

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE CHADLI BENDJEDID D'EL-TARF

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE  
ET DE LA VIE

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE



FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

MEMOIRE PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU

DIPLOME DE MASTER

EN

« SECURITE AGROALIMENTAIRE ET ASSURANCE DE QUALITE »

THÈME

**Evaluation des caractéristiques physico-chimiques  
du lait cru de vache au niveau de la laiterie Edough-  
(Annaba)**

Présentée par :

**BELGUENDOZ Halima**

Devant le jury composé de :

<b>Présidente :</b>	Dr. BOUZERAA Hayette	Maitre de conférences A., UCB. El-Tarf.
<b>Promotrice :</b>	Dr. AMIRA Akila	Maitre de conférences A., UCB. El-Tarf.
<b>Examinatrice :</b>	Dr. BENHADID Rym	Maitre de conférences B., UCB. El-Tarf.

**Année universitaire 2024-2025**

## **Remerciements**

*Je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*À ma promotrice Dr. AMIRA Akila*

*Je tiens à exprimer mes sincères reconnaissances pour avoir accepté de m'encadrer, pour son attention discrète, ses recommandations mesurées et ses précieux conseils et surtout pour ses qualités humaines et scientifiques toujours en toute modestie, sa passion du métier qu'elle sait rendre contagieuse et la confiance qu'elle a bien voulu m'accorder tout au long de ce travail.*

*Je voudrais ensuite remercier tous les membres du jury qui vont juger ce modeste travail et me faire profiter de leurs connaissances et remarques constructives :*

*À la présidente de jury Dr. BOUZERAA Hayette*

*Je suis très sensibles à l'honneur que vous m'avez fait en acceptant la présidence de mes jury de thèse. Vos qualités scientifiques, pédagogiques seront pour moi un exemple à suivre dans l'exercice de ma profession. Veuillez trouver dans ce travail, le témoignage de ma vive gratitude et haute considération.*

*À Dr. BENHADID Rym*

*Qui a spontanément accepté d'examiner ce travail. C'est pour moi un grand honneur que vous acceptiez de siéger parmi cet honorable jury. J'ai toujours admiré vos qualités professionnelles ainsi que votre modestie qui reste exemplaire. Qu'il nous soit permis de vous exprimer mes reconnaissance et ma grande estime.*

*Tous mes remerciements et mon estime vont à tous les enseignants du département des sciences agronomique qui ont joué un rôle déterminant dans ma formation.*

## *Dédicace*

*Je dédie cet humble travail à ma chère famille pour leur soutien, leur patience, leur sacrifice et encouragement qui ont toujours été pour moi d'un grand secours*

*J'espère que ce mémoire sera pour vous le gage de mon amour le plus profond.*

*Que Dieu vous bénisse.*

## LISTE DES TABLEAUX

N°	Titre	Page
<b>1</b>	Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache et chèvre (Belarbi, 2015)	<b>4</b>
<b>2</b>	Composition en lipides de lait de vache (Chilliard, 1996)	<b>7</b>
<b>3</b>	Teneurs en minéraux et en oligo-éléments de lait de vache en (mg/litre) (Robert et al., 2002)	<b>10</b>
<b>4</b>	Production et composition du lait chez certaines races de vaches (Berthelot, 2018).	<b>12</b>
<b>5</b>	Effet du stade de lactation sur la qualité du lait de vache (Berthelot, 2018)	<b>13</b>
<b>6</b>	Mesure du pH des échantillons de lait de vache provenant des 4 producteurs de la région d'Annaba.	<b>29</b>
<b>7</b>	AV1 du pH de lait chez quatre producteurs différents de la région d'Annaba.	<b>30</b>
<b>8</b>	Mesure de la densité (g/cm <sup>3</sup> ) des échantillons de lait de vache provenant des 4 producteurs de la région d'Annaba.	<b>30</b>
<b>9</b>	AV1 de la densité (g/cm <sup>3</sup> ) du lait chez quatre producteurs différents provenant de la région d'Annaba.	<b>31</b>
<b>10</b>	Mesure de de l'acidité (°D) des échantillons de lait de vache des 4 producteurs de la région d'Annaba.	<b>31</b>
<b>11</b>	AV1 de l'acidité (°D) du lait chez quatre producteurs différents de la région d'Annaba.	<b>32</b>
<b>12</b>	Mesure de la teneur en matière grasse (g/l) pour les échantillons de lait de vache des 4 producteurs de la région d'Annaba.	<b>32</b>
<b>13</b>	AV1 de la teneur en matière grasse (g/l) du lait chez quatre producteurs différents dans la région d'Annaba.	<b>33</b>
<b>14</b>	Mesure de l'extrait sec total (g/l) des échantillons du lait de vache des 4 producteurs de la région d'Annaba.	<b>33</b>
<b>15</b>	AV1 de l'extrait sec total (EST) [g/L] du lait chez quatre producteurs de la région d'Annaba.	<b>34</b>

## LISTE DES FIGURES

N°	Titre	Page
1	Représentation de la micelle de caséines avec sous-unités (Schmidt 1980).	9
2	Production laitière dans le monde. Source : GEB-Institut de l'Élevage d'après FAO& FIL (Duflotet <i>al.</i> , 2022).	16
3	Collecte, intégration et production du lait cru national (2009-2017) (Lazereget <i>al.</i> , 2020).	17
4	Localisation de la laiterie Edough sur Google Maps(www. Google Maps.com).	21
5	Protocole expérimental réalisé au niveau de la laiterie Edoughsur le lait de vache.	22
6	Les échantillons du lait cru de vache (photo personnelle).	23
7	Prélèvement du pH des différents échantillons(photo personnelle).	23
8	Technique de la mesure de l'acidité (A)laphénophtaléine, (B) la solution de NAOH(Photo personnelle)	24
9	Le thermolactodensimètre. (Photo personnelle).	25
10	A) le Butyromètre, B) la centrifugeuse. (Photo personnelle).	26
11	Appareil rosa incubateur et les bandelettes. (Photo personnelle).	27
12	Variation du pH du lait de vache cru chez 4 producteurs différents de la région d'Annaba.	29
13	Variation de la densité (g/cm <sup>3</sup> ) du lait de vache cru chez 4 producteurs différents de la région d'Annaba.	30
14	Variation de l'acidité (°D) du lait de vache cru chez 4 producteurs différents de la région d'Annaba.	31
15	Variation de la teneur en matière grasse (g/l) du lait de vache cru chez 4 producteurs différents de la région d'Annaba.	32
16	Variation de l'extrait sec total (EST) (g/l) du lait de vache cru chez 4 producteurs différents de la région d'Annaba.	33

## LISTE DES ABREVIATIONS

$\text{g/cm}^3$  : gramme par centimètre cube.

$\text{g/l}$  : gramme par litre.

AV : Analyse de variance.

$^{\circ}\text{D}$  : Degrés Dornic.

EST : Extrait Sec Total.

AFNOR : Association Française de Normalisation.

$^{\circ}\text{C}$  : Degré Celsius.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

MG : Matière Grasse.

NAOH : Hydroxyde de sodium.

Ph : potentiel hydrogène.

Mhos : conductivité électrique.

FAO : Food and Agriculture Organization.

OMS: Organisation mondiale de la santé.

$\text{H}_2\text{SO}_4$  : acide sulfurique.

ONIL : Office National Interprofessionnel du Lait et des produits laitiers.

# *RESUMES*

## Résumé

L'objectif de notre étude est d'étudier la qualité physico-chimique (pH, densité, acidité, matière grasse, extrait sec total, test d'amidon et d'antibiotique) du lait de vache cru livré à la laiterie Edough (Annaba) et commercialisé à différentes wilaya de l'Est.

Un total de 20 échantillons de lait a été collecté pour des fins analytiques à partir de quatre producteurs différents de la région d'Annaba (5 échantillons pour chaque producteur). Il ressort de cette analyse que le lait cru est de qualité physico-chimique suffisante, et la comparaison entre les échantillons ne montre pas de différence à l'exception du pH.

La plupart des paramètres analysés respectent les normes requises, garantissant ainsi une qualité optimale du produit final. Toutefois, la teneur en matière grasse est légèrement inférieure aux valeurs normatives.

**Mots clés :** Lait cru, laiterie Edough, qualité physico-chimique, Annaba.

## **Abstract**

The objective of our study is to assess the physicochemical quality (pH, density, acidity, fat content, total dry extract, starch and antibiotic tests) of raw cow's milk delivered to the Edough dairy (Annaba) and distributed in various wilayas of the East.

A total of 20 milk samples were collected for analytical purposes from four different producers in the Annaba region (5 samples from each producer). The analysis shows that the raw milk has sufficient physicochemical quality, and the comparison between samples does not reveal any significant differences, except for the pH.

Most of the analyzed parameters meet the required standards, thus ensuring optimal quality of the final product. However, the fat content is slightly below the normative values.

**Keywords:** Raw milk, Edough dairy, physicochemical quality, Annaba.

## المخلص

تهدف دراستنا إلى تقييم الجودة الفيزيائية-الكيميائية (الرقم الهيدروجيني، الكثافة، الحموضة، نسبة الدهن، المستخلص الجاف الكلي، اختبار النشاء والمضادات الحيوية) للحليب البقري الطازج المُسلم إلى ملبنة إيدوغ (عنابة) والمُسوق في مختلف ولايات الشرق.

تم جمع 20 عينة من الحليب لغرض التحليل من أربعة منتجين مختلفين في منطقة عنابة (5 عينات من كل منتج). أظهرت نتائج التحليل أن الحليب الطازج يتمتع بجودة فيزيائية-كيميائية مقبولة، ولم تُظهر المقارنة بين العينات اختلافات تُذكر باستثناء الرقم الهيدروجيني.

معظم المعايير المحللة كانت ضمن الحدود المطلوبة، مما يضمن جودة مثالية للمنتج النهائي. ومع ذلك، فإن محتوى المادة الدهنية كان أقل قليلاً من القيم المعيارية.

**الكلمات المفتاحية:** الحليب الطازج ، ملبنة إيدوغ، الجودة الفيزيائية-الكيميائية، عنابة .

# ***SOMMAIRE***

# SOMMAIRE

**Remerciements**

**Dédicace**

**Liste des tableaux**

**Liste des figures**

**Liste des abréviations**

**Résumé**

<b>I. Introduction</b> .....	1
<b>II. Synthèse bibliographique</b> .....	3
1. Généralité sur le lai.....	3
1.1. Définition du lait.....	3
1.1.1. Définition du lait cru.....	3
1.1.2. Définition du lait de vache .....	3
1.2. La qualité organoleptique du lait cru .....	3
1.2.1. La couleur.....	4
1.2.2. L'odeur.....	4
1.2.3. La saveur.....	4
1.2.4. La flaveur.....	4
1.3. Les propriétés physico-chimiques.....	4
1.3.1. L'acidité titrable ou acidité dornic.....	5
1.3.2. La masse volumique et la densité .....	5
1.3.3. Le pH .....	5
1.3.4. Point de congélation .....	5
1.3.5. Point d'ébullition.....	6
1.3.6. La viscosité .....	6
1.3.7. La conductivité électrique.....	6
1.4. La composition chimique du lait cru.....	6
1.4.1. L'eau.....	6
1.4.2. Les glucides.....	7
1.4.3. Les lipides.....	7
a. Les Triglycérides .....	7
b. Les Phospholipides du lait.....	7

c. Les Fractions insaponifiables.....	8
1.4.4. Les protéines.....	8
a. Les protéines de sérum .....	8
b. Les caséines.....	8
1.4.5. Les minéraux.....	9
1.4.6. Les vitamines.....	10
1.4.7. Les enzymes.....	10
1.4.8. Les antibiotiques .....	11
1.4.9. L'amidon.....	11
2. Facteurs de variation de la production et de la composition du lait cru.....	11
2.1. Facteurs intrinsèques.....	11
2.1.1. Facteur génétique .....	11
2.1.2. Stade et nombre de lactations.....	12
2.1.3. Etat de santé des vaches.....	14
2.2. Facteurs extrinsèques.....	14
2.2.1. Traite des vaches.....	14
2.2.2. Alimentation .....	15
2.2.3. Température et saison.....	15
3. La production laitière.....	16
3.1. Etat des lieux de la filière laitière.....	16
3.2. La production laitière en Algérie.....	16
3.3. L'élevage bovin laitier en Algérie.....	18
3.3.1. Bovin Laitier Local (BLL).....	18
3.3.2. Bovin Laitier Amélioré (BLA) .....	18
3.3.3. Bovin Laitier Moderne (BLM) .....	19
3.4. Répartition de la production laitière par zones géo-climatiques.....	19
3.4.1. Une zone (1) littorale et sub-littorale à climat humide et subhumide. ....	19
3.4.2. Une zone (2) agropastorale et pastorale à climat semi-aride et aride. ....	19
3.4.3. Une zone (3) saharienne à climat désertique. ....	19
<b>III. Matériels et méthodes.....</b>	<b>20</b>
1. Présentation du lieu de stage.....	20
1.1. Historique de l'entreprise.....	20
1.2. Informations générale de l'entreprise.....	20
1.3. Les produits de la laiterie Edough.....	20

1.4. La situation géographique.....	21
2. Protocole expérimental.....	21
2.1. Echantillonnage.....	22
2.2. Analyses physico-chimiques.....	23
2.2.1. Mesure du pH.....	23
2.2.2. Détermination de l'acidité titrable.....	24
2.2.3. La densité et la température.....	24
2.2.4. Matière grasse.....	25
2.2.5. Détermination de l'extrait sec totale .....	26
2.2.6. Test d'antibiotique .....	27
2.2.7. Test d'amidon.....	27
3. Analyse statistique.....	28
<b>VI. Résultats.....</b>	<b>29</b>
1. Détermination du pH.....	29
2. Détermination de la densité Détermination de l'acidité .....	30
3. Détermination de l'acidité .....	31
4. Détermination de la matière grasse (MG) .....	32
5. Détermination de l'extrait sec total (EST) .....	33
6. Test d'amidon et d'antibiotique .....	34
<b>V. Discussion.....</b>	<b>35</b>
1. pH.....	35
2. La densité .....	35
3. L'acidité titrable.....	36
4. La matière grasse (MG) .....	36
5. L'extrait sec total (EST) .....	37
6. Amidon et Antibiotique .....	37
<b>IV. Conclusion et perspectives.....</b>	<b>38</b>
<b>III. Références bibliographiques.....</b>	<b>39</b>

# ***INTRODUCTION***

## I. INTRODUCTION

Dans la pyramide nutritionnelle, le lait et ses produits laitiers sont parmi les aliments les plus importants dans l'alimentation humaine (**Lambriniet al., 2021**). Le lait cru occupe une place importante parmi les aliments existant (**Gondimoet al., 2024**). Sachant les multiples formes sous lesquelles il peut être consommé, on le considère à la fois comme aliment et boisson. Selon les lois et les règlements sur les aliments, le lait est un produit sans colostrum issu de la traite complète et ininterrompue d'un animal laitier en bonne santé, qui vit et se nourrit dans des conditions saines et n'est pas en état de stress (**Lambriniet al., 2021**). Les bovins constituent l'espèce la plus importante dans la production mondiale annuelle de lait (90 %) suivi par les bufflonnes (5 %), les chèvres (3 %) et les brebis (2 %).(**Kechagias, 2011**).

La composition du lait est riche en nutriments essentiels et constituants bioactifs indispensable à l'alimentation de l'être humain, dont les constituants essentiels sont l'eau, les lipides, les protéines, les glucides, les vitamines et les minéraux(**Mehraet al. 2021**). Sa composition nutritionnelle équilibrée explique sa haute valeur nutritionnelle, ce qui en fait du lait un élément important dans notre alimentation quotidienne. (**Chauhan et al., 2021**). En effet, La composition physicochimique et chimique du lait, la couleur et la saveur sont variables selon l'espèce de l'animal laitier, la race, l'âge et l'alimentation, ainsi que le stade de lactation, la parité (nombre de parturitions), le système d'exploitation, l'environnement physique et la saison(**Lambriniet al., 2021**). Cependant, Le changement majeur dans la composition du lait a lieu pendant la lactation.

La consommation du lait est encouragée à toutes les tranches d'âge car il répond au besoin de croissance, d'entretien et présente aussi quelques vertus thérapeutiques (**Vignolaet al., 2002 ; Sbouiet al., 2009; Renard, 2014**). En effet, les protéines du lait jouent un rôle important dans la régulation de l'apport alimentaire, de la satiété et des troubles métaboliques (**Bhattarai 2012 ; Prosser 2021 ; Mehraet al. 2021**). Les composants du lait gras présentent une certaine signification fonctionnelle, cependant, les sphingolipides et leurs métabolites vitaux offrent des effets antimicrobiens (**Turck, 2013**). Le lait est bénéfique aussi dans la diminution du poids corporel et la tension artérielle, ainsi que dans la réduction d'ostéoporose et le risque d'accident vasculaire cérébral et dans le cancer du côlon(**Kumaret al. 2014, 2016; Turkmen 2017**). De plus, La biodisponibilité des oligo-éléments est améliorée par la présence des protéines et peptides du lait (**Fox et al., 2015**).

L'Algérie est un pays de tradition laitière. Le lait et les produits laitiers occupent une place prépondérante dans la ration alimentaire des algériens, ils sont intéressants d'un point de vue nutritionnel, particulièrement le lait qui constitue 65,5 % des protéines consommés d'origine animale (**Amellal, 1995; Khadidjaet al., 2022**). L'Algérie est le premier consommateur de lait au Maghreb avec une consommation moyenne de 147 l/habitant/an en 2015 (**O.N.I.L., 2017**). La production nationale a atteint près de 3,6 milliards de litres en 2019 dont 2,7 milliards de litres de lait de vache représentant plus de 75% de la production totale nationale. Le reste de la production laitière est assuré par les brebis et les chèvres (**Abdelliet al., 2022**). Cependant, la production laitière demeure insuffisante par rapport à la demande en lait qui est estimée à presque 6 milliards de litres pour une population d'environ 40 millions d'habitants (**O.N.I.L., 2019**).

La connaissance des propriétés physico-chimiques du lait revêt une importance incontestable, car elle permet de mieux évaluer la qualité de la matière première et de prévoir les traitements et les opérations technologiques adaptés (**El Marnissiet al., 2013**). La qualité physico-chimique du lait reste toujours irrégulière à cause de plusieurs facteurs. De ce fait, Il est important, qu'un contrôle rigoureux de la qualité du lait soit instauré avant la distribution aux consommateurs afin de garantir une certaine sécurité hygiénique et d'assurer un niveau de qualité nutritionnelle. Dans ce contexte, le présent travail vise à évaluer les différentes caractéristiques physico-chimiques (pH, acidité, densité, matière grasse, extrait sec, température) du lait cru de vache et les comparer aux normes nationales et internationales avant de procéder à la distribution et la commercialisation du produit fini.

Ce mémoire est divisé et organisé de la manière suivante :

- Le premier chapitre présente la partie bibliographique.
- Le second chapitre présente la laiterie EDOUGH (opérant sous le groupe GIPLAIT) situé dans la région d'Annaba(commune d'El Bouni) ainsi que la présentation de la méthodologie et du matériel utilisés aux différents analyses et contrôles réalisés au sein du laboratoire.
- Le troisième chapitre regroupe l'ensemble des résultats obtenus au cours de notre stage ainsi que leurs interprétations. Enfin, une conclusion générale achèvera ce travail.

***SYNTHESE  
BIBLIOGRAPHIQUE***

## II. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUES

### 1. Généralité sur le lait

#### 1.1. Définition du lait :

Selon l'arrêté interministériel, le lait doit répondre à certaines spécifications réglementées par les articles suivants :

Art.2 :

La dénomination «lait» est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale, obtenue par une ou plusieurs traites, sans aucune addition ni soustraction et n'ayant pas été soumis à un traitement thermique.

Art.3:

Le lait 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 pas contenir de colostrum.

Art.4 :

La dénomination «lait» sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache. Tout lait provenant d'une femelle laitière, autre que la vache, doit être désigné par la dénomination «lait», suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient.

Art.5 :

Le lait destiné à la consommation ou à la fabrication d'un produit laitier, doit provenir de femelles laitières en parfait état sanitaire (**JORA N°69, 1993**).

#### 1.1.1. Définition du lait cru :

Le lait cru est un produit intéressant sur le plan de la nutrition, c'est un produit vivant et fragile, il est uniquement réfrigéré à la ferme et maintenu à une température inférieure à 10 C°, il n'a subi aucun traitement thermique et conserve toute la flore microbienne d'origine, il est donc impérativement vendu et consommé dans quelques jours qui suivent la traite (**Galazy et Guiraud, 1980**).

#### 1.1. 2. Définition de lait de vache :

Le lait destiné à l'alimentation humaine a été définie en 1908 lors des premiers congrès internationaux pour la répression des fraudes alimentaires, comme "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 pas contenir de colostrum" (**larpent, 1997**).

### 1.2. La qualité organoleptique du lait cru

La qualité organoleptique englobe les caractéristiques : couleur, odeur, saveur et flaveur (**Fredot, 2005**). Rappelle que l'aspect, l'odeur, la saveur, la texture ne peuvent être précisés qu'en comparaison avec un lait frais (**Vierling, 2003**).

### 1.2.1. La couleur

La couleur est indiquée dans le lait cru, deux composants, les lipides sous forme de globules de matière grasse et les protéines sous forme de micelles de caséines diffractent la lumière. Ces agrégats dispersent les rayons lumineux sans les absorber et le rayonnement qu'ils renvoient, est identique en composition au rayonnement solaire, à savoir une lumière blanche (**Reumont, 2009**).

### 1.2.2. L'odeur

La présence de la matière grasse dans le lait lui confère une odeur caractéristique, au cours de sa conservation et une odeur aigre due à l'acidification par l'acide lactique (**Vierling, 1998**).

### 1.2.3. La saveur

Il est difficile de définir cette caractéristique du lait normal car elle provient de l'association d'éléments diversement appréciés selon l'observateur. En effet, on distingue la saveur douce du lactose, la saveur salée du Na Cl, la saveur particulière de lécithines qui s'équilibre et qui est atténuée par la masse des protéines (**Martin, 2000**).

### 1.2.4. La flaveur

C'est un équilibre subtil entre de multiples composés : acides, alcools, ester, amines, composés carbonyles et soufré ...etc. En interaction avec une matière lipidique et protéique (**Vierling, 1998**).

## 1.3. Les propriétés physico-chimiques

Les principales caractéristiques physico-chimiques utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique et la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité.

**Tableau 1:** Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache et chèvre (**Belarbi, 2015**).

Composition	Vache
Energie	705
Densité du lait entier à 20°C	1,028- 1,033
Point de congélation (C °)	0,520 - 0,550
Ph -20°C	6,60 - 6,80
Acidité titrable	15 - 17
Tension superficielle du lait entier à 15 C°(dynes cm)	50

Conductivité électrique à 25 °C (siemens)	45×10 <sup>-4</sup>
Indice de réfraction	1,45- 1,46
Viscosité du lait entier à 20°C (centpoises)	2,0 -2,2

### 1.3.1. L'acidité titrable ou acidité dornic

Selon **Jean et Dijon (1993)**, l'acidité du lait est appelée aussi l'acidité naturelle, causée par la présence de la caséine et lactalbumine, de substance minérales comme les groupes phosphates, le dioxyde de carbone et les acides organiques tel que l'acide citrique. C'est une mesure indirecte de sa richesse en caséine et en phosphates.

L'acidité titrée du lait frais exprimé en degrés Dornic (°D) est de 16 à 18°Dornic (°D, 1°D=0,1g acide lactique/litre de lait). L'acidité titrable augment à cause de de la dégradation du lactose en d'autres acides, du l'acide lactique et des lipides (**Amariglio, 1986**). Deux laits peuvent avoir le même pH mais des acidités titrables différentes et inversement. C'est à dire qu'il n'y a pas de relation d'équivalence réelle entre le pH et l'acidité de titration (**Bouchachi, 2017**).

### 1.3.2. La masse volumique et la densité

La masse volumique d'un liquide est une grandeur sans dimension qui exprime le rapport entre la masse d'un volume donné de liquide considéré et la masse de ce même volume d'eau. Elle varie entre 1,028 et 1,035, avec une moyenne de 1,032 à 20°C. Elle varie selon la composition du lait, en particulier sa teneur en matières grasses, qui a un effet significatif, par exemple la matière grasse possède une densité inférieure à 1, alors plus le lait contient un pourcentage élevé de matière grasse, plus sa densité sera basse. Un deuxième exemple se pose pour les solides non gras qui ont une densité supérieure à 1, donc plus le lait contient des solides non gras (SNG), plus il possèdera une densité élevée (**Vignolaet al, 2002**). Cette dernière varie selon la race et le régime alimentaire. (**Croguennec et al, 2008**).

### 1.3.3. Le pH

Il mesure la concentration des ions H<sup>+</sup> en solution. Le pH du lait ne change théoriquement pas et constitue un indicateur de sa fraîcheur. S'il y a une action des bactéries lactiques, une partie du lactose du lait sera dégradée en acide lactique, ce qui entraîne une augmentation de la concentration du lait en ions hydronium (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) et donc une diminution du pH (**Belarbi, 2015**). Un lait de vache frais a un pH de l'ordre de 6,7. Ce pH a tendance à diminuer pendant la lactation en raison des niveaux accrus de caséine et de phosphate qu'il contient.

### 1.3.4. Point de congélation

Le point de congélation du lait est l'une de ses caractéristiques physiques les plus constantes. Sa valeur moyenne, si l'on considère des productions individuelles de vache, se situe entre  $-0,54\text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $-0,55\text{ }^{\circ}\text{C}$  (**Mathieu, 1998**). La mesure de ce paramètre permet l'appréciation de la quantité d'eau éventuellement ajoutée au lait. Un mouillage de 1% entraîne une augmentation du point de congélation d'environ  $0,0055\text{ }^{\circ}\text{C}$  (**Goursaud, J., & al. (1985)**).

Le lait se congèle à  $-0,55\text{ }^{\circ}\text{C}$ . C'est la caractéristique la plus constante du lait et sa mesure est utilisée pour déceler le mouillage. Si le point de congélation est supérieur à  $-0,53\text{ }^{\circ}\text{C}$  on suspectera une addition d'eau (**Mahaut *et al*, 2000**).

### **1.3.5. Point d'ébullition**

Il est défini comme la température atteinte lorsque la pression de vapeur de la solution est égale à la pression appliquée. Il est légèrement supérieur à celui de l'eau. Comme pour le point de congélation, le point d'ébullition subit l'influence de la présence des solides solubilisés. Il est légèrement supérieur au point d'ébullition de l'eau, soit  $100,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . (**Jean et Dijon, 1993**).

### **1.3.6. La viscosité**

La viscosité du lait est une propriété complexe, particulièrement affectée par les facteurs suivants Particules colloïdales émulsionnées et dissoutes. Teneur en matière grasse et en caséine. L'influence la plus importante sur la viscosité du lait, qui dépend également des paramètres technologie et reste une caractéristique importante de la qualité du lait car il existe une forte relation entre les propriétés rhéologiques et la perception de la qualité consommateur (**Rheotest, 2010**).

### **1.3.7. La conductivité électrique**

Etablie au pont de Wheastone-Kolhrausch, la conductivité (qui s'exprime en mhos) se modifie avec quelques transformations chimiques, telles que l'augmentation des minéraux du lait. (**Jaquet et Thévenot, 1961**). Elle est affectée par la concentration des ions actuels dans le lait. (**Mir et Sadki, 2018**). La conductivité électrique est indiquée entre  $40\text{ à }50.10^{-4}$  mhos sur un produit fraîchement traité à la normale, (**Jaquet et Thévenot, 1961**).

## **1.4. La composition chimique du lait**

La composition chimique du lait varie en fonction de la race de la vache considérée, de son âge et de son alimentation. Le lait est constitué essentiellement d'eau, des glucides des matières azotées, des lipides, des minéraux et quelques éléments mineurs comme les vitamines et les enzymes.

### 1.4.1. L'eau

En termes de quantité, c'est l'élément principal, il est de teneur : 902 g par litre (**Mathieu, 1998**). La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confère un caractère polaire. Ce caractère polaire est ce qui lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux, et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles de sérum. Puisque les matières grasses possèdent un caractère non polaire (ou hydrophobe), elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides (**Vignola et al, 2002**).

### 1.4.2. Les glucides

Les glucides sont les ingrédients le plus important après l'eau en quantité. Environ 38% de matière sèche (**Perreau, 2014**). Presque tous les glucides du lait de vache sont constitués par le lactose (**Alais et Linden, 1987**). Il est à l'état de solution et, au cours de l'égouttage du fromage, il est en grande partie éliminé avec le lactosérum. Il joue un rôle nutritionnel particulier et intervient également comme élément de fermentation (**Miettonetal, 1994 ; FAO/OMS, 2000**). D'autres glucides peuvent être présents en faibles quantités, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose ; en outre, certains glucides peuvent se combiner aux protéines (**Amiot et al,q< 2002**).

### 1.4.3. Les lipides

Les lipides du lait se composent principalement de la matière grasse proprement dite, constituée de triglycérides (98%), de phospholipides (1%) et d'une fraction insaponifiable (1%) constituée en grande partie de cholestérol, glycérides partielles et de acides gras libres (**Amiot et al., 2002**). Le(**tableau 2**), donne les principales matières grasses présentes dans le lait de vache.

**Tableau 2:** Composition en lipides de lait de vache (**Chilliard, 1996**).

composition (%)	Lait de vache
Triglycérides	98
Glycérides partielles	0.5
Cholestérol	0.3
Phospholipides	0.9
Acides gras libres	0.4

**a. Les Triglycérides :** Ce sont des esters du glycérol, c'est-à-dire qu'ils sont formés par condensation de trois molécules d'acides gras sur une molécule de glycérol (**Walstra, 1999**).

**b. Les Phospholipides du lait :** Classés comme lipides complexes. Les phospholipides forment trois groupes principaux : les lécithines, les céphalines et les sphingomyelines (**Cayot et Lorient, 1998**). Leur plus importante caractéristique est leur propriété émulsifiante (**Jeness, 1986**). Cette dernière est dû à leur capacité amphipolaire caractérisé par une présence d'une partie hydrophile, qui s'associe à l'eau, et d'une partie lipophile qui s'associe aux constituent du globule de matière grasse (**Ratray et al, 1997**).

**c. Les Fractions insaponifiables :** Regroupe l'ensemble des constituants de la matière grasse qui ne réagissent pas avec la soude ou la potasse pour donner des savons, et qui après saponification, sont insolubles dans l'eau ou en milieu alcalin tout en restant solubles dans les solvants organiques non miscibles dans l'eau. Ils regroupent principalement des stérols, les caroténoïdes les xanthophylles et les vitamines A, D, E et K.

#### 1.4.4. Les protéines

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes, et elle forme une partie importante du lait et des produits laitiers (**Lankveld, 1995**).

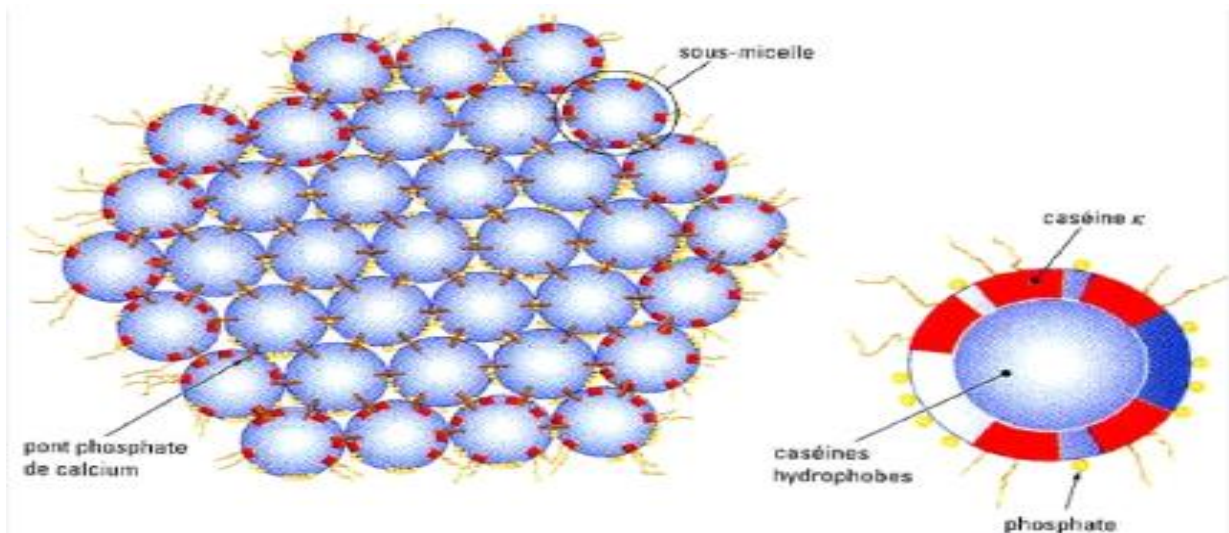
Les protéines sont divisées en deux catégories en fonction de leur solubilité et stabilité dans l'eau :

**a. Les protéines de sérum :** (bêta-lactoglobuline, alpha-lactalbumine) qui se retrouvent sous forme d'une solution colloïdale et qui précipitent sous l'action de la chaleur

**b. Les caséines :** ( $\alpha$ -S1B,  $\alpha$ -S2A,  $\beta$ -A2) qui sont en suspension colloïdale, qui se regroupe sous forme de micelles.

Les micelles varient principalement selon l'espèce animale, la saison, le stade de lactation (**Lenoir, 1985**), et représentent près de 80% de toutes les protéines dans le lait. Elles précipitent sous l'action de la présure ou lors de l'acidification à un pH d'environ 4,6.

L'fluidification de la structure tridimensionnelle permet d'affirmer que les caséines se regroupent sous forme sphérique appelée micelle (**Figure.1**). D'autre part, les protéines sériques dans les solutions colloïdales forment environ 20% des protéines totales, et qui sont riche en acide aminés soufrés, en lysine et tryptophane précipitent sous l'action de la chaleur (**Whitney et al, 1976**).



**Figure 1.** Représentation de la micelle de caséines avec sous-unités (Schmidt 1980).

#### 1.4.5. Les minéraux

Les minéraux contenus dans le lait se prennent nombreuses formes ; ce sont les plus souvent des sels, bases et acides. Le (tableau 3), représente la composition du lait en minéraux. Certains éléments s'ajoutent à cette liste, comme la présence de soufre dans les protéines et de très petites traces oligo-éléments de manganèse, bore, fluor, silicium, brome, molybdène, cobalt, baryum, titane, lithium etc...(Brûlé 1987). Lait et produits laitiers sont les principales sources de calcium et de phosphore et en recouvre plus de la moitié de nos besoins quotidiens.

**Tableau 3:** Teneurs en minéraux et en oligo-éléments de lait de vache en (mg/litre) (**Robert et al., 2002**)

Minéraux	Vache
Sodium	0,50
Potassium	1,50
Calcium	1,25
Magnésium	0,12
Phosphore	0,95
Chlore	1,00
Acide citrique	1,80
Oligo-élément	/
Fer	0,20 - 0,50
Cuivre	0,10 - 0,40
Zinc	3 - 6
Manganèse	0,01 - 0,03
Molybdène	0,070
Aluminium	0,6 - 1

#### 1.4.6 Les vitamines

Les vitamines sont des molécules complexes, de structures variées ayant un rapport étroit avec les enzymes dont elles jouent un rôle de coenzyme. Les vitamines se retrouvent dans le lait sous la forme de trace. Ainsi leur taux est en relation avec le régime alimentaire et aussi avec le stade de lactation (**Jeant et al, 2008**). Ces derniers sont divisés en deux classes selon leur solubilité (**Amiot et al, 2002**) :

Les vitamines hydrosolubles (vitamines du groupe B et vitamine C) qui se retrouvent en plus grande concentration dans le sérum ;

Les vitamines liposolubles (vitamines A, D, E et K) qui s'associent aux différents lipides.

#### 1.4.7. Les enzymes

Ce sont des composants organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivant, qui agissent comme un catalyseur dans une réaction biochimique. Approximativement 60 enzymes importantes ont été identifiées du lait (**Pougheon,et al, 2001**).

Le lait contient principalement trois groupes d'enzymes : les hydrolases, les déshydrogénases (ou oxydases) et les oxygénases. Les deux principaux facteurs qui influent sur l'activité enzymatique sont le pH et la température. En effet, chaque enzyme possède un pH et une température d'activité maximale, au-delà et en deçà desquels, l'activité est progressivement atténuée, puis inhibée. (Amiot *et al.*, 2002).

#### 1.4.8. Les antibiotiques

Un antibiotique (ATB) est une substance chimique organique d'origine naturelle ou synthétique qui serve à détruire les bactéries ou autres micro-organismes pathogènes, ou inhiber leurs croissances. Il s'agit aussi de tout produit pouvant être administré à l'homme ou à l'animal en vue de restaurer, corriger ou modifier leurs fonctions organiques (LE CHAT, 2007).

#### 1.4.9. L'amidon

L'amidon est ajouté dans le lait cru dans le but de modifier sa densité, vu que les laits n'ayant pas une densité comprise entre 1.028 et 1.036 ne sont pas acceptés par les laiteries. Pour détecter cette fraude, on peut laisser le lait au frigo pendant 24h afin de laisser décanter l'amidon (Zerzouni et Terrouche, 2017).

## 2. Facteurs de variation de la production et de la composition du lait cru

Plusieurs facteurs sont à l'origine des variations de la qualité du lait cru. L'alimentation, la race, le niveau génétique, le stade de lactation, la gestion et la saison, ainsi que les interactions entre eux affectent la composition du lait (Schwendelet *al.*, 2014; Kaouche-Adjlane, 2019).

### 2.1. Facteurs intrinsèques

Ces facteurs liés à l'animal, peuvent être de différentes natures et à différentes échelles, allant du génome au stade physiologique de l'animal (Billa, 2020).

#### 2.1.1. Facteur génétique

Il existe différentes races de vaches laitières, chacune ayant des caractéristiques phénotypiques qui leur sont propres (Balandraud *et al.*, 2019). Une grande variabilité existe entre individus d'une même espèce et d'une même race, y compris lorsque les conditions d'élevage et le statut physiologique des animaux sont identiques. L'amplitude de cette variabilité individuelle est nettement supérieure à celle observée entre les races (Berthelot, 2018). Les polymorphismes de chaque race peuvent affecter divers paramètres tels que la synthèse ou la sécrétion de certains constituants du lait comme les protéines (Sanchez *et al.*, 2017). Le **tableau 4** montre que les différentes races n'ont pas toutes le même niveau de production et ne fournissent pas un lait de composition strictement identique (Perreau, 2014).

**Tableau 4** : Production et composition du lait chez certaines races de vaches (**Berthelot, 2018**).

Race des vaches (jours)	Production laitière (kg)	Durée de lactation	Taux butyreux (g/kg)	Taux protéique (g/kg)	Nombre de lactations
<b>Holstein</b>	9352	348	31,8	39,0	1706420
<b>Montbéliarde</b>	7079	308	38,7	32,9	439609
<b>Normande</b>	6488	322	42,1	34,6	217642
<b>Abondance</b>	5390	298	36,9	33,3	23412
<b>Brune</b>	7367	338	41,6	34,2	17344
<b>Simmental</b>	6159	302	39,9	33,7	16938
<b>Pie rouge des Plaines</b>	7779	330	42,5	33,2	10221
<b>Tarentaise</b>	4190	280	36,6	32,3	7816
<b>Jersiaise</b>	5071	324	55,4	38,4	5829
<b>Salers</b>	2239	219	34,3	32,2	1315

### 2.1.2. Stade et nombre de lactations

La production du lait est en corrélation évidente avec l'âge ; elle augmente depuis le premier part jusqu'au sixième, puis va en diminuant du septième au quatorzième (**Larbaletrier, 2015**). L'effet de la parité sur les taux butyreux et protéique du lait de vache est faible. Les variations observées entre les deux premières lactations sont d'autant plus importantes que les génisses vèlent jeunes (**Legarto et al., 2014**). Au-delà de quatre lactations, les taux butyreux et protéique ont tendance à diminuer, surtout lorsque la mamelle a subi des mammites récurrentes. La parité n'a pas d'effet sur la taille des globules gras, le profil en protéines, le temps de coagulation du lait ou la fermeté du gel (**Gelé et al., 2014 ; Bittante et al., 2015**). La flore microbienne qui colonise la surface des trayons augmente et se diversifie avec l'avancement de la parité, en particulier lorsque l'état de surface des trayons est détérioré (**Monsallier et al., 2012**). La production laitière et la composition du lait varient aux différentes étapes de la lactation (**Billa, 2020**). Le numéro de lactation intervient dans l'épanouissement de l'activité sécrétoire de la mamelle. Le sommet de la production laitière est atteint à partir de la 5ème lactation (**Yennek, 2010**). Bien que la taille des globules gras

diminue, les taux butyreux et protéique, le temps de coagulation du lait et la fermeté du gel augmentent avec l'avancement dans le stade de lactation (**Tableau 5**) (**Bittante *et al.*, 2015**).

Cette liaison considérée comme un processus de dilution en raison d'une baisse dans les quantités de lait produites (**Srairi *et al.*, 2009**). Les teneurs du lait en protéines solubles, en plasmine et en cellules somatiques augmentent, mais la part des différentes caséines dans les protéines évolue peu (**Gelé *et al.*, 2014 ; Perna *et al.*, 2015**). Le rendement fromager est plus élevé que le niveau de production est faible en raison de la corrélation négative entre la quantité et qualité du lait produit (**Pradal, 2012 ; Berthelot, 2018**).

La production et la teneur du lait en lactose suit la même allure que la production laitière : un pic entre 30 et 60 jours de lactation puis une diminution régulière sur la suite de la lactation (**Malchiodi *et al.*, 2014**). La concentration en lactose est plus faible de 1,9% à 3,1% entre des vaches multipares par rapport à d'autres primipares (**Lucy *et al.*, 2009 ; Malchiodi *et al.*, 2014**).

**Tableau 5** : Effet du stade de lactation sur la qualité du lait de vache (**Berthelot, 2018**)

Composition et propriétés du lait	Début de lactation	Milieu de lactation	Fin de lactation
Taux butyreux (g/kg)	36,3	40,1	42,0
Taux protéique (g/kg)	31,0	33,2	38,1
Caséines/protéines (%)	38,1	83	82
Protéines solubles (g/kg)	5,4	5,6	6,8
Calcium (g/kg)	1,26	1,24	1,26
Cellules somatiques (log/mL)	4,77	5,10	5,42
pH	6,68	6,68	6,74
Temps de coagulation (min)	8,4	8,6	9,6
Fermeté du gel (mm)	37,7	38,0	38,6

### 2.1.3. Etat de santé des vaches

La rentabilité des élevages laitiers est conditionnée par l'état de santé des vaches (**Serieys, 2015**). Les quantités de lait produites chutent d'une façon considérable dès l'installation des mammites (**Taylor, 2006**). Une infection mammaire perturbe le fonctionnement de la glande et la composition du lait produit. Ces perturbations résultent de l'infection elle-même, suite à la présence de bactéries pathogènes dans la glande mammaire infectée et de la réaction inflammatoire de défense associée (**Rezamand et al., 2007**).

L'infection de la mamelle entraîne une baisse de ses capacités de synthèse, de façon d'autant plus importante que l'infection est sévère. Les concentrations des constituants du lait provenant du sang augmentent, alors que celles des constituants synthétisés par la mamelle diminuent (**Coulonet al., 2002**). Les variations les plus nettes sont l'élévation des taux de sodium et de chlore et la diminution du taux de potassium. Ce bouleversement des équilibres minéraux est associé à une augmentation considérable du pH (de 6,6 à 6,9), qui détériore l'aptitude du lait à la transformation fromagère : il coagule mal, se raffermite et s'égoutte moins bien et le rendement fromager est diminué. En outre, la membrane enveloppant les globules gras est altérée, les teneurs en enzymes protéolytiques et lipolytiques sont augmentées, ainsi que la teneur en acides gras libres, ce dernier point dénotant une lipolyse du lait, qui peut être multipliée par trois dans un lait avec plus de 750 000 cellules/mL par rapport à un lait sain (**Ogolaet al., 2007**).

Les animaux atteints de troubles divers ont un appétit réduit en lien avec la douleur et le mal être qu'ils ressentent, ce qui diminue la disponibilité en nutriments utiles pour la production. De plus, dans le cas des troubles de locomotion, l'animal minimise ses déplacements pour s'alimenter, ce qui accentue la réduction des quantités ingérées (**Perreau, 2014**).

## 2.2. Facteurs extrinsèques

### 2.2.1. Traite des vaches

Le rythme, la fréquence et le mode de traite peuvent modifier la composition du lait, ainsi que sa qualité technologique et, dans une moindre mesure, nutritionnelle. L'environnement et la conduite de la traite ont par ailleurs un effet spécifique sur la qualité bactériologique ou sanitaire du lait (**Berthelot, 2018**). Trois traites par jour augmentent les quantités produites par l'animal alors que la monotraite les réduit ; à l'inverse, la suppression d'une traite par semaine, même bien gérée, a un léger impact négatif à ce niveau. Les premiers jets sont pauvres en matières grasses, alors que les derniers en sont plus pourvus. Le lait résiduel, évacué en fin de traite, a donc une plus forte teneur en matières grasses, d'où l'intérêt d'une traite complète. Lorsque la fréquence de traite augmente, les taux ont tendance

à diminuer par effet de dilution de la matière synthétisée dans une plus grande quantité de lait (**Perreau, 2014**). Pour les troupeaux sains au préalable, la numération cellulaire dans le lait peut même être réduite avec la machine à traire. En revanche, son usage pour des troupeaux souffrant d'infections mammaires récurrentes aggrave le problème et augmente en conséquence les teneurs du lait en cellules somatiques (**Berthelot, 2018**).

### 2.2.2. Alimentation

Chez les vaches laitières, l'alimentation affecte réversiblement la composition du lait (**Billa, 2020**). Cette dernière évolue principalement au niveau de la teneur en matières grasses et de leur composition en acides gras et en vitamines liposolubles. En effet, le niveau des apports énergétiques et azotés joue un rôle important sur la production laitière, mais aussi sur la composition du lait et sur son aptitude à la transformation fromagère. Notons qu'une augmentation du niveau des apports énergétiques s'accompagne d'une augmentation de production et du taux protéique et, en général, d'une diminution du taux butyreux (**Berthelot, 2018**). **Wolter et Pontet (2012)**, rapportent que les variations du taux protéique dues à l'alimentation n'entraînent pas de modification du rapport caséines/protéines du lait ; elles ont ainsi un effet direct sur la consistance du caillé obtenu par coagulation et sur le rendement fromager. Aussi, la composition ou la diversité botanique des fourrages semblent avoir très peu d'effet sur la composition physicochimique du lait et sur sa qualité technologique. En revanche, une augmentation de la part de concentré dans la ration des vaches, entraîne une diminution du taux butyreux du lait. La libre disposition fréquente ou mieux permanente d'une eau appétente et fraîche est primordiale pour soutenir la production laitière. Un bilan protéique négatif entraîne une baisse de la concentration en acides aminés essentiels dans la circulation sanguine (**Fayolle, 2015**). On peut supposer que la physiologie de la mamelle n'est pas la seule à être affectée, mais ce faible taux de circulation constitue un facteur limitant dans les apports à la mamelle et la synthèse du lait (**Larsen et al., 2014**).

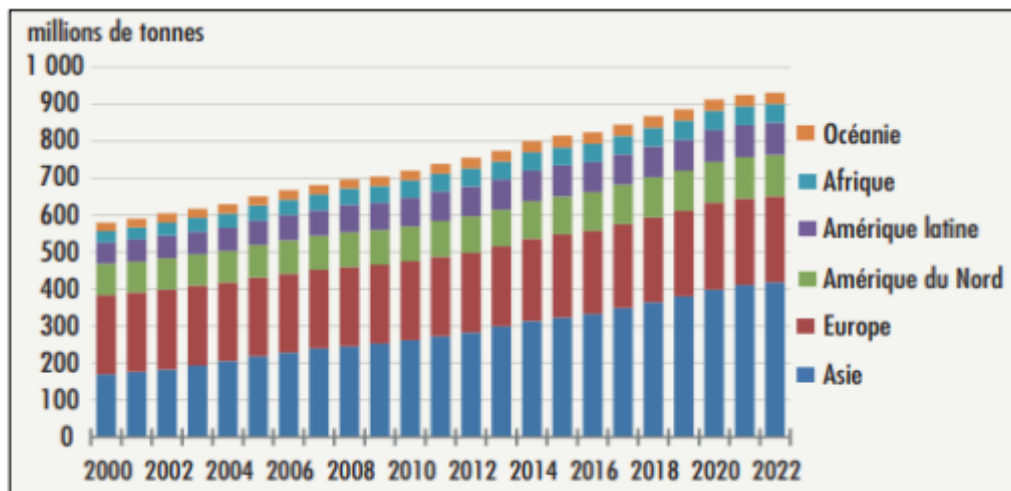
### 2.2.3. Température et saison

La production laitière est réduite d'autant plus fortement que la chaleur est élevée, ainsi que les teneurs du lait en matières grasses et protéiques, qui diminuent linéairement avec l'élévation de la température (**Bertocchietal., 2014**). Les températures froides ont des effets moins rapides et de moindre importance (**Berthelot, 2018**). Les variations saisonnières ne peuvent pas être attribuées à un effet spécifique de la saison, dans la mesure où ce dernier se combine avec ceux de l'alimentation et du stade physiologique des animaux mais aussi avec ceux de la qualité bactériologique du lait et des conditions de transformation fromagère (**Berthelot, 2018**).

### 3. La production laitière

#### 3.1 Etat des lieux de la filière laitière

Estimée à 930 millions de tonnes toutes espèces confondues en 2022, la production laitière mondiale a faiblement progressé depuis 2019. Le lait de vache est toujours prépondérant avec 78% de la production mondiale, mais sa part relative s'érode au fil du temps. La croissance de la production de lait de vache progresse lentement depuis 2010 (**Figure. 2**)



**Figure 2.** Production laitière dans le monde. Source : GEB-Institut de l'Élevage d'après **FAO & FIL (Duflot et al., 2022)**.

En 2022, la production laitière a peiné à se maintenir sur le continent Africain, mais elle reste globalement stable en Algérie (**Duflot et al., 2022**). Malgré tous les efforts de l'Etat Algérien pour développer sa production nationale, le pays reste très dépendant de l'importation en matière de lait et ses dérivés (**Duflot et al., 2022**). La production locale avoisine les 3,5 milliards de litres de lait, alors que la consommation annuelle est d'environ 5 milliards de litres, ce qui correspond à une moyenne de 145 à 150 litres/hab/an (**Demmad, 2021**).

#### 3.2. La production laitière en Algérie

La production laitière en Algérie ne permet pas l'autosuffisance. Cette situation est due globalement au fait qu'une politique laitière était quasi-inexistante au cours des différents plans de développement (**Souki, 2009**).

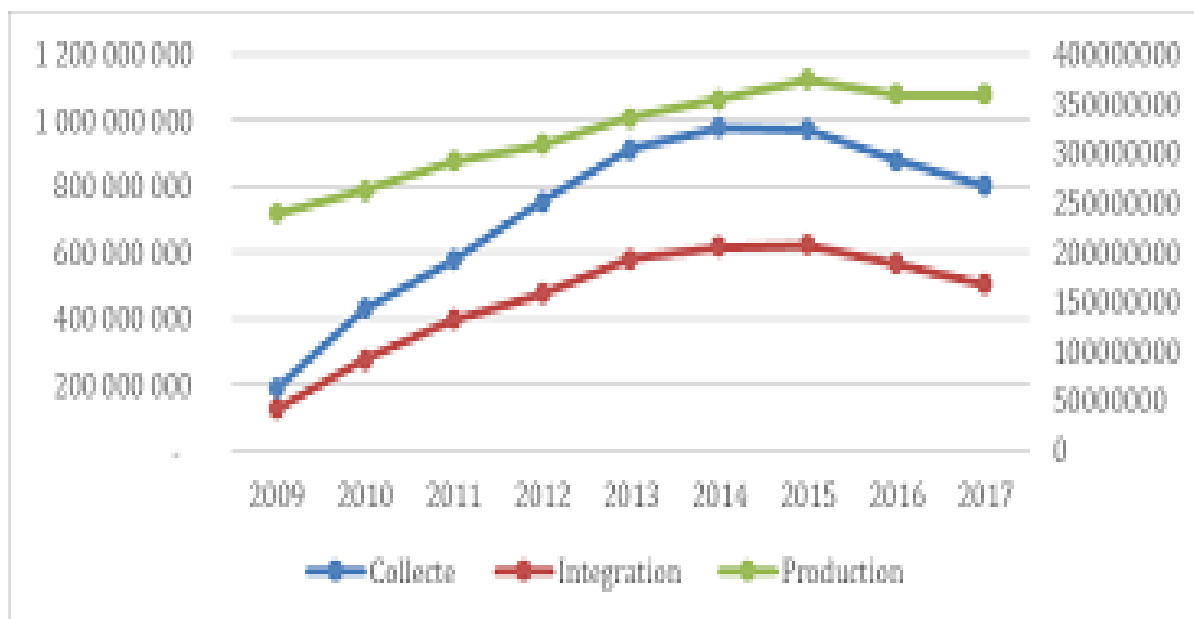
D'autre part le prix du lait cru payé par les offices laitiers aux producteurs est jugé peu incitatif par ces derniers, d'où leur désintérêt pour l'activité laitière, car moins rentable que la production de viande (engraissement) ou la production végétale (arboriculture, maraîchages, etc...).

Des études élaborées sur des exploitations laitières ont montré la faiblesse des revenus tirés par les producteurs (et les fermes d'Etat) de l'activité laitière, comparativement aux autres activités. (Amellal, 1995).

La **figure.3** ci-dessous établie par (Lazereg *et al.*, 2020), montre l'évolution de la production laitière entre 2009 et 2017, selon ces mêmes auteurs, la production et la collecte du lait semblent avoir vécu deux périodes. L'avant 2015 est caractérisé par une croissance continue due à une impulsion des opérateurs privés et le soutien de l'Etat. La récession constatée en 2015 peut être expliquée par deux phénomènes distincts mais complémentaires :

- D'un côté, les coûts de productions élevés au niveau des élevages exacerbés par la sécheresse qu'a connu le pays entraînent un délaissement de l'activité.
- De l'autre côté, la fin des quotas laitiers en Europe a engendré une baisse brutale des prix sur le marché mondial de la poudre.

Au niveau de la transformation, cette baisse de prix privilégie la poudre au détriment du lait local, ce qui incite les laiteries à s'approvisionner sur le marché mondial.



**Figure 3.** Collecte, intégration et production du lait cru national (2009-2017) (Lazereg *et al.*, 2020).

En 2016, la production laitière totale (toutes espèces confondues) est évaluée à 3,6 milliards de litres, la production brute de lait de vache représente 2,7 milliards de litres/an (soit 67,5% de la production totale) et la production destinée à la consommation humaine 2,2 milliards de litres/an (60%). De 2005 à 2018, la production laitière serait ainsi passée de 1 milliard de litres à plus de 4 milliards de litres (Imadalou, 2020).

### 3.3. L'élevage bovin laitier en Algérie

En Algérie, l'élevage de bovins joue un rôle économique et social dans la société. Il assure d'une part une bonne partie de l'alimentation humaine par la production laitière et la production de la viande rouge d'autre part, il constitue une source de rentabilité pour les producteurs et les agriculteurs.

L'élevage bovin laitier n'a pas connu de développement significatif. Dans la plupart des cas, il est mené en extensif et demeure peu productif, ce qui explique globalement sa faible contribution au fonctionnement de la filière lait en Algérie.

Selon (**Bekhouche-Guendouz, 2011**), le cheptel bovin se caractérise par la présence de trois types distincts dont deux sont orientés principalement vers la production laitière :

#### 3.3.1. Bovin Laitier Local (BLL) :

En raison de sa faiblesse en termes de production de lait, le BLL est beaucoup plus orienté vers la production de viande. Il représente, environ 34% de l'effectif du cheptel soit 330 000 vaches à 1000/litres/an (**MADR, 2015**).

Le bovin laitier local est caractérisé par son faible rendement laitier et occupe une place importante dans l'économie familiale. Il est localisé soit dans les régions des collines et des montagnes peu arrosées du nord, le bas des pentes des chaînes montagneuses à la lisière des plaines côtières et les vallées à l'intérieur des massifs montagneux, soit au niveau des zones montagneuses humides et boisées du nord.

Le « BLL » est connu pour sa rusticité, en résistant à des conditions climatiques difficiles, Il est peu productif et sa faible production de lait fait que cette dernière est surtout destinée à l'autoconsommation. De ce fait, c'est une population qui est beaucoup plus orientée vers la production de viande (**Bekhouche-Guendouz, 2011**).

#### 3.3.2. Bovin Laitier Amélioré (BLA) :

Le Bovin Laitier Amélioré est une catégorie constituée de croisements (non contrôlés) entre la race locale « Brune de l'Atlas » et des races introduites (**Kafidi 2019, Kerbache, 2019, Tennah, 2019**).

Le BLA représente environ 38 % de l'effectif total soit 320 000 vaches avec un rendement annuel de 1500 litres/vache/an (**MADR, 2015**).

Selon (**Soukehal, 2013**), environ 50 % du BLL et du BLA se trouve dans un rectangle du Nord-Est du pays qui comprend 8 wilayas, qui sont les suivantes : « El Tarf, Annaba, Skikda, Jijel, Souk-Ahras, Guelma, Mila, Sétif ». Ces wilayas se caractérisent par une pluviométrie supérieure ou égale à 600 mm, et qui disposent de pâturages de montagnes et de pâturages des plaines côtières.

### **3.3.3. Bovin Laitier Moderne (BLM) :**

Hautement productif, conduite intensive, dans les zones de plaines et dans les périmètres irrigués où la production fourragère est plus ou moins importante. Il est introduit principalement à partir d'Europe et comprend essentiellement les races : Montbéliarde, Frisonne Pie Noire, Pie Rouge de l'Est, Tarentaise et Holstein.

Le BLM représente 28% de l'effectif total soit 300 000 vaches avec un rendement de 3500 litres/vache/an (**MADR, 2015**)

Le nombre de vaches laitières améliorées (VLA) et des vaches laitières locales (VLL) est plus élevé que le nombre des vaches laitières modernes (VLM). Cette importante augmentation du nombre de BLA est due aux croisements entre les BLM et les BLL. (**Kerbache, 2019 ; Tennah 2019 ; Kafidi 2019**).

### **3.4. Répartition de la production laitière par zones géo-climatiques**

On distingue trois zones de productions déterminées sur la base des conditions de milieu, principalement le climat :

#### **3.4.1. Une zone (1) littorale et sub-littorale à climat humidesub-humide:**

Cette zone représente 60% de l'effectif bovin laitier et 63% de la production de lait, fortement liée à la production fourragère, où elle présente une superficie de 60.90% des superficies fourragères totales.

#### **3.4.2. Une zone (2) agropastorale et pastorale à climat semi-aride et aride:**

Représentant 26% de l'effectif bovin laitier et 26% de la production du lait cru. Cette zone renferme 31.8% des superficies fourragères totales.

#### **3.4.3. Une zone (3) saharienne à climat désertique:**

Représente 14% de l'effectif de bovin laitier, et 11% de la production de lait cru, et un apport fourrager ne dépassant pas les 7,3% de l'ensemble des superficies (**Mansour, 2018**).

La localisation de la production laitière est marquée par une forte concentration dans quelques wilayas du Nord. En 2017, la wilaya de Sétif arrive en tête de liste avec une production de 287.325.000 de litres (8%) du total national), suivie de Tizi-Ouzou avec 178.785.000 litres (5%) et Sidi Bel-Abbes avec une production de 167.178.000 (4,7% de la production nationale totale) (**ONIL, 2018**).

***MATÉRIEL***  
***ET***  
***MÉTHODES***

### III. MATERIEL ET METHODES

#### 1. Présentation du lieu de stage

##### 1.1. Historique de l'entreprise

La laiterie Edough Annaba Algérie (LEA) est une entreprise qui produit et commercialise du lait et ses dérivés actionnariat public (APS) dont le capital social est estimé à 859, 600, 000,000DA est à 100% en revue le complexe lait et ses dérivés GIPLAIT, la laiterie a été créée en 1975 sous le slogan de l'ONALAIT.

Sa mission est le commerce du lait et ses dérivés dans le cadre du programme national de production et de collecte du lait de vache. La capacité de production de l'établissement est estimée à 99375 millions de litres de lait répartis comme suit:

90750 million litres cela correspond à 91,32% de la production totale destinée à la production laitière Pasteurisateur Reconstitué (LPC) équivalent à 8625 millions de litres soit 8,68 % pour la production des autres produits laitiers.

Concernant le lait de vache, au cours de l'année 2013: 17,2 millions de litres ont été collectés et en 2014 27,3 millions de litres ont été collectés. L'établissement emploie 108 salariés (2013/12/31), et réalisé un chiffre d'affaires équivalent à 2,011 milliards de dinars Algériens, avec une valeur ajoutée estimée à 0,426 milliards de dinars algériens, un surplus brut pour l'exploitation est estimé à 0,253 milliards de dinars algériens.

##### 1.2. Informations générale de l'entreprise

L'unité occupe 60 hectares mètres carré répartis comme suit:

- ✓ Locaux de fabrication (laiterie, fromagerie).
- ✓ Locaux de services généraux (chaudière, compresseur, shiler).
- ✓ Locaux de stockage de matière première (lait en poudre, ,aromes....etc).et des produits chimiques (acides,bases...etc.).
- ✓ Magasin de maintenance.
- ✓ Laboratoires des analyses physicochimiques et bactériologiques.
- ✓ 02 chambres froides et une chambre chaude (maturation du yaourt).
- ✓ Station de traitement des eaux.
- ✓ Locaux de commercialisation

##### 1.3. Les produits de la laiterie Edough

- Lait pasteurisé conditionné en sachets
- Lait Fermenté conditionné
- Lait de vache pasteurisé
- Beurre

- Crème fraîche
- Fromage Camembert
- Lait cru local Recherche Sous Traitance /Partenariat
- Production et commercialisation

#### 1.4. Situation géographique

La laiterie Edough se situe sur la route d'El Hadjar.Bp 3084. El-Bouni. Annaba-Alger (**Figure 4**). Elle est limitée :

Au Nord par la route nationale 16 (RN 16) ;

Au Sud par la voie ferrée (SNTF) et le centre pénitencier d'El Allelik ;

A l'Est l'entreprise FERROVIAL ;

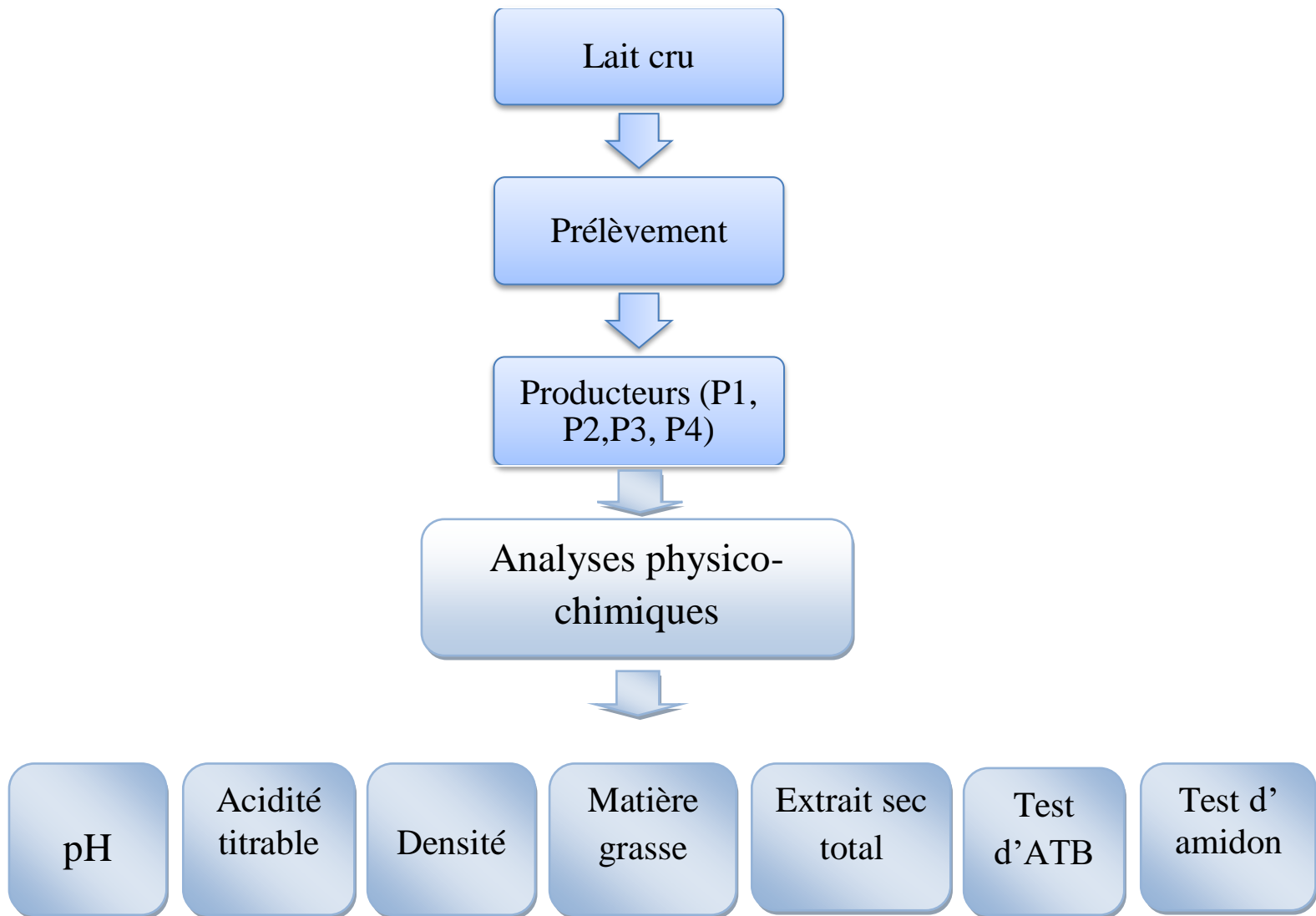
A l'Ouest la société SNVI.



**Figure 4.** Localisation de la laiterie Edough (www.Google Maps.com).

## 2. Protocole expérimental

Le protocole expérimental réalisé au niveau de la laiterie Edough sur le lait de vache cru se résume dans le schéma suivant :



**Figure 5.** Protocole expérimental réalisé au niveau de la laiterie Edough sur le lait de vache Cru.

### 2.1. Echantillonnage

Les analyses physico-chimiques de notre étude ont été réalisées sur 20 échantillons du lait cru de vache appartenant à 4 producteurs différents de la région d'Annaba soit 5 échantillons pour chaque ferme faites aux niveaux de la laiterie Edough-Annaba. Le lait qui arrive au laboratoire doit avoir une température variant de 6° à 12°C avant d'être soumis à différentes analyses.



**Figure 6.** Les échantillons du lait cru de vache (photo personnelle).

## 2.2. Analyses physico-chimiques

### 2.2.1. Mesure du pH

La valeur du pH a une importance exceptionnelle par l'abondance des indications qu'elle donne sur la richesse du lait en certains de ces constituants, sur son état de fraîcheur et sur sa stabilité (Mathieu, 1998).

#### ✓ Mode opératoire

- Étalonner le pH mètre avec deux solutions tampons de pH=4 et pH=7.
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans un béccher contenant le lait à analyser et lire la valeur de pH Stabilisée.
- A chaque mesure du pH, retirer l'électrode, rincer avec l'eau distillée et sécher.

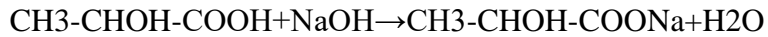
- ✓ **Expression des résultats** La valeur du pH est affichée directement sur l'échelle du pH-mètre (Figure 7).



**Figure 7.** Prélèvement du pH des différents échantillons (photo personnelle).

### 2.2.2. Détermination de l'acidité titrable

Cette analyse est basée sur le titrage de l'acide lactique par la soude ((NaOH) 1/9N) en présence de la phénolphtaléine (1%), comme indicateur coloré, qui indique la limite de la neutralisation par changement de couleur (rose pâle) .



Cette acidité est exprimée en degré Dornic (°D) où : 1°D représente 0,1 g d'acide lactique dans un litre de lait (**Mathieu, 1998**).

#### ✓ Mode opératoire

- 10 ml de l'échantillon sont préparés dans un bêcher de 100 ml.
- Ajouter à la solution 0,3 ml de la solution de phénolphthaléine à 1%.
- Titrer avec la soude (NaOH N/9) jusqu'au virage de couleur vers le rose de la solution qui doit persister pendant une dizaine de secondes.

#### ✓ Expression des résultats

- L'acidité est exprimée en degré Dornic (°D) et donnée par la formule suivante :

$$A = V \cdot 10$$

V : volume en ml de solution d'hydroxyde de sodium (soude Dornic).



**Figure 8.** Technique de la mesure de l'acidité (A) laphénophtaléine, (B) la solution de NAOH (Photo personnelle).

### 2.2.3. La densité

La densité du lait est le rapport des masses d'un même volume de lait et d'eau à 20°C (**Mathieu, 1998**). La détermination de la densité se réalise en utilisant un aéromètre spécialement adapté, que l'on appelle thermo-lactodensimètre, gradué à la température de 20°C.

### ✓ Mode opératoire

- Verser le lait dans l'éprouvette de 250 ml tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air.
- L'introduction de thermo-lactodensimètre dans l'éprouvette remplie de lait provoque un débordement de liquide ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture.
- Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque, lire la température.

### ✓ Expression de résultats

$$MV = MV_1 - [(20 - X) \cdot 0,0002]$$

MV : Masse volumique finale.

MV<sub>1</sub> : la masse volumique lue sur thermo-lactodensimètre.

20°C : La température référence.

X : La température lue sur thermo-lactodensimètre (C°)

0,0002 : constant



**Figure 9.** Le thermo-lactodensimètre (Photo personnelle).

### 2.2.4. Matière grasse

Détermination du taux de la matière grasse par la méthode acido-Butyrométrique de GERBER.

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

### ✓ Mode opératoire

- Introduire dans le butyromètre de GERBER ; 10 ml d'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).
- Ajouter 11ml de l'échantillon à l'aide d'une pipette en l'écoulant à travers les parois. pour éviter le mélange prématuré du lait avec l'acide ;
- Ajouter 1ml d'alcool iso amylique ;
- Fermer le butyromètre à l'aide d'un bouchon ;
- Mélanger jusqu'à la dissolution totale du mélange ;
- Centrifuger pendant 5 minutes à 350 tours / min.

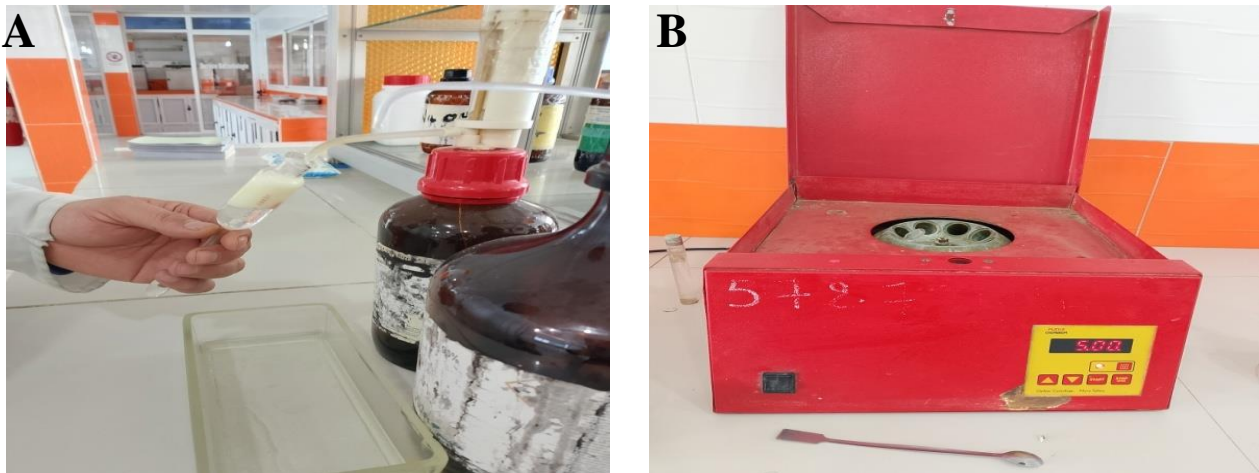
✓ **Expression des résultats**

Le résultat est exprimé en g/l et la lecture se fait directement sur le butyromètre.

$$MG=A-B$$

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

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



**Figure 10.** (A)le Butyromètre,(B)la centrifugeuse (Photo personnelle).

### 2.2.5. Détermination de l'extrait sec totale

La teneur en matière sèche totale est le résultat obtenu après évaporation de l'eau du lait. Elle est exprimée en gramme par litre ou gramme par Kilogrammes ou en pourcentage (Mathieu,1998).

✓ **Mode opératoire**

- Dans la capsule séchée et tarée, introduire à l'aide de la pipette 3g de lait.
- Introduire dans l'étuve réglée à 103°C ± 2°C et l'y laisser 3 heures.
- Mettre ensuite la capsule dans le dessiccateur et laisser refroidir jusqu'à la température Ambiante.
- On pèse en suite à l'aide d'une balance analytique le résidu.

✓ **Expression des résultats**

La matière sèche est exprimée en pourcentage comme suit :

$$[(M1-M0) / (M2-M0)].100$$

M0 : Est la masse en grammes de la capsule vide.

M1 : Est la masse en grammes de la capsule et du résidu après dessiccation et refroidissement.

M2 : Est la masse en grammes de la capsule et de l'échantillon avant dessiccation.

### 2.2.6. Test d'antibiotique

La recherche d'antibiotiques se fait par un appareil « rosa incubateur » avec l'utilisation des bandelettes de 8 à 9 cm.

Ce test permet de détecter la présence ou l'absence d'antibiotiques dans le lait cru.

#### ✓ Mode opératoire

- Allumer l'appareil jusqu'au signal rouge.
- Placer les tubes eppendorfs dans l'appareil.
- Ajouter 100µl du lait cru prélevé avec la micropipette à l'intérieur de ces tubes.
- Incuber pendant 3 min.
- Introduire les bandelettes de migration comme indicateur dans les tubes eppendorfs.
- Laisser ces bandelettes pendant 5 à 10min.

#### ✓ Expression des résultats

- Le test est positif s'il y a l'apparition de trois traits.
- Le test est négatif s'il y a l'apparition de quatre traits.



**Figure11.**Appareil rosa incubateur et les bandelettes (Photo personnelle).

### 2.2.7. Test d'amidon

Ce test permet de voir si le lait a été additionné de l'amidon. Le principe repose sur la réaction entre l'amidon et l'iode qui donne une coloration bleue.

#### ✓ Mode opératoire

- Verser 20ml de lait à analyser dans un tube à essai.

-Ajouter 5- 10 gouttes de l'indicateur iodé.

✓ **Expression des résultats**

S'il n'y a pas de coloration bleue, le lait n'est donc pas reconstitué et ne contient pas d'amidon.

**3. Analyse statistique**

Les résultats obtenus ont été exprimés par la moyenne et traité à l'aide du logiciel statistique MINITAB version 14 (PA State College, USA) pour Windows (X, 2011).

L'analyse de la variance à un critère de classification (AV1) permet de comparer entre les valeurs des paramètres physicochimiques des échantillons du lait de vache cru provenant de 4 producteurs différents dans la région d'Annaba.

# *RESULTATS*

## VI. RESULTATS

Le lait arrivé au laboratoire doit avoir une température variant de 6 °C à 12 °C avant de procéder aux différentes analyses physico-chimiques suivantes : le pH, la densité, l'acidité, la matière grasse, l'extrait sec total (EST), ainsi que le test d'amidon et la détection d'antibiotiques.

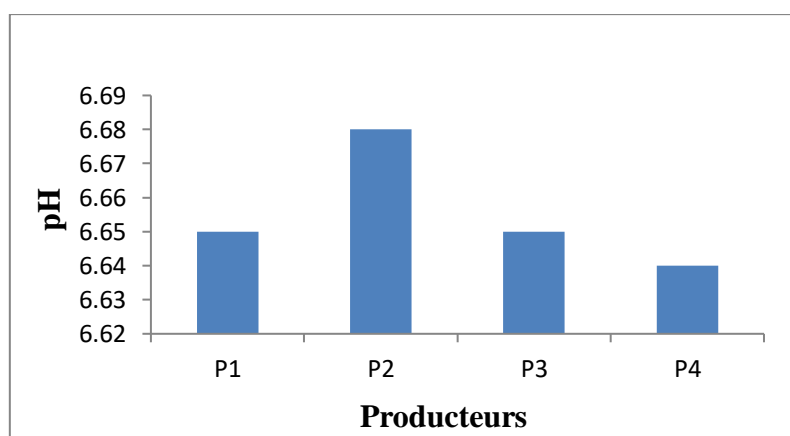
### 1. Détermination du pH:

Les résultats de l'analyse du pH varient de 6,64 à 6,7 pour les échantillons du lait des 4 producteurs avec une valeur moyenne de 6,65 conforme aux normes (6,6-6,8). En effet, les valeurs maximales sont enregistrées chez le producteur 1 et les minimales chez le producteur 4 (**Tableau6; figure12**).

L'analyse de la variance à un critère de classification (AV1) montre une différence significative ( $p= 0.041$ ) du pH entre les quatre producteurs (**Tableau 7**).

**Tableau 6** : Mesure du pH des échantillons de lait de vache provenant des 4 producteurs de la région d'Annaba.

Producteurs	pH	Norme
<b>P1</b>	6,65	<b>6,6-6,8</b>
<b>P2</b>	6,68	
<b>P3</b>	6,65	
<b>P4</b>	6,64	
<b>Moyenne</b>	<b>6,65</b>	



**Figure 12** :Variation du pH du lait de vache cru chez 4 producteurs différents de la région d'Annaba.

**Tableau 7 :** AV1 du pH de lait chez quatre producteurs différents de la région d’Annaba.

Source	DF	Seq SS	F	p
Producteurs	3	0.0037	3.48	0.041*
Error	16	0.0057		
Total	19	0.0094		

NS : non significatif \* significatif (P< 0,05) \*\* très significatif (P< 0,01) \*\*\* hautement significatif (P< 0,001)

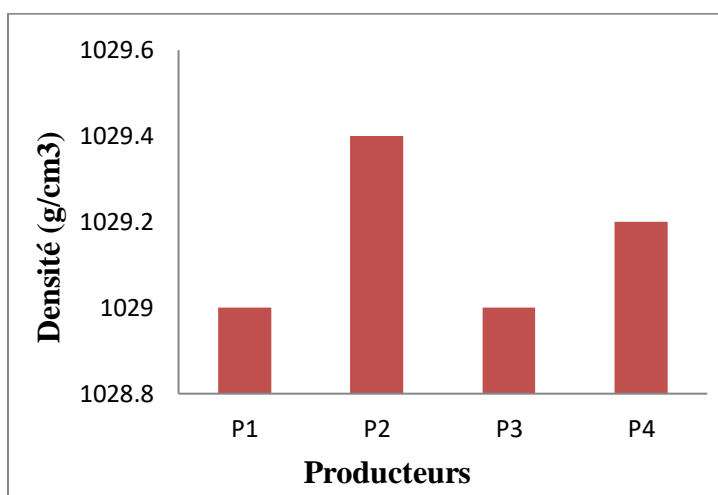
**2. Détermination de la densité :**

Les valeurs de la densité des échantillons P1, P2, P3 et P4 varient entre 1029 et 1029,4g/cm<sup>3</sup> avec une moyenne de 1029,15 g/cm<sup>3</sup> qui reste dans la norme (1,028 – 1,033). Cependant, P1 et P3 montrent des valeurs similaires (1029 g/cm<sup>3</sup>) tandis que P2 présente les valeurs les plus élevés (1029,4 g/cm<sup>3</sup>) (**Tableau 8; figure13**).

L’analyse de la variance à un critère de classification (AV1) ne montre aucune différence significative (p= 0.604) de la densité entre les quatre producteurs (**Tableau 9**).

**Tableau 8 :** Mesure de la densité(g/cm<sup>3</sup>) des échantillons de lait de vache provenant des 4 producteurs de la région d’Annaba.

Producteurs	Densité (g/cm <sup>3</sup> )	Norme
<b>P1</b>	1029	<b>1,028 – 1,033</b>
<b>P2</b>	1029,4	
<b>P3</b>	1029	
<b>P4</b>	1029,2	
<b>Moyenne</b>	<b>1029,15</b>	



**Figure 13 :** Variation de la densité (g/cm<sup>3</sup>) du lait de vache cru chez 4 producteurs différents de la région d’Annaba.

**Tableau 9 :** AV1 de la densité ( $\text{g/cm}^3$ ) du lait chez quatre producteurs différents provenant de la région d'Annaba.

Source	DF	Seq SS	F	p
Producteurs	3	0,9500	0,63	0,604NS
Error	16	8,0000		
Total	19	8,9500		

NS : non significatif \* significatif ( $P < 0,05$ ) \*\* très significatif ( $P < 0,01$ ) \*\*\* hautement significatif ( $P < 0,001$ )

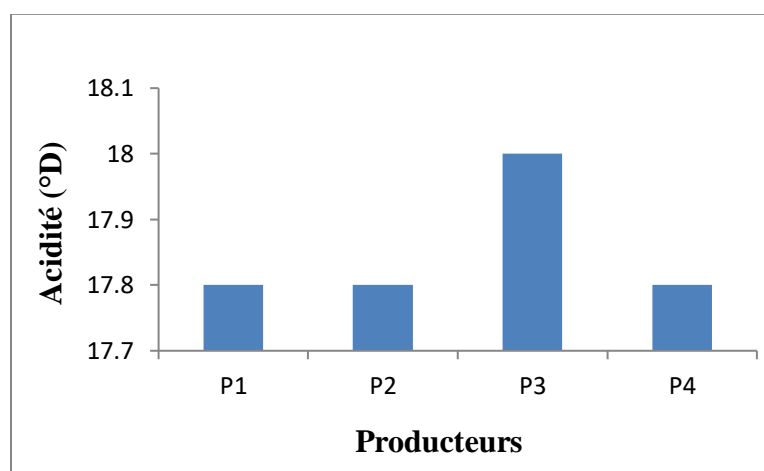
### 3. Détermination de l'acidité

Les échantillons présentent des valeurs d'acidité proches allant de 17,8 à 18 °D et la moyenne est de 17,85°D. En effet, les valeurs d'acidité du lait frais de vache sont dans la norme pour l'ensemble des producteurs (**Tableau 10; figure 14**).

L'analyse de la variance à un critère de classification (AV1) ne montre pas de différence significative ( $p = 0.801$ ) entre les moyennes d'acidité des quatre producteurs du lait de vache (**Tableau 11**).

**Tableau 10:** Mesure de l'acidité (°D) des échantillons de lait de vache des 4 producteurs de la région d'Annaba.

Producteurs	Acidité (°D)	Norme
<b>P1</b>	17,8	<b>16 – 18</b>
<b>P2</b>	17,8	
<b>P3</b>	18	
<b>P4</b>	17,8	
<b>Moyenne</b>	<b>17,85</b>	



**Figure 14 :** Variation de l'acidité (°D) du lait de vache cru chez 4 producteurs différents de la région d'Annaba.

**Tableau 11 :** AV1 de l'acidité (°D) du lait chez quatre producteurs différents de la région d'Annaba.

Source	DF	Seq SS	F	p
Producteurs	3	0,1500	0,33	0,801NS
Error	16	2,4000		
Total	19	8,5500		

NS : non significatif \* significatif (P< 0,05) \*\* très significatif (P< 0,01) \*\*\* hautement significatif (P< 0,001)

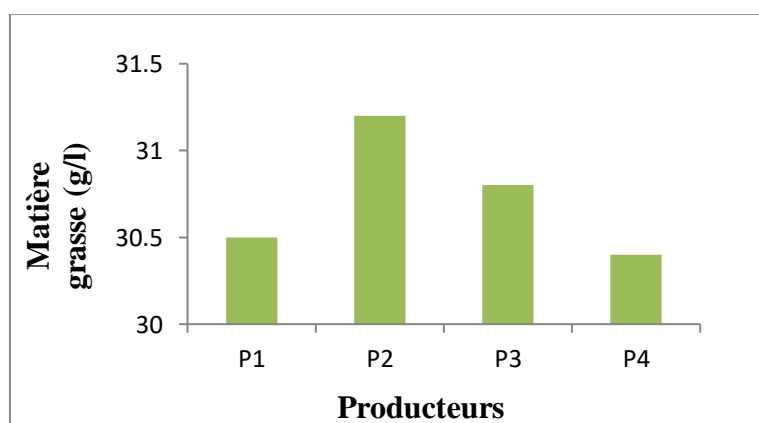
#### 4. Détermination de la matière grasse (MG)

Les résultats de la teneur en matière grasse des échantillons est comprise entre 30,4 et 31,2 g/l, avec une valeur moyenne de 30,72 g/l qui se trouvent inférieures à la norme (Tableau 12; figure 15).

AV1 ne montre pas de différences significatives concernant la MG entre les échantillons du lait amené par les 4 producteurs de la région d'Annaba (Tableau 13).

**Tableau 12:** Mesure de la teneur en matière grasse (g/l) pour les échantillons de lait de vache des 4 producteurs de la région d'Annaba.

Producteurs	Matière grasse(g/l)	Norme
<b>P1</b>	30,5	<b>34 – 36</b>
<b>P2</b>	31,2	
<b>P3</b>	30,8	
<b>P4</b>	30,4	
<b>Moyenne</b>	<b>30,72</b>	



**Figure 15 :** Variation de la teneur en matière grasse (g/l) du lait de vache cru chez 4 producteurs différents de la région d'Annaba.

**Tableau 13 :** AV1 de la teneur en matière grasse (g/l)du lait chez quatre producteurs différents dans la région d’Annaba.

Source	DF	Seq SS	F	p
Producteurs	3	1,6000	0,63	0,608NS
Error	16	13,6000		
Total	19	15,2000		

NS : non significatif \* significatif (P< 0,05) \*\* très significatif (P< 0,01) \*\*\* hautement significatif (P< 0,001)

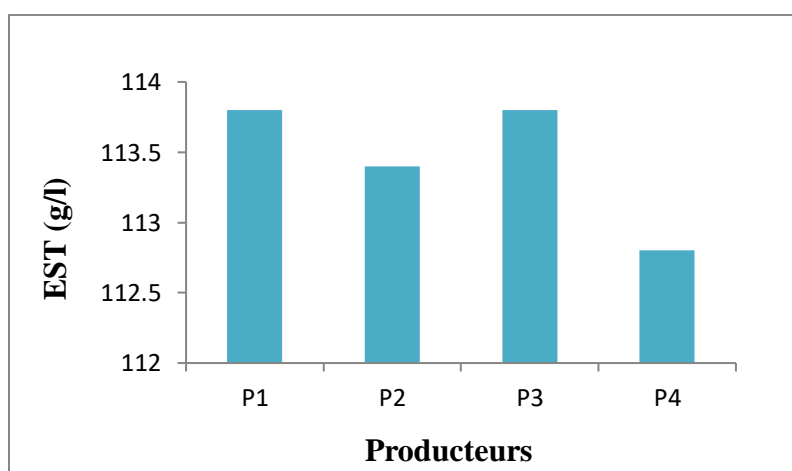
### 5. Détermination de l'extrait sec total (EST)

Les résultats de la mesure de l’extrait sec total (EST) de divers échantillons de lait de vache frais montrent des valeurs plus élevées chez P1 et P2 (113,8 g/L), et plus faibles chez P4 (112,8 g/L). La moyenne de l’EST, qui est de 113,45 g/L, reste conforme à la norme. (Tableau 14; figure 16).

L’AV1 ne montre pas de différence significative de l’extrait sec total (EST) entre les quatre producteurs. (Tableau 15).

**Tableau 14 :** Mesure de l'extrait sec total (g/l)des échantillons du lait de vache des 4 producteurs de la région d’Annaba.

Producteurs	Extrait sec total (g/l)	Norme
<b>P1</b>	113,8	<b>102-125</b>
<b>P2</b>	113,4	
<b>P3</b>	113,8	
<b>P4</b>	112,8	
<b>Moyenne</b>	<b>113,45</b>	



**Figure 16.** Variation de l'extrait sec total (EST) (g/l)du lait de vache cru chez 4 producteurs différents de la région d’Annaba.

**Tableau 15 :** AV1 de l'extrait sec total (EST) [g/L] du lait chez quatre producteurs de la région d'Annaba.

Source	DF	Seq SS	F	p
Producteurs	3	3,35	0,11	0,953NS
Error	16	161,60		
Total	19	164,95		

NS : non significatif \* significatif ( $P < 0,05$ ) \*\* très significatif ( $P < 0,01$ ) \*\*\* hautement significatif ( $P < 0,001$ )

## 6. Test d'amidon et d'antibiotique :

Le test de l'amidon et l'analyse de la présence d'antibiotiques se sont révélés négatifs pour le lait de vache des quatre producteurs.

# *DISCUSSION*

## V. DISCUSSION

### 1. pH

Le pH est un bon indicateur de la fraîcheur du lait, dans le cas où il est inférieur à la norme cela indique une acidification, qui peut être due à un stockage inadéquat du lait (**Diao, 2000**). tandis que le pH élevé retrouvé dans certains échantillons serait lié aux mammites de femelles laitières (**Gondimo et al., 2024**). Les résultats de la détermination du pH des différents échantillons du lait de vache cru issu de différentes régions de la wilaya d'Annaba montre une différence entre les quatre producteurs. En effet, la variabilité du pH pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs tels que le climat, le stade de lactation, la disponibilité alimentaire, la nature de fourrages et même du facteur génétique (**Mathieu, 1998; Vignola et al., 2002; Maïworé et al., 2018**). Selon **Carole (2002)**, le pH dépendrait également de la présence de caséines et d'anions phosphoriques et citrique.

Le pH des différents échantillons du lait frais est mesuré dans cette étude pour obtenir une indication précise de son acidité ou de son alcalinité se situe dans la norme (6,6 et 6,8) (**Remeuf, 1994, Hanzen, 2010**). Selon nos résultats les valeurs du pH enregistrées sont similaires à ceux réalisés dans la région d'El-Oued et Bougous de la wilaya d'El-Tarf (**Otmane Rachedi et al., 2022**) et dans deux fermes de la wilaya de Tissemsilt (**Elhadj et al., 2015**).

En effet, la valeur moyenne du pH est très importante pour une industrie laitière car elle détermine l'acceptation du lait par l'unité de production vue son importance exceptionnelle par l'abondance des indications qu'elle donne sur la richesse du lait en certains de ces constituants, sur son état de fraîcheur ou sur sa stabilité (**Mathieu, 1998**).

### 2. La densité

La densité d'une substance, est définie par le rapport de la masse volumique avec celle de l'eau. Pour le lait, elle est la résultante de la densité de chacun de ses constituants, et elle est influencée par la température (**Aboutayeb, 2011**).

Les résultats de la densité rapportés dans cette étude ont montré de légères fluctuations non significatives entre les valeurs du lait cru de vache provenant de 4 producteurs différents dans la région. Sachant que, la densité du lait dépend en dehors de toute intervention de l'homme (mouillage, écrémage) de la teneur en matière sèche, en matière grasse, de l'augmentation de température et des disponibilités alimentaires (**Labioui et al., 2009**),

La densité moyenne enregistrée dans tous les laits analysés, répond aux normes (**FAO, 2010; Leymarios, 2010**) où la valeur est comprise entre (1028-1033). Nos résultats concordent avec les travaux de **Luquet (1985)** qui rapporte que la densité est liée à la richesse

du lait en matière sèche qui est fortement liée à la fréquence d'abreuvement et du mode d'alimentation; alors qu'elle est inversement proportionnelle au taux de matière grasse. De même **Matallah et al. 2017** ont indiqué une valeur moyenne conforme aux normes sur des échantillons de lait cru de vache au nord est algérien (El tarf). Par contre, **Koussou et al. (2007)** ont rapporté une densité moyenne de 1,023 et 1,025 respectivement pendant la saison froide et chaude (**Gondimo et al., 2024**). Ceci est peut être expliqué par la dilution de certains producteurs de leur lait afin d'augmenter la quantité à commercialiser.

En outre, ce paramètre est très recherché en laiterie caril permet la détection des fraudes, renseigne sur le mouillage du lait et sa richesse en matière sèche (**Luquet, 1985**).

### 3. L'acidité titrale

L'acidité est le deuxième paramètre physico-chimique important de contrôle après le pH : elle nous renseigne sur la fraîcheur du lait. L'acidité est considérée comme un indicateur clé de sa stabilité et de sa durée de conservation. Des niveaux d'acidité appropriés peuvent contribuer à prévenir sa détérioration en inhibant la croissance de micro-organismes responsables de la dégradation. Elle correspond à la quantité d'acide lactique présente dans le lait (**Saidia et Khelaifia, 2024**).

Les valeurs de ce paramètre obtenues dans cette étude ne montrent pas de différences significatives entre le lait issu des 4 producteurs. La valeur moyenne présente une acidité titrable conforme aux normes **AFNOR (1985)** fixée entre 16 et 18°D. L'acidité dépend de la teneur en caséine, en sels minéraux et en ions, des conditions hygiéniques lors de la traite, de la flore microbienne totale et son activité métabolique et de la manutention du lait (**Matallah et al., 2017**). Nos résultats concordent avec les travaux d'**Aggad et al. (2009)** à l'ouest algérien qui rapportent que l'acidité du lait est liée au climat, stade de lactation, à la saison, à la conduite d'élevage notamment l'alimentation et à l'apport hydrique.

### 4. la Matière grasse (MG)

Les résultats de la détermination de la matière grasse des différents échantillons de lait analysés étaient presque similaires pour les 4 producteurs et la valeur moyenne était en dessous des normes algériennes (34 g/l), des normes AFNOR du lait qui tolèrent des valeurs se situant entre 34 à 36 g/L, ceci est peut-être dû à un déséquilibre dans l'alimentation des vaches, puisque les composants qui composent le lait proviennent de l'alimentation de ces bétails ou peut-être dû à une traite incomplète des vaches.

La variabilité de la teneur en matière grasse dépend de plusieurs facteurs comme les conditions d'élevage telles que le niveau de lactation. En effet, elle diminue au début de la lactation pour atteindre un minimum puis elle remonte progressivement en atteignant la fin de

la lactation (**Croguennec et al., 2008**). L'alimentation et la teneur en matière grasse ont une forte corrélation avec la teneur en fourrage et avec la nature des fibres des concentrés utilisés dans les rations pour les vaches laitières. Une alimentation riche en cellulose est à l'origine d'acide acétique qui favorise l'augmentation du taux de MG (**Cauty et Perreau, 2009**). Selon **Kamoun (1995)**, le moment de la traite peut aussi être considéré comme un facteur influençant cette teneur, et il a affirmé que la traite du matin donne un lait relativement pauvre en matière grasse par rapport à celui des autres traites, bien que quantitativement plus important.

Des travaux antérieurs déjà réalisés dans l'est algérien confirment les résultats obtenus dans cette étude avec des valeurs inférieurs aux normes admises (**Matallahet al., 2019 ;Guernane et Haballa, 2021**). Cependant, nos résultats ne concordent pas avec les travaux menés par **Boulam et Chourfa (2006)** à Constantine qui rapporte des valeurs de matières grasses comprises entre 36 g/l et 40 g/l.

#### **5. L'extrait sec total (EST)**

L'extrait sec total représente l'ensemble des composants du lait qui forment la matière sèche, obtenue par évaporation de l'humidité du lait. Ce paramètre devient plus stable après l'enlèvement de la matière grasse qui constitue le paramètre le plus instable.

Les résultats de la teneur en extrait sec total des différents échantillons (P1, P2, P3, P4) ne montrent pas de différences avec une moyenne conforme au norme, qui recommandent une teneur en extrait sec total (EST) comprise entre 102 et 125 g/L par Fil-Afnor. Nos résultats sont comparables avec ceux obtenus par **Labioui et al. 2009**.

L'EST est souvent recherché, surtout en industrie fromagère, car l'extraction de la fraction lipidique du lait permet un meilleur calcul de la fraction protidique.

#### **6. Amidon et Antibiotique :**

Les résultats obtenus pour tous les échantillons indiquent l'absence d'amidon, ce qui est en accord avec les résultats d'une étude réalisée dans la région d'El-Oued et Bougous de la wilaya d'El-Tarf (**Otmane Rachedi et al., 2022**). De plus, le lait analysé dans le cadre de notre étude ne montre aucune présence d'antibiotiques. Ces résultats sont conformes aux normes recommandées et confirme que les vaches n'ont pas subi de traitement basé sur des antibiotiques et l'alimentation ne contient pas d'antibiotiques. De ce fait, le lait collecté est de bonne qualité.

*CONCLUSION*  
*ET*  
*PERSPECTIVES*

#### IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Le lait fait l'objet de nombreuses vérifications qui en font l'un des aliments les plus contrôlés, non seulement les conditions de production sont très strictes et précises, mais plusieurs tests sont effectués pour s'assurer de sa qualité.

L'analyse des échantillons de lait de vache provenant de quatre producteurs de la région d'Annaba réalisé au niveau du laboratoire de contrôle qualité de laiterie Edough a permis d'évaluer plusieurs paramètres physico-chimiques essentiels à la qualité du lait. Globalement, les résultats montrent que le lait analysé respecte majoritairement les normes en vigueur. Le pH, la densité, l'acidité et l'extrait sec total (EST) se situent dans les plages normatives, témoignant d'une bonne qualité hygiénique et nutritionnelle. Seule la teneur en matière grasse se révèle inférieure aux valeurs de référence, ce qui pourrait être attribué à des facteurs liés à l'alimentation ou à la race des vaches.

Les tests d'amidon et d'antibiotiques se sont révélés négatifs pour l'ensemble des échantillons, ce qui est un indicateur favorable quant à l'absence d'altération ou de traitement illicite du lait. Parmi les paramètres étudiés, seule la variation du pH entre producteurs est statistiquement significative, ce qui peut refléter des différences mineures dans les conditions de production ou de conservation.

Ces résultats soulignent l'importance d'un suivi régulier de la qualité du lait afin de garantir la sécurité sanitaire et la conformité aux exigences réglementaires. Des efforts doivent toutefois être poursuivis afin d'assurer une qualité optimale du lait destiné à la consommation ou à la transformation, exemple :

- Renforcement du contrôle microbiologique avec des méthodes sans culture (PCR directe, séquençage rapide...).
- Développement de méthodes d'analyse plus rapides, sensibles et spécifiques (biosenseurs, spectroscopie, chromatographie...).
- Amélioration de la traçabilité via la numérisation des résultats et l'usage possible de la blockchain.
- Orientation vers une production plus durable et respectueuse du bien-être animal.
- Intégration de l'intelligence artificielle pour l'interprétation automatisée des résultats.

***REFERENCES***  
***BIBLIOGRAPHIQUES***

#### IIV. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**Aboutayeb, R.A., 2011.** Composition physico-chimique et microbiologie du lait.

**Aboutayeb, R., 2009.** Technologie du lait et dérivés laitiers. <http://www.azaquar.com>

**AFNOR., 1985.** Contrôle de la qualité des produits laitiers – Analyses physiques et chimiques. 107-121-125-167-251 pp.

**Alais, C., Linden, G., 1987.** Biochimie alimentaire : Abrégé. Masson, Paris, 143-169 pp.

**Amariglio, S., 1986.** Contrôle de la qualité des produits laitiers. Recueil de normes françaises AFNOR-ITSV, Tour Europe, Cedex 7, 92080 Paris-La Défense, 277-278 pp.

**Amellal, R., 1995.** 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 Allaya M. (Eds), Montpellier (CIHEAM), Vol 14, 229-238 pp.

**Balandraud, N., Mosnier, C., Delaby, L., Dubief, F., Goron, J.P., Martin B., Pomies, D. et Cassard, A., 2019.** Holstein ou Montbéliarde : des différences phénotypiques aux conséquences économiques à l'échelle de l'exploitation. INRAE Productions Animales, 31, 337-352 pp.

**Bekhouche-Guendouz, N., 2011.** Evaluation de la durabilité des exploitations bovines laitières des bassins de la Mitidja et d'Annaba. Thèse en cotutelle Présentée en vue d'obtention du grade de Docteur de l'Institut National Polytechnique de Lorraine et Docteur de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique d'Alger. Spécialité Sciences Agronomiques, 308 pp.

**Belarbi, M., 2015.** Étude comparative entre la qualité microbiologique du lait cru de vache et le lait de chèvre. PFE de Master Université Abou Baker Belkaid, Tlemcen, 2-4 pp.

**Benyarou, M., 2016.** Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques du lait de bovin dans la région de Tlemcen. Master académique. Université de Tlemcen Abou Bekr Belkaid.

**Berthelot, V., 2018.** Alimentation Des Animaux Et Qualité De Leurs Produits. Editions TEC & DOC. Agriculture d'Aujourd'hui, Lavoisier. Paris.

**Bertocchi, L., Vitali, A., Lacetera, N., Nardone, A., Varisco, G. et Bernabucci, U., 2014.** Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature-humidity index relationship. Animals, 8, 667-674 pp.

**Bhattarai, R.R., 2012.** Importance of goat milk. J Food Sci Technol Nepal, 7, 107-111 pp.

- Billa, P.A., 2020.** Identification de biomarqueurs du statut nutritionnel dans le lait et étude nutriginomique de la glande mammaire de vache Holstein et Montbéliarde. Thèse de Doctorat. Université Clermont Auvergne.
- Bittante, G., Cipolat-Gotet, C., Malchiodi, F., Sturaro, E., Tagliapietra, F., Schiavon, S. et Cecchinato, A., 2015.**Effect of dairy farming system, herd, season, parity, and days in milk on modeling of the coagulation, curd firming, and syneresis of bovine milk.Journal of Dairy Science, 98, 2759-2774 pp.
- Boualem, W., Cheurfa, Y., 2006.** Etude de la matière grasse du lait cru cas de Constantine et Sétif. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en nutrition. Institut de la Nutrition de l'Alimentation et des Technologies Agro-alimentaires. Université de Constantine, 40-47 pp.
- Bouchachi, A., 2017.** Contribution à l'étude de la qualité physicochimique et de la diversité microbienne du lait cru collecté à HassiBounif. W. Oran- Algérie. Mémoire de fin d'études, Exploitation des écosystèmes Microbiens Laitiers. Mostaganem : Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, 58 pp.
- Brûlé, G., 1987.** Les minéraux. In : Le lait matière première de l'industrie laitière, 87-98 pp. INRA CEPIL, Paris.
- Carole, L.V., 2002.** Science et technologie du lait: transformation du lait.
- Cauty, I., Perreau, J.M., 2009.** Conduite du troupeau bovin laitier. France Agricole, 288 pp.
- Cayot, P., Lorient, D., 1998.** Structures et tecno fonctions des protéines du lait. Tec et Doc. Lavoisier, Paris.
- Chauhan, S., Powar, P., Mehra, R., 2021.**A review on nutritional advantages and nutraceutical properties of cow and goat milk.Int. J. Appl. Res, 7, 101-105 pp.
- Chilliard, Y., 1996.** Caractéristiques biochimiques des lipides du lait de chèvre : comparaison avec les laits de vache et humain. Intérêts nutritionnel et diététique du lait de chèvre. Actes du colloque : le lait de chèvre, un atout pour la santé, INRA. Niort, France, 51-65 pp.
- Coulon, J.B., Gasquib, P., Barnouin, J., Ollier, A., Pradel, P., Pomies, D., 2002.**Effect of mastitis and related germ on milk yield and composition during naturally-occurring udder infections in dairy cows.Animal Research, 51, 383-393 pp.

**Croguennec, T., Jeantet, R., Brule, G., 2008.** Fondements physico-chimiques de la technologie laitière. Edition Lavoisier, Tec et Doc, Paris, 1-35 pp.

**Demmad, A., 2021.** 03 Développements de la filière lait : Contraintes et perspectives. EL MOUDJAHID, économie n°17293.

**Duflot, B., Cassagnou, M., Goscianski, C., Osseni, A., You, G., Rouyer, B., 2022.** Economie de l'élevage - Dossier marchés mondiaux des produits laitiers : Année 2022 - perspectives 2023, N°540.

**EL MARNISSI, B., BELKHOUCHE, R., EL OUALI LALAMI, A., BENNANI, L., 2013.** Caractérisation microbiologique et physicochimique du lait cru et de ses dérivés traditionnels Marocains (Lben et Jben). Les technologies de laboratoire, 8(33).

**FAO/OMS., 2000.** Codex alimentarius : lait et produits laitiers. Ed. : 2. FAO - OMS., Rome, 136 pp.

**FAO., 2010.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine - Lait de consommation.

Fayolle, L., 2015. Le lactose, un indicateur de déficit énergétique chez la vache laitière ?. Thèse de Doctorat : Sciences Vétérinaires. Campus Vétérinaire de Lyon, 141 pp.

**Fox, P.F., Uniacke-Lowe, T., McSweeney, P.L.H., O'Mahony, J.A., 2015.** Salts of milk. In: Dairy Chemistry and Biochemistry. Springer, 241-270 pp.

**Fredot, E., 2006.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Tec et Doc, Lavoisier: 25, 397 pp. In: Ghaoues, S., 2011. Evaluation de la qualité physico-chimique et organoleptique de cinq marques de laits reconstitués partiellement écrémés commercialisés dans l'est Algérien. Mémoire de Magistère en Sciences Alimentaires, I.N.A.T.A.A, Université MENTOURI – Constantine.

**Fredot, E., 2005.** Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Tec et Doc, Lavoisier: 10-14, 397 pp.

**Galazy, P., Guiraud, J.P., 1980.** L'analyse microbiologique dans les industries alimentaires. Edition de l'usine.

**Gelé, M., Minery, J.M., Astruc, P., Brunschwig, M., Ferrand-Calmels, G., Lagriffoul, H., Larroque, J., Legarto, O., Leray, P., Martin, G., Miranda, I., Palhière, P., Trossat, M.B., 2014.** Phénotypage et génotypage à grande échelle de la composition fine des laits dans les filières bovine, ovine et caprine. INRA Prod. Anim., 27, 255-268 pp.

**Gondimo, E.G., Doutoum, A.A., Nazal, A.M., Djamalladine, D.M., N'djekouanodji, S., Tidjani, A., 2024.** Évaluation de la qualité physico-chimique du lait cru produit et commercialisé à Moundou (Tchad). *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 18(2), 430-438 pp.

**Goursaud, J., Boudier, J.F., 1985.** Composition and physico-chemical properties.

Guernane, N., Haballa, A., 2021. Étude comparative des analyses physico-chimiques et microbiologiques entre le lait cru et la poudre de lait. Université M'hamedBougara (Boumerdes).

**Imadalou, S., 2020.** La rescousse de la Filière lait en Algérie : « Choix politicien ou simple pisaller ». EL WATAN, édition économie.

**Jacquet, J., Thévenot, R., 1961.** Le lait et le froid : les produits laitiers et leur traitement frigorifique. Édition J-B Baillière et fils, Paris, France, 464 pp.

**Jean, C., Dijon, C., 1993.** *Au fil du lait*. ISBN 2-86621-172-3.

**Jenness, R., 1986.** Lactational performance of various mammalian species. *Journal of Dairy Science*, 69(3), 869-885 pp.

**JORA :** Journal Officiel de la République Algérienne N° 69 du 27 Octobre 1993. L'arrêté interministériel du 29 Safar 1414 correspond au 18 août 1993 relatif aux spécifications et à la présentation de certains laits de consommation. 16 pp.

**Kamoun, M., 1995.** Le lait de dromadaire : production, aspects qualitatifs et aptitude à la transformation. *Options méditerranéennes, Séries séminaires*, 13, 81-103 pp.

**Kaouche-Adjlane, S., 2019.** Factors of qualitative and quantitative variations in dairy production. *Bibliographicreview. Revue Agriculture*, 10, 43-54 pp.

**Kechagias, C., 2011.** *Milk. Science, Technology and Quality Assurance Controls*, 1st ed., 34, 143-159 pp.

**Kerbache, I., Tennah, S., Kafidi, N., 2019.** Etude socio-économique de l'élevage bovin à l'est Algérien. VOL 03 N°01 June.

**Khadidja, O.R., Mouchira, R., Yahiaouia, B., 2022.** Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques des différents laits crus (chamelle, chèvre et vache) de la région d'El-Oued et Bougous (Wilaya d'El-Tarf). *Synthèse: Revue des Sciences et de la Technologie*, 28(2), 1-11 pp.

**Koussou, M.O., Grimaud, P., Mopaté, L.Y., 2007.** Evaluation de la qualité physico-chimique et hygiénique du lait de brousse et des produits laitiers locaux commercialisés dans les bars

laitiers de N'Djamena au Tchad. Revue d'élevage et de médecine vétérinaire des pays tropicaux, 60(1-4), 45-49 pp.

**Kumar, H., Kumar, N., Seth, R., Goyal, A., 2014.** Chemical and immunological quality of goat colostrum: effect of breed and milking frequency. Indian J Dairy Sci, 67(6), 482-486 pp.

**Kumar, H., Yadav, D., Kumar, N., Seth, R., Goyal, A.K., 2016.** Nutritional and nutraceutical properties of goat milk-a review. Indian J Dairy Sci, 69, 513-518 pp.

**Lambrini, K., Aikaterini, F., Konstantinos, K., Christos, I., Ioanna, P.V., Areti, T., 2021.** Milk nutritional composition and its role in human health. Journal of Pharmacy and Pharmacology, 9, 8-13 pp.

**Lankveld, J.M.G., 1995.** Protein standardized milk products, composition and properties. IDF Brussels, 70-85 pp.

**Larbaletrier, A., 2015.** Traité Pratique De La Laiterie. Lait, crème, beurre, fromages. Edition MAXTOR. Paris, 266 pp.

**Larpent, J.P., 1997.** Microbiologie alimentaire. Technique de laboratoire. Édition technique et documentation. Lavoisier. Paris, 1037 pp.

**Larsen, M., Lapierre, H., Kristensen, N.B., 2014.** Abomasal protein infusion in post partum transition dairy cows: Effect on performance and mammary metabolism. Journal of Dairy Science, 97, 1-15 pp.

**Lazereg, M., Bellil, K., DjedianemZaidi, Z., 2020.** La filière lait algérienne face aux conséquences de la pandémie de la COVID-19. Les Cahiers du Cread, 36(3).

Le Chat, P., 2007. Pharmacologie, Service de pharmacologie, Université Paris V L, Edition EXT EM, 307 pp.

**Legarto, J., Gelé, M., Ferlay, A., Hurtaud, C., Lagriffoul, G., Palhiere, I., Brunschwig, P., 2014.** Effets des conduites d'élevage sur la production de lait, les taux butyreux et protéique et la composition en acides gras du lait de vache, chèvre et brebis évaluée par spectrométrie dans le moyen infrarouge. INRA Productions Animales, 27(4), 269-282 pp.

**Lenoir, J., 1985.** Les caséines du lait. RLF, 440, 17-23 pp.

**Leymarios, F.C., 2010.** Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras. Voies d'amélioration par l'alimentation. Thèse pour le doctorat vétérinaire, École nationale vétérinaire d'Alfort, Paris, France, 15 pp.

**Luquet, F.M., 1985.** Laits et produits laitiers ; vache, brebis, chèvre. Tome 1 : Les laits De la mamelle à la laiterie. Société Scientifique d'hygiène Alimentaire. Edition : Technologie et documentation - Lavoisier, Paris, 139 pp.

**MADR, 2015.** Ministère de l'Agriculture et du développement rural. Etude sur les prévisions et tendances des productions des principales filières agricoles. Phase 3 : Analyse de la situation globale et de la synthèse de la filière lait.

**Mahaut, M., Jeantet, R., Schuck, P., Brule, G., 2000.** Les produits industriels laitiers. Ed, TEC & DOC, Lavoisier, Paris, 2-14 pp.

**Maiworé, J., Baane, M.P., Toudjani Amadou, A., DaibeOuassing, A., Tatsadjieu, N.L., Montet, D., 2018.** Influence des conditions de la traite sur les qualités physico-chimiques et microbiologiques du lait cru collecté à Maroua, Cameroun.

**Malchiodi, F., Cecchinato, A., Penasa, M., Cipolat-Gotet, C., Bittante, G., 2014.** Milk quality, coagulation properties, and curd firmness modeling of purebred Holsteins and first-and second-generation crossbred cows from Swedish Red, Montbéliarde, and Brown Swiss bulls. *Journal of Dairy Science*, 97(7), 4530-4541 pp.

**Mansour, L.M., 2018.** Etude de l'influence des pratiques d'élevage sur la qualité du lait : effet de l'alimentation. Thèse.

**Matallah, S., Matallah, F., Djedidi, I., Mostefaoui, K.N., Boukhris, R., 2017.** Qualités physico-chimiques et microbiologiques de laits crus de vaches élevées en extensif au Nord-Est Algérien. *LivestockResearch for Rural Development*, 29(11).

**Mathieu, J., 1998.** Initiation à la physico-chimie du lait. Techniques et Documentation–Lavoisier, Paris, 220 pp.

**Mathieu, J., 1998.** Initiation à la physicochimie du lait, guide technologique des IAA Collection sous la direction de J.Y. Malegeant, 1-6 pp.

**Mehra, R., Kumar, H., Kumar, N., Kumar, S., 2021.** Impact of COVID-19 Pandemic on Food Supply Chain (FSC) and Human Health. In: *Integrated Management – Standing up for a Sustainable World*. Eureka Publications, 311-319 pp.

**Mehra, R., Singh, R., Nayan, V., et al., 2021.** Nutritional Attributes of Bovine Colostrum Components in Human Health and Disease: A Comprehensive Review. *Food Biosci*. Published online January, 100907.

**Mietton, B., Desmazeaud, M., De Roissart, H., Weber, P., 1994.** Transformation du lait en fromage. In: Luquet, F.M., 1994. Bactéries lactiques. Vol. 2. Ed. Lorica, DE. ROISSART.

**Mir, Y., Sadki, A., 2018.** Évaluation de la conductivité électrique du lait comme moyen de détection précoce des mammites bovines dans différentes fermes au sud du Maroc. Revue dans l'institut Sciences Agronomiques et Vétérinaires, Maroc, 313 pp.

**Monsallier, F., Verdier-Metz, I., Agabriel, C., Martin, B., Montel, M.C., 2012.** Variability of microbial teat skin flora in relation to farming practices and individual dairy cow characteristics. Dairy Science and Technology, 92, 265-278 pp.

**Ogola, H., Shitandi, A., Nanua, J., 2007.** Effect of mastitis on raw milk compositional quality. Journal of Veterinary Science, 8, 237-242 pp.

**Okamura, C.S., Bader, J.F., Keisler, D.H., Lucy, M.C., 2009.** Growth hormone receptor expression in two dairy breeds during the periparturient period. Journal of Dairy Science, 92(6), 2706-2710 pp.

**ONIL., 2019.** Résumé de la stratégie ONIL pour le développement de la filière lait en Algérie. <https://onil.dz/resume-de-la-strategie-onil-pour-le-developpement-de-la-filiere-lait-en-algerie/>

**ONIL., 2018.** <https://onil.dz/>

**OtmaneRachedi, K., Remadni, M., Badi, Y., 2022.** Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques des différents laits crus (chamelle, chèvre et vache) de la région d'El-Oued et Bougous (Wilaya d'El-Tarf). Rev. Sci. Technol., Synthèse, 28(2), 1-11 pp.

**Perna, A., Intaglietta, I., Simonetti, A., Gambacorta, E., 2015.** Short communication: Effect of genetic type on antioxidant activity of Caciocavallo cheese during ripening. Journal of Dairy Science, 98, 3690-3694 pp. doi:10.3168/jds.2014-9097

**Perreau, J.M., 2014.** Conduire Son Troupeau De Vaches Laitières. Editions France Agricole, Paris.

**Pougheon, S., Goursaud, J., 2001.** Le lait caractéristiques physicochimiques. In: Debry, G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris, 566 pp.

**Pradal, M., 2012.** La transformation fromagère caprine fermière : bien fabriquer pour mieux valoriser ses fromages de chèvre. Lavoisier.

**Prosser, C.G., 2021.** Compositional and functional characteristics of goat milk and relevance as a base for infant formula. J Food Sci, 86(2), 257-265 pp.

- Ratray, W., Gallmann, P., Jelen, P., 1997.** Nutritional, sensory and physico-chemical characterization of protein-standardized UHT milk. *Le Lait*, 77(2), 279-296 pp.
- Renard, J., 2014.** A propos du lait cru. Filière Wallonne lait et produits laitiers.
- Reumont, P., 2009.** Licencié Kinésithérapie. <http://www.medisport.be>
- Rezamand, P., Hoagland, T.A., Moyes, K.M., Silbart, L.K., Andrew, S.M., 2007.** Energy status, lipid-soluble vitamins, and acute phase proteins in periparturient Holstein and Jersey dairy cows with or without subclinical mastitis. *Journal of Dairy Science*, 90, 5097-5107 pp.
- Rheotest M., 2010.** Rhéomètre RHEOTEST® RN et viscosimètre à capillaire RHEOTEST® LK – Produits alimentaires et aromatisants. <http://www.rheoest.de/download/nahrungs.fr.pdf>
- Saidia, N., Khelaifia, I., 2024.** Étude caractéristique du lait reconstitué partiellement écrémé de la laiterie AFIA (ANNABA) et calcul théorique de l'acide lactique l'un des composés clés présents dans le lait.
- Sanchez, M.P., Govignon-Glon, A., Croiseau, P., Fritz, S., Hoze, C., Miranda, G., Martin, P., Barbatleterrier, A., Letaief, R., Rocha, D., Brochard, M., Boussaha, M., Boichard, D., 2017.** Within-breed and multi-breed GWAS on imputed whole-genome sequence variants reveal candidate mutations affecting milk protein composition in dairy cattle. *Genetics Selection Evolution*, 49, 68 pp. doi:10.1186/s12711-017-0344-z
- Sboui, A., Khorchani, T., Djegham, M., Belhadj, O., 2009.** Comparaison de la composition physicochimique du lait camelin et bovin du Sud tunisien ; variation du pH et de l'acidité à différentes températures. *Afrique SCIENCE*, 5(2), 293-304 pp.
- Schmidt, D.G., 1980.** Colloidal aspects of casein.
- Schwendel, B.H., Wester, T.J., Morel, P.C.H., Tavendale, M.H., Deadman, C., Shadbolt, N.M., Otter, D.E., 2014.** Organic and conventionally produced milk - An evaluation of factors influencing milk composition. *Journal of Dairy Science*, 98, 721-746 pp.
- Serieys, F., 2015.** Le Tarrissement Des Vaches Laitières. Une période clé pour la santé, la production et la rentabilité du troupeau. 2ème Ed., Editions France Agricole, Paris.
- Soukehal, A., 2013.** Communications sur la filière laitière. Colloque relatif à la sécurité alimentaire : quels programmes pour réduire la dépendance en céréales et lait ? Alger, 8 avril 2013.

**Souki, H., 2009.** Les stratégies industrielles et la construction de la filière lait en Algérie : portée et limites. Revue scientifique trimestrielle de l'université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, 15, septembre 2009.

**Sraïri, M.T., Benhouda, H., Kuper, M., Le Gal, P.Y., 2009.**Effect of cattle management practices on raw milk quality on farms operating in a two-stage dairy chain.Tropical animal health and production, 41, 259-272 pp.

**Taylor, V., 2006.** Indices de mammites : facteurs combinés justifiant une intervention. L'avance de programme d'assurance de qualité du lait/MAAARO [ag.info.omafra@ontario.ca](mailto:ag.info.omafra@ontario.ca)

**Terrouche, F.Z., Zerzouni, N., Bouayad, L., 2017.** Etude de la méthode de fabrication et évaluation de la qualité physico-chimique du lait cru et du lait pasteurisé dans une unité fabrication des produits laitiers. Doctoral dissertation, École Nationale Supérieure Vétérinaire.

**Turck, D., 2013.**Cow'smilk and goat'smilk. Evid-Based Res PediatrNutr, 108, 56-62 pp.

**Turkmen, N., 2017.**The Nutritional Value and Health Benefits of Goat Milk Components. In: Nutrients in Dairy and Their Implications on Health and Disease. Elsevier, 441-449 pp. doi:10.1016/B978-0-12-809762-5.00035-8

**Vierling, E., 2003.** Aliment et boisson - Filière et produit, 2ème édition, doin éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine, 270 pp.

**Vierling, E., 1998.** Aliments et boissons filières et produits biosciences. Edition Dion, Paris, 278 pp.

**Martin, J.C., 2000.** Technologie des laits de consommation. Ed Doin, Paris.

**Vignola, C.L., Amiot, J., Angers, P., Bazinet, L., Boutonniez, J.L., Britten, M., Castaigne, F., Champagne, C., Dupuis, C., Fliss, I., Fournier, S., Gardner, N., Jean, J., Lamontagne, M., Lamoureux, M., Lebeuf, Y., Michel, J.C., Moineau, S., Paquin, P., Pouliot, M., Pouliot, Y., ReitzAussur, J., Richard, J., Simpson, R., St-Gelais, D., Tardif, R., Tirard-Collet, P., Verge, J., 2002.** Science et technologie du lait : transformation du lait. 2ème édition : Presses internationales polytechniques, Québec, Canada, 600 pp.

**Vuillemard, J.C., 2018.** Science et Technologie Du Lait. 3ème édition. Les Presses de l'Université Laval.

**Walstra, P., 1999.**Caseinsub-micelles: do theyexist?. International Dairy Journal, 9(3-6), 189-192 pp.

**Whitney, R.M., Brunner, J.R., Ebner, K.E., Farrell Jr, H.M., Josephson, R.V., Morr, C.V., Swaisgood, H.E., 1976.**Nomenclature of the proteins of cow's milk: Fourth revision. Journal of Dairy Science, 59(5), 795-815 pp.

**Wolter, R., Ponter, A., 2012.** Alimentation De La Vache Laitière. 4ème Ed., Editions France Agricole, Paris.

**Yennek, N., 2010.** Effets des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vaches en région montagneuses. Mémoire de Magistère en productions animales, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Algérie, 84 pp.