34
IV. 1. 3. Extrait sec total	35
IV. 1. 4. Matière grasse.....	36
IV. 1. 5 Densité	37
IV. 1. 6. Stabilité	38
IV. 1. 7 L'effet de race sur la qualité physicochimique de lait de chèvre.....	38
IV. 2. Qualité de protéines de lait de chèvre	39

Conclusion

Références bibliographique



Introduction

Introduction

Dans les pays africains, les produits laitiers jouent un rôle important dans l'alimentation humaine, notre pays est le plus important consommateur de lait au niveau maghrébin (**Benderouich, 2009**). En plus, le lait occupe une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, en regard de son contenu en énergie métabolisable, le lait présente une forte concentration en nutriments de base : des protéines de bonne qualité, des glucides, des lipides, des éléments minéraux et des vitamines avec une valeur énergétique de l'ordre de 700Kcal/l (**Siboukeur, 2007**).

Ainsi les laits sécrétés par les différentes espèces de mammifères présentent des caractéristiques communes et contiennent les mêmes critères de composants : eau, protéines, lactose, matière grasse et matières minérales. Malgré cela les proportions spécifiques de ces composants se varient largement d'une espèce à l'autre (**Codou, 1997**).

Le lait de chèvre est un aliment de grande importance à l'échelle mondiale. Il contribue grandement à l'alimentation humaine dans les pays en voie de développement (**TWehrmüller et Ryffel, 2007**).

En Algérie, la production du lait de chèvre ne permet pas l'autosuffisance, car l'accroissement du cheptel arrive à peine à suivre l'évolution de la population. Il est probable que le lait de chèvre en Algérie, comme le lait de vache, soit utilisé traditionnellement par les éleveurs depuis fort longtemps mais sa valorisation industrielle est souvent très restreinte, voire inexistante (**Daoudi, 2006**).

Le lait de chèvre est moins connu et moins utilisé que le lait de vache et pourtant il a des qualités nutritionnelles bien plus importantes que le lait de vache. Le lait de chèvre est une source de bienfaits pour la santé de l'homme. Il mériterait d'être plus consommé, il a les mêmes qualités nutritionnelles que celles du lait de femme. Sa composition notamment en protéine, lipides et glucides, nutriment essentiel le distingue par rapport aux autres espèces, bien qu'il contient une quantité importante des vitamines A, D, C et B. Le lait de chèvre offre aussi une plus grande richesse en minéraux et oligo-éléments surtout en calcium, en phosphore, en potassium et en magnésium (**St-Gelais et al. 1999**). Donc il est nécessaire de connaître la qualité nutritionnelle du lait cru de chèvre.

De ce fait, nous nous sommes proposé de réaliser ce travail qui vise essentiellement à étudier la qualité physico-chimique et la valeur nutritionnel et diététique pour l'alimentation humain du lait cru de chèvre afin de connaître si vraiment ce dernier peut remplacer le lait de vache largement consommé.

Notre mémoire est présenté en deux parties, la première est une synthèse bibliographique sur la situation du Chapel caprin en Algérie, montrant la production et diversité de cette espèce. Ainsi que la composition et les propriétés nutritives du lait de chèvre. En deuxième partie consacrée au travail expérimental et à cause au confinement générale due à la pandémie de Covid-19 ; nous avons réalisé analyses et discussion théoriques de travaux de recherche publiés dans des revue spécialisée portant sur la comparaison des propriétés physicochimiques et nutritionnelles de lait de chèvre de différentes races avec le lait ovin et camelin.



Chapitre 1

I.1. Situation de la filière lait dans le monde :

La filière lait dans le monde présente, pour chaque région de globe, ses propres caractéristiques, d'élevage, de rendement, de modèle économique.

I.1.1. La production de lait de chèvre dans le monde

Selon la FAO (2013) il y avait 976 de millions de caprins dans le monde. Près de 60 % de ce cheptel se situerait en Asie (19 % en Chine et 14 % en Inde). L'Afrique accueillerait 36 % du Cheptel mondial, surtout au Nigeria, Soudan, Éthiopie et Kenya et l'Europe ne totalisent que 2% de ces effectifs. En Asie et en Afrique, les caprins sont généralement destinés à la production de viande, plus marginalement de lait, très souvent dans des systèmes vivriers ou l'autoconsommation domine.

L'Inde premier producteur de lait de chèvre dans le monde avec près de 28 % de la production, ferait guère d'exception du fait d'un végétarisme religieux très important.

En revanche, l'Europe présente une spécialisation laitière très marquée : avec seulement 2 % de cheptel mondial, elle produirait près de 14 % des 18 milliards de litres de lait de chèvre produits dans le monde. Au sein de l'Union européenne, Eurostat compte près de 12,5 millions de caprins. Le premier cheptel européen est détenu par la Grèce avec 4,3 millions de têtes, suivie par l'Espagne avec 2.7 millions de têtes et la Roumanie avec 1,4 millions de têtes. La France arrive en quatrième place avec 1,3 millions de têtes devant l'Italie (900000) et les Pays-Bas (400000). Sur les 2,1 million de tonnes de lait produit dans l'UE à 28 en 2013, 60 % sont collectés et 40 % sont transformés à l'autoconsommation dans les fermes,

Notamment en Grèce et Roumanie. La France, l'Espagne et les Pays-Bas pèsent pour 60 % la production européenne de lait de chèvre et 80 % de lait collecté. En Europe, les fabrications industrielles de fromage pur chèvre sont assurées à 62 % par les laiteries françaises. L'Espagne, produit plutôt des fromages au mélange de lait (chèvre, brebis, vache) et le développement récent de son élevage caprin s'est fait au travers d'envois de produit de reports caprins vers la France. La Néerlandaise est plus récente, et tournée vers l'export.

I.1.2. Le cheptel mondial caprin

L'élevage caprin est très concentré dans le continent asiatique avec 60 % de l'effectif mondial, suivi par le continent africain avec 34,5 %. En effet, on retrouve dans les régions de l'Amérique environ 3,6 %, et en fin l'Europe avec 1,66 % (tableau 01).

Le cheptel caprin ne s'est pas développé non plus en Amérique latine. Dans les autres parties du monde (Europe orientale ; Amérique du Nord), les caprins restent tout à fait marginaux (**Institut de l'élevage 2008**).

Tableau 1 : le Cheptel caprin dans le monde (FAO, 2014)

Année	2008	2009	2010	2011	2012	Evolution (%) (2008/2012)
Région						
Afrique	320256477	323575218	330513849	338611135	344513877	+7,5
Asie	571619707	581337152	582686497	584764599	595083838	+4,1
Europe	17818677	17181303	17082043	16574840	16564060	-7
Total (monde)	950387460	963493483	973056029	981878863	996120850	+4,8

I.1.3. Les principales races dans le monde

I.1.3.1. La chèvre d'Asie

➤ la race Angora

La chèvre d'Angora est une race originaire de l'Himalaya, domestique en Asie mineure et développée après dans les régions d'Ankara, en Turquie, d'où son nom. C'est une race de format réduit, avec une petite tête avec des oreilles pendantes.

La laine est blanche, la toison est bouclée ou frisée (figure 01). Elle est rustique, a un bon rendement lainier, suite à la production des fibres mohair de très haute qualité. Ses productions de viande et surtout de lait sont réduites (MANALLAH, 2012).



Figure 1 : la race Angora (<http://alpacaandesfrance.wieo.com>).

➤ *la race Cachemire*

Elle ne peut être élevée qu'au Cachemire (entre l'Inde et le Tibet). Elle est rustique, résiste surtout au climat froid (figure 02). C'est une race de petit format, elle est élevée principalement pour sa toison de qualité supérieure (MANALLAH, 2012).



Figure 2 : la race Cachemire (www.pashminacachemire.com)

I.1.3.2. La chèvre d'Afrique

La population caprine d'Afrique est formée essentiellement par la race nubienne, qui se caractérise par une taille moyenne (60 à 70 cm). Une tête étroite, avec des oreilles longues, larges, et pendantes (figure 03). La robe est à poil court, de couleur roux plus au moins foncé, la plus connue des chèvres africaines est la race nubienne (Fantazi, 2004).



Figure 3 : la race Nubienne (Terre des chèvres des Charentes et du Poitou)

I.1.3.3. La chèvre d'Europe

➤ la race Alpine

Originaires du massif d'Alpin de France et de Suisse. Elle est de taille et de format moyens, animal à poil ras, toutes les couleurs de robe : noire, blanche, existe dans cette race. Parmi les plus courantes, citons : la couleur « pain brûlé » ou « chamoisée » avec pattes et raie dorsale noires et une polychrome comportant des taches blanches dans une robe noire ou brune.

La tête cornue ou non, avec ou sans pampilles, avec ou sans barbiche, est de longueur moyenne avec front et mufler larges. Son profil est concave ; les oreilles sont portées dressées en cornet assez fermé. La mamelle est volumineuse, bien attachée en avant comme en arrière, se rétractant bien après la traite, avec peau fine et souple.

La chèvre Alpine est une forte laitière (MANALLAH, 2012).



Figure 4 : la race Alpine (la-riche-en-bio.com).

➤ La race Saanen

Originnaire de la vallée de Saane en Suisse .C'est un animal de fort développement, profond, épais, possédant une bonne charpente osseuse. La robe et le poil est uniformément blanc, le poil est court. La tête avec ou sans cornes, avec ou sans pampilles, avec ou sans barbiche .Elle comporte un front large et plat (figure 05).

Les oreilles sont portées au moins à l'horizontale .La poitrine est profonde, large et longue. La mamelle est globuleuse, très large à sa partie supérieure ce qui lui donne un développement plus fort en largeur qu'en profondeur (MANALLAH ,2012).



Figure 5 : la race Saanen (photo originale GOOGLE.img.com)

➤ la race Poitevine

La chèvre poitevine est un animal de format moyen et d'aspect longiligne.sa robe comporte des poils d'un brun plus ou moins foncé allant jusqu'au noir. Le blanc occupe le ventre, la face intérieure des membres, le dessous de la queue .La tête généralement sans cornes. Elle est triangulaire et porte deux petites taches blanches allant quelques fois jusqu'aux raies blanches très marquées de chaque côté du chanfrein (figure 06).Le front et le chignon sont assez droits Le corps est volumineux. La poitrine profonde, le cou long et souple, le port de tête fier.

La mamelle est allongée et régulière ; sa peau est souple (Quittet, 1977).



Figure 6 : la race Poitevine (gillian.salerno.perso.sfr.fr/CREGENE/cregene_especes.htm).

II.1. La filière lait en Algérie :

La filière lait en Algérie est peut-être définie, comme l'ensemble des segments qui vont de la production du lait cru à la ferme. Jusqu'à sa consommation, en passant par les transformations industrielles et la distribution sur le marché. **(Bekhouché et Guendouz, 2011)**.

Il est à signaler, que la couverture des besoins en lait et produits laitiers en Algérie sont assurées essentiellement par les trois ressources suivantes :

1. Le lait pasteurisé reconstitué (lait recombinaison et lait reconstitué) emballé en sachet polypropylène, base de la consommation des ménages urbains et suburbains.
2. Le lait cru produit localement, essentiellement autoconsommé, ou distribué par le secteur informel et/ou artisanal. Ce lait échappe à tout contrôle de qualité hygiénique par les pouvoirs publics **(Belhadia et al, 2009)**.
3. Le lait industriellement transformé et conditionné sous emballage divers (bouteille, Tétraback, lait UHT...), conçu pour de longues durées de conservation **(Kabir, 2014)**.

En Algérie, cette filière est peut-être définie, à travers quatre maillons suivants : la production, la collecte, la transformation et la consommation. À cela, s'ajoute l'importation de poudre de lait et ses dérivés. L'industrie laitière est le maillon le plus important de la filière laitière, constitue le centre de la commande à partir duquel surgissent des boucles de rétroactions, permettant à la filière lait l'adaptation et l'évolution **(Souki, 2009)**.

Faute des relations bien établies entre les différents acteurs de la filière lait et faute d'un dispositif d'information et de guidage à long terme, la filière connaît des déséquilibres et des perturbations. La filière lait reste déstructurée avec un taux de collecte très marginal, qui ne dépasse pas le 10 % **(Kacimi-El Hassani 2013)**, elle fonctionne exclusivement avec de la poudre de lait importé.

II.2. La production de lait cru en Algérie

Les besoins algériens en lait et produits laitiers sont également considérables avec une consommation moyenne de 35 litres/an/habitant en 1967 à plus de 147 litres/an/habitant en 2012 **(Makhloof, 2015)**.

Ce qui fait l'Algérie le premier consommateur de lait en Maghreb (Kacimi-EL Hassani, 2013). L'Algérien est un des plus importants consommateurs de lait cru au sein de Maghreb et l'un des plus grands consommateurs au monde avec des besoins en croissance et actuellement estimés à 3 milliards de litres par an, la production nationale étant limitée à 2,2 Mds de litre, C'est donc près d'1 Mds de litres de lait qui est ainsi importé chaque année, majoritairement sous forme de poudre de lait (séminaire international de médecine vétérinaire, 2016). La production laitière en Algérie est évaluée en 2000 à 1,38 milliards de litres, contre une demande de 3,3 milliard de litre (tableau 02). Évaluation en 2003 à 1,6 milliards de litre **(MADR, 2004)**. En 2012, la production laitière a été évaluée à 3,14 milliards de litres **(BNEDER, 2016)**.

En 2015, la production nationale du lait cru est estimée 3,6 milliards de litres, dont 2,7 milliards de litres sont essentiellement bovine (BNEDER, 2016).

Cette production globale est fournie à 73 % par un cheptel bovin et seulement 1/3 de cette production est valorisé sur un circuit industriel (BNEDER, 2016).

La quasi-totalité de la production ovine, caprine et cameline est autoconsommée BEKHOUCHE, (2011). La production laitière concentrée à 89 % dans le nord du pays et cette production ne couvre que 40 %des besoins. Le déficit est couvert par l'importation **Ghouzlane et al, (2003)**.Le Sud, algérien ne participe qu'avec 11 % dans la production laitière nationale (**BEN YUCEF, 2005**).

Cependant, l'Algérie se place ainsi au troisième rang mondial en matière d'importation de lait et produits laitiers. Après l'Italie et le Mexique (**Amellal R ,2000**).80 % de la production nationale de lait est estimée par le cheptel bovin, le reste par le lait de brebis et de la chèvre .La production cameline est marginale (**Cherfaoui, 2003**).

Pour le lait de chèvre, 70 % de la production est autoconsommée (40 % dans les zones rurales et Sarah) alors que 30 % sont à la fois orienté vers la transformation laitière (yaourt, fromage, Camembert).

Tableau 2 : estimation de la production locale par les quatre espèces laitières (Soukheal, 2013)

Paramètres par espèce	Vache	chèvre	Brebis	Chamelle
Effectifs (tête)	951.10 ³	2500. 10 ³	135. 10 ³	185. 10 ³
Nombre d'éleveurs	215. 10 ³	200. 10 ³	350000	10. 10 ³
Nombre moyen des femelles /éleveur	04	12	38	18,1
Production /lait (tonne)	186. 10 ³ (72%)	250. 10 ³ (10%)	400. 10 ³ (16%)	50. 10 ³ (2%)
Nombre d'habitants/type de femelle	40	15	03	200

II.3. La politique de développement de la filière lait en Algérie

La politique laitière en Algérie cherche toujours des solutions à satisfaire les besoins alimentaires croissantes de la population à un coût raisonnable.

Pour diminuer, voire annuler à long terme l'importation de la matière lait et d'améliorer le niveau de l'autosuffisance et le niveau de consommation de la population en matière de lait et ses dérivées. L'Algérie a mis en œuvre plusieurs stratégies visant :

L'amélioration génétique de cheptel par l'importation d'animaux à haute potentialité.

- l'intensification de la production fourragère en développant les cultures en irrigué.
- l'amélioration de la santé des animaux.
- l'incitation à l'investissement (à la ferme, à la collecte et la transformation) (plan national de développement agricole et rural PNDA EN 2001).
- l'aide à l'investissement nécessaire à la production laitière, la collecte, des aides aux prix de la production (**Boussliman, 2002**).

Selon L'ONIL et le ministre de l'Agriculture et de Développement rural, l'aide au investissement consiste en ;

- Une subvention de 30 % de l'investissement concernant le matériel de récolte, de conservation, de conditionnement des fourrages et le matériel laitier.
- Une subvention de 50 % de l'investissement relatif à l'abreuvoir automatique, équipement d'irrigation pour les cultures fourragères.
- Une subvention varie de 40 % à 60 % est accordée à la création de centre de collecte et de mini laiterie.
- Des primes sont versées aux producteurs, aux collecteurs et aux usines de transformation pour encourager la collecte du lait et sa transformation.
- Une subvention de 75 % pour l'insémination artificielle.

L'état algérien a indéniablement mis des moyens colossaux sur la table pour stimuler la production laitière. Mais ces moyens sont insuffisants pour améliorer la production, car les filières laitières locales sont exposées à des nombreux défis ;

- Le niveau insuffisant de coordination entre les acteurs et la difficulté de mise sur le marché de la production.
- les crémeries, les ventes directes par l'éleveur et le colportage sont des modes de commercialisation qui contribuent à la stimulation de l'offre, ce qui explique l'existence d'un large circuit informel de commercialisation (**Mamine, 2011**). L'importance de ce circuit rend difficile toute mise en place d'une politique de qualité efficace, et entraîne des enjeux de la santé publique et économique important.
- la gestion de la qualité dans la filière lait distingue deux principales étapes, celle de lait cru et celle des produits transformés.
- toutefois, l'appréciation de ces normes difficile, en raison de l'importance secteur informel échappant à tous les contrôles.
- la difficulté de transfert des informations relative à la qualité entre les différents acteurs, à cause du manque d'un dispositif performant tel que la traçabilité (**Aggad et al, 2009 ; Ameur et al, 2012 ; Ghazi et Niar, 2011 ; Rahal, 2009**).

II.4. L'importation

L'insuffisance de la production agricole algérienne associée à une demande massive accru et croissante en produit agroalimentaire font l'Algérie un pays structurellement importateur.

Selon les statistiques de CNIS (2012) les importations de lait en Algérie ont atteint 700 millions de dollars en 2012, et l'état a injecté 46 milliards de dollars au titre de soutien à la filière (MADR). Ce qui fait de l'Algérie le deuxième importateur mondial. Près de 25 % de la valeur de ses importations en 2015 ont été des biens alimentaire prend en tête les céréales et le lait en poudre, ces deux groupes de produits ont à eux seuls 4,537 milliards de dollars dans la balance des importations.

Le niveau d'autosuffisance n'a pas atteint 50 % des besoins et le niveau d'intégration de la production local dans la transformation n'est que 16 % ce qui fait l'Algérie importe chaque année plus de 50 % de sa consommation de lait en poudre (le séminaire international de médecine vétérinaire, 2016).

II.5. Le cheptel caprin en Algérie

Selon FAO (2012), l'élevage en Algérie, concerne principalement les ovin, les caprins et les bovin et les camelins, les effectifs recensés durant les vingt dernière années. Sont illustrés

II.5.2 Evolution des effectifs des chèvres en Algérie

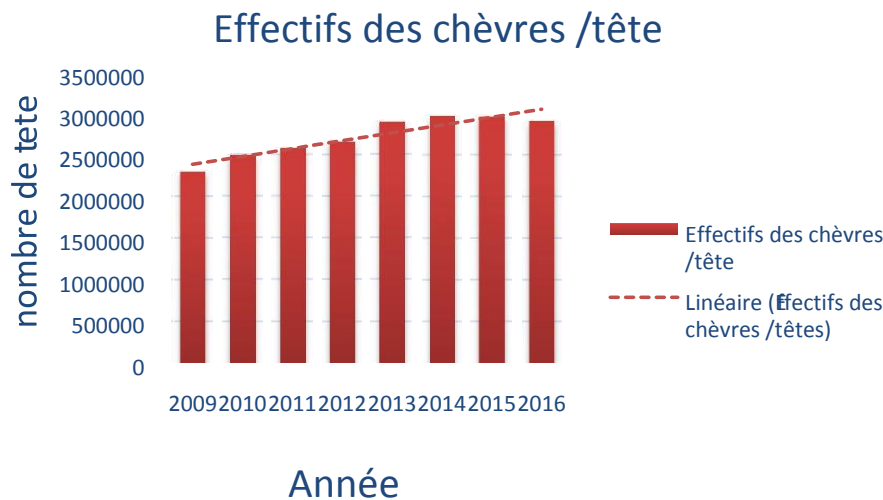


Figure 7 : Évolution des Effectifs des chèvres en Algérie

Ce graphe montre qu'il y a une évolution progressive des effectifs des chèvres en Algérie durant les dix dernières années (figure 07).de 23000000 tête a3000000 tête

II.5.3. Les principales races caprines en Algérie

Le cheptel caprin Algérien est très hétérogène et composé d'animaux de population locale, et de population croisée.

II.5.3.1. La population locale

➤ la chèvre ARBIA

C'est la population la plus dominante qui se rattache à la race nubienne. Elle est localisée surtout dans les hauts plateaux, les zones steppiques et semi-steppiques (figure 09). Elle se caractérise par une taille basse de 50-70 cm, une tête dépourvue de cornes avec des oreilles longues, larges et pendantes. Sa robe est multicolore (noire, grise, marron) à poils longs de 12- 15 cm. La chèvre Arbia a une production laitière moyenne de 1,5 litre par jour.



Figure 8 : chèvre d'une race Arabia

➤ **La chèvre MAKATIA :**

D'après **GUELMAOUI et ABDEREHMANI (1995)** elle est originaire d'Oued Nail .On la trouve dans la région de Laghouat. Elle est sans doute le résultat du croisement entre l'ARABIA et la CHERKIA (DJARIM et GHRIBECHE, 1981). Généralement elle est conduite. En association avec la chèvre ARABIA sédentaire. Selon **HELLAL (1986)** la chèvre MAKATIA présente un corps allongé à dessus droit, chanfrein légèrement convexe chez quelques sujets , robe variée de couleur grise, beige, blanche et brune à poils ras et fin, longueur entre 3-5 cm (figure 10). La tête est forte chez le mâle .Et chez la femelle elle porte des cornes dirigées vers l'arrière, possède d'une barbiche et, deux pendeloques (moins fréquente) et de longues oreilles tombantes qui peuvent atteindre 16 cm. Le poids est de 60 kg pour le mâle et 40 kg pour la femelle, alors que la hauteur au garrot est respectivement de 72 cm et 63 cm. La mamelle est bien équilibrée du type carrée, haute et bien attachée et les 2/3 des femelles ont de gros trayons .La production laitière est de 1 à 2 litre par jour.



Figure 9 : chèvre d'une race Makatia (ITELV. Département de conservation des espèces



Chapitre 2

II.1. Définition du lait

Le lait est un liquide blanc mat, légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre, opaque à odeur peu marquée et au goût douceâtre, sécrété particulièrement par la grande mamelle des animaux mammifères femelles pour nourrir leurs nouveaux nés (Larousse agricole).

C'est en 1908 que le Congrès International de la Répression des Fraudes à Genève a défini ainsi le lait qui est : « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » (**POUGHEON et GOURSAUD, 2001**).

Le lait cru est un lait qui n'a subi aucun traitement de conservation sauf la réfrigération à la ferme. La date limite de vente correspond au lendemain du jour de la traite. Le lait cru doit être porté à l'ébullition avant consommation (car il contient des germes pathogènes). Il doit être conservé au réfrigérateur et consommé dans les 24h (**FREDOT, 2006**).

JEANTET et al, (2008) rapportent que le lait doit être en outre collecté dans de bonnes conditions hygiéniques et présenter toutes les garanties sanitaires. Il peut être commercialisé en l'état, mais le plus souvent après avoir subi des traitements de standardisation lipidique et d'épuration microbienne pour limiter les risques hygiéniques et assurer une plus longue conservation.

II.2. Le lait de chèvre

Le lait de chèvre est moins connu et moins utilisé que le lait de vache. Et pourtant, il a des qualités nutritionnelles plus, importantes que le lait de vache.

II.2.1. Définition

Le lait de chèvre est une source de bienfaits pour la santé de l'homme. Bien plus précieux que la fortune, la santé se révèle fortifiée par la consommation du lait de chèvre et de ses dérivés, fromage, beurre, yaourt, kéfir.... (**CHRISTIAN, 2006**).

Le lait de chèvre frais possède une acidité, soit un pH de 6,6 (proche de la neutralité donc il n'y a pas d'acide lactique) environ ou 16°D. On peut éviter le développement des germes de contamination (coliformes, pathogène) par l'acidification des produits laitiers, par abaissement du pH (**CORCY, 1991**).

II.3. Composition du lait de chèvre :

Le lait contient des nutriments essentiels et est une source importante d'énergie alimentaire, de protéines de haute qualité et de matières grasses. Le lait peut apporter une contribution significative aux besoins nutritionnels recommandés en calcium, magnésium, sélénium, riboflavine, vitamine B12 et acide pantothénique. Le lait et les produits laitiers sont des aliments nutritifs et leur consommation permet de diversifier les régimes à base de plantes. Le lait d'origine animal peut jouer un rôle important dans l'alimentation des enfants dans les populations ne bénéficiant que d'un très faible apport en lipides et ayant un accès limité aux autres aliments d'origine animale (**FAO, 2017**).

Dans l'ensemble, le lait de chèvre se rapproche plus du lait de vache que celui de femme. De plus, il existe des différences en fonction du génotype et de l'environnement (variation saisonnière, rôle de l'alimentation sur la composition lipidique) (Des jeux, 1993).

En plus de ces facteurs, la saison influe sur le taux de matière sèche.

Ces variations dans la composition du lait pourraient avoir un impact sur son aptitude à la transformation et donc influencer la qualité des laitiers caprins (St-Gelais et al, 1999). Selon Fredot, (2009) le lait en général est constitué de quatre phases.

- **une émulsion de matières grasses** constituée de globules gras et de vitamines liposolubles (A, D)

- **une phase colloïdale** qui est une suspension de caséines sous forme de micelle.

- **une phase aqueuse** qui contient les constituants solubles du lait « protéines solubles, lactose, vitamine (B, C), sels minéraux, azote non-protéique ».

- **une phase gazeuse** composée d'O₂, d'azote et de CO₂ dissous qui représentent environ 5% du volume du lait.

Ces phases sont en suspension les unes dans les autres. Il existe des facteurs qui permettent de rompre cette suspension (pH acide, présure) qui fait coaguler la phase colloïdale et qui sera utilisée lors de la fabrication des dérivés du lait.

On peut ajouter à cela les vitamines (E, K) et les enzymes (la lactoperoxydase, la phosphatase, les protéases, le lysozyme, la lactase) (tableau 05). Le lait de chèvre est particulièrement pauvre en vitamine A, ce qui lui donne une coloration blanche que les autres laits. Par ailleurs, l'eau représente 90 % du lait, mais il reste quelques variations quant à la teneur en matière sèche : le lait de chèvre en contient environ 136 grammes par kilogramme (g/kg) de lait alors que celui de la vache n'en contient que 125 (g/kg) (Bruno, 2005).

Tableau 03 : composition moyenne du lait de chèvre (Favier et al, 1995).

Nutriments	Teneur pour 100g
Eau (g)	87,5
Protéines (g)	3,4
Glucides (g)	4,4
Lipids (g)	3,8
AG satures (g)	2,5
AG mono-insaturés (g)	0,9
AG poly-insaturés (g)	0,1
Cholesterol (mg)	11
Sodium (mg)	45
Magnesium (mg)	14
Phosphor (mg)	103
Potassium (mg)	185
Calcium (mg)	120
Vitamine D (mg)	0,06
vitamine E (mg)	0,03
Vitamine C (mg)	2

II.4. Caractéristique et qualité nutritionnelle du lait de chèvre.

Selon **Freund, (1996)** l'aspect nutritionnel du lait peut s'étudier par deux voies : les **macronutriments** et les **micronutriments**. Le lait de chèvre contient aussi un certain nombre de composés actifs qui jouent un rôle nutritionnel, de protection ou de facteur de croissance.

Fraction glucidique (12 à 20% de l'apport énergétique glucidique total) est constituée de lactose. Le lactose non fermenté est absorbé par la flore. Lorsque les capacités de fermentation de la flore sont dépassées, apparaissent des douleurs et des diarrhées (l'intolérance de lactose).

Les lipides représentent 50 à 60 % de l'apport énergétique du lait de chèvre, Avec 710 contre 650 kcal/l pour le lait de vache. Le lait de chèvre constitue une source importante d'énergie, expliquant ainsi de nombreuses observations de gain de poids chez l'enfant malade (Dela Torre, 2008). De plus, celui-ci est d'une biodisponibilité supérieure au lait de vache (**Houssaini hillali, 1995**).

Les produits laitiers constituent 12 à 25 % des apports en lipides. La fraction lipidique constitue 3 à 5% du lait et composée à 98 % de triglycérides. Les deux acides gras les plus abondants sont l'acide palmitique et l'acide oléique. La fraction lipidique est importante pour leur apport en acides gras essentiels.

Chez l'adulte, la consommation moyenne de produits laitiers assure 30 à 40 % des apports recommandés en protéines. **Ces protéines** se classent en deux fractions, la caséine (fraction micellaire) et protéines du lactosérum (fraction soluble). La caséine représente environ 80% des protéines du lait (caséine α_1 , α_2 , β , κ). Les protéines du lactosérum sont représentées notamment par **β -lactoglobuline** (absente du lait humain), l' α -lactalbumine, le sérum

albumine, plusieurs classes d'immunoglobulines et lactoferrine (composant majeur du lait humain).

Le lait de chèvre est une bonne source de **vitamines** A, B1, B2, B6, B12, B5 et E ; de **minéraux** et **oligoéléments** (tableau 04). La quantité d'oligoéléments varie en fonction de la période de lactation, de la saison et de la nourriture. Un des minéraux présent en grande quantité dans le lait est le calcium essentiellement lié aux caséines sous forme de phosphocasinat. Chez l'adulte, la consommation de produit laitiers assure 60 à 80 % des apports journaliers en calcium, environ 20 % de l'apport en potassium et en magnésium, 25% de l'apport en zinc, 15 à 35 % de l'apport en iode, 21 % de l'apport en chrome et 36% de l'apport en molybdène.

Tableau 04 : concentration des minéraux et oligoéléments dans le lait de chèvre en ‰.

Le lait de chèvre	Concentration ‰.
Minéraux	/
-Sodium	0,37
-Potassium	1,55
-Calcium	1,35
-Magnésium	0,14
-phosphore	0,92
-Chlore	2,20
Oligoélément	/
-Fer	0,55
-Cuivre	0,40
-Zinc	3,20
-Manganèse	0,06

II.4.1 La composition protéique du lait de chèvre : ses particularités

Les protéines du lactosérum telles que les immunoglobulines mais également le lysozyme, la lactoferrine, la lactopéroxydase et la xanthine oxydase jouent un rôle dans les mécanismes de défense immunitaire de l'organisme. La lactoferrine a été particulièrement étudiée pour son rôle de piégeage du fer pouvant intervenir dans le transport du fer. Des effets bactéricides, ou des propriétés anti-inflammatoires et d'immunomodulation (**Sanchez et al.1992 ; Iyer & Lønnerdal, 1993**).

C'est une protéine particulièrement résistante aux dégradations enzymatiques, retrouvée sous forme intacte après digestion et absorption chez l'enfant. Les récepteurs de la lactoferrine sont présents sur différents types cellulaires. En outre, un fragment peptidique de 25 acides aminés, issu de la lactoferrine, la lactoferrine, possède des propriétés bactéricides importantes selon un mécanisme distinct de la capacité à fixer le fer (**Tomita et al, 1991**). Les propriétés bactéricides de la lactoferrine pourraient intervenir en association avec l'action d'autres composants tels que le lysozyme et la lactopéroxydase (**Reiter, 1985**). La fraction immunoglobuline du lait est impliquée dans la protection passive du jeune. Cette fraction

résiste en partie aux dégradations durant la digestion chez l'enfant, mais aussi chez l'adulte (**Roos et al, 1995**). Comme nous l'avons signalé précédemment, l'intérêt nutritionnel du lait tient en particulier à la qualité de ses protéines. Cependant, la détermination de la qualité nutritionnelle des protéines se heurte à la difficulté d'évaluation des besoins en azote et en acides aminés mais également à la complexité des phénomènes de digestion et de leur méthode de mesure, en particulier chez l'homme. Les méthodes d'évaluation de la qualité nutritionnelle des protéines font appel à la **valeur biologique** et **l'utilisation protéique nette** (**Davidson et al, 1979**).

- **la valeur biologique** (VB) d'une protéine est la fraction de l'azote absorbé qui est retenue dans l'organisme.

- **l'utilisation protéique nette** (UPN) représente, elle, la fraction de l'azote ingéré qui est retenue dans l'organisme. L'UPN, contrairement à la valeur biologique, prend en compte le rendement de la digestion.

Cependant, si on considère les macronutriments d'un point de vue strictement nutritionnel, leur valeur est liée à la composition en acides aminés aussi bien quantitative que qualitative. Cet aspect qualitatif pose le problème des besoins pour la croissance ou l'entretien.

L'apport protéique recommandé pour un homme adulte est de 0,75 g/kg/j (FAO/WHO/UNU, 1985) mais cette recommandation quantitative ne peut être dissociée de la qualité nutritionnelle des protéines ingérées. Or, les protéines alimentaires n'ont pas toutes la même qualité nutritionnelle. De plus, la quantité d'acides aminés mise réellement à la disposition de l'organisme est modulée par leur biodisponibilité. L'évaluation de la qualité nutritionnelle des protéines revêt donc aujourd'hui une importance de tout premier ordre aussi bien du point de vue scientifique qu'économique. La détermination des besoins en acides aminés de l'homme s'est accompagnée du développement de nouvelles méthodes de mesure de la qualité nutritionnelle des protéines.

- La méthode du **Coefficient d'Efficacité Protéique** (ou Protein Efficiency Ratio, PER), basée sur la prise de poids de rats en croissance, a longtemps été la méthode la plus utilisée.

Cependant, la distorsion entre les besoins du rat en croissance et ceux de l'homme a conduit les organisations officielles à proposer de nouvelles méthodes.

- Les méthodes dites chimiques sont alors nées de la conception suivante : si l'on connaît la composition de la protéine alimentaire idéale, c'est-à-dire de la protéine qui satisfait les besoins en acides aminés indispensables de l'individu, il est alors possible d'évaluer la qualité nutritionnelle de n'importe quelle protéine en comparant sa composition en acides aminés indispensables avec celle de la protéine de référence. C'est l'acide aminé indispensable le plus limitant qui fixe la qualité nutritionnelle de la protéine. En effet, si un acide aminé indispensable n'est pas présent dans les quantités requises par les besoins, son absence partielle va entraîner une réduction des synthèses en proportion du déficit. La qualité nutritionnelle de la protéine testée est donc proportionnelle au déficit de l'acide aminé limitant. Il s'exprime en % et est limité à 100%. L'enjeu est cependant d'arriver à définir la composition de cette protéine de référence et donc de définir les besoins en acides aminés indispensables de l'homme. La première composition retenue a été celle de la protéine d'œuf, connue pour sa valeur biologique élevée.

La FAO/WHO, en 1990, a proposé le PDCAAS (Protein Digestibility-Corrected Amino Acid Score), ou indice DISCO, comme nouvelle mesure de la qualité nutritionnelle des protéines alimentaires. Cet indice prend en compte la composition en acides aminés indispensables de la protéine étudiée (IC non limitée à 100 %) mais effectue une correction par sa digestibilité. La mesure de la qualité nutritionnelle des protéines alimentaires par les méthodes chimiques est donc étroitement liée à la définition des besoins en acides aminés indispensables de l'homme. Même si les progrès techniques et l'utilisation des isotopes stables ont permis de réévaluer ces besoins dans les années 90, ceux-ci restent approximatifs. Par ailleurs, la prise en compte de la biodisponibilité des protéines dans le calcul des indices de qualité nécessite de reconsidérer de façon approfondie les méthodes de mesure de la digestibilité et de l'assimilation des protéines puisque ces valeurs peuvent varier selon les méthodes utilisées.

Il est maintenant bien établi que les protéines de lait représentent une source de protéine de haute qualité nutritionnelle pour l'homme (**Adrian, et al, 1990**)

II.5. Comparaison entre le lait de chèvre et le lait des autres espèces

Les principaux constituants du lait de diverses espèces animales sont rassemblés dans le tableau 05.

Tableau 05 : constituants principaux des laits de diverses espèces animales en (g/l)

Constitution	vache	Bufflonne	Chamelle	Chèvre	Brebis
Extrait sec total	128	166	136	134	183
Protéines	34	41	35	33	57
Caséines	26	35	28	24	46
Lactose	48	49	50	48	46
Matières salines	9	8	8	7,7	9
Matières grasses	37	68	45	41	71

Les protéines du lait de chèvre contiennent proportionnellement moins de caséine (s'explique en partie par une absence quasi-complète de la 15^{ème} caséine) par comparaison avec le lait de vache, le lait de chèvre est pauvre en caséine $\alpha 1$ (0,35%) et plus riche en β (1,09%). Ce faible taux explique que le fromage de chèvre à un goût amer moins prononcé puisque ce sont les peptides provenant de l'hydrolyse de cette protéine qui donnent plus d'amertume. Le pourcentage de lactose est légèrement inférieur dans le lait de chèvre par rapport au lait de vache (**Amiot et al, 2002**).

Le lait de chèvre contient plus de matière grasse qui contribue à la saveur, plus d'acide caprylique, caproïque et caprique. Se compose principalement de triglycérides (provoque l'apparition d'une odeur rance), de phospholipides et d'une fraction insaponifiable constituée en grande partie de cholestérol et de β - carotène (**GRAPPIN R, POCHET S, 1999**). La matière grasse se trouve sous forme de globules de diamètre moyen. Se situe au environ de

2µm comparativement au lait de vache qui est au environ de 3 à 4 µm (Amiot et al, 2002). La couleur parfaitement blanche caractéristique du lait de chèvre est due à l'absence d'un pigment naturel présent dans le lait d'autres femelles laitières : le carotène (Pensuet et Toussaint, 1995 ; Mathieu, 1998).

II.6. Intérêt nutritionnel du lait de chevre. (Editeur/ Editor G. FREUND)

II. 6.I Le lait de chèvre en tant que source d'énergie :

Une partie de notre alimentation est constituée par le lait et les produits laitiers ; c'est l'alimentation exclusive des nouveau-nés et des nourrissons quelle que soit l'espèce de mammifères. Du point de vue nutritionnel, dans la littérature, l'utilisation du lait de chèvre peut se faire avec succès dans des conditions extrêmes, y compris dans la malnutrition de l'enfant. Je reviendrais sur ce point qui me paraît important pour la promotion du lait de chèvre non seulement dans des régions comme les vôtres (pays développés), mais aussi dans des pays où la chèvre peut s'adapter facilement et où l'accès au lait de chèvre peut être plus facile que l'accès à d'autres laits comme celui de la vache.

II. 6.2 Le lait chevre en tant que source de protéines :

La qualité protéique du lait de chèvre est proche de celle du lait de vache ; mais qu'en est-il de sa digestibilité ? Cette notion est très peu évoquée dans la littérature. On peut supposer que les constitutions différentes des séquences peptidiques des protéines du lait de chèvre peuvent entraîner des modifications ou des implications nutritionnelles différentes de celles du lait de vache ou du lait humain.

Chez le nourrisson, il n'est pas recommandé d'utiliser le lait de chèvre tel quel à cause du taux important de protéines. Comme pour le lait de vache, il est nécessaire de diluer le lait de chèvre et de le sucrer.

Comme la composition du lait de chèvre ressemble à celle du lait de vache, on peut imaginer que pour la B-lactoglobuline il peut y avoir une allergie croisée avec les autres protéines alimentaires. Il semble effectivement que l'allergie aux protéines du lait de chèvre commence à apparaître.

Cela est à la fois un bon signe car cela peut signifier que le lait de chèvre est de plus en plus utilisé dans l'alimentation courante mais il faut y apporter probablement un certain correctif, probablement par certaines technologies dont on reparlera, qui sont évaluables par méthode biologique.

II.6 .3 Les lipides :

Les lipides représentent la source principale d'énergie du lait de chèvre dont la concentration en acides gras polyinsaturés est faible. La digestibilité des lipides du lait de chèvre est élevée.

C'est sur la base des acides gras caractéristiques à chaînes courtes et moyennes. On peut aussi dire que le contenu en carnitine dans le lait de chèvre est assez approprié pour permettre l'utilisation correcte des acides gras à l'intérieur de la mitochondrie. Si l'on compare le taux de carnitine totale entre différentes espèces, on voit que le lait de chèvre est relativement riche, ceci peut avoir une implication l'intérêt nutritionnel du lait de chèvre.

II. 6. 4 Le lait de chèvre, source de glucides :

Le lait de chèvre contient essentiellement du lactose dont la digestibilité nécessite la présence de la lactase intestinale. En l'absence de lactase et dans certaines conditions, en particulier la malnutrition ou la régression génétique de l'activité de la lactase qui se produit chez la moitié de la population adulte, il peut y avoir des possibilités d'adaptation de l'intestin, en particulier du gros intestin, à l'absorption du lactose du lait de chèvre. De multiples travaux ont montré que c'était le cas pour le lait de vache, par l'adaptation de la flore intestinale, même quand la lactase intestinale est déficitaire, soit d'une façon génétique, soit d'une façon secondaire. Concernant le lait de chèvre, il n'y a pas de travaux qui contribuent à cet aspect-là.

II.6. 5 Le lait de chèvre, source de vitamines et minéraux :

Le lait de chèvre est pauvre en acide folique et en fer. Un point particulier à l'avantage du lait de chèvre concerne sa concentration en sélénium, minéral de plus en plus impliqué dans des phénomènes de lutte contre l'oxydation cellulaire.

Dans le lait de chèvre, la concentration en sélénium vaut bien celle du lait humain et est légèrement supérieure à celle du lait de vache.

II.7.Lait de chèvre et intolérances :

Chez le nourrisson nourri au lait de vache, il faut distinguer les intolérances d'origine immunologiques et celles non immunologiques. Parmi ces dernières, la plus importante est **l'intolérance au lactose**, par déficit en lactase intestinale, exceptionnellement primitif, le plus souvent secondaire (par ex. au décours d'une gastroentérite aiguë).

Il peut également s'agir de **troubles dyspeptiques bénins**, liés à des erreurs diététiques ou à la trop forte teneur en lactose ou en protéines solubles de certains laits industriels.

L'intolérance au lait de vache d'origine immunologique correspond à ce qu'il est convenu d'appeler **l'allergie aux protéines du lait de vache (APLV)** même si cette appellation devrait théoriquement être réservée aux seuls symptômes provoqués par l'intervention des anticorps de classe IgE. Ces symptômes sont liés à un mécanisme d'hypersensibilité immédiate de **type I** (troubles digestifs aigus). On a coutume cependant d'envisager également sous cette appellation d'APLV des symptômes relevant d'autres mécanismes immunologiques de **type III**, faisant intervenir les complexes immuns (entéropathie exsudative, hémorragie digestive), et de **type IV** (hypersensibilité retardée, source de diarrhée chronique).

Les protéines du lactosérum et les caséines peuvent toutes être en cause dans ces mécanismes de sensibilisation.

Les manifestations cliniques de l'APLV sont très diverses, aiguës ou retardées, digestives ou extradiigestives. Le risque de choc anaphylactique, bien qu'assez rare (10% environ des APLV), doit être bien connu dans la prise en charge de ces enfants.

Les troubles digestifs peuvent être aiguës ou chroniques (vomissements, diarrhée, entéropathie exsudative, hématomèse, rectorragie...). Beaucoup de symptômes extradiigestifs

ont été décrits, surtout cutanés (dermatite atopique) et respiratoires mais aussi neurologiques (troubles du sommeil).

L'APLV du nourrisson est transitoire, la tolérance étant acquise dans la majorité des cas entre 1 et 2 ans. Toutefois l'association à une intolérance à d'autres trophallergènes, ou la survenue ultérieure de cette intolérance, n'est pas rare (soja, œuf, poisson, agrumes, arachide...). De même, d'autres manifestations allergiques peuvent apparaître ultérieurement (20 à 40% des cas) : asthme, eczéma, rhinite allergique...

Le **traitement** repose sur l'exclusion complète de toutes les protéines lactées et leur remplacement par des produits de substitution ayant subi une hydrolyse enzymatique poussée ne laissant pas subsister de peptides de poids moléculaire supérieur à 1500 daltons.

Les laits industriels dits « hypoallergéniques » sont à proscrire. De même, il convient d'éviter, en raison du risque d'intolérance associée (30%), les produits à base de soja. L'usage du lait de chèvre, rarement discuté en pratique, est théoriquement déconseillé en raison d'une allergénicité aussi importante que celle du lait de vache.

Lors de la diversification alimentaire, il importe de veiller à supprimer tout ce qui peut contenir des PLV et à supplémer l'enfant en calcium.

II.8 Utilisation du lait de chèvre dans l'alimentation infantile :

II.8.1 Sur le plans médical :

Les avantages diététiques du lait de chèvre ont été reconnus de tout temps.

Dans le passé, l'utilisation de lait de chèvre comme de tout produit laitier « artisanal » comportait un ensemble de risques réels et nous avons, d'ailleurs, publié à Créteil, un cas de brucellose chez un nourrisson de 3 mois dont la famille était consommatrice de produits caprins importés directement de la campagne turque.

Ces risques, tous les intervenants précédents l'ont rappelée, n'ont plus de raison d'être évoqués à notre époque de réglementation sévère de l'hygiène alimentaire et de conditionnement industriel sophistiqué.

Sur ces bases nouvelles, il paraît donc justifié de reconsidérer la place du lait de chèvre en diététique infantile : l'étude menée à Créteil il y a quelques années a bien montré les résultats intéressants à plus d'un titre de ce type d'alimentation dans les indications bien « ciblées » :

- troubles digestifs et « coliques » du nourrisson,
- reflux gastro-œsophagien non compliqué,
- intolérance au lait de vache (étant bien entendu que l'allergie aux protéines du lait de vache comporte un risque non négligeable d'allergie croisée avec les autres laits de mammifères).

Sur le long terme, il faut impérativement tenir compte des recherches en cours sur les laits, caprins, aussi bien en génétique classique (sélection, croisements), qu'en biologie moléculaire (Transgénique) : les perspectives d'un « reconditionnement » des protéines du lait sont denature à modifier complètement les données actuelles du problème.

Une information scientifique détaillée sur la valeur diététique des laits caprins et sur les objectifs des travaux en cours serait à envisager auprès de tous les professionnels de la santé concernés : pédiatres, médecins, puéricultrices, diététiciens et spécialistes en nutrition.

II.8.2. SUR LE PLAN INDUSTRIEL

Le conditionnement industriel des laits destinés à une consommation « familiale » du lait de chèvre UHT est basé sur un double processus :

- traitement thermique assurant par le chauffage les garanties d'une absence de risque bactériologique,
- adjonction d'acide folique pour pallier à la faible teneur en folates du lait de chèvre.

Le problème du conditionnement industriel est devenu particulièrement complexe en ce qui concerne les aliments lactés pour nourrisson, soumis depuis l'arrêté du 1er juillet 76 à une réglementation précise, complétée par l'arrêté du 11 janvier 94 se référant aux directives européennes dans ce domaine.

II.8.3. SUR LE PLAN DE LA CONSOMMATION

Les conditions de disponibilité du produit et de ses modalités d'accès sur le marché alimentaire restent, bien entendu, facteurs clés de la consommation :

- un monopole d'accès en milieu « sanitaire » n'est, pour des raisons techniques multiples, guère envisageable dans le cadre des dispositions réglementaires actuelles : la mise à disposition directe des produits laitiers caprins sur le marché de la consommation paraît préférable,

- une information détaillée aux consommateurs constitue certainement un préalable important pour expliquer les avantages et les spécificités du lait de chèvre ainsi que l'ensemble des dispositions qui garantissent des normes optimales de consommation.

(GRZESIAK T, 1995. Le lait de chèvre : lait d'avenir pour les nourrissons. *Journées France-Miennes de Pédiatrie*, 24 mars.

REINERT P, 1988. Le retour du lait de chèvre. *Quotidien du médecin*, 3993, 9. TAITZ LS, 1984. Goat's milk for infants and children. *British Medical Journal*, 11, 288, 428-429.)



Chapitre 3

Due à la crise sanitaire covid19 on n'a pas pu faire la partie pratique ; d'où nous avons sélectionné deux travaux expérimentaux afin d'étudier la qualité nutritionnelle de lait de chèvre en fonction des races et en comparaison avec les laits de vache et de chamelle.

III.1. Matériel

Dans la première étude ; le lait de chèvre provient des troupeaux homogènes du secteur caprin, Centre des sciences sociales et agricoles (Université fédérale de Paraíba, Bananeiras, Brésil), chèvres alpines (n = 10) et Saanen (n = 10) avec des poids similaires à 3065 jours de lactation ont été sélectionnés. La durée du test correspond au stade initial de lactation. Les chèvres des deux races (Alpine et Saanen) ont reçu le même régime alimentaire, composé d'aliments complets (concentré, foin Tifton et palmier fourrager) dans une gestion d'aliments volumineux / concentrés. Pour chaque race, le lait total produit en une journée a été collecté et mélangé pour obtenir un pool.

De chaque pool, un total de 10 échantillons de lait ont été analysés en triple et toutes les analyses ont été effectuées en trois occasions indépendantes (répétitions). Le lait a été obtenu selon des pratiques hygiéniques et sanitaires appropriées pendant les séances de traite, qui ont été effectuées à 6 h du matin et 15h00 le même jour.

Les échantillons de lait étaient composés d'aliquotes proportionnelles au rendement de chaque poste de traite et maintenus à une température de refroidissement (± 10 °C) jusqu'à une analyse plus approfondie dans un intervalle de temps maximum de 1 h.

Dans la deuxième étude : Les échantillons de laits crus ont été prélevés comme décrit par Karam et Karam (1994) dans des fermes à proximité d'Oran.

La souche bactérienne utilisée pour la fermentation du lait est le *Lactococcus lactis* ssp. diacetylactis CHT2 provenant du laboratoire.

III.2. Méthodes

Notre travail décrit les caractéristiques physicochimiques et le contenu des protéines totales dans les laits crus ou fermentés. Cette fermentation est réalisée soit par la flore endogène soit par une souche pure de *Lactococcus lactis* subsp. diacetylactis.

III.2.1. Les analyses physico-chimiques de lait :**III.2.1.1. Détermination de la densité****Définition**

La densité du lait est une grandeur sans dimension qui désigne le rapport entre la masse d'un volume donné de lait à 20°C et la masse du même volume d'eau (POINTURIER, 2003).

Principe

La densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre.

Appareillage

- Lactodensimètre avec thermomètre incorporé,
- Éprouvette cylindrique sans bec, de hauteur apportée à celle de lactodensimètre et de diamètre intérieur supérieur de 9 mm au moins au diamètre de la carène de lactodensimètre.

III.2.1.2. Détermination de l'acidité titrable :**Définition :**

L'acidité titrable du lait est exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait (AFNOR, 1985).

Principe :

Titrage de l'acidité par l'hydroxyde de sodium en présence de phénolphtaléine comme indicateur.

Réactifs :

Les réactifs doivent être de qualité analytique. L'eau utilisée doit être de l'eau distillée ou de l'eau de pureté au moins équivalente.

- Solution de phénolphtaléine à 1% (m/v) dans l'éthanol à 95%.
- Solution titrée d'hydroxyde de sodium 0,1N.

Appareillage

Matériel courant de laboratoire et notamment :

- Pipette à lait de 10 ml ou seringue de précision réglée à 10 ml ou balance analytique.
- Burette graduée en 0.05 ou en 0.1 ml permettant d'apprécier la demi-division.
- Bêchers.

III.2.1.3. Dosage de la matière grasse (méthode acido-butyrométrique)**Définition :**

La méthode acido-butyrométrique est une technique conventionnelle qui lorsqu'elle est appliquée à un lait entier de teneur en matière grasse moyenne et de masse volumique moyenne à 20°C (27°C dans les pays tropicaux) donne une teneur en matière grasse exprimée en grammes pour 100g de lait ou 100 ml de lait (AFNOR, 1985).

Principe

Après dissolution des protéines par addition d'acide sulfurique, séparation de la matière grasse du lait par centrifugation, dans un butyromètre. La séparation étant favorisée par l'addition d'une petite quantité d'alcool amylique. Obtention de la teneur en matière grasse (en grammes pour 100 g ou 100 ml de lait) par lecture directe sur l'échelle du butyromètre.

Réactifs

- Acide sulfurique concentré $\rho_{20} = 1,820 \pm 0,005$ g/ml, incolore ou à peine ambré ne contenant aucune impureté pouvant agir sur le résultat.
- Alcool amylique $\rho_{20} = 1,813 \pm 0.005$ g/ml.

Appareillage

- Butyromètre à lait muni d'un bouchon approprié, Pipette à lait,
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer 10.0 ml \pm 0.2ml d'acide sulfurique,
- Pipette ou système automatique permettant de délivrer 1 ,00 ml \pm 0,05ml d'alcool amylique,
- Centrifugeuse GERBER, dans laquelle les butyromètres peuvent être placés munie d'un indicateur de vitesse donnant le nombre de tours à la minute à ± 50 tr/mn maximum prés,
- Bain d'eau à la température de 65 °C \pm 2°C,
- Thermomètre approprié destiné à vérifier la température du bain d'eau.

III.2.4. Mesure de la teneur en matière sèche totale**Définition**

On entend par matière sèche du lait le produit résultant de la dessiccation du lait dans les conditions décrites par la présente norme (AFNOR, 1985). La matière sèche est exprimée en grammes par litre de lait.

III.1.4.2. Principe

Dessiccation par évaporation d'une certaine quantité de lait et pesée du résidu.

Appareillage

- Capsule en platine ou en autre matière inaltérable dans les conditions de l'essai de forme cylindrique de préférence avec couvercle,
- Bain-marie à niveau constant, fermé par un couvercle métallique dans lequel sont ménagées des ouvertures circulaires,
- Étuve à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$,
- Dessiccateur,
- Balance analytique,
- Pipette à lait de 5ml.

III.2.1.5. Mesure de la teneur en matière sèche dégraissée

La matière sèche dégraissée est obtenue par différence entre la matière sèche totale et la matière grasse. Les laits normaux contiennent habituellement de 90 à 95 g de matière sèche non-grasse.

$$\text{ESD} = \text{EST} - \text{MG}$$

ESD : extrait sec dégraissée.

EST : extrait sec total.

MG : matière grasse.

III.2.1.6. Calcul du mouillage**Principe**

Le mouillage modifie les constantes physico-chimiques du lait. En comparant les valeurs obtenues pour le lait témoin à celle de l'échantillon à examiner, ou à défaut en se basant sur les valeurs minimales de laits normaux, il est possible d'évaluer la proportion d'eau ajoutée (AFNOR, 1985).

III.2.1.7. Épreuve de l'ébullition

Dans un tube introduire 2 à 5ml de lait et porter à l'ébullition. Si le lait est normal, le liquide reste homogène après quelques instants d'ébullition et au refroidissement, il se forme en surface une pellicule blanche, plissée (formée principalement de carbonates de calcium, de protides et de matière grasse).

Les laits riches en albumine (colostrum des quelques jours qui suivent le vêlage et d'une manière générale, les laits normaux caractérisés), ainsi que les laits acidifiés (au-dessus de 25°D) coagule par ébullition (THIEULIN et VUILLAUME, 1967).

III .2.2. Qualité des protéines par SDS-PAGE

L'électrophorèse est une technique de séparation de particules chargées électriquement par migration différentielle sous l'action d'un champ électrique. En fonction des caractéristiques de la molécule (taille et géométrie, charge électrique) et du support choisi, la vitesse de migration et la distance parcourue dans la matrice diffère, ce qui permet de séparer les ions et de les localiser.

III .2.2.1. Extraction des protéines brutes

Obtention de l'extrait protéique brut et des fractions protéiques Des échantillons de lait ont été soumis à une centrifugation (3000 g pendant 20 min à 4 uC) pour séparer la phase lipidique. Le lait écrémé a été dialysé contre une solution saline (0,85 g / 100 ml) pendant 24 h, avec des changements d'eau toutes les 2 h, pour obtenir l'extrait protéique brut (CPE). A partir du lait écrémé, les fractions protéiques ont été séparées par précipitation avec du sulfate d'ammonium [(NH₄)₂SO₄] et précipitation isoélectrique (concentré de caséine). La précipitation avec du sulfate d'ammonium a été réalisée à des intervalles de saturation (p / v) de 0 à 30%, 30 à 60%, 60 à 90% et 90 à 100% (F0230%, F30 260%, F 60290%) et F902100%) [23], et la précipitation isoélectrique a été réalisée à pH 4,6 avec HCl 1,0 M (Merck, Brésil). Le concentré de caséine a été lavé trois fois par centrifugation (5000 g pendant 20 min à 4 uC) en utilisant de l'eau distillée et du toluène (0,05%, v / v) solubilisé à pH 7,0 avec NaOH 1,0 M. Le cycle de précipitation-lavage-dissolution a été effectué deux fois [24]. Après dialyse contre de l'eau désionisée, toutes les fractions précipitées et le CPE ont été congelés (-20uC), lyophilisés sous vide (-80uC) et stockés à 1862uC jusqu'à l'analyse. La teneur en protéines solubles dans le CPE et les fractions précipitées ont été déterminées à l'aide du test de Bradford (1976).

III .2.2.1. L'électrophorèse SDS-PAGE

L'électrophorèse SDS-PAGE a été réalisés présence de b-mercaptoéthanol. Les échantillons lyophilisés (CPE, fractions et concentrés de caséine) ont été dissous à une concentration finale de protéines de 2 mg / ml dans un tampon constitué de 0,0625 M Tris (pH 6,8) contenant 2% de SDS, 10% de glycérol, 5% de b-mercaptoéthanol et 10 ml de bleu de bromophénol (0,0002%). Les échantillons ont ensuite été chauffés dans un four à 100 uC pendant 10 min et centrifugés (5000 g pendant 5 min à 1862 uC). Une aliquote de 10 ml de surnageant a été appliquée au gelt. La SDS-PAGE a été réalisée sous ampérage constant (30 mA), et à la fin, les gels ont été fixés avec de l'acide trichloroacétique à 10% (TCA) et colorés avec une solution de bleu de Coomassie Brilliant Blue à 0,005% R-250 pendant 3 h. L'excès de colorant a été éliminé en utilisant une solution de décoloration contenant 5% de methanol et 7% d'acide acétique dans une solution désionisée eau distillée. Les gels ont été scannés sur un

scanner d'image III (GE Healthcare Life Science) à l'aide du logiciel Labscan 6.0 et ont ensuite été analysés pour vérifier les poids moléculaires des protéines constitutives de chaque.



Chapitre 4

CHAPITRE IV. Résultats Et Discussion

IV.1. Analyses physico-chimiques

Les paramètres physiques et chimiques des laits dans la première étude ont été déterminés selon la technique standard (AFNOR, 1986). Les échantillons de lait de chèvre et de vache étaient coagulés sous l'action de la flore endogène ou de la souche CHT2 ; dans ce dernier cas le lait était préalablement stérilisé 15 mn à 110°C. Les contenus en protéines totales des laits crus ou stérilisés (15mn à 110°C) et des lactosérums (provenant de laits préalablement stérilisés et fermentés par la souche CHT2) sont comparés par analyse électrophorétique (SDS-PAGE) selon la méthode de **Laemmli (1970)**.

IV.1.1 Mesure du pH :

Les moyennes des valeurs recueillies lors de cette mesure pour chaque groupe de lait sont représentées dans la figure 10.

L'analyse statistique a montré qu'à un $P \leq 5\%$, les valeurs du pH sont significativement différentes entre les laits : camelin, bovin et caprin, et il apparaît que le lait caprin présente le pH le plus bas ($6,4 \pm 0,12$), alors que le pH du lait camelin ($6,6 \pm 0,14$) est plus proche du lait bovin ($6,5 \pm 0,05$).

Les pH inférieurs du lait à la traite peuvent résulter de l'infection de la mamelle de l'animal (Morgan, 1999), mais aussi du facteur génétique qui, à lui seul, a une grande influence sur les variations du pH du lait caprin (Remeuf, 1993 ; Remeuf et al, 2001).

Il est aussi connu que le pH du lait camelin est plus bas comparativement au lait bovin (pH : 6,6) et au lait humain (pH : 7,01) (Siboukeur, 2007). Orban et Izzeldin (1997) signalent que le pH et le goût du lait peuvent dépendre de la nature des fourrages et de la disponibilité de l'eau. Par ailleurs, la forte concentration en acides gras volatiles (Yagil, 1985) et la teneur relativement élevée en vitamine C du lait de dromadaire font diminuer le pH de celui-ci (**Yagil, 1985 ; Farah et al. 1992 ; Saley, 1993 ; Haddadin et al. 2007**). Vignola (2002) signale que le pH du lait dépend principalement de la présence de caséines et des anions phosphorique et citrique.

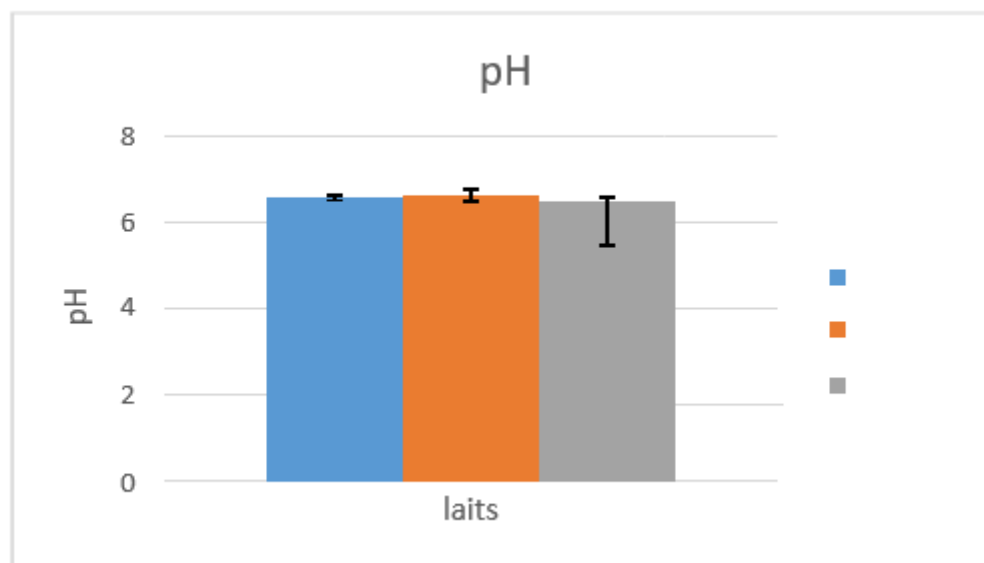


Figure 11. Moyenne des valeurs de pH des trois groupes de lait : camelin, bovin et caprin.

IV.1.2. Acidité titrable :

L'acidité titrable est un indicateur de la qualité de conservation du lait (CASSINELLOC et PEREIRA, 2001) 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.

Les échantillons de lait analysés dans cette présente étude, avec des moyenne d'acidité de $17,72 \pm 0,5$; $17,2 \pm 0,78$ et $16,45 \pm 0,79$ °D pour les trois groupes du lait camelin, bovin et caprin respectivement (Figure 11), représentent une différence significative avec $P \leq 5\%$.

Le lait caprin représente la moyenne la plus basse par rapport au lait camelin et bovin ces résultants se concordant avec ceux rapportés par Cassinello et Pereira (2001), Mahmut et al (2004), Agnihotri et Rajkumar (2007), cette valeur peut être tenue pour une acidité caractéristique du lait de chèvre.

Les valeurs de l'acidité Dornic obtenues pour le lait camelin se situent dans la fourchette des travaux rapportés par certains auteurs soit 18°D (Siboukeur, 2007), 18 °D Khaskheliet al. (2005) en Inde. D'autres auteurs rapportent des valeurs plus élevées ou plus basses. Ainsi Konuspayeva (2007) ; Faye et al. (2008) au Kazakhstan signalent des valeurs plus élevées (26 et 24,04 °D respectivement). En revanche, les valeurs évoquées par SBOUI et al. (2009) (17,2 °D), MEILOUD et al. (2011) en Mauritanie (16 °D), Elamin et Wilcox (1992) en Arabie Saoudite (15°D), Abu-Lehia (1994) en Arabie Saoudite (15°D) et Kamoun (1994) en Tunisie (15,6°D) sont plus faibles.

Il est important de préciser que le lait camelin est caractérisé par un effet tampon plus élevé par rapport au lait bovin (Kamoun Et Ramet, 1989 ; Abutarbousch, 1996), c'est-à-dire que le pH arrive à se maintenir approximativement au même niveau malgré l'élévation de l'acidité Dornic.

Figure 12. Moyenne de l'acidité dornic des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin.

IV.1.3. Extrait sec total :

La moyenne de la teneur en extrait sec totale des échantillons des différents groupes du lait camelin, bovin et caprin analysés varie entre $112,37 \pm 4,7$ g/l et $151,87 \pm 6,3$ g/l. Le taux en matière sèche totale des échantillons du lait camelin analysés ($112,37 \pm 4,7$ g/l) semblent les plus faibles par rapport à celui des laits bovins ($126,35 \pm 9,93$ g/l) et caprin ($151,87 \pm 6,3$ g/l).

Les différences enregistrées entre les groupes sont significatives ($P < 5\%$) (Figure 14).

Ces résultats se concordent avec ceux rapportés par Benguettaia et al., 2013. L'une des principales caractéristiques du lait camelin est en effet, sa teneur en matière sèche réduite par rapport à celle des laits d'autres espèces (Ramet, 1994).

Plusieurs auteurs ont montré que la variation de la teneur en extrait sec total était dû à divers facteurs tels que la qualité de l'eau et sa quantité disponible pour les animaux (Khaskheli et al. 2005). En été, la teneur en eau du lait augmente et donc sa matière sèche diminue davantage sous l'effet du stress hydrique. Haddadin et al. (2008) ont trouvé que le taux de matière sèche totale atteignait son maximum en mi-hiver et son minimum en été. De même, Yagil et Etzion (1980) avaient montré bien avant que le passage d'un régime hydraté à un régime pauvre en eau faisait chuter très sensiblement le taux de matière sèche totale de 14,3 à 8,8 %. Ce phénomène est naturel, car il permet d'assurer la survie du chamelon et de lui fournir un produit de valeur nutritive suffisante et une quantité importante d'eau en période de sécheresse. La teneur en matière sèche du lait varie également en fonction du stade de lactation (Bengoumi et Al., 1994 ; Khaskheli et al. 2005), des facteurs saisonniers, de l'environnement, du rang de lactation, du nombre de vêlages (Yagil, 1982 ; Khaskheli et Al., 2005). Des variabilités génétiques (Ereifej et al., 2011) et l'effet de l'origine géographique sur la composition du lait (Konuspayeva et al. 2009) ont été également rapportés.



Figure 13. Moyenne des taux de l'extrait sec total des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin

IV.1.4. Matière grasse :

La teneur moyenne en matière grasse des laits camelin, bovin et caprin analysés est représentée sur (Figure 14), la différence est significative $P \leq 5\%$. La moyenne de la teneur en matière grasse du lait camelin est égale à $29,7 \pm 0,5$ g/l, Elle semble plus faible que celles des laits bovin $35,07 \pm 1,9$ g/l et caprin $48,39 \pm 4,9$ g/l.

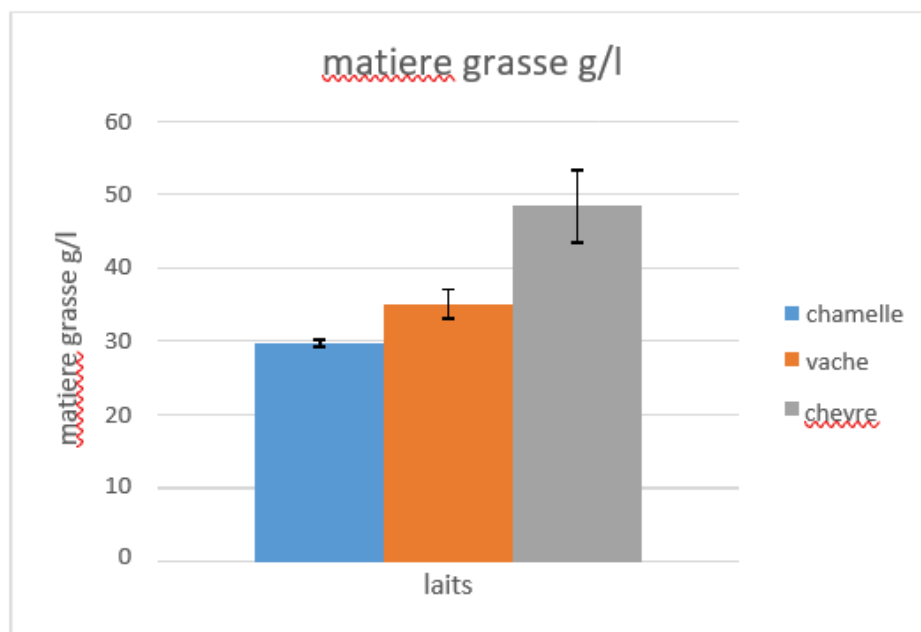
Cette valeur du lait camelin peut atteindre 32 à 35g/l (Ellouze et Kamoun, 1989 ; Gorban et Izzeldin, 2001) et voire 37,8 g/l (Kamal et al, 2007).

Les valeurs du lait camelin de de la présente étude sont similaires aux valeurs rapportées par Siboukeur en 2007 ($28\text{g/l} \pm 6$) et Chethouna en 2011 ($29,33\text{g/l} \pm 0,51$).

Pour le lait caprin, des valeurs différentes de celles obtenues sont enregistrées par Kennedy et al (1981), Bocquier et al (1998), Pizarro et al (2007) ; Jaubert G (1997) ; Agnihotri Et Rajkumar (2007) avec les taux respectifs suivants 6,3 ; 30,8 ; 31,9 ; 33 et 36,1g/l.

Néanmoins nous retrouvons des valeurs très éloignées avec 56.1 et 22,2 g/l enregistrées respectivement par Drackova et al (2008) Et Pierre et al (1998), celles-ci reflètent la forte variabilité du taux de matière grasse pour le lait caprin.

Il est établi qu'en dehors de la race, le rang de la traite influe sur le taux de matière grasse.



*Figure 14.
Moyenne
des teneurs
en matière*

Figure 14 : grasse des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin

IV.1.5. Densité

Les densités mesurées se situent entre $1025 \pm 1,68$ à $1034 \pm 1,69$. La densité du lait camelin ($1025,2 \pm 1,68$) est inférieure à celle relevée pour le lait bovin ($1028,2 \pm 2,08$) et caprin ($1034 \pm 1,69$). Les différences enregistrées sont significatives ($P < 5\%$) (Figure13).

Ces valeurs sont comparables à celles rapportées par **la FAO (1995)** d'après une compilation de diverses sources (1025-1038). De même qu'elles se rapprochent des valeurs signalées par **Iqbal et al. (2001)**, **El-Erian et al. (1979)** en Arabie Saoudite et celle de **Alloui- Lombarkia et al. (2007)**, respectivement égales à 1029-1032 ; 1028-1038 et 1029. D'autre part elles diffèrent de celles rapportées par **Saboui et al. (2009) (1020)** et **Siboukeur (2007)**

La densité du lait varie en fonction de la concentration des éléments dissous et en suspension (la matière sèche dégraissée) (Mosbah, 2012). Ceci est bien visible dans le cas du lait camelin qui enregistre le taux de matière sèche le plus faible corrélé à une densité la plus faible.

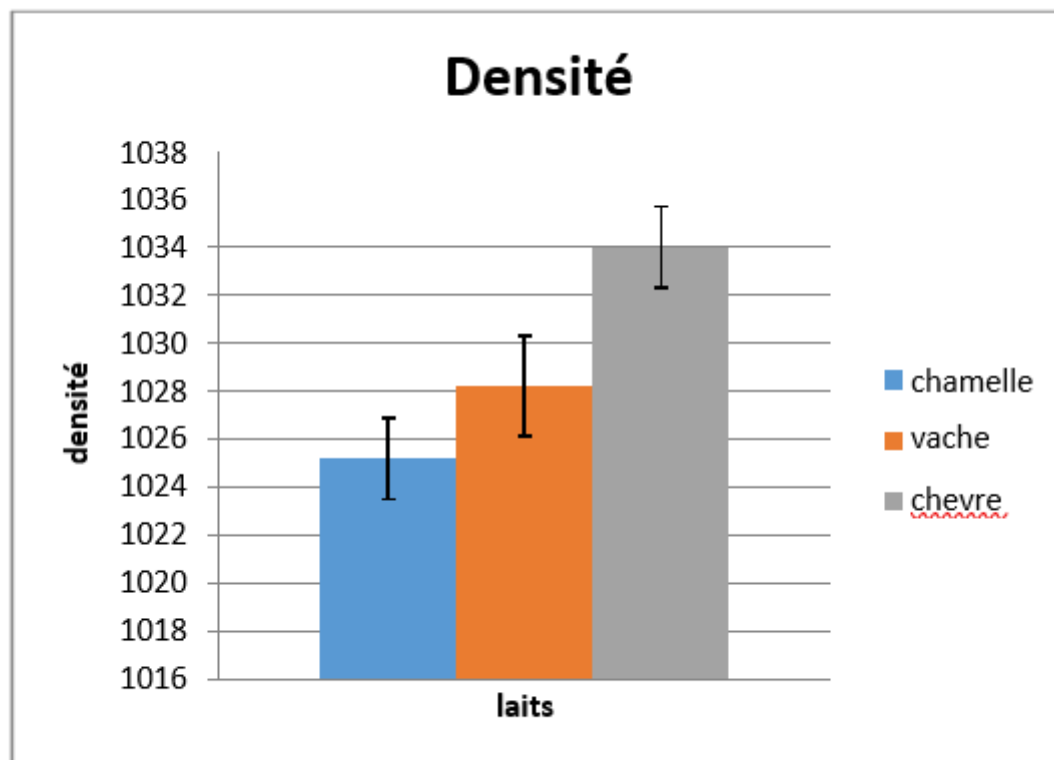


Figure 15. Moyenne des taux de densité des différents échantillons du lait camelin, bovin et caprin

Comparativement au lait de vache, le lait de chèvre est moins riche en lactose, en matière grasse et en protéines (tableau 6). Le coagulum obtenu à partir du lait de chèvre fermenté par la flore endogène ou par la souche CHT2 présente un aspect assez visqueux alors que le coagulum obtenu avec le lait de vache est bien ferme et poreux.

IV.1.6. Stabilité

Les protéines du lait de chèvre sont globalement plus stables à la chaleur car elles étaient retrouvées après traitement thermique (110°C, 15 mn). Dans le cas du lait de vache, la protéine 82kDa n'était pas retrouvée, ce qui indique vraisemblablement sa thermo-sensibilité.

-les protéines du lait de chèvre sont moins hydrolysées par les enzymes protéolytiques de la souche CHT2, comparativement aux protéines du lait de vache.

IV.1.7. L'effet de race sur la qualité physicochimique de lait de chèvre

Les valeurs physiochimiques moyennes des laits utilisés dans cette étude (), déterminées selon les procédures décrites par AOAC (2012), sont présentées dans le tableau 6.

Tableau 6 : Valeurs moyennes (\pm écarts types) des paramètres physico-chimiques du lait de chèvre produit par les races alpine et saanen dans le nord-est du Brésil.

Parameters	Lait de la chèvre alpine	Lait de la chèvre saanen
Densité (g/cm ³)	1.02 ± 0.08	1.030 ± 0.08
Acidité (°Dornic)	0.17 ± 0.02	0.17 ± 0.01
Matière grasse (g/100g)	3.45 ± 0.07	3.55 ± 0.21
Protéines (g/100g)	3.60 ± 0.07	3.15 ± 0.01
Lactose (g/100g)	5.02 ± 0.01	4.85 ± 0.01
Stabilité à l'ébullition	Stable	Stable
Humidité (g/100g)	90.93 ± 1.19	88.39 ± 0.08
Minéraux (g/100g)	0.61 ± 0.06	0.68 ± 0.05

De petites variations sont observées dans les paramètres physicochimiques. Les plus importantes sont celles rencontrées entre les valeurs de protéines, le lactose et les minéraux. Le lait de la chèvre saanen est moins concentré en lactose et plus riche en protéines et en sels minéraux. Cependant, le lait de la chèvre alpine est plus concentré en lactose et légèrement moins riche en matière grasse.

IV.2. Qualité des protéines de lait de chèvre

L'analyse électrophorétique (figure 1) a montré la présence de :

-six protéines majeures communes aux deux laits crus de poids moléculaire 82kDa, 72kDa, 50kDa, 40kDa, 25kDa et 19,5kDa.

-une protéine de 22kDa retrouvée uniquement dans le lait de chèvre cru.

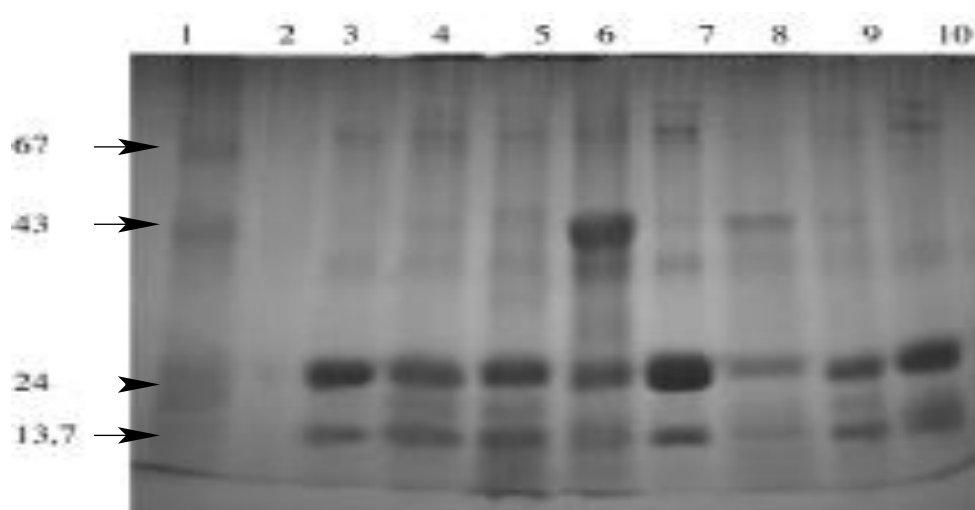


Figure 10 : Electrophorogramme des différents échantillons

Canal 1 : Protéines étalons de poids moléculaire ;

Canal 2 : aveugle ;

Canal 3 : Lactosérum de lait de chèvre fermenté par sa flore endogène ;

Canal 4 : Lactosérum de lait de vache fermenté par sa flore endogène ;

Canal 5 : Lactosérum de lait de chèvre stérile ;

Canal 6 : Lactosérum de lait de vache stérile ;

Canal 7 : Lactosérum de lait de chèvre fermenté par CHT2 ;

Canal 8 : Lactosérum de lait de vache fermenté CHT2 ;

Canal 9 : Lait de chèvre total ;

Canal 10 : Lait de vache total.



Conclusion

Conclusion

Plusieurs paramètres sont responsables de plusieurs changements dans la composition du lait. Pour ces raisons, nous avons tenté d'apporter cette contribution visant une meilleure connaissance de différents laits bovin, camelin et caprin collecté dans différentes régions en Algérie. A cet effet nous avons étudié les caractéristiques physico- chimiques, microbiologiques et nutritionnelles de ces différents laits prélevés en mi- lactation.

Les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que le pH du lait caprin collecté pendant cette période de lactation est légèrement plus faible ($\text{pH}=6.4\pm 0,12$) par rapport aux laits bovin ($6,5\pm 0,05$) et camelin ($6,6\pm 0,14$) au même stade de lactation. Son acidité Dornic est égale à $16,45\pm 0,79$ °D, Elle est relativement élevée par rapport aux laits bovin $17,2\pm 0,78$ °D et camelin $17,72\pm 0,5$ °D. $29,7\pm 0,5$ g/l, Elle semble plus faible que celles des laits bovin $35.07\pm 1,9$ g/l et caprin $48.39 \pm 4,9$ g/l.

La densité du lait camelin ($1025,2\pm 1,68$) est inférieure à celle relevée pour le lait bovin ($1028,2\pm 2,08$) et caprin ($1034 \pm 1,69$). Parallèlement, La teneur en matière sèche totale de ce lait est égale à ($112,37\pm 4,7$ g/l). Elle semble plus faible par rapport à celles des laits bovin et caprin.

La qualité microbiologique des laits analysés est relativement satisfaisante, dû en grande partie à l'hygiène des animaux et aux bonnes conditions de la traite.

L'analyse de la fraction lipidique a montré que les acides gras à chaîne longue (C14-C20) sont majoritaires. Les acides gras polyinsaturés sont en minorités. Les résultats montrent que le lait camelin contient la plus grande proportion en acide gras polyinsaturés. L'analyse de la composition minérale a montré que le lait de chamelle est plus riche en éléments minéraux majeurs (Ca, Mg, Na, et K) que celle du lait de vache et du lait de chèvre avec une différence significative $P\leq 5\%$.

Les échantillons de lait de chèvre ou de vache contiennent relativement peu de matières grasses en comparaison avec les données de la littérature. Leurs contenus en protéines totales sont qualitativement notable ($34,05$ g/l pour le lait de vache contre $20,85$ g/l pour le lait de chèvre).

A decorative border resembling a scroll, with a vertical strip on the left and horizontal lines at the top and bottom. The corners are rounded and feature a grey scroll-like detail.

Référence Bibliographique

Références Bibliographiques

ABOUTAYEB R (2009). Technologie du lait et dérivés laitiers <http://www.azaquar.com>.

AFNOR (1985). Contrôle de la qualité des produits laitiers—Analyse physiques et chimiques

AMELLAL R(2000). « La filière lait en Algérie : Entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance ». In Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Sér. N°14, 1995, Instis. Nati. Agro., El Harrach, Alger,

AMIORT J ; FOURNIER S ; LEBEUFY L ; PAQUIN P ; SIMPSON R. ET TURGEON H (2002). Composition, propriété physico-chimiques valeur nutritive, qualité technologique Edit : ISBN. (Canada).

Aggad et al, (2009) ; Ameur et al, (2012) ; Ghazi et Niar, (2011) ; Rahal, (2009)

B

Boussliman, (2002). La politique de développement de la filière lait en Algérie. www.cread.dz/index.php/la-politique-laitiere-en-algerie-qualite-et-strategies-devalorisation/

BEKHOUCHE-GUENDOZ N (2011). Evaluation de la durabilité des exploitations bovines laitières des bassins de Mitidja et d'Annaba. Thèse de Doctorat Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger (ENSA). Algérie.

Belhadia M ; Yakhlef H ; Bourbouze A ; Djermoun A (2009). La production laitière bovine en Algérie : Capacité de production et typologie des exploitations des plaines du moyen Cheliff. Revue Nature et Technologie 01 juin 2009.

BENYOUCEF (2005). Diagnostic systémique de la filière lait en Algérie, organisation et traitement de l'information pour l'analyse des profils de livraison en laiteries et des paramètres de production des élevages : Thèse de doctorat option : sciences animales, Institut national d'Agronomie (I.N.A) El- Harrach, Algérie.

BNEDER(2016). Bureau National d'Etude et de Développement Rural Ministère d'Agriculture et de Développement Rural (MADR).DATA non publié.

BOUSSLIMAN (2002). La politique de développement de la filière lait en Algérie.

BRUNO Z (2005). Le fromage de chèvre spécificités technologiques et économiques. Thèse pour obtenir le grade de Docteur vétérinaire. L'université Paul-Sabatier de Toulouse.

C

CHERFAOUI (2003). Le programme national de réhabilitation de la production laitière/ objectifs visés, continu, dispositif de mise en œuvre et impact obtenu. Document d'ITLEV secrétariat du CNIF lait

Références Bibliographiques

CHRISTIAN (2006). In Contribution à l'étude la caractérisation de lactocoques indigènes isolés du lait cru de la chèvre et les produits laitier algérien. Thèse de doctorat : Option Microbiologie Fondamentale et Appliquée. Université d'Oran.

CORCY J C (1991). La chèvre. Ed. La maison rustique (paris).

D

DJARIM S ; GHRIBECHE M T (1981). Contribution à la connaissance de la chèvre de Touggourt et à l'amélioration de son élevage. Mémoire de fin d'études, ITA Mostaganem.

DESJEUX J F (1993). Valeur nutritionnelle du lait de chèvre. Le lait

DRACKOVA M, HADRA L, JANSTOVA B, NAVRATILOVA P, PRIDALOVA and VORLOVA L (2008). Analysis of got milk by near-infrared spectroscopy. Acta Veterinaria, 77, p415-422.

F

FAO (2013). Les statistiques des effectifs des chèvres dans le monde.<https://chevre.reussir.fr/actualites/les-chevres-dans-le-monde:RZMOFTHO.html>

FAO (2017). La production laitière et les produits laitiers.

FREDOT E (2006). Connaissance des aliments –Bases alimentaire et nutritionnelles de diététique, Tec et Doc, Lavoisier

FAVIER J C ; RIPERT A ; TOQUE D. ET FEINBERY M (1995). Répertoire général des aliments. Table de composition,

FREUND G (1996). Intérêts nutritionnelles et diététiques du lait de chèvre. Les colloques 81. Edit INRA.

FREDOT E (2009). Lait et produits laitiers .In : Connaissance des aliments. Ed Tech. Doc. Lavoisier (Paris).

G

GHOZLANE F ; YAKHLEF H ; YAICI S (2003). Performances de reproduction et de production laitière des bovins laitières en Algérie. Annales de l'institut national agronomique -El Harrach-Vol. 24, N°1 et 2, 2003,

GRAPPIN R ; POCHET S (1999). Le lait,

GUELMAOUI S ; ABDERAHMANI H (1995). Contribution à la connaissance des races. Algériennes. Cas de la race du M'Zab. Mém. Ing. Agro. INA. El Harrach, Alger.

Références Bibliographiques

G. FREUND Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre Niort (France), 7 novembre 1996 Ed. INRA, Paris 1997 (Les Colloques, n°81)

I

INSTITUT DE L'ELEVAGE-GEB. Journée défis et opportunités pour l'élevage ruminant en Europe. (08 Juin 2008).

J

JEANTET R ; CROGUENNEC T ; MAHAUT M ; SHUCK P BRULE G (2008). Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier

K

KABIR A (2014). Contraintes de la production laitière en Algérie et évaluation de la qualité du lait dans l'industrie laitière (Constats et perspectives). Thèse de doctorat option microbiologie Alimentaire. Université d'Oran 1-Algerie.

KACIMI-EL HASSANI S (2013). La dépendance alimentaire en Algérie : Importation de lait en poudre versus Production Locale, Quelle Evolution ? Méditerranéen Journal of SocialSciences MCSER publishing, Rome-Italy. Vol 4 No 11 Octobre 2013. Pp: 152-158.<http://www.mcser.org/journal/index.php/mjss>

M

MADR (2004). Statistique du Ministère d'Agriculture et de Développement Rural Direction de production animale DATA non publié.

MADR (2018). Statistiques agricoles. L'évaluation de l'effectif et de la production nationale de cheptel caprin en Algérie. Ministère d'agriculture et de développement durable.

MAMINE (2011). La politique laitière en Algérie : Qualité et stratégies de valorisation- Centre de recherche/ ?r=1, www.cread.dz.

MAKHLOUF (2015 a). Impact de nouvelle politique laitière algérienne sur la viabilité des exploitations laitières. <http://hal.archives-ouvertes.fr>.

MANALLAH I (2012). Caractérisation morphologique des caprins dans la région de Sétif. Thèse de Magister. Dép. d'Agronomie SETIF.

MORAND-FEHR P (1974). Caractéristiques nutritionnelles et alimentaires de la chèvre laitière. Journées d'études sur l'alimentation de la chèvre. Ed. I.N.R.A.ITOVIC,

MORGAN F. (1999). Cellules somatiques du lait chèvre : conséquences sur la composition du lait et la technologie. L'gide, n°17, décembre.

Références Bibliographiques

P

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

POUGHEON S .et GOURSAUD J (2001). Le lait caractéristique physicochimique In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).

Q

QUITTET E (1977). La chèvre, Guide de l'éleveur. La maison rustique (eds). Paris, I.S.B.N. 27066-0017-9.

R

ROUDJ S ; BESSADAT A ; KARAM NE (2005).Caractéristiques physicochimiques et analyse électrophorétique de protéine de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest Algérien. Renc. Rech. Ruminants,

REMEUF F. (1993). Influence du polymorphisme génétique de la caséine as1 caprine sur les caractéristiques, physico-chimiques et technologiques du lait. Lait 73, p549-557.

S

Séminaire international de médecine vétérinaire (2016). La filière lait en Algérie enjeux et perspectives. www.ensv.dz/wp-content/uploads/2016/09/appelCommunication1.pdf.

SOUKI H (2009). Les stratégies industrielles et la construction de la filière lait en Algérie : Portée et limites. Revue Campus N: 15/2009

SHKOLNIK ET AL (1980). Desert conditions and goat milk production, Journal of Dairy Science, 63, p1749-1754.

ST-GELAIS D ; OULDBABA A. ET TURCT S (1999).Composition du lait de chèvre et aptitude à la transformation .Edit : ISBN. Canada. P : 101-111

T

THIEULIN G. ET VUILLAUME R (1967).Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des oeufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73(388 pages).

V

Références Bibliographiques

VIGNOLA. (2002). Science et technologie du lait –Transformation du lait, école polytechnique de montéal, ISBN 29-34. P. 600.

Y

YAGILL R. (1985). The Desert camel, comparative physiological adaptation. Ed KARGER, p. 109-120.