

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

École Nationale Supérieure Vétérinaire d'Alger

المدرسة الوطنية العليا للبيطرة

RABIE BOUCHAMA

Projet de fin d'études

En vue de l'obtention du

Diplôme de Docteur Vétérinaire

**Étude comparative de la qualité physico-chimique du lait
cru de trois espèces : BOVINE, CAPRINE ET OVINE.**

Présenté par :

Mr. KHIAR Ali

Mr. TAIBI Abouamama

Mr. BELMAHDI Anes

Soutenue le 25/09/2019

Le jury composé de :

Président : Mme TAIBI Messaouda	Maitre de conférence classe B	ENSV
Promoteur : Mme ZENIA Safia	Maitre assistante classe A	ENSV
Co-Promoteur : Melle MEBKHOUT Faiza	Docteur Vétérinaire	ITELV
Examineur 1 : Mme DJELOUT Baya	Maitre assistante classe A	ENSV
Examineur 2 : Melle BOUHAMED Radia	Maitre assistante classe A	ENSV

Année universitaire : 2018/2019

Remerciement

Nous tenons tout d'abord à remercier Dieu le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

En second lieu, nous tenons à remercier notre encadreur **Mme ZENIA Safia** et **Melle MEBKHOUT Faiza** son précieux conseil et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail et de l'enrichir par leurs propositions :

Mme TAIBI Messaouda, Mme DJELOUT Baya et Melle BOUHAMED Radia.

À nos familles et nos amis qui par leurs prières et leurs encouragements, on a pu surmonter tous les obstacles.

Enfin, on remercie tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce travail. Surtout l'équipe de laboratoire des analyses laitière de l'ITELV Mme MEBKHOUT Faiza et Melle TERCHI Nora Lamia.

Dédicace

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

À mes chères frères Younes, Ahmed et sœurs Meriem, Mounira pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

À toute ma famille de l'ENSV pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire : Mounir, Karim, Omar, Krimou

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible

Merci d'être toujours là pour moi.

Ali

Je dédie ce modeste travail à :

À mes parents, aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont ils ne cessent de me combler. Que dieu leur procure bonne santé et longue vie.

À celui que j'aime beaucoup et qui m'a soutenue tout au long de ce projet : ma sœur Maroua, et bien sur son mari Abdelmadjid, sans oublié mon frère Asfahane

.

À mes sœurs Ranime et Raoudha,

À toute ma famille, et mes amis, et mes proches

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible, je vous dis merci.

Anes

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

À mes chères frères et sœurs pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral.

Aux petits : Israa, Taha Jihad et Mohamed Islam.

À toute ma famille, et mes amis, et mes proches.

À toute ma famille de l'ENSV pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

À tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce projet soit possible.

Merci d'être toujours là pour moi.

Abouamama TAIBI (TAYEB)

Sommaire

Introduction.....	1
Partie bibliographique	
1. Généralité sur le lait.....	3
a. Définition générale	3
b. Quelques dénominations	3
2. Comparaison globale du lait [vache-chèvre-brebis].....	5
3. Composition chimique	6
3.1 Eau	7
3.2 Glucides	7
3.3 Matières azotées	7
3.3.1 Les protéines du lait	7
3.3.2 Matières azotées non protéiques	8
3.4 Matières grasses	8
3.5 Sels et constituants salins	10
3.5.1 Macroélément(majeure).....	10
3.5.2 Oligoéléments(traces).....	11
3.6.Vitamine	12
3.7. Constituons mineurs	12
3.7.1 Gaz dissous	12
3.7.2 Enzymes	13
4. Propriétés physiques	13
4.1 L'apparence.....	13
4.2 PH.....	14
4.3 Acidité titrable (DORNIC)	14
4.4 Densité.....	14

4.5 Point d'ébullition	14
4.6 Point de congélation ou point cryoscopique.....	15

Partie expérimentale

I. Matériel et méthodes.....	16
1. Le but de notre travail	16
2. L'échantillonnage	16
2.1 Source de prélèvement	16
2.2 Les conditions du prélèvement	18
2.3 Prélèvement.....	19
3. Les analyses physico chimiques	19
3.1 Laboratoire de l'institut	19
3.2 L'unité du lait	19
3.3 Condition de travail au laboratoire	19
4. Le déroulement de l'étude	19
4.1 Matériels utilisés	19
• Matériel biologique.....	19
• Matériel de prélèvement	19
• Matériel d'analyse et appareils	20
➤ Bain marie de laboratoire.....	20
➤ Passoire	21
➤ Glacière.....	21
➤ MilkoScan™ FT1	21
➤ Equaliseur	22
4.2 La méthode	23
4.3 Analyses statistiques	24
II. Résultats et discussion des analyses physico-chimiques obtenus	
1. La matière grasse	25
2. Les protéines	27
3. Caséine	29
4. Lactose.....	30
5. Galactose	31
6. Glucose	33

7. Urée	34
8. Acide citrique	36
9. Acide gras libre	37
10. Acidité.....	38
11. Densité	40
12. Point de congélation (point cryoscopique).....	41
13. Solides totaux	43
14. Solides non gras	44
Conclusion et recommandation.....	46

Liste des abréviations

% : pour cent

± : plus ou moins

°C : degré Celsius

AC : Acidité

AGL : Acides gras libre

C : Carbone

Ca : Caséine

Ca: Calcium

Ch: Chlorure

D : Densité

FDP : Abaissement du point de congélation.

g/L : gramme par Litre

Gal : Galactose

Glu : Glucose

IRTF infrarouge à transformée de Fourier

ITELV : Institut Technique des Elevages

Lac : Lactose

Lac min : Lactose minimum

MG : matière grasse

Mg: Magnésium

Min : minute

mL : millilitre

Moy : moyenne

n°: numéro

ONIL : Office national interprofessionnel du lait

P : Protéine

P: Phosphore

PAL : Phosphatases alcalines

pH : potentiel hydrogène

Po: Potassium

s : Seconde

S: Sodium

SND : Solides non gras

ST : solides totaux

U : Urée

UHT : Ultra Haute Température

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n° 1 : Composition du lait des trois espèces.....	3
Tableau n°2 : Composition moyenne en g/litre et distribution des protéines dans le lait.....	8
Tableau n°3 : Proportion relative des acides gras de la matière grasse du lait de chèvre, vache, brebis.....	9
Tableau n°4 : Concentration des principaux éléments minéraux dans le lait de chèvre, de brebis et de vache par rapport au lait humain.....	10
Tableau n°5 : Concentrations d'oligo-éléments dans le lait de chèvre, de brebis et de vache par rapport au lait humain.....	11
Tableau n°6 : les valeurs moyennes des vitamines.....	12
Tableau n°7 : Teneurs en matière grasse.....	26
Tableau n°8 : Comparaison des moyennes de la matière grasse entre les trois espèces.....	26
Tableau n°9 : Teneurs en protéine.....	28
Tableau n°10 : Comparaison des moyennes de protéine entre les trois espèces.....	28
Tableau n°11 : Teneurs en caséine.....	29
Tableau n°12 : Comparaison des moyennes de caséine entre les trois espèces.....	29
Tableau n°13 : Teneurs en lactose.....	31
Tableau n°14 : Comparaison des moyennes de lactose entre les trois espèces.....	31
Tableau n°15 : Teneurs en galactose.....	32
Tableau n°16 : Comparaison des moyennes de galactose entre les trois espèces.....	32
Tableau n°17 : Teneurs en glucose.....	33
Tableau n°18 : Comparaison des moyennes de glucose entre les trois espèces.....	34
Tableau n°19 : Teneurs en urée.....	35
Tableau n°20 : Comparaison des moyennes d'urée entre les trois espèces.....	35
Tableau n°21 : Teneurs en acide citrique.....	36
Tableau n°22 : Comparaison des moyennes de l'acide citrique entre les trois espèces.....	36
Tableau n°23 : Teneurs en AGL.....	37

Tableau n°24 : Comparaison des moyennes de l'acide gras libre entre les trois espèces.....	38
Tableau n°25 : Teneurs en acidité.....	39
Tableau n°26 : Comparaison des moyennes de l'acidité entre les trois espèces.....	39
Tableau n°27 : Densité de lait pour les 90 échantillons.....	40
Tableau n°28 : Comparaison des moyennes de la densité entre les trois espèces.....	41
Tableau n°29 : valeurs de FDP.....	42
Tableau n°30 : Comparaison des moyennes du point de congélation entre les trois espèces.....	42
Tableau n°31 : Teneurs des solides totaux.....	43
Tableau n°32 : Comparaison des moyennes des solides totaux entre les trois espèces.....	43
Tableau n°33 : Teneurs des solides non gras.....	44
Tableau n°34 : Comparaison des moyennes des solides non gras entre les trois espèces.....	45

LISTE DES FIGURES

Figure n°1 : Taux de matière grasse pour les trois espèces.....	9
Figure n°2 : Carte géographique de la commune de Baba-Ali et lieux de l'ITELV.....	16
Figure n°3 : La vache Prim'Holstein.....	17
Figure n°4 : La vache Montbéliarde.....	17
Figure n°5 : Carte géographique de la wilaya d'El Bayedh et lieux d'échantillonnage (ovin et caprin).....	17
Figure n°6 : La brebis El Hamra.....	18
Figure n°7 : La brebis Rembi	18
Figure n°8 : La chèvre Arabia	18
Figure n°9 : La chèvre Makatia	18
Figure n°10 : Flacons à prélèvement de 25mL.....	20
Figure n°11 : Bain marie de laboratoire.....	20
Figure n°12 : Passoire	21
Figure n°13 : L'appareil de l'analyse du lait (MilkoScan™ FT1).....	21
Figure n°14 : MilkoScan™ FT1 connecté avec un ordinateur.....	22
Figure n°15 : Equaliseur.....	23
Figure n°16 : Taux de la matière grasse pour les trois espèce.....	27
Figure n°17 : Taux de protéines pour les trois espèces.....	28
Figure n°18 : Taux de caséine pour les trois espèces.....	30
Figure n°19 : Taux de lactose pour les trois espèces.....	31
Figure n°20 : Taux de galactose pour les trois espèces.....	32
Figure n°21 : Taux du Glucose pour les trois espèces.....	34
Figure n°22 : Taux d'urée pour les trois espèces.....	35
Figure n°23 : Taux d'acide citrique pour les trois espèces.....	37
Figure n°24 : Taux d'acide gras pour les trois espèces.....	38
Figure n°25 : Taux d'acidité pour les trois espèces.....	39
Figure n°26 : Densité pour les trois espèces.....	41

Figure n°27 : Point de congélation pour les trois espèces.....	42
Figure n°28 : Les solides totaux pour les trois espèces.....	44
Figure n°29 : Les solides non gras pour les trois espèces.....	45

INTRODUCTION

Le contrôle de la qualité des produits alimentaires est fondamental, nécessaire dans l'intérêt de la santé publique. Parmi ces produits alimentaires, en particulier le lait comme aliment qui joue un rôle crucial dans l'alimentation et l'équilibre nutritionnel de la famille algérienne, il apporte la plus grande part de protéines d'origine animale.

En effet, d'après l'Office national interprofessionnel du lait (ONIL) la consommation annuelle des algériens de ce produit en 2018 est estimée à 145 litres par an, alors que, la moyenne mondiale fixée par la FAO est de 90 litres/an par citoyen. A ce propos, il est utile de rappeler que, l'Algérie est considérée comme le deuxième plus gros importateur de poudre de lait dans le monde après la Chine en 2018. [1]

La production nationale de lait a atteint 3,52 milliards de litre en 2017 dont plus de 2,58 milliards de litre de lait de vache (73%). A ce propos, le ministère a fait état de 971.633 têtes de vaches laitières, 17.709.588 brebis, 2.949.646 chèvres laitières et 207.884 chamelles. [2]

Le lait est un aliment complet qui garantit un apport non négligeable en protéines, lipides, sels minéraux, en calcium, phosphore et en vitamines (**Watier, 1992**).

Cependant, la production du lait, se heurte souvent au problème de gestion de la qualité qui pénalise tant les producteurs que les transformateurs. Les conditions d'hygiène au niveau des fermes, le maintien de la chaîne du froid tout le long du circuit de la production jusqu'à l'arrivée du lait à la laiterie, comportent autant de sources de contaminations à maîtriser afin de préserver la qualité hygiénique du lait (**Faye et Loiseau, 2002**).

En raison de la richesse du lait en nutriments, il constitue un excellent milieu de culture pour les microorganismes, provoquant des transformations nuisibles à la qualité des produits par dégradation de leurs constituants (protéines, lipides, lactose) et libération des composés indésirables (**Veisseyre, 1975**).

Le lait sécrété par les différentes espèces de mammifères présente des caractéristiques communes et contiennent presque les mêmes composants : eau, protéines, lactose, matière grasse et matières minérales. Malgré cela les proportions spécifiques de ces composants varient largement d'une espèce à une autre. Le contrôle de la qualité du lait est une nécessité fondamentale. Le non-respect des règles d'hygiène peut hypothéquer gravement la qualité du lait.

Plusieurs facteurs interviennent dans la détermination de la composition chimique du lait. Ces facteurs sont liés à l'animal (facteurs génétiques, stade physiologique, état Sanitaire, ...), soit au milieu (alimentation, saison, traite, ...). Il est important, qu'un contrôle rigoureux de la qualité physico-chimique et bactériologique du lait soit instauré.

C'est dans ce contexte que s'inscrit la présente étude réalisée au sein de l'Institut technique d'élevage à Baba Ali (ITELV d'Alger) dont le principe consiste à l'étude de la qualité de 90 échantillons de lait cru de trois espèces laitières différentes (bovine, caprines et ovines) provenant de diverses fermes. L'étude réalisée est scindée en deux parties : Une synthèse bibliographique englobant des généralités ainsi que la qualité du lait et une partie expérimentale dans laquelle le matériel, techniques utilisées pour l'appréciation de la qualité physico-chimique du lait collecté et les résultats obtenus, sont décrits, représentés et discutés.

1. Généralité sur le lait

a. Définition générale

Le lait est un liquide biologique et alimentaire, mélange de nombreuses substances dont certaines, telles que le lactose ou les caséines n'appartiennent qu'à lui.

Il est opaque blanc mat, légèrement bleuté ou plus ou moins jaunâtre, à l'odeur peu marquée et au goût douceâtre, sécrété, après parturition par la glande mammaire des animaux mammifères femelles, pour nourrir leur(s) nouveau-né(s). (Mazyoyer, 2007)

b. Quelques dénominations

➤ **Le lait cru** : Autrefois, le seul disponible. Ce lait n'a subi aucun traitement autre que la réfrigération mécanique immédiate après la traite à la ferme qui remplace le refroidissement à l'eau fraîche (à environ 15°C).

Pour être vendu, il doit répondre à des prescriptions réglementaires sur sa composition et l'état sanitaire des vaches d'où il est tiré. Il doit être conditionné sur le lieu même de production et subi de nombreux contrôles.

La couleur du conditionnement est à dominante jaune.

La mention « lait cru » ou « lait cru frais » est obligatoire sur l'emballage. Sa date de limite de consommation correspond au lendemain du jour de la traite.

Porté à l'ébullition de 5 à 8 minutes avant la consommation, il doit être utilisé dans les 48 heures.

Ouvert, il ne se conserve pas au-delà de 24 heures à +4°C.

➤ **Lait entier** : Contient généralement 3,5% de la matière grasse. S'il n'est pas homogénéisé, les matières grasses remontent à la surface et forment une couche de crème.

Cette couche de crème est absente dans le lait homogénéisé, car la matière grasse est en suspension dans le lait. Ce lait est enrichi de vitamine D.

➤ **Lait partiellement écrémé** : Contient 1 ou 2% de matière grasse. Il a presque la même valeur nutritive que le lait entier, à l'exception des matières grasses, ce qui entraîne une diminution de la valeur énergétique. Son goût est légèrement moins riche que celui du lait entier. On lui ajoute de la vitamine A, pour compenser les pertes survenues avec le retrait des matières grasses. Il est également enrichi en vitamine D.

- **Lait écrémé :** Contient au maximum 0,3% de matière grasse. On y ajoute de la vitamine A pour compenser les pertes survenues avec le retrait des matières grasses. Il est également enrichi en vitamine D.
- **Lait pasteurisé :** Lait chauffé sous le point d'ébullition pour détruire la plupart des bactéries pathogène. La pasteurisation consiste à porter le lait à une température de 62,8°C pendant 30 min ou à 72,8°C pendant 16 s et c'est pour les produits laitiers contenant 3,25% de matière grasse et moins, ce qui augmente la durée de conservation. Cette méthode favorise la conservation de la saveur et de la couleur ainsi que de la teneur en nutriments thermosensibles telle la thiamine, la vitamine B12 et la lysine.
- **Lait UHT :** Lait subit une pasteurisation particulière, soit un traitement thermique à des températures très élevées ou Ultra Haute Température (UHT). On chauffe le lait entre 132°C et 150°C pendant quelque secondes (2 à 6). La stérilisation détruit tous les micro-organismes présents dans le lait. Le lait UHT est conditionné dans des contenants aseptiques scellés ; il peut se conserver dans son emballage à la température de la pièce pendant 3 mois. Une fois l'emballage ouvert on doit le consommer dans les jours suivants.
- **Lait concentré :** C'est du lait entier, partiellement écrémé ou écrémé, dont environ 60% de l'eau a été évaporée sous vide. Le lait concentré contient au moins 7,5% de matière grasse et pas moins de 25,5% de solides du lait. Il est enrichi de vitamine D et de vitamine C.
S'il s'agit de lait partiellement écrémé ou écrémé, il doit être enrichi de vitamine.
- **Lait aromatisé :** Lait auquel on ajoute un ingrédient qui lui confère de la saveur.
Le plus connu des laits aromatisés est sans doute le lait au chocolat. Il existe plusieurs autres laits aromatisés dont les laits maltés, les laits à saveur de fruits ou de vanille et les boissons au lait, contenant du jus de fruit. La plupart des laits aromatisés sont fabriqués avec le procédé UHT (Ultra Haute Température). Compte tenu des ingrédients que renferme le lait au chocolat, ce dernier doit subir une sérieuse pasteurisation, soit un minimum de 30 min à 74,4°C ou 25 secondes à 81,1°C ; on peut même atteindre les conditions de stérilisation.
- **Lait en poudre ou lait sec :** C'est un lait qui a perdu la quasi-totalité de son eau (environ 96%) pour ne conserver que son extrait sec. Après pasteurisation et concentration, le lait est projeté en minuscules gouttelettes dans une enceinte. Celles-ci sont séchées par l'envoi d'air chaud à

200°C qui provoque instantanément l'évaporation de l'eau dans la tour de séchage (séchage spray). Cette déshydratation presque totale permet au lait en poudre de se conserver un an à température ambiante. Cependant, il craint la chaleur et l'humidité.

Une fois ouvert, il se conserve 10 jours lorsqu'il est entier, 2 semaines s'il est demi-écrémé et 3 semaines s'il est écrémé.

Il doit être consommé immédiatement après avoir été reconstitué par adjonction de liquide.

Le taux de matière grasse est toujours précisé sur l'emballage. Il existe deux catégories de lait en poudre : le <spray écrémé> (taux de matière grasse inférieur à 1,5%) et le <spray gras> (taux de matière grasse est de 26%).

➤ **Le lait infantile** : C'est un lait en poudre spécialement conçu pour s'adapter aux besoins des nourrissons. Leur dénomination légale est aliment lacté diététique pour nourrissons.

Source : [4]

2. Comparaison globale du lait [vache-chèvre-brebis]

Le lait de la vache est blanc légèrement, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en β -carotène de sa matière grasse, alors que ce colorant est absent dans le lait de la brebis et la chèvre ce qui explique sa blancheur.

La structure chimique du lait de chèvre est proche de celui du lait maternel et offre de ce fait de nombreux avantages. C'est une source de vitamines, de calcium et de protéines.

Par rapport au lait de vache couramment utilisé, le lait de chèvre :

- Est plus digeste, car les particules de lait sont plus petites que celles du lait de vache ;
- Contient davantage de vitamine (A, B3 et C), de minéraux et d'oligoéléments ;
- Contient moins de cholestérol ;
- Comprend moins de lactose, le rendant ainsi moins allergisant que le lait de vache.
- Par contre le lait de chèvre est plus cher que le lait de vache.

Bon à savoir : le goût du lait de chèvre est plus prononcé que celui du lait de vache, mais ce goût s'estompe jusqu'à disparaître quand le lait est bouilli ou incorporé dans des recettes culinaires.

Le lait de brebis a un goût légèrement sucré qui le rend doux.

Son principal avantage par rapport au lait de vache, c'est sa teneur en minéraux : zinc, phosphore, calcium, ou encore vitamine B. Il a également d'autres avantages, par rapport au lait de vache :

- Il est plus digeste, les particules de gras du lait de brebis étant plus fines que celles contenues dans le lait de vache ;
- Il contient davantage de protéines.

Bon à savoir : le lait de brebis est plus calorique que le lait de vache.

3. Composition chimique

Les laits ont des caractéristiques communes (composés d'eau, de matières grasses, de lactose de caséines et autres protéines, de sels minéraux, notamment de calcium, des vitamines), Mais leur composition varie, qualitativement et quantitativement, selon les espèces, Le lait est un aliment complet répondant aux besoins physiologique du nouveau-né (**Voir tableau n°1**). (**Mazoyer M, 2007**)

La composition moyenne de lait de la chèvre et de la brebis est présentée par comparaison à celle du lait de vache qui serve souvent de référence (**tableau n°1**).

Tableau n° 1 : Composition du lait de chèvre en comparant avec d'autres espèces

Composants \ Espèces	Vache	Chèvre	brebis
Eau	909	915	845
Matière grasse	38	33	72
Matières azotées			
Caséine	27	21	47
Protéine soluble	5	7	11
Lactose	49	45	45
Minéraux	7	7	12
Matière sèche totale	126	113	187

Source : [3] Unité **g/l**

3.1 Eau

C'est le composé le plus abondant. En elle, sont dispersés tous les autres constituants du lait, tous ceux de sa matière sèche. (Amiot A et al, 2002)

3.2 Glucides :

Le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, son constituant le plus abondant après l'eau chez la vache et la chèvre, sachant que celui de la brebis la matière grasse est la plus abondante après l'eau.. Il renferme aussi d'autres sucres : glucose, galactose à raison de quelques dizaines de mg par litre et en quantité tout aussi peu importante des glucides azotés :

N-acétylglucosamine, N-acétyllegalactosamine, N-acétylneuraminique, ou acide sialique. (Mathieu J, 1998)

3.3 Matières azotées

L'azote total du lait est celui de protéines et des substances azotés non protéiques.

3.3.1 Les protéines du lait

Il contient deux sortes de protéines :

- les caséines, qui coagulent lorsqu'on lui ajoute un acide ou de la présure.
- les protéines qui, dans ces conditions, restent en solution dans l'eau du caillé et du sérum ou « petit lait » qui s'en échappe, sont qualifiées de soluble ou de sériques.

Les teneurs en protéines totales sont voisines dans les laits de vache et de chèvre. Elles sont plus dans celui de brebis (d'une fois et demie à deux fois plus élevées que dans le lait de vache) (Tableau n°2). Les laits des différentes espèces se classent de la même manière en ce qui concerne les caséines.

Cependant, une différence est remarquée dans la distribution des variantes de caséines. Le lait de chèvre contient une quantité plus grande de caséine de type bêta alors que le lait de vache contient des quantités équivalentes entre les caséines alpha et bêta. Les protéines de lactosérum ne démontrent pas de différence significative (Sylvain N, 2004).

Tableau 2 : Composition moyenne en g/litre et distribution des protéines dans le lait (FAO, 2006)

protéines	Vache	Chèvre	Brebis
a-lactalbumine	1,5 (45%)	2,0(25%)	1,3 (10%)
β-lactoglobuline	2,7 (25%)	4.4 (55%)	8,4 (67%)
Albumine sérique	0,3 (5%)	0,6 (7%)	0,6 (5%)
Immunoglobulines	0.7 (12%)	0.5 (6%)	2.3 (18%)
Protéose-peptone	0,8 (13%)	0,6 (7%)	
Total des protéines solubles (100%)	6,0 (100%)	8.10 (100%)	12,6 (100%)
Caséine α-S	12,0 (46%)	2-6 (27%)	21 .0 (47%)
Caséine β	9,0 (36%)	(42-64%)	16,1 (36%)
Caséine κ	3,5 (13%)	4 (18%)	4,5 (10%)
Caséine γ	1,5 (6%)		3,0 (6%)
Total des caséines (100%)	26,0 (100%)	26,0 (100%)	44,6 (100%)
Protides totaux	32,0	34,1	57,2

3.3.2 Matières azotées non protéiques

Elles sont nombreuses. Leur composition est variée, leur masse molaire est faible, leurs molécules sont petites. Elles ne constituent malgré leur grand nombre qu'une partie peu abondante du lait. On peut considérer que les composées azotées non protéiques sont des déchets et que la mamelle est un émonctoire.

3.4 Matières grasses

La teneur en matière grasse ou le taux butyreux est représenté sous forme des globules gras (**figure n°1**). Lait de la chèvre et de la brebis présente deux particularités qui lui sont propres : de petits acides gras et de petits globules gras. (**Jeantet R et al, 2008**)

Les globules gras du lait de chèvre se caractérisent par une fréquence plus élevée de petits globules : **65%** de diamètre inférieur à **3** microns contre **43%** pour le lait de vache, et un diamètre moyen proche de celui du lait de brebis : respectivement **3,53** microns et **3,3** microns. Ils sont constitués de triglycérides **98** à **99%**, de composition en acides gras Le lait de chèvre contient pratiquement deux fois plus d'acide gras volatil insoluble que le lait de vache (**16.6%** contre **8%**). Le total des acides gras saturés varie de **65.09%** à **71.9%**. En considérant les acides gras d'après la longueur de leur

chaîne C4 à C12, le lait de chèvre, ainsi que le lait de brebis, semblent voisins :20% et 24% contre 14% pour le lait de vache. La différence entre le lait de chèvre et le lait de vache porte essentiellement sur la proportion en C8, C10 et C12, respectivement pour le lait de vache et de Chèvre : 1.8%,3.6%,4.0% et 3.2%,8.7%,4.7%. (Jeantet R et al, 2008) (tableau n°3)

Tableau 3 : Proportion relative des acides gras de la matière grasse du lait de chèvre, vache, brebis (Kuzdzal-Savoie S.,Kuzdza W., 1963)

Lait	Chèvre	Brebis	Vache
C4	0.7	1.1	1.4
C6	2.4	2.7	2.2
C8	3.2	3.3	1.8
C10	8.7	7.6	3.6
C12	4.7	5.5	4.0
C14	10.7	14.1	13.0
C16	28.5	28.1	30.2
C18	13.0	11.8	13.7
C18 :0	25.2	22.77	21.1
C18 :2	9.2	3.9	3.0

Aussi il y a des retouches de phospholipides, substances liposolubles, cholestérol, hydrocarbures et vitamines A, D, E et K

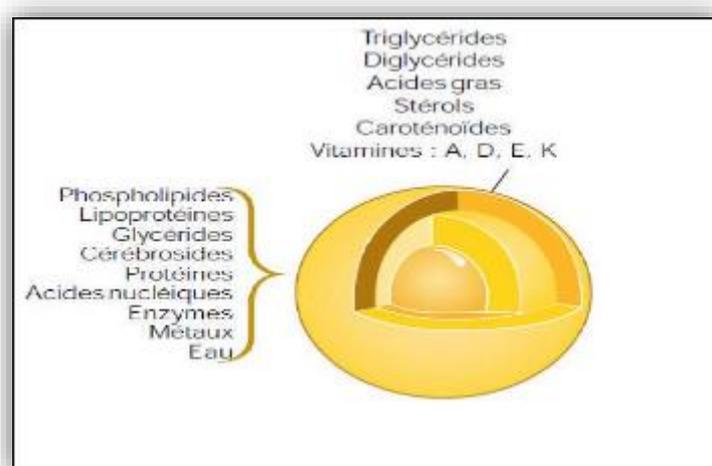


Figure n°1 : Structure d'un globule de matière grasse (Amiot J et al., 2002)

3.5 Sels et constituants salins

En plus de ses quatre principaux constituants : eau, lactose, protéines et matières grasses, le lait contient des sels.

3.5.1 Macroélément(majeure)

Le lait est riche en minéraux tel que : Ca, P, Mg, Po, S, Ch (**tableau n°4**).

Tableau n°4 : Concentration des principaux éléments minéraux dans le lait de chèvre, de brebis et de vache

Elément minéral	Vache	Brebis	Chèvre
Calcium (mg/100 g)	107-133	136-200	106-192
Phosphore (mg/100 g)	63-102	80-145	92-148
Magnésium (mg/100 g)	9-16	8-19	10-21
Potassium (mg/100 g)	144-178	174-190	135-235
Sodium (mg/100 g)	40-58	29-31	34-50
chlorure (mg/100 g)	90-106	90-106	100-198

Source: Concentration ranges of major mineral elements in goat, sheep and cow milk (Posati and Orr, 1976; Jenness, 1980; Park and Chukwu, 1988; Park and Chukwu, 1989; Coni et al., 1999; Park, 2006; Deutchen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, 2012)

3.5.2 Oligoéléments(traces)

Les oligoéléments sont des minéraux tout comme le calcium mais présent, eux, en quantité infimes, chiffré en microgrammes (**tableau n°5**).

Tableau n°5 : Concentrations d'oligo-éléments dans le lait de chèvre, de brebis et de vache

Elément minéral	Chèvre	Brebis	Vache
Soufre(mg/100g)	28	29	32
Fer(µg/100g)	36-75	62-100	30-70
Cuivre(µg/100g)	11	11-88	2-30
Manganèse(µg/100g)	5.5	5.3	1.3-4.0
Zinc(µg/100g)	242	415	74-145
Iodure(µg/100g)	2.1-11	2.0	2.0-6.0
Sélénium(µg/100g)	0.7	0.9	1.3-1.7
Fluorure(µg/100g)	-	-	11-21
Cobalt(µg/100g)	270	360	50-130
Nickel(µg/100g)	0.3-19	5.4	0.4-6.0
Molybdène(µg/100g)	-	-	2.4-6.0
Bore(µg/100g)	-	-	19-95
Nitrate(µg/100g)	-	-	20-1240
Aluminium(µg/100g)	15	51	46

Source: Concentrations of trace elements in goat, sheep and cow milk compared to human milk (Posati and Orr, 1976; Jenness, 1980; Park and Chukwu, 1988; Park and Chukwu, 1989; Flynn and Cashman, 1997; Coni et al., 1999; Park, 2006; Deutchen Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie, 2012)

3.5 Vitamine

Le lait est source précieux des vitamines, ils sont séparés en deux catégories : les vitamines hydrosolubles (solubles dans l'eau) et les vitamines liposolubles (solubles dans les graisses).

Le lait de la chèvre et de la brebis est caractérisé par la haute teneur on Vit A en comparant avec le lait de la vache (**Park Y.W 2007**). Cependant tous les β -carotènes sont converti en rétinol ce qui explique la blancheur du lait. Donc c'est une source importante des vitamines A, niacine, thiamine, riboflavine et l'acide pantothénique. Par contre il contient 5 fois moins de vitamine B12 et l'acide folique que le lait de la vache (**tableau n°6**). (**Park Y.W 2007**).

Tableau n°6 : les valeurs moyennes des vitamines en 100g

Vitamine	Chèvre	Brebis	Vache
Vitamine A (UI), (*μg)	185	146	126
Vitamine D (UI), (*μg)	2.3	1.18	2
Thiamine (mg)	0.068	0.07	0.045
Riboflavine (mg)	0.21	0.376	0.16
Niacine (mg)	0.27	0.416	0.08
Acide pantothénique (mg)	0.31	0.408	0.32
Vitamine B6 (mg)	0.046	0.08	0.042
Acide folique (μg)	1	5	5
Biotine (μg)	1.5	0.93	2
Vitamine B12 (μg)	0.065	0.712	0.357
Vitamine C (mg)	1.29	4.16	0.94

Source: Park and others (2007) Haddadin and others (2008)

3.6 Constituons mineurs

3.6.1 Gaz dissous

Le lait contient en moyenne 6% en volume de gaz dissous, essentiellement dioxyde de carbone, azote et oxygène. Cette valeur, tout de suite après la traite, est plus élevée, de l'ordre de 8% dont 6.5% de dioxyde de carbone. Au contact de l'air, ces proportions se modifient progressivement : celle du dioxyde de carbone diminue pour atteindre 4.5% en volume tandis que celle d'azote et d'oxygène augmentent pour se stabiliser respectivement à 1.3 et 0.5%.

Les quantités de gaz dissous sont en fonction de leur solubilité dans l'eau et de la composition de l'air.

3.6.2 Enzymes

Il s'agit des substances qui accélèrent les transformations dont l'organisme est le siège.

Les enzymes sont des catalyseurs biologiques d'origines lactée, microbienne ou fongique dont les propriétés sont utilisées en technologie laitière et en inspection du lait et des produits laitiers. Les principales enzymes sont :

- Les hydrolases : lipases, phosphatases alcalines (PAL), protéases ;
- Les oxydo-réductases : Xanthine oxydase, lactopéroxydase.

Des démonstrations d'une méthode de conservation du lait cru par le système lactoperoxydase ont été réalisées dans une dizaine de pays de la sous-région (**Lhoste F, 2009**)

Les laits des mammifères renferment différentes enzymes. On en dénombre plus de 60 qui ont pu être isolées ou dont l'activité a été déterminée. La moitié d'entre elles sont des hydrolases. Les enzymes du lait proviennent d'organes, du sang et surtout des cellules sécrétrices de la glande mammaire. (**Blanc B, 1982**)

4. Propriétés physiques

Plusieurs propriétés du lait sont dues à l'ensemble de ses constituants, molécules et ions ; d'autres relèvent de quelques-unes, parfois même d'une seule sorte de substances ou de particules. Densité et masse volumique dépendent de tous ses composants. En revanche pression osmotique et abaissement de point de congélation découlent de la solution vraie tandis que la couleur blanche opalescente est due aux plus gros corpuscules, micelles et globules gras. (**Mathieu J, 1997**).

4.1 L'apparence

L'opacité du lait est due à sa teneur en particules suspendues de matière grasse, de protéines et de certains minéraux. La couleur normale varie du blanc au jaune en fonction de la teneur en carotène de la matière grasse. Le lait écrémé est plus transparent, avec une teinte légèrement bleutée. (**Bylund G, 2000**)

4.2 PH

Le pH du lait d'une espèce donnée varie selon le stade de lactation, il diminue vers la fin du cycle suite à l'augmentation du taux de caséines et de phosphates chez la chèvre. **(Singh E, 1972)**.

Pour le lait de la vache oscillent 6.6 et 7.5 **(Alais C ,1984)**

4.3 Acidité titrable (DORNIC)

Le lait présente une acidité qui peut être titrée par une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénophtaléine à 1 % comme indicateur coloré. Cette acidité est exprimée en degré dornic, c'est-à-dire en décigramme d'acide lactique par litre. Le mouillage du lait provoque une diminution de son acidité qui se situe normalement entre 15 et 18 ° D pour un lait frais. **(Hamama, 2002)**

4.4 Densité

La densité du lait est exprimée par le rapport du poids d'un volume de lait à une température donnée sur le poids d'un volume identique d'eau à la même température. Mais La méthode la plus rapide pour cette détermination est celle basée sur l'utilisation d'un thermo-lactodensimètre étalonné à 20 C°. **(Pirisi A, 1994)**

La densité du lait est un paramètre qui varie selon l'espèce les valeurs de densité du lait chez les brebis et chez la chamelle qui sont respectivement de 1.0347 et 1.0384. Par ailleurs, la densité moyenne est de 1.030 pour la chèvre qui est comparable à celle du lait de vache : 1.030 à 1.035. **(Barabosa et al ,1986)**

4.5 Point d'ébullition

L'ébullition propre du lait a lieu à 100°C ; cependant, lorsqu'on porte le lait sur le feu, à une température voisine de 80 à 90°C, il y a une montée du lait, c'est-à-dire formation d'une membrane protéinocalcaire ou peau du lait (frangipane) qui gêne l'ébullition du lait **(Bouix et Leveau, 1980)**. Pour bouillir le lait, il faut donc éliminer cette peau de lait. Le test à l'ébullition permet d'anticiper le comportement du lait à la stérilisation.

4.6 Point de congélation ou point cryoscopique

Il est de $-0,5550^{\circ}\text{C}$ avec des variations normales entre $0,530$ et $-0,5750^{\circ}\text{C}$ en fonction du climat. Le mouillage rapproche le point de congélation de 0°C , l'écémage ne modifie pas le point de congélation. Cependant, l'acidification lactique et l'addition de sels solubles l'abaissent (**Aliais, 1984**).

Matériel et méthodes

1. Le but de notre travail

Le présent travail s'est déroulé en 2019 entre le début du mois de Mars et la fin du mois d'Avril dans le laboratoire des analyses physico-chimiques de l'Institut Technique des Elevages de Baba-Ali.

Notre but principal est de réaliser une étude sur le lait cru des trois espèces : bovine, ovine et caprine prélevé dans deux régions algérienne différentes.

Il porte sur l'appréciation de certaines caractéristiques physico-chimiques et comparaison de ces dernières par rapport aux trois espèces.

2. L'échantillonnage

2.1 Source de prélèvement

Les échantillons du lait de vache, proviennent de l'Institut Technique des Elevages de Baba-Ali. Qui est situé au sud-ouest de la wilaya d'Alger dans la commune de Birtouta. La station des ruminants se trouve sur l'axe routier reliant Baba-Ali à Chebli, limité à l'Ouest par la voie ferrée Alger-Oran, au nord par la localité des Zunes et au sud) par le village Baba-Ali.



Figure n°2 : Carte géographique de la commune de Baba-Ali et lieux de l'ITELV

L'effectif bovin de la ferme est de 136 têtes, dont 46 laitières. Le troupeau est essentiellement composé de la race pie noire " **Prim'Holstein** " représentant 55% de l'ensemble du cheptel bovins,

suivi de la race pie rouge " **Montbéliarde** " 16% et la race Brune des Alpes avec 8% du cheptel bovin.

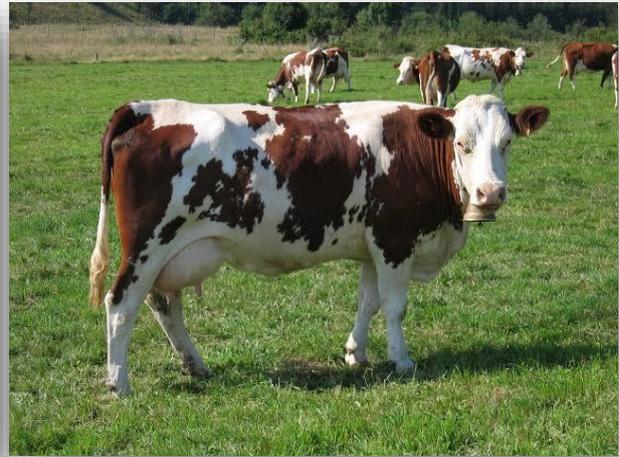


Figure n°3 : La vache Prim'Holstein

Figure n°4 : La vache Montbéliarde

(Google image)

Les échantillons du lait de brebis et de chèvre, proviennent d'une ferme située dans le village El Mehara dans la wilaya d'El Bayedh qui se situe au sud-ouest de l'Algérie.

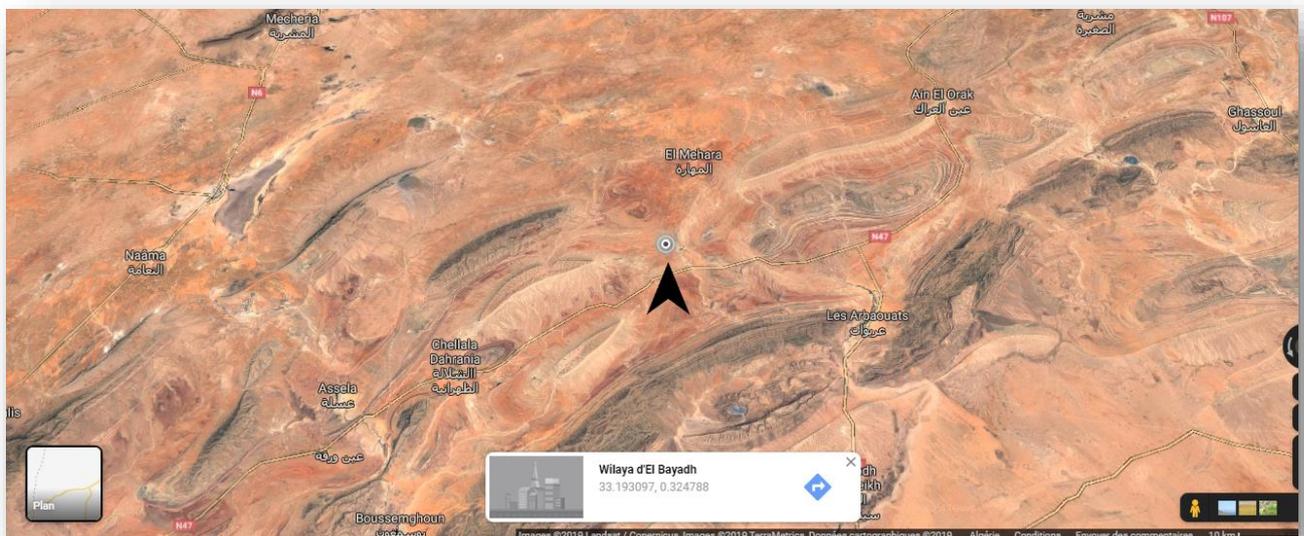


Figure n°5 : Carte géographique de la wilaya d'El Bayedh et lieux d'échantillonnage (ovin et caprin)

L'élevage choisit est caractérisé par un système d'élevage de type sédentaire où les parcours steppiques constituent l'essentiel de l'apport alimentaire. L'effectif ovin est de 170 têtes dont 68 laitières. Le troupeau est composé essentiellement des races locales " **El Hamra** et **Rembi** ".



Figure n°6 : La brebis El Hamra (Google image) **Figure n°7** : La brebis Rembi

Pour l'effectif caprin, il est de 35 dont 20 laitières, composé essentiellement des races locales " **Arabia** et **Makatia** ".



Figure n°8 : La chèvre Arabia (Google image) **Figure n°9** : La chèvre Makatia

2.2 Les conditions du prélèvement

Les règles d'hygiène suivantes sont prises en considération :

- Lavage des mains et les mamelles de l'animal avant la traite.
- Réserver une tenue propre pour la traite (blouse).
- Éliminer le premier jet de chaque trayon.

2.3 Prélèvement

La collecte des échantillons de l'espèce ovine et caprine est faite avant la 1^{er} traite de l'après-midi quatre jours avant l'analyse. Les échantillons collectés sont réfrigérés (dans une glacière) pour éviter l'effet de la température lors du transport vers le laboratoire. Concernant l'espèce bovine, la collecte est faite avant la traite matinale le jour même de l'analyse. Chaque échantillon est mis dans un flacon stérile et codifié de 25 ml.

3. Les analyses physico chimiques

3.1 Laboratoire de l'institut

Le laboratoire de l'ITELV renferme plusieurs unités :

Une unité d'analyse fourragère

Une unité d'analyse du lait

Une unité d'analyse du miel

Une unité des analyses microbiologiques

L'étude a été menée au niveau au niveau de l'unité d'analyse du lait.

3.2 L'unité du lait

L'unité d'analyse du lait dispose de tous les appareils permettant l'application des méthodes classique et moderne de détermination des caractères physicochimiques du lait et ses dérivés.

3.3 Condition de travail au laboratoire :

-température de l'air : 18-30C°

-température de lait : 15-30C°

4. Le déroulement de l'étude

4.1 Matériels utilisés

- **Matériel biologique** : nous avons travaillé sur du lait cru prélevé chez les trois espèces.
- **Matériel de prélèvement**

Récipients à échantillons gradués en polypropylène stériles avec bouchons de volume 25 ml.



Figure n°10 : Flacons à prélèvement de 25mL (Taibi-2019)

- **Matériel d'analyse et appareils :**

- **Bain marie de laboratoire :** nous avons utilisé cet équipement afin de chauffer dans un bain d'eau les prélèvements du lait qui ont été dans la glacière pour obtenir une température du lait correspondante à les normes.



Figure n°11 : Bain marie de laboratoire (Taibi-2019)

- **Passoire** : Filtrer les échantillons du lait.



Figure n°12 : Passoire (Taibi-2019)

- **Glacière** :
Pour maintenir les prélèvements dans une température basse.
- **MilkoScan™ FT1** : Nous avons utilisé un appareil moderne **MilkoScan™ FT1**, cet appareil permet des mesures fiables, rapides et précises de différents paramètres de lait, de la crème et du lactosérum. Les spécifications techniques de cet appareil sont annexées.



Figure n°13 : L'appareil de l'analyse du lait (MilkoScan™ FT1)

L'analyseur MilkoScan FT1 est dédié à l'analyse des laits en production. Il vous permet de contrôler et de standardiser les produits laitiers liquides tout en effectuant un dépistage des adultérants. Il est parfaitement adapté pour :

- Le contrôle rapide en réception pour une ségrégation optimale, un paiement équitable et la détection des adultérants ;
- La standardisation du lait pour une utilisation optimale des matières premières et une qualité constante des produits ;
- Le contrôle qualité des produits finis.

MilkoScan™ FT1 est connecté avec un ordinateur qui traite les analyses avec un logiciel spécial. Le volume minimal nécessaire pour l'échantillon est de 16mL.



Figure n°14 : MilkoScan™ FT1 connecté avec un ordinateur

➤ **Equaliseur :**

Pour le nettoyage automatique et analyse d'échantillons froid.

Réduit le temps des opérations par ce qu'il permet à la fois une analyse simple et rapide des échantillons ainsi que le nettoyage.

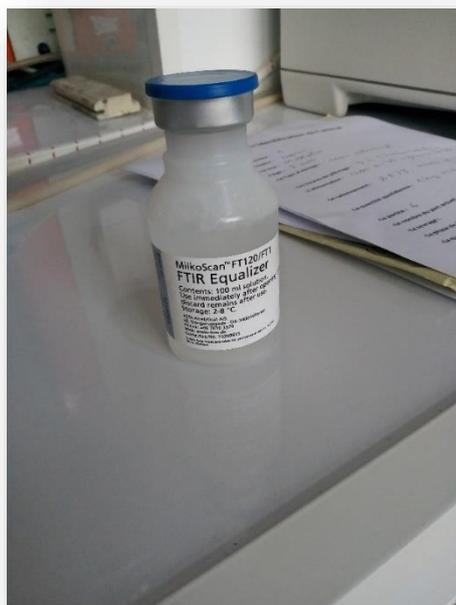


Figure n°15 : Equaliseur (Taibi-2019)

4.2 La méthode

Tous les récipients sont laissés dans un bain marie à 40°C pendant quelques minutes pour chauffer les prélèvements du lait après leur enlèvement de la glacière.

Nous avons filtré tous les échantillons dans des autres récipients numérotés en utilisant une passoire.

Nous avons analysée 30 échantillons de chaque espèce.

Chaque échantillon de lait frais se voit analysé une fois par **MilkoScan™ FT1**. L'appareil permet la détermination :

- **SND** : Solides non gras
- **Lac min** : Lactose minimum
- **MG** : matière grasse
- **P** : Protéine
- **Lac** : Lactose
- **ST** : solides totaux
- **D** : Densité

- **AC** : Acidité
- **AGL** : Acides gras libre
- **Ca** : Caséine
- **U** : Urée
- **Gal** : Galactose
- **Glu** : Glucose
- **FDP** : Abaissement du point de congélation.

Le principe de son fonctionnement est basé sur la technologie éprouvée IRTF, l'analyseur infrarouge le plus utilisé dans le monde, le **MilkoScan™ FT1** constitué une plateforme robuste pour l'analyse du lait liquide. Grâce à la spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (IRTF), l'opérateur n'a pas besoin de manipuler de produits chimiques. Les analyses sont faciles à réaliser et ont un faible risque d'erreur de la part de l'opérateur.

C'est également une solution IRTF robuste, destiné à l'usage en laboratoire et offrant une excellente stabilité et répétabilité.

La précision et la répétabilité des résultats sont comparables aux méthodes chimiques (voire meilleures), mais elles sont plus rapides. Les performances sont conformes aux normes d'assurance qualité.

Les résultats sont automatiquement stockés sur un ordinateur pour une parfaite traçabilité.

4.3 Analyses statistiques

- Les données ont été d'abord saisies sur un tableur Excel 2016®. Ce dernier nous a permis d'établir la base de données. Les données de cette base ont été transférées sur le logiciel STATVIEW® pour Windows Abacus Concepts, Inc., Copyright © 1992-1996 Version 4.55.
- Les analyses descriptives consistent dans le calcul de la moyenne et de l'écart type des taux des différents paramètres physicochimiques recherchés.
- Pour les tests statistiques, on a utilisé l'ANOVA pour comparer les moyennes des paramètres physico-chimique entre les trois espèces étudiées (bovin, ovin et caprin)
- Une différence est dite significative si et seulement si le seuil de signification est inférieur à 5%.

Résultats et discussion des analyses physico-chimiques obtenus

1. La matière grasse

Les valeurs enregistrées concernent la matière grasse des 30 échantillons de chaque espèce, sont représentés dans le tableau ci-dessous (**Tableau n °7**) :

Pour l'espèce bovine : une moyenne enregistrée de $2,88\% \pm 1,29$ avec un maximum de 6,42 et un minimum de 1,08.

Notre résultat est similaire à la moyenne de 3,67%, retrouvé par (**Boubezari Mohammed Tahar, 2010**), qui a travaillé sur la race locale dans la région de Jijel.

L'étude de (**KEZI Naoual et al, 2014**), mentionne des taux moyens de la teneur en matière grasse d'échantillons de lait cru de la région de Bejaia, qui varient entre 3,1 et 3,7%.

Nos résultats rejoignent ceux présentés par (**Djouadi Tassadit, 2014**), qui a travaillé sur des échantillons de lait cru, utilisé au niveau de l'unité Danone Djurdjura avec des taux moyens qui varient entre 2,8 et 3,7%

De même les résultats retrouvés par (**Larbaoui Mahdi, 2017**) sur le lait pasteurisé dans la région de Tlemcen avec une moyenne de 3,2%.

Concernant l'espèce caprine : la moyenne obtenue est de $5,35\% \pm 1,41$ avec un maximum de 7,79 et un minimum de 2,38.

Des résultats obtenues pour la race Draa au Maroc par (**Younes Noutfia et al, 2011**), qui présentent une moyenne similaire ; avec des valeurs qui varient de 1,2 à 7,50% avec une moyenne de 4,16%. Alors que pour la race Alpine ses résultats étaient inférieurs avec des variations de 1,6 à 4,9% et une moyenne de 3,4%.

Nos résultats rejoignent ceux présentés par (**Boumendjel Mehieddine et al, 2017**), qui a enregistré un taux moyen de matière grasse qui varie entre 3,2 à 6%, sur des échantillons de lait cru de chèvre de race Alpine produit dans la région Nord Est Algérien.

Des résultats retrouvés par (**Belabeddou Aicha et al, 2017**), sur des échantillons de lait chèvre collectés du Ouest Algérien, qui correspondent largement à nos résultats avec des taux moyens qui varient entre 2,66 à 4,28%.

Notre résultat se situe également dans la fourchette des travaux rapportés par (**Rabia yahia et al, 2019**) sur la race Saanen dans la région de Tizirt à Tizi-Ouzou, qui a été de 4,98 à 6,25 avec une moyenne de 5,33% et cela pour des femelles en fin de lactation. Même remarque pour ses résultats concernant les femelles en début de lactation où les valeurs varient de 3,67 à 4,94 avec une moyenne de 4,30%.

A propos l'espèce ovine : le taux moyen de la matière grasse enregistré est de 6,03% ± 1,52 avec un maximum de 9,78 et un minimum de 4,04.

Des résultats semblables au notre, retrouvés par (Yabrir B et al, 2011) dans la région de Djelfa avec une moyenne de 6,19% et une variation entre de 2,6 à 13,21% sur 56 échantillons de lait.

(Boubezari Mohammed Tahar, 2010) à Jijel, pour sa part il a trouvé une moyenne supérieure de 8,98% avec un maximum 13,20% chez la race Ouled-Jellal.

Tableau n°7 : Teneurs en matière grasse

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
MG, Total	4,75	1,95	0,21	90	1,08	9,78
MG, Bovin	2,88	1,29	0,24	30	1,08	6,42
MG, Caprin	5,35	1,41	0,26	30	2,38	7,79
MG, Ovin	6,03	1,52	0,28	30	4,04	9,78

On a effectué une comparaison deux à deux des taux moyens de la matière grasse enregistrés entre les trois espèces étudiées (**Tableau n°8**) (**Figure n°13**).

Les résultats obtenus montrent une différence hautement significative entre bovin et caprin de même entre bovin et ovin avec $p < 0,0001$.

Pour l'espèce bovine, on a enregistré une moyenne de matière grasse, inférieure à celle enregistrée pour les deux autres espèces.

Alors qu'entre caprin et ovin, aucune différence significative n'a été enregistrée avec $p > 0,05$.

Tableau n°8 : Comparaison des moyennes de la matière grasse entre les trois espèces

Test-t séries non appariées pour MG

Variable "groupe" : Espèces

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
Bovin, Caprin	-2,47	58	-7,09	<0,0001
Bovin, Ovin	-3,16	58	-8,67	<0,0001
Caprin, Ovin	-0,68	58	-1,8	0,0770

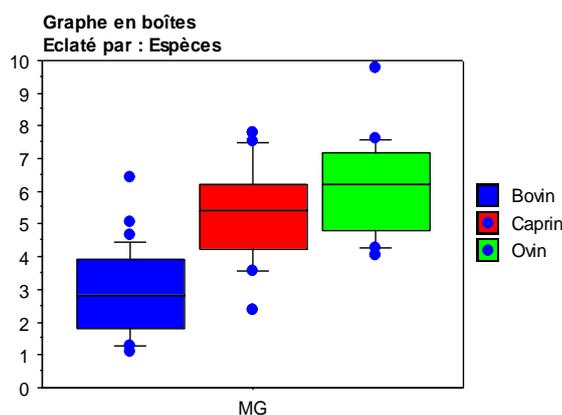


Figure n°16 : Taux de matière grasse pour les trois espèces

2. Les protéines

Les taux moyens de protéines enregistrés, sont présentés dans le **tableau n°9** ci-dessous :

Pour l'espèce bovine : un taux moyen de $3,68\% \pm 0,45$ avec un maximum de 4,75 et un minimum de 2,87.

(**Boubezari Mohammed Tahar ,2010**), a enregistré des moyennes de protéines similaire pour les vaches de race, la Pie noir et la Pie rouge qui sont respectivement 3,14% et 3,08%. Pour la race locale, il a obtenu un taux inférieur de 2,79%.

Nos résultats correspondent largement à ceux présentés par (**Djouadi Tassadit, 2014**), qui a trouvée des taux moyens qui varient entre 2,8 et 3,36%.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de $3,8\% \pm 0,35$ avec un maximum de 4,49 et un minimum de 2,99.

Cette valeur est très proche de ce qu'a trouvé (**Rabia yahia et al, 2019**) à Tizi-Ouzou chez la race Saanen avec une moyenne de 3.43% et une variation de 3,1 à 3,66% au début de lactation. Elle est plus basse par rapport au taux trouvé en fin de lactation pour le même auteur, qui se situe entre 3,62 à 5,19% et 4,35% comme moyenne.

A propos de l'espèce ovine : une moyenne de $7,21 \pm 0,66$ a été enregistrée avec un maximum de 8,45 et un minimum de 5,97.

Nos résultats sont supérieurs à ceux déclarés par (**Yabrir.B et al, 2011**) avec une moyenne de 5.38% et un maximum de 9.25% dans la région Djelfa.

Même remarque pour les résultats de l'étude de (**Boubezari Mohammed Tahar, 2010**) qui a travaillé sur la race Ouled-Djellal à Jijel avec une moyenne égale à 6,12% et un maximum de 7,97%.

Tableau n°9 : Teneurs en protéine

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
Protein, Total	4,9	1,72	0,18	90	2,87	8,45
Protein, Bovin	3,68	0,45	0,08	30	2,87	4,75
Protein, Caprin	3,8	0,35	0,06	30	2,99	4,49
Protein, Ovin	7,21	0,66	0,12	30	5,97	8,45

La comparaison des moyennes de la teneur en protéine des échantillons issus des trois espèces est portée dans **tableau n°10** et **figure n°17**.

Les résultats obtenus montrent une différence très significative entre bovin et ovin.

Et de même entre caprin et ovin avec un seuil de signification $p < 0,001$.

Cependant, entre bovin et caprin aucune différence significative n'a été enregistrée avec $p > 0,05$.

Tableau n°10 : Comparaison des moyennes de protéine entre les trois espèces

Test-t séries non appariées pour Protein

Variable "groupe" : Espèces

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
Bovin, Caprin	-0,13	58	-1,23	0,2240
Bovin, Ovin	-3,53	58	-24,16	<0,0001
Caprin, Ovin	-3,4	58	-24,78	<0,0001

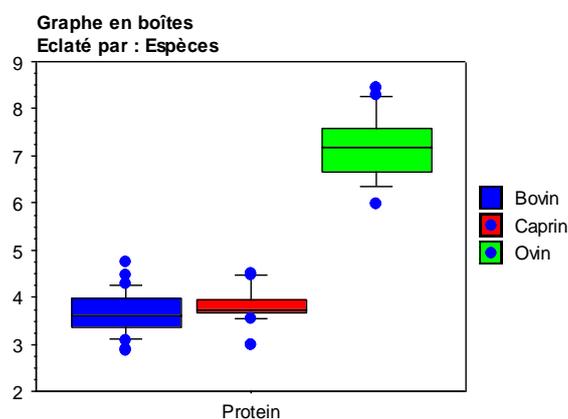


Figure n°17 : taux de protéines pour les trois espèces

3. Caséine

Les valeurs mesurées de la caséine des 30 échantillons pour chaque espèce donnent des moyennes présentées dans le **tableau n°11** :

Pour l'espèce bovine : une moyenne de 2,79% ± 0,33 avec un maximum de 3,55 et un minimum de 2,17.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de 3,06% ± 0,24 avec un maximum de 3,58 et un minimum de 2,55.

Cette valeur moyenne de caséine est légèrement supérieure à celle retrouvée par **(Rabia yahia et al, 2019)** pour la race Saanen qu'est de 2.69% en début de lactation. Par contre elle est identique à la valeur trouvée en fin de lactation pour la même étude avec un taux de 3.27%.

A propos l'espèce ovine : une moyenne de 5,56% ± 0,48 avec un maximum de 6,48 et un minimum de 4,68.

Tableau n°11 : Teneurs en caséine

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
Casein, Total	3,8	1,31	0,14	90	2,17	6,48
Casein, Bovin	2,79	0,33	0,06	30	2,17	3,55
Casein, Caprin	3,06	0,24	0,04	30	2,55	3,58
Casein, Ovin	5,56	0,48	0,09	30	4,68	6,48

Nous présentons ci-dessous (**tableau n°12** et **figure n°18**) les résultats globaux obtenus des analyses, en comparant deux à deux entre les 3 espèces :

Les résultats obtenus montrent des différences hautement significatives entre les trois espèces avec $p < 0,001$

Tableau n°12 : Comparaison des moyennes de caséine entre les trois espèces

Test-t séries non appariées pour Casein

Variable "groupe" : Espèces

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
Bovin, Caprin	-0,26	58	-3,54	0,0008
Bovin, Ovin	-2,77	58	-26,03	<0,0001
Caprin, Ovin	-2,51	58	-25,41	<0,0001

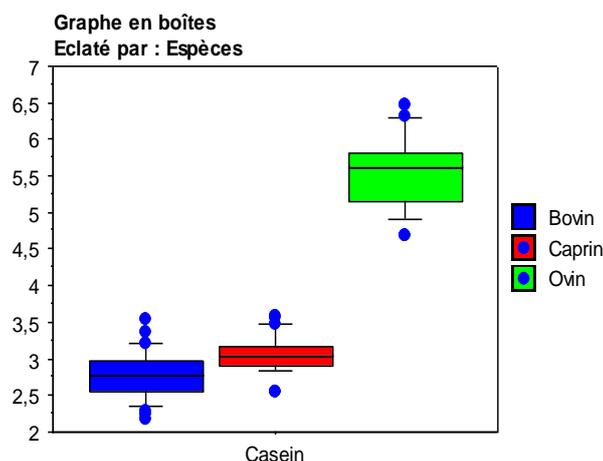


Figure n°18 : taux de caséine pour les trois espèces.

4. Lactose

Nos résultats de lactose des 30 échantillons de chaque espèce, sont représentés dans le tableau ci-dessous (**tableau n°13**)

Pour l'espèce bovine : une moyenne de $3,68\% \pm 0,45$ avec un maximum de 4,75 et un minimum de 2,87.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de $3,8\% \pm 0,35$ avec un maximum de 4,49 et un minimum de 2,99.

La valeur moyenne du lactose pour les caprins était inférieure à celle de (**Rabia yahia et al ,2019**) trouvé à Tizi-Ouzou pour de race Saanen en début de lactation avec une moyenne de 4,88%. Par contre nos résultats ne sont pas très différents des résultats enregistrés par le même autre pour les chèvres en fin de lactation avec une moyenne de 4.46%.

De même pour (**Younes Noutfia et al ,2011**) au Maroc, la valeur obtenue pour la race Draa est de 4,83%, supérieure à notre résultat. Pour la race alpine l'auteur a enregistré une moyenne similaire à la nôtre de 4,23%.

A propos de l'espèce ovine : une moyenne enregistrée de $7,21 \pm 0,66$ avec un maximum de 8,45 et un minimum de 5,97.

L'étude de (**Yabrir.B et al ,2011**) dans la région de Djelfa, a décelé des résultats inférieurs aux nôtres, avec une moyenne de 4.34% avec un maximum de 5.1% et un minimum de 3,12%.

Tableau n°13 : Teneurs en lactose

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
Lactose, Total	4,86	0,31	0,03	90	3,1	5,57
Lactose, Bovin	4,69	0,35	0,06	30	3,1	5,05
Lactose, Caprin	5	0,27	0,05	30	4,39	5,57
Lactose, Ovin	4,89	0,23	0,04	30	4,4	5,17

Du **Tableau n°14** et de **figure n°19** nous distinguons la comparaison deux à deux de la moyenne de lactose entre les trois espèces :

Une différence hautement significative enregistrée entre bovin et caprin et de même entre bovin et ovin avec un seuil de signification $p < 0,005$

Alors qu'entre caprin et ovin aucune différence significative n'a été enregistrée avec $p > 0,05$.

Tableau n°14 : Comparaison des moyennes de lactose entre les trois espèces

Test-t séries non appariées pour Lactose

Variable "groupe" : Espèces

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
Bovin, Caprin	-0,28	58	-4,46	<0,0001
Bovin, Ovin	-0,17	58	-2,94	0,0048
Caprin, Ovin	0,11	58	1,77	0,0824

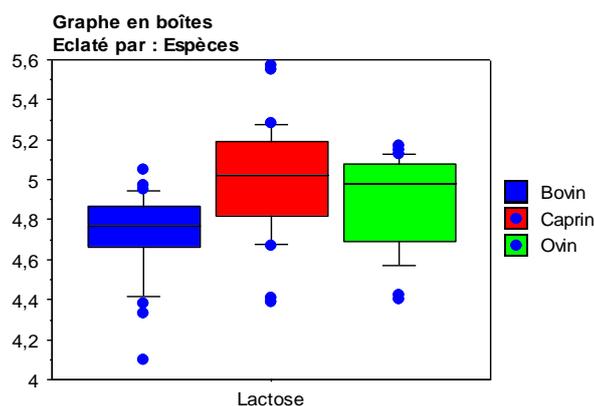


Figure n°19 : taux de lactose pour les trois espèces.

5. Galactose

Selon les résultats (**Tableau n°15**) obtenus nous observons que :

Pour l'espèce bovine : une moyenne de $0,16 \pm 0,05$ avec un maximum de 0,31 et un minimum de 0,08.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de $0,62 \pm 0,12$ avec un maximum de 0,86 et un minimum de 0,45.

Cette valeur moyenne enregistrée est supérieure à celle obtenu par (Rabia yahia et al, 2019) pour la race Saanen en début de lactation avec une moyenne de 0.43% et même en fin de lactation avec une moyenne de 0.45%.

A propos de l'espèce ovine : une moyenne de $0,72 \pm 0,09$ est enregistrée avec un maximum de 0,91 et un minimum de 0,55.

Tableau n°15 : Teneurs en galactose

Statistiques descriptives
Eclaté par : Lots

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
Galactose, Total	0,5	0,26	0,03	90	0,08	0,91
Galactose, Bovin	0,16	0,05	0,01	30	0,08	0,31
Galactose, Caprin	0,62	0,12	0,02	30	0,45	0,86
Galactose, Ovin	0,72	0,09	0,02	30	0,55	0,91

D'après les résultats des teneurs en galactose donnés par la **figure n°17** et **tableau n°16** nous remarquons l'existence de différences hautement significatives entre les moyennes enregistrées pour les trois espèces avec un seuil de signification $p < 0,0001$.

Tableau n°16 : Comparaison des moyennes de galactose entre les trois espèces

PLSD de Fisher pour Galactose
Effets : Lots
Niveau de signif. 5 %

	Ecart moyen	Ecart critique	Valeur de p	
Bovin, Caprin	-0,46	0,05	<0,0001	S
Bovin, Ovin	-0,56	0,05	<0,0001	S
Caprin, Ovin	-0,1	0,05	<0,0001	S

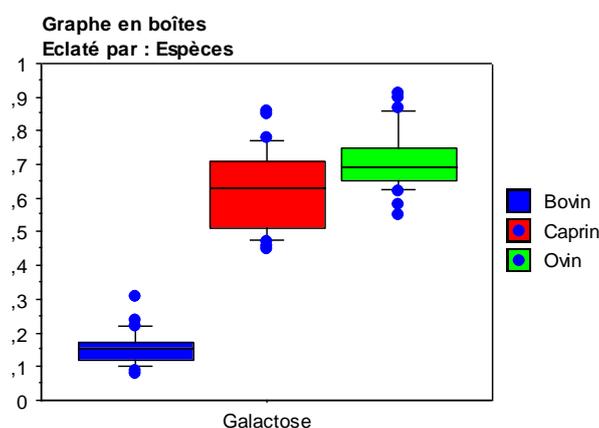


Figure n°20 : taux de galactose pour les trois espèces.

6. Glucose

Les moyennes de glucose obtenues pour les différents échantillons de chaque espèce sont présentés dans le **tableau n°17** :

Pour l'espèce bovine : une moyenne de $0,23 \pm 0,12$ avec un maximum de 0,61 et un minimum de 0,03.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de $0,17 \pm 0,08$ avec un maximum de 0,38 et un minimum de 0,02.

Cette valeur moyenne obtenue se rapproche de la valeur enregistrée par (**Rabia yahia et al, 2019**) pour les caprins de la race Saanen en début de lactation avec une moyenne de 0,28 et elle est identique à celle obtenue en fin de lactation de 0,17.

A propos de l'espèce ovine : une moyenne de $0,09 \pm 0,05$ avec un maximum de 0,24 et un minimum de 0,01.

Tableau n°17 : Teneurs en glucose

Statistiques descriptives
Eclaté par : Lots

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
Glucose, Total	0,16	0,1	0,01	90	0,01	0,61
Glucose, Bovin	0,23	0,12	0,02	30	0,03	0,61
Glucose, Caprin	0,17	0,08	0,02	30	0,02	0,32
Glucose, Ovin	0,09	0,05	0,01	30	0,01	0,24

Le **tableau n°18** et la **figure n°21** montrent les résultats de la comparaison pour la variation de glucose entre les 3 espèces :

Une différence hautement significative est enregistrée entre bovin et ovine de même entre caprin et ovine avec un seuil de signification $p < 0,001$.

Pour les deux espèces bovine et caprine, une différence significative a été enregistrée avec $p < 0,05$.

Tableau n°18 : Comparaison des moyennes de glucose entre les trois espèces.

PLSD de Fisher pour Glucose

Effets : Lots

Niveau de signif. 5 %

	Ecart moyen	Ecart critique	Valeur de p	
Bovin, Caprin	0,06	0,05	0,0151	S
Bovin, Ovin	0,13	0,05	<0,0001	S
Caprin, Ovin	0,08	0,05	0,0014	S

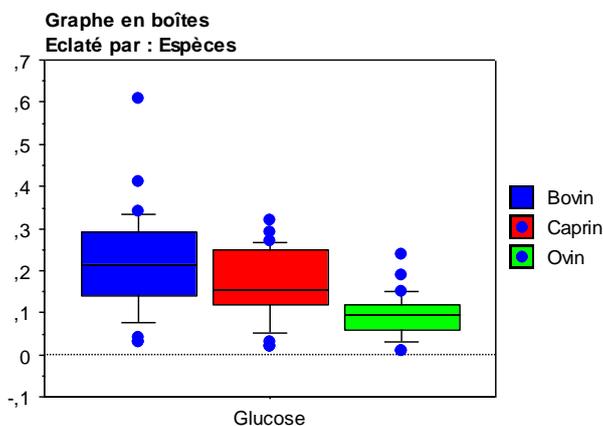


Figure n°21 : Taux du Glucose pour les trois espèces.

7. Urée

Les valeurs mesurées d'urée moyennes sont représentées dans le **tableau n°19** :

Pour l'espèce bovine : une moyenne de $0,04 \pm 0,01$ avec un maximum de 0,05 et un minimum de 0,03.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de $0,06 \pm 0,01$ avec un maximum de 0,07 et un minimum de 0,05.

La valeur moyenne est supérieure à celle enregistrée par **(Rabia yahia et al, 2019)** trouvé à Tizi-Ouzou pour la race Saanen en début et en fin de lactation avec une moyenne de 0,03%.

A propos de l'espèce ovine : une moyenne de $0,06 \pm 0,01$ est observée avec un maximum de 0,08 et un minimum de 0,04.

Tableau n°19 : Teneurs en urée

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
Urea, Total	0,05	0,01	1,31E-3	90	0,03	0,08
Urea, Bovin	0,04	0,01	1,11E-3	30	0,03	0,05
Urea, Caprin	0,06	0,01	1,26E-3	30	0,05	0,07
Urea, Ovin	0,06	0,01	1,94E-3	30	0,04	0,08

En comparant les moyennes de nos résultats d’urée enregistrées, deux à deux pour les 3 espèce on obtient le **tableau n°20** et la **figure n°22** suivants :

Une différence hautement significative entre bovin et ovin de même entre bovin et caprin avec un seuil de signification $p < 0,0001$.

Alors qu’entre caprin et ovin aucune différence significative n’a été enregistrée avec $p > 0,05$.

Tableau n°20 : Comparaison des moyennes d’urée entre les trois espèces

Test-t séries non appariées pour Urea

Variable “groupe” : Espèces

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
Bovin, Caprin	-0,02	58	-12,67	<0,0001
Bovin, Ovin	-0,02	58	-8,35	<0,0001
Caprin, Ovin	2,67E-3	58	1,15	0,2536

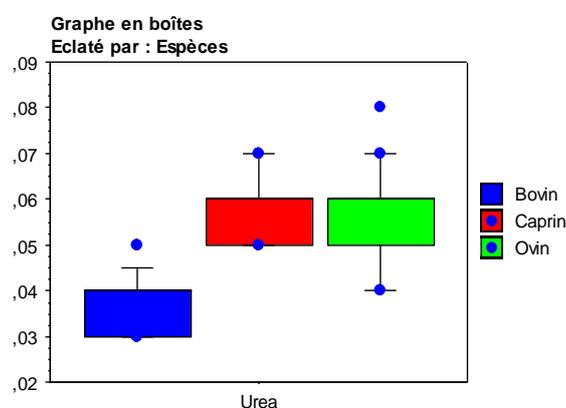


Figure n°22 : taux d’urée pour les trois espèces.

8. Acide citrique

Les valeurs des 90 échantillons étudiés sont reportés dans le **tableau n°21** montrent que :

Pour l'espèce bovine : une moyenne de $0,14 \pm 0,03$ avec un maximum de 0,23 et un minimum de 0,09.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de $0,08 \pm 0,02$ avec un maximum de 0,12 et un minimum de 0,05.

A propos l'espèce ovine : une moyenne de $0,14 \pm 0,03$ avec un maximum de 0,18 et un minimum de 0,09.

Tableau n°21 : Teneurs en acide citrique

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
CitricAcid, Total	0,12	0,04	4,08E-3	90	0,05	0,23
CitricAcid, Bovin	0,14	0,03	0,01	30	0,09	0,23
CitricAcid, Caprin	0,08	0,02	3,69E-3	30	0,05	0,12
CitricAcid, Ovin	0,14	0,03	4,93E-3	30	0,09	0,18

La comparaison deux a deux de l'ensemble des résultats pour les trois espèces montrent l'existence d'une différence hautement significative entre bovin et caprin et entre caprin et ovin avec $p < 0,0001$.

Alors qu'entre bovin et ovin aucune différence significative n'a été enregistrée avec $p > 0,05$.

Tableau n°22 : Comparaison des moyennes de l'acide citrique entre les trois espèces

Test-t séries non appariées pour CitricAcid

Variable "groupe" : Espèces

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
Bovin, Caprin	0,06	58	9,07	<0,0001
Bovin, Ovin	2,33E-3	58	0,31	0,7570
Caprin, Ovin	-0,06	58	-9,58	<0,0001

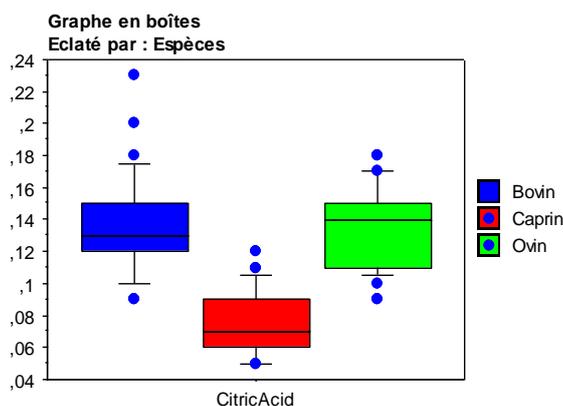


Figure n°23 : taux d'acide citrique pour les trois espèces.

9. Acide gras libre

D'après les analyses des différents échantillons de lait de chaque espèce, les moyennes sont présentées dans le **tableau n°23** :

Pour l'espèce bovine : une moyenne de $0,24 \pm 0,15$ avec un maximum de 0,56 et un minimum de 0,01.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de $0,92 \pm 0,29$ avec un maximum de 1,73 et un minimum de 0,51.

A propos l'espèce ovine : une moyenne de $0,79 \pm 0,23$ avec un maximum de 1,56 et un minimum de 0,53.

Tableau n°23 : Teneurs en AGL

Statistiques descriptives						
Eclaté par : Lots						
	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
AGL, Total	0,65	0,37	0,04	90	0,01	1,73
AGL, Bovin	0,24	0,15	0,03	30	0,01	0,56
AGL, Caprin	0,92	0,29	0,05	30	0,51	1,73
AGL, Ovin	0,79	0,23	0,04	30	0,53	1,56

A partir des résultats obtenus après la comparaison deux a deux entre les moyennes des 3 espèces nous remarquons que :

L'existence d'une différence hautement significative entre bovin et caprin et entre bovin et ovin avec un seuil de signification $p < 0,001$

Également une différence significative entre caprin et ovin avec un seuil $p < 0,05$.

Tableau n°24 : Comparaison des moyennes de l'acide gras libre entre les trois espèces

PLSD de Fisher pour AGL

Effets : Lots

Niveau de signif. 5 %

	Ecart moyen	Ecart critique	Valeur de p	
Bovin, Caprin	-0,67	0,12	<0,0001	S
Bovin, Ovin	-0,54	0,12	<0,0001	S
Caprin, Ovin	0,13	0,12	0,0335	S

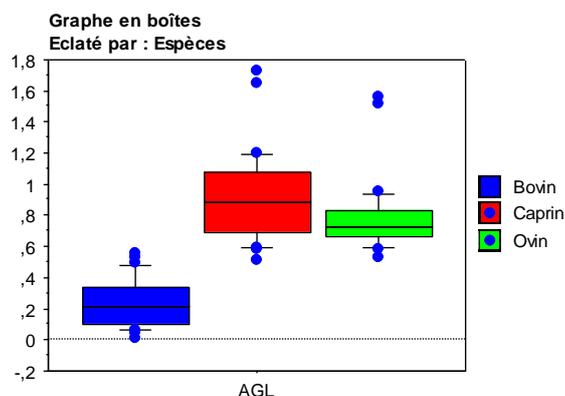


Figure n°24 : Taux d'acide gras libre pour les trois espèces.

10. Acidité

Nos résultats de l'acidité des 30 échantillons pour chaque espèce, sont représentés dans le tableau ci-dessous (tableau n°25) :

Pour l'espèce bovine : une moyenne de $7,37 \pm 0,84$ avec un maximum de 8,62 et un minimum de 4,03.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de $6,55 \pm 0,56$ avec un maximum de 7,4 et un minimum de 5,48.

Cette valeur est similaire à celle citée par (Rabia yahia et al ,2019) trouvé à Tizi-Ouzou pour la race Saanen en début de lactation qui est de 6.44 et inférieur à celle enregistrée en fin de lactation (7.59). Celle de (Younes Noutfia et al, 2011) obtenue pour la race Draa (6.64) et pour la race alpine (6.69) au Maroc étaient supérieures à la nôtre.

A propos de l'espèce ovine : on a enregistré une moyenne de $11,46 \pm 0,8$ avec un maximum de 12,84 et un minimum de 9,9.

Tableau n°25 : Teneurs en acidité

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
Acidity, Total	8,46	2,28	0,24	90	4,03	12,84
Acidity, Bovin	7,37	0,84	0,15	30	4,03	8,62
Acidity, Caprin	6,55	0,56	0,1	30	5,48	7,4
Acidity, Ovin	11,46	0,8	0,15	30	9,9	12,84

La comparaison de l'acidité moyenne des 90 échantillons, deux à deux entre les trois espèces est portée dans le **tableau n°26** :

Les résultats obtenus montrent une différence hautement significative entre les trois espèces, avec un seuil de signification $p < 0,0001$.

Tableau n°26 : Comparaison des moyennes de l'acidité entre les trois espèces

Test-t séries non appariées pour Acidity

Variable "groupe" : Espèces

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
Bovin, Caprin	0,85	58	5,13	<0,0001
Bovin, Ovin	-4,05	58	-20,73	<0,0001
Caprin, Ovin	-4,9	58	-27,56	<0,0001

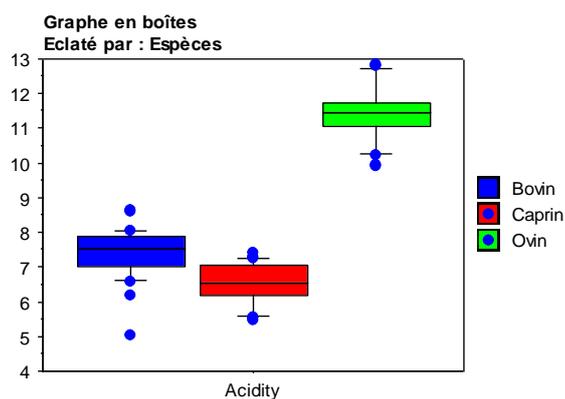


Figure n°25 : Taux d'acidité pour les trois espèces

11. Densité

Les valeurs enregistrées concernant densité des 30 échantillons pour chaque espèce, sont représentés dans le tableau ci-dessous (**tableau n°27**) :

Pour l'espèce bovine : une moyenne de $1028,72 \pm 2,45$ avec un maximum de 1032,56 et un minimum de 1019,52.

Cette enregistrée est supérieure à celle de (**Driri riadh et al, 2013**) elle était 1022.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de $1024,57 \pm 4,48$ avec un maximum de 1035,18 et un minimum de 1016, 83.

(**Boubezari Mohammed Tahar, 2010**), a enregistré des moyennes de la densité similaire pour les vaches de race la Pie noir qui est 1029.Pour la race locale, il a obtenu un taux inférieur de 2,79%.

Cette valeur est similaire à celle de (**Rabia yahia et al, 2019**) trouvé à Tizi-Ouzou de la race Saanen en début de lactation (1029.44) et inférieur à celle en fin de lactation (1030.63). Également inférieure à celle de (**Younes Noutfia et al, 2011**) obtenue pour la race Draa (1031.3) et pour la race Alpine (1028) au Maroc était similaire à la nôtre.

A propos l'espèce ovine : une moyenne de $1033,67 \pm 2,19$ avec un maximum de 1036,95 et un minimum de 1029,35.

Autre moyenne similaire de (**Boubezari Mohammed Tahar, 2010**) à Jijel étant égale à 1031 avec un maximum de 1036.

L'étude de (**Yabrir. B et al, 2011**) dans la région de Djelfa, a décelé des résultats similaires aux nôtres, avec une moyenne de 1034,5 avec un maximum de 1044 et un minimum de 1021.

Tableau n°27 : Densité de lait pour les 90 échantillons

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
Density, Total	1028,99	4,9	0,52	90	1016,83	1036,95
Density, Bovin	1028,72	2,45	0,45	30	1019,52	1032,56
Density, Caprin	1024,57	4,48	0,82	30	1016,83	1035,18
Density, Ovin	1033,67	2,19	0,4	30	1029,35	1036,95

On a effectué une comparaison deux à deux de la moyenne de la densité entre les trois espèces : Les résultats obtenus montrent une différence très significative entre bovin et ovin avec $p < 0,001$. Même remarque entre caprin et ovin avec le même seuil de signification. Également entre bovin et ovin avec le même seuil de signification.

Tableau n°28 : Comparaison des moyennes de la densité entre les trois espèces

Test-t séries non appariées pour Density
Variable "groupe" : Espèces
Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
Bovin, Caprin	4,14	58	4,44	<0,0001
Bovin, Ovin	-4,95	58	-8,25	<0,0001
Caprin, Ovin	-9,1	58	-9,99	<0,0001

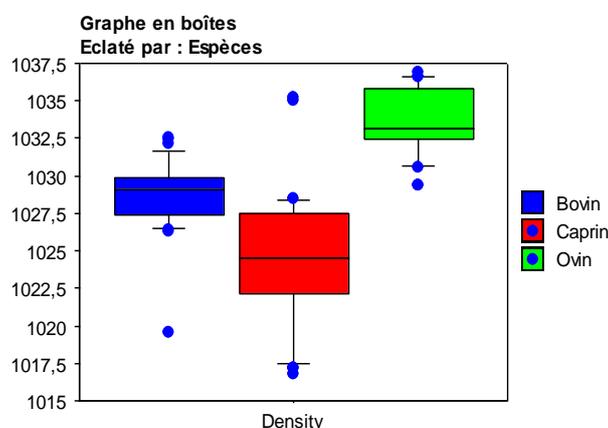


Figure n°26 : Densité pour les trois espèces

12. Point de congélation (point cryoscopique)

Le **tableau n°29** fait ressortir que :

Pour l'espèce bovine : une moyenne de $-0,54 \pm 0,03$ avec un maximum de $-0,44$ et un minimum de $-0,58$.

Une autre valeur inférieure qu'elle est de $-0,479$ trouvée par **(Driri riadh et al, 2013)**.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de $-0,57 \pm 0,03$ avec un maximum de $-0,52$ et un minimum de $-0,61$.

La valeur moyenne était similaire à celle de **(Rabia yahia et al, 2019)** trouvé à Tizi-Ouzou de la race Saanen en début de lactation ($-0,56$) et en fin de lactation ($-0,54$).

A propos l'espèce ovine : une moyenne de $-0,62 \pm 0,01$ avec un maximum de $-0,6$ et un minimum de $-0,64$.

L'étude de **(Yabrir.B et al, 2011)** dans la région de Djelfa, a décelé des résultats similaires aux nôtres, avec une moyenne de $-0,64$ avec un maximum de $-0,83$ et un minimum de $-0,38$.

Tableau n°29 : valeurs de FDP

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
FDP °C, Total	-0,58	0,04	4,22E-3	90	-0,64	-0,44
FDP °C, Bovin	-0,54	0,03	4,71E-3	30	-0,58	-0,44
FDP °C, Caprin	-0,57	0,03	4,82E-3	30	-0,61	-0,52
FDP °C, Ovin	-0,62	0,01	1,62E-3	30	-0,64	-0,6

Nous présentons ci-dessous (**tableau n°30**) les résultats globaux obtenus des analyses, en comparant deux à deux entre les 3 espèces :

Les résultats obtenus montrent une différence très significative entre bovin et ovin avec $p < 0,001$.

Même remarque entre caprin et ovin avec le même seuil de signification.

Également entre bovin et ovin avec le même seuil de signification.

Tableau n°30 : Comparaison des moyennes du point de congélation entre les trois espèces

Test-t séries non appariées pour FDP °C

Variable "groupe" : Espèces

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
Bovin, Caprin	0,04	58	5,19	<0,0001
Bovin, Ovin	0,08	58	16,4	<0,0001
Caprin, Ovin	0,05	58	9,17	<0,0001

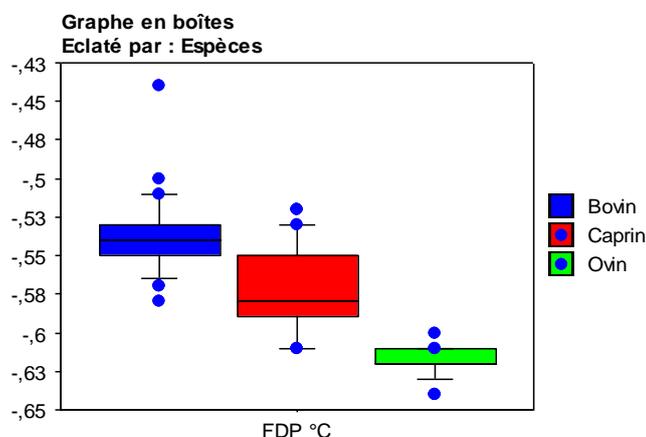


Figure n°27 : Point de congélation pour les trois espèces

13. Solides totaux

Les analyses des 90 échantillons portent sur la détermination des moyennes solides totaux sont dans le **tableau n°31** :

Pour l'espèce bovine : une moyenne de $11,92 \pm 1,6$ avec un maximum de 15,83 et un minimum de 9,04.

Cette valeur moyenne enregistrée est similaire à celle obtenu par **(Dridi riadh, 2013)** 11,501.

Concernant l'espèce caprine une moyenne de $14,65 \pm 1,3$ avec un maximum de 17,78 et un minimum de 12,77.

La valeur moyenne était supérieure à celle de **(Rabia yahia et al, 2019)** trouvé à Tizi-Ouzou de la race Saanen en début de lactation (13.54) et en fin de lactation (14.45).

A propos l'espèce ovine : une moyenne de $19,18 \pm 1,84$ avec un maximum de 23,78 et un minimum de 16,73.

L'étude de **(Yabrir.B et al, 2011)** dans la région de Djelfa, a décelé des résultats inférieure aux nôtres, avec une moyenne de 16,65 avec un maximum de 27,33 et un minimum de 4,5.

Tableau n°31 : Teneurs des solides totaux

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
ST, Total	15,25	3,4	0,36	90	9,04	23,78
ST, Bovin	11,92	1,6	0,29	30	9,04	15,83
ST, Caprin	14,65	1,3	0,24	30	12,77	17,78
ST, Ovin	19,18	1,84	0,34	30	16,73	23,78

Pour la comparaison des solides totaux deux à deux entre les moyennes des 3 espèces

Les résultats obtenus montrent une différence très significative entre bovin et ovine avec $p < 0,001$.

Même remarque entre caprin et ovine avec le même seuil de signification.

Également entre bovin et ovine avec le même seuil de signification.

Tableau n°32 : Comparaison des moyennes des solides totaux entre les trois espèces

Test-t séries non appariées pour ST

Variable "groupe" : Espèces

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
Bovin, Caprin	-2,73	58	-7,26	<0,0001
Bovin, Ovin	-7,26	58	-16,33	<0,0001
Caprin, Ovin	-4,53	58	-11,02	<0,0001

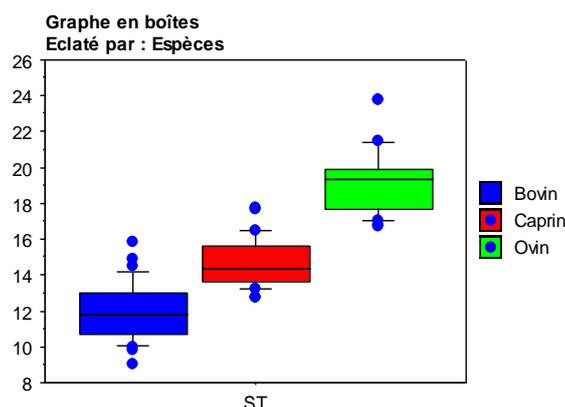


Figure n°28 : Les solides totaux pour les trois espèces

14. Solides non gras

Les valeurs mesurées des solides non gras donnent des moyennes représentées dans le **tableau n°33** :

Pour l'espèce bovine : une moyenne de $9,12 \pm 0,68$ avec un maximum de 9,98 et un minimum de 6,3.

Cette valeur moyenne enregistrée est supérieure à celle obtenu par **(Dridi riadh, 2013)** 7,215.

Concernant l'espèce caprine : une moyenne de $9,42 \pm 0,64$ avec un maximum de 10,96 et un minimum de 8,45.

La valeur moyenne était supérieure à celle de **(Rabia yahia et al, 2019)** trouvé à Tizi-Ouzou de la race Saanen en début de lactation (9.37) et inférieure à celle en fin de lactation (9.53).

A propos l'espèce ovine : une moyenne de $13,38 \pm 0,52$ avec un maximum de 14,16 et un minimum de 12,33.

L'étude de **(YABRIR B et al, 2011)** dans la région de Djelfa, a décelé des résultats inférieure aux nôtres, avec une moyenne de 10,64 avec un maximum de 13,89 et un minimum de 3,83.

Tableau n°33 : Teneurs des solides non gras

Statistiques descriptives

	Moy.	Dév. Std	Erreur Std	Nombre	Minimum	Maximum
SND, Total	10,64	2,05	0,22	90	6,3	14,16
SND, Bovin	9,12	0,68	0,12	30	6,3	9,98
SND, Caprin	9,42	0,64	0,12	30	8,45	10,96
SND, Ovin	13,38	0,52	0,1	30	12,33	14,16

Le **tableau n°34** montre la variation de glucose entre les 3 espèces :

Les résultats obtenus montrent une différence très significative entre bovin et ovin avec $p < 0,001$.

Même remarque entre caprin et ovin avec le même seuil de signification.

Cependant, entre bovin et caprin aucune différence significative n'a été enregistrée avec $p > 0,05$.

Tableau n°34 : Comparaison des moyennes des solides non gras entre les trois espèces

Test-t séries non appariées pour SND

Variable "groupe" : Espèces

Ecart théorique = 0

	Ecart moyen	DDL	t	p
Bovin, Caprin	-0,24	58	-1,66	0,1030
Bovin, Ovin	-4,19	58	-33,16	<0,0001
Caprin, Ovin	-3,96	58	-26,22	<0,0001

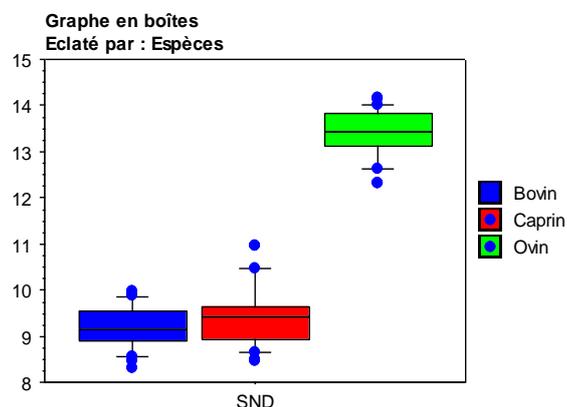


Figure n°29 : Les solides non gras pour les trois espèces

Conclusion

Le lait est un aliment dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démontrer. En effet, le lait constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge. Il renferme les nutriments de base nécessaires au bon développement de l'organisme humain.

De manière générale, le lait comprend trois types de constituants importants qui sont : les lipides, constitués essentiellement de matières grasses, les protéines, les glucides.

Pour notre étude, nous avons réalisé des prélèvements de 30 échantillons de lait caprins et 30 autres de l'espèce ovines qui proviennent de la Wilaya d'El Bayedh et 30 échantillons de lait de vache d'origine de la Wilaya d'Alger.

L'analyse est effectuée au niveau de laboratoire de l'institut technique d'élevage de Baba-Ali, réalisée à l'aide d'un automate MILKOSCAN FT1 qui nous a permis d'obtenir les résultats des analyses physico-chimiques recherchés.

Cette enquête nous a permis de mieux connaître les caractéristiques physico-chimiques du lait des trois espèces.

Nos résultats, ont révélé que le lait de la brebis se classe en première place, il est plus riche en matière grasse avec une moyenne de 6,03 %, sa teneur en protéine est plus élevée avec une moyenne de 7,21%. Même pour le taux des caséines, le taux moyen est de 5,56%.

De même pour le galactose avec une moyenne de 0,72%, très supérieur à celle enregistrée pour le bovin qui est de l'ordre de 0,16%.

La teneur en lactose est similaire entre le lait caprin et le lait ovin avec des taux voisins de 5% et 4,89 % respectivement.

D'après nos résultats, le lait bovin est très riche en glucose, la moyenne enregistrée est de 0,23% contre 0,07% chez la brebis.

On a enregistré aussi un même taux moyen d'acide citrique chez le bovin et l'ovin avec un taux de 0,14%, supérieur à 0,08% enregistré pour le caprin.

Un taux moyen de 0,92% pour l'acide gras libre enregistré chez le caprin, qui dépasse significativement les taux enregistrés chez l'ovin et le bovin avec respectivement 0,79% et 0,24%.

Une forte valeur d'acidité de 11,46% enregistrée pour l'ovin, contre des résultats 6,55% et 7,37 obtenus chez respectivement le caprin et le bovin.

De même pour la densité, elle est plus élevée chez l'ovin que chez les deux autres espèces.

Comme recommandation on propose :

- En premier lieu , Il sera interessant d'effectuer d'autres études sur des échantillons plus important (effectif plus large).
- Des étude similaire sur le lait camelin et faire des comparaisons.
- Etudier les caractéristiques des femelles laitières et de la conduite d'élevage.
- Evaluer l'influence de ces caractéristiques sur la qualité du lait cru (mode d'élevage, alimentation, race, parité, stade de lactation, saison et facteurs génétique...)
- L'encouragement des eleveurs à développer l'elevage ovin pour la production du lait de brebis et lait de chèvres pour leurs qualités et créer des unités de transformation .

Références bibliographiques

Alais C., 1984. Science du lait. Principe des techniques laitières. 4^{ème} éd. 2^dition
Publicité France p162-163.

Amiot A., Fournier S., Lebeuf Y., Paquet P et Simpson R., 2002. Microbiologie de
lait. Science et technologie de lait. Ecole polytechnique de Montréal.

Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R., 2002. Composition,
propriétés physico-chimiques, valeur nutritive, qualité technologique et technique
d'analyse du lait. In Science et Technologie du lait. Transformation du lait. Edition :
Ecole polytechnique de Montréal. p: 1- 6.

Barabosa M, Miranda R., 1986. *Physicochemical and microbiological characteristics of
goat milk in Portugal .B.F.I.L . , N°202 : p 84-89.*

Belabeddou A et Latroch M., 2017. Caractéristiques Microbiologique et physico-
chimiques de lait de chèvre collecté de trois régions d'Ouest Algérien 48-51p.

Beldjilali A.F., 2015. Contribution à l'étude microbiologique et sanitaire du lait cru de
brebis de la région Ouest de Algérie 76-78p.

Blanc B., 1982. Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. Le Lait,
INRA Editions, 62 (617_618_619_620), pp.350-395. hal-00928937

Boubezari Mohammed Tahar., 2010. Contribution à l'étude des caractéristiques
physicochimiques et mycologiques du lait chez quelques races bovines, ovines et
caprines dans quelques élevages de la région de jijel, 66-67p

Bouix M et Leveau JY., 1980. Les microflores responsables des transformations : les
levures. In techniques d'analyses et de contrôle dans les industries Agro-alimentaires : le
contrôle microbiologique. Vol III.- Paris : Tec & Doc. 331 p.

**Boumendjel M., Feknous N., Mekideche F., Dalichaouche N., Feknous I.,
Touafchia L., Metlaoui N et Zenki R., 2017.** Caractérisation du lait de chèvre produit
dans la région du Nord-Est Algérien. Essai de fabrication du fromage frais. Algerian
Journal of Natural Products 5 :2 (2017) 492-506.

Bylund G., 2000. Handbook-of-dairy-processing. Editor: Teknotext AB illustrations: Origrit AB .p 20.

Djouadi T., 2014. Evaluation de la qualité physicochimique et microbiologique du lait cru utilise au niveau de l'unité Danone Djurdjura Algérie.24-29.

Dridi R., Laabassi A., 2013. Impact de quelques paramètres zootechniques sur les caractères physicochimiques du lait de bovins de L'ITELV.

Faye B et Loiseau G., 2002. Sources de contamination dans les filières laitières et exemple de démarches qualité. Edition : CIRAD-FAO, Montpellier, France, pp : 1-5.

Haddadin M. S. Y., Gammoh S. I., Robinson R. K., (2008). Seasonal variations in the chemical composition of camel milk. Jordan Journal of Dairy Research, 75, 8-12.

Hamama A., 2002. Hygiène et prophylaxie dans les étables laitières. Cours de Formation des techniciens de l'office régionale de Mis en valeur agricole L'haouz. Marrakech. P 10.

Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P. et Brule G., 2008. Les produits laitiers ,2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier: 1-3.

Kizi N., Makdoud S., 2014.Analyse physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté au niveau de deux régions Akbou t Sidi Aich (Bejaia).

Kuzdzal Savoie S et . Kuzdzal W., 1963. Contribution a l'étude des acides gras du lait de différentes espèces animales. Revue générale des questions laitières volume 43, Number 427.p 369-383.

Larbaoui M., 2017.Analyse microbiologique et physico-chimique d'un lait pasteurisé de la région de Tlemcen.p 34-42

Lhoste F., 2009. Limites de l'application de la méthode de conservation du lait cru par le système lactoperoxydase en Afrique de l'Ouest. Revue Élev. Méd. vét. Pays trop, 60 (1-4) : 171-176.

Marcel M., 2007. Larousse agricole Edition Larousse paris France p115-116.

- Mathieu J., 1997.** Initiation à la physicochimie du lait. Paris p
- Mathieu J., 1998.** Initiation à la physicochimie du lait. Edition : Tech et doc. Lavoisier. Paris. PP: 187-245.
- Mazoyer, Marcel et Roudart, Laurence., 2007.** Brève histoire des agricultures du monde. La fracture agricole et alimentaire mondiale: nourrir l'humanité aujourd'hui et demain. France : Universalis, pp. 113-126.
- Nathalie S.,2004.** Positionnement des produits laitiers caprins auprès des professionnels de la santé p6.
- Park Y.W, Juarez M, Ramos M, Haenlein GFW., 2007.** Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. Small Rumin Res 68(1–2): 88–113.
- Park Y.W. 2007.** Rheological characteristics of goat and sheep milk. Small Rumin Res 68(1–2):73–87.
- Pirisi.A.,1994.** Composition et coagulation du lait de brebis. Lait, page 425/442.
- Rabia Y et Rouane F. L ,2019.** Analyses des aliments et du lait d'une exploitation caprine à Tizi-Ouzou.
- Simone K-S.,W.Kuzdzal..** Contribution à l'étude des acides gras du lait de différentes espèces animales. le lait, INRA Editions, 1963, 43 (427), pp.369-384. hal-00928334.
- Singh E., 1972.** A study on the nitrogen distribution in goat' s milk. Milch wess enschaft, p167-167.
- Veisseyre R., 1975.**Technologie du lait. Constitution, Récolte et Transformation , 3 eme édition La Maison Rustique. Paris .714 P.
- Watier B. , 1992.** Vitamines et technologie alimentaire In 'Aspects nutritionnels des constituants des aliments. Influence des technologies'. Edition Tec et Doc.Lavoisier, Paris.pp :197-216.

Yabrir B et al ,2011. Caractérisation physico-chimique du lait cru ovin collecte localement en milieu steppique. Influence de l'étage bioclimatique

Younes Noutfia et al ,2011. Caractéristiques physicochimiques du lait et du fromage des chèvres Draa et Alpine,164-165p.

Sites internet

[1] <https://www.algerie-eco.com/2018/12/04/lonil-les-algeriens-consomment-annuellement-55-litres-de-lait-en-plus-de-la-moyenne-mondial>

[2]<http://www.aps.dz/economie/76635-production-nationale-de-lait-plus-de-3-52-milliards-de-litres-en-2017>

[3]<https://www.professionfromager.com/les-ressources/encyclopedie/article1027>

[4]<https://www.ikonet.com/fr/alimentation/aliment/info/index/lait>

Annexe 01 : Spécification technique du Milkoscan FT1 :

Plage d'étalonnage :

Jusqu'à 50% de matière grasse

Jusqu'à 7% de protéines

Jusqu'à 7% de lactose

Jusqu'à 55% de matière sèche totale

Étalonnages inclus :

Lait : Matière grasse, protéines, lactose /teneur réduite en lactose, matière sèche totale, matière sèche dégraissée, abaissement du point de congélation, acidité totale, densité, AGL, acides

Citriques, urée, caséine, glucose, galactose

Crème : Matière

Grasse, protéines, lactose, matière sèche totale, matière sèche dégraissée,

Abaissement du point de congélation

Lactosérum : Matière grasse, protéines, lactose, matière sèche totale

Yaourts /Produits fermentés : Matière grasse, protéines, matière sèche totale

Étalonnages en option :

Lait enrichi et lactosérum :

Lait concentré : Matière grasse, matière sèche totale, matière sèche dégraissée

Étalonnage pour le lait infantile : Matière grasse, matière sèche totale, matière sèche dégraissée

Étalonnage pour le lactosérum UF

Protéines, matière sèche totale

Étalonnage pour le lactosérum évaporé :

Matière grasse, matière sèche totale, acidité totale,

Yaourts/Produits fermentés

Yaourts/ Produits fermentés : Matière grasse, protéines, lactose, glucose, saccharose, sucres

Totaux, matière sèche totale, matière sèche dégraissée, fructose

Etalonnage pour le fromage frais : Matière grasse, protéines, matière sèche totale

Desserts et crème glacée.

Desserts et crème glacée : Matière grasse, protéines, lactose, glucose, saccharose, fructose, sucres totaux, matière sèche totale

Desserts et laits aromatisés contenant des matières grasses végétales : Matière grasse, protéines,

Matière sèche totale

Modèles non ciblés pour la détection d'adultérations : Outil d'étalonnage et modèle prêt à l'emploi pour la détection de lait non conforme

Modèles ciblés pour la détection d'adultérations : Hydroxy proline, nitrite de sodium, mélamine, malt dextrine, acide cyanurique, formaldéhyde, saccharose et bicarbonate de sodium

Précision : 1% CV pour les principaux composants du lait cru de vache (matières grasses, Protéines, lactose, matière sèche totale)

Répétabilité :

0,25% CV pour les principaux composants du lait cru de vache (matières Grasses, protéines, lactose, matière sèche totale)

Durée de l'analyse 30 secondes pour le lait

Volume d'échantillon : 8 ml.

Température d'échantillon :5-55°C (l'échantillon doit être homogène)

Connexions au réseau : LIMS, Mosaic

Dimensions (HxLxP) : 382 x 850 x 543 mm

ملخص:

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم وتوصيف حليب ثلاثة أنواع من الحيوانات (الماشية والأغنام والماعز) التي يتم تربيتها في منطقتين جزائريتين مختلفتين (الجزائر والبيض) عن طريق التحليل الكيميائي الفيزيائي. لهذا الغرض، تم تحليل 90 عينة من الحليب موزعة على الأنواع الثلاثة في مختبر التحليل الفيزيائي والكيميائي في ITELV-بابا علي. أظهرت الدراسة المقارنة أنه في النعاج، كانت الدهون (6.03%)، البروتين (7.21%)، الكازين (5.56%) والجالاكتوز (0.72%) الحموضة (11.46%) والمواد الصلبة غير الدهنية (13.38%) مرتفعة مقارنة بحليب الأبقار والماعز. كشفت المقارنة بين الوسائل مع اختبار ANOVA بين هذه العينات لأنواع 3 اختلافات كبيرة للغاية ($P > 0.001$). فيما يتعلق باللاكتوز، فإن متوسط القيمة المسجلة قريب جداً من الأغنام والماعز بمتوسط على التوالي (4.89%، 5%).

حليب البقر غني جداً بالجلوكوز بمتوسط معدل (0.23%) مقابل (0.09%) في النعجة. ان قيم حامض الستريك متطابقة بين الماشية والأغنام بمعدل متوسط قدره (0.14%) مقابل (0.08%) للماعز. سجل حليب الماعز نسبة عالية جداً من الأحماض الدهنية الخالية (0.92%) مقابل (0.24%) المسجلة في البقرة.

كلمات مفتاحية: حليب، المكونات الفيزيوكيميائية، أبقار، ماعز، اغنام، الجزائر العاصمة، البيض.

RESUME :

La présente étude a pour objectif d'évaluer et de caractériser par des analyses physico-chimiques le lait de trois espèces animales (bovine, ovine et caprine) élevées dans 2 régions algériennes différentes (Alger et El Bayedh). A cet effet, 90 échantillons de lait répartis sur les trois espèces, ont été analysés, au niveau du laboratoire d'analyses physico-chimiques de l'ITELV-Baba Ali. L'étude comparative a montré que : chez la brebis, les teneurs en matière grasse (6,03%), en protéines (7,21%), en caséine (5,56%), en galactose (0,72%), en acidité (11,46%), en solides non gras (13,38%) sont élevées par rapport au lait bovin et caprin. La comparaison des moyennes avec le test ANOVA, entre ces paramètres pour les 3 espèces a révélé des différences hautement significatives ($p < 0.001$). On se qui concerne le lactose, les valeurs moyennes enregistrées sont très proche pour l'ovin et le caprins avec une moyenne respectivement (4,89% ; 5%).

Le lait de vache est très riche en glucose avec un taux moyen de (0,23%) contre (0,09%) chez la brebis. Les valeurs de l'acide citrique sont identiques entre bovin et ovin avec un taux moyen de (0,14%) contre (0,08%) pour le caprin. Le lait de chèvre, a enregistré un taux moyen d'acide gras libre très élevé de (0,92%) contre (0,24%) enregistré chez la vache.

MOTS CLES : Lait, composition physico-chimique, vaches, chèvres, brebis, Alger, El Bayedh,

Abstract:

The objective of this study is to evaluate and characterize by physico-chemical analyses the milk of three animal species (bovine, ovine and caprine) reared in two different Algerian regions (Algiers and El Bayedh). For this purpose, 90 milk samples from the three species were analysed at the ITELV-Baba Ali physico-chemical analysis laboratory. The comparative study showed that: in ewes, the fat (6.03%), protein (7.21%), casein (5.56%), galactose (0.72%), acidity (11.46%), solids non-fat (13.38%) contents are high compared to bovine and caprine milk. Comparison of the means with the ANOVA test between these parameters for the 3 species revealed highly significant differences ($p < 0.001$). For lactose, the average values recorded are very similar for sheep and goats with an average respectively (4.89%; 5%). Cow's milk is very rich in glucose with an average rate of (0.23%) compared to (0.09%) in ewes. Citric acid values are identical between cattle and sheep with an average rate of (0.14%) compared to (0.08%) for goats. Goat's milk has a very high average free fatty acid content of (0.92%) compared to (0.24%) in cows.

Key words: Milk, physicochemical composition, cow, goat, ewe, Algiers, El Bayedh.