

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI OUZOU
FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences agronomiques

Spécialité : Production et nutrition animale

THEME

**Caractérisation du lait de vache collecté au niveau de
la laiterie « LE FERMIER » de Draa Ben Khedda**

Présenté Par :

- ARHAB MARIA FATMA
- BENADJAUD RANIA

Membres du jury :

Président : MR MOUHOUS A.

Maitre de conférences A. UMMTO

Promotrice : Mme CHERFAOUI-YAMI D.

Maitre de conférences B. UMMTO

Examinatrice : Mlle DORBANE Z.

Maitre de conférences B. UMMTO

Année Universitaire 2020-2021

Dédicace

Avec l'aide de ALLAH le tout puissant qui a voulu et qui a permis que ce jour arrive par sa miséricorde sa bonté, ce travail fut accompli et je le dédie à :

A mon très cher père « Amar » Je le remercie d'être pour moi un héros et un exemple de patience, et d'ambition. Et à ma très chère mère « Aida » qui s'est toujours sacrifiée pour notre famille, je la remercie et je n'oublierai jamais son soutien moral dans les moments les plus difficiles.

Je ne trouverais jamais de mots pour vous exprimer ma reconnaissance pour votre présence, amour et sacrifices. Si j'en suis arrivée là ce n'est que grâce à vous, que dieu vous protège.

A ma très chère sœur « Nesrine » et mon très cher frère « Tarik ». Je vous souhaite une belle vie pleine de bonheur, de joie et de succès.

A ma très chère grande mère « Ourdiya » que Allah la garde et la protège.

A mon unique cher oncle « Houssine » et sa femme. Et à mes chères tantes « SALIHA » et « HEDA » que dieu les protège.

A ma très chères cousine « IKBAL » et « SELMA » et mes très chères amies « Manel », « melissa », et « fatima » pour notre amitié, nos fous rires partagés et tous les bons moments passés et à venir.

A ma binôme « RANIA » qui a partagé tous mes hauts et bas tout au long de mon parcours universitaire et à toute sa famille que dieu les protèges.

Maria

DEDICACE :

Je dédie ce modeste travail

Tout d'abord à Dieu qui m'a donné le courage et la volonté de continuer mes études et faire ce travail.

*A la mémoire de **mon père** décédé trop tôt, qui m'a toujours poussé et motivé dans mes études. J'aurais souhaité ta présence en ce moment pour partager ma joie, tu es toujours présent dans mon esprit et dans mon cœur .Puisse Dieu, le tout puissant l'avoir en sa sainte miséricorde.*

*A **ma mère**, la source de mes efforts, à celle qui mérite toute ma reconnaissance pour ses sacrifices. Que Dieu la protège pour moi.*

*A ma sœur **Chahrazed** et mon frère **Zakou**, pour leurs amours .Que dieu les protège et leurs offre La chance et le bonheur.*

*A mes chères copines, **Mélissa,Imene ,Lilia ,Dalina ,Kahina et Fatima**. Au nom de l'amitié qui nous réunit, et au nom de nos souvenirs inoubliables.*

*A mon binôme **Maria**, et à toute sa famille.*

A tous ceux qui me sont chers.

Rania

REMERCEMENTS :

Avant tout, nous remercions le « BON DIEU » de nous avoir donné la volonté, la santé, la puissance et la patience pour réaliser ce modeste travail.

*En tout premier lieu nous tenons à présenter nos sincères remerciements à notre promotrice « **Mme CHERFAOUI** » pour avoir accepté de diriger ce travail, pour sa patience, son encouragement, ses conseils, sa disponibilité afin de réaliser ce travail de recherche.*

*Nos remerciements les plus vifs pour les membres de jury « **Mr Mouhous** » et « **Mlle Dorbane** » d'avoir accepté de présider le jury et d'examiner le travail.*

*Nous remercions également le personnel du laboratoire « **Le Fermier** » en particulier **Mr Nechiche Brahim** et **Mr Bouhadda Youcef**, de nous avoir bien accueillis et guidés tout au long de notre travail.*

On tient aussi à remercier tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce modeste travail de près et de loin.

Sommaire :

Dédicaces

Remerciements

Résumé

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale2

Partie I : Partie bibliographique

Chapitre I : Physiologie de lactation.....6

- 1. Anatomie de la glande mammaire6
- 2. Déclenchement hormonal de la lactation9
 - 2.1. La prolactine10
 - 2.2. L'ocytocine.....10
- 3. Le cycle de lactation11
- 4. La courbe de lactation11
 - 4.1. La phase ascendante.....12
 - 4.2. Le pic de lactation et la persistance13
 - 4.3. La phase décroissante13
 - 4.4. Le tarissement.....13

Chapitre II : Caractéristiques du lait de vache.....15

- 1. Définitions du lait15
- 2. Caractéristiques organoleptiques15
 - 2.1. La couleur15
 - 2.2. La saveur16
 - 2.3. L'odeur16

3.	Caractéristiques physico chimiques du lait de vache.....	16
3.1.	Caractéristiques physiques	16
3.1.1.	Acidité	16
3.1.2.	Densité.....	17
3.1.3.	Le point de congélation	17
3.2.	Composition chimique du lait de vache	17
3.2.1.	L'eau.....	19
3.2.2.	Les glucides	19
3.2.3.	Les protéines	19
3.2.4.	Les matières grasses	20
3.2.5.	Les enzymes.....	22
3.2.6.	Les vitamines	23
3.2.7.	Les minéraux.....	24
	Chapitre III : Facteurs de variations de la composition de lait de vache.....	26
1.	Les facteurs intrinsèques	26
1.1.	Effet de la race	26
1.2.	Effet de l'âge au premier vêlage.....	27
1.3.	Effet de stade de lactation	27
1.4.	Effet de l'état sanitaire	27
1.5.	Effet du tarissement	28
2.	Les facteurs extrinsèques	29
2.1.	Effet de l'alimentation :	29
2.2.	Effet de sous alimentation	29
2.3.	Effet saison et climat.....	31
2.4.	Effet de la traite	31
2.5.	Effet de l'hygiène	32
2.5.1.	Hygiène du personnel.....	32

2.5.2. Hygiène du matériel	33
2.5.3. Hygiène des locaux.....	33

Partie II: Partie pratique

Matériel et méthodes36

1. Objectif de l'étude	36
2. Description de l'unité.....	36
2.1. Situation géographique de l'unité.....	36
2.2. Organisation de l'unité.....	36
2.3. Plan de la laiterie	37
2.4. Les produits du l'unité	38
3. Analyses physico-chimiques	38
3.1. Technique de prélèvement.....	38
3.2. Les paramètres analysés	38
3.2.1. La densité.....	39
3.2.2. L'acidité.....	40
3.3. Paramètres analysés avec le LACTOSCAN	40
4. Méthodologie de travail	41
5. Analyse statistique	41

Résultat et discussion.....43

1. Caractéristiques des laits collectés durant la période d'étude.....	43
1.1. Quantité moyenne de lait collecté	43
1.2. Caractéristiques physicochimiques du lait collecté.....	44
1.2.1. Le teneur en matière grasse et en protéine	44
1.2.2. L'acidité.....	44
1.2.3. La Densité.....	45
1.2.4. Point de congélation.....	45
2. Evolution de la quantité et de la qualité physicochimiques des laits collectés au cours de la période d'étude.....	46

2.1. Evolution de la quantité de lait collectée	46
2.2. Evolution de la teneur en matière grasse et la teneur en protéine	47
2.3. Evolution de l'acidité.....	49
2.4. Evolution de la densité.....	50
2.5. Evolution du point de congélation.....	50
3. Analyse typologique des laits collectés.....	52
3.1. Typologie des laits collectés	52
Conclusion générale	58
Références bibliographiques	60
Annexes	70

Résumé

Le but de la présente étude est d'analyser les caractéristiques physico-chimiques du lait de vache collecté au niveau de la laiterie « Le Fermier » à Draa Ben Khedda (Tizi-ouzou).

Notre travail a porté sur les données de l'analyse journalière d'échantillons de lait de mélange provenant des différentes exploitations de la région de Tizi-ouzou, durant la période allant de septembre 2020 à juin 2021. Un total de 650 échantillons a été analysé, les paramètres pris en compte sont les teneurs en matières grasses et en protéines, l'acidité Dornic, la densité et le point de congélation.

La quantité moyenne quotidienne de lait collecté au niveau de la laiterie au cours de la période d'étude est évaluée à 2805 ± 2491 litres par jour. Le lait de mélange est caractérisé par des teneurs moyennes en matières grasses et en protéines de 34.68 ± 4.10 g/l et de 30.49 ± 1.98 g/l respectivement et une acidité de 16.53 ± 0.89 °D. La densité moyenne mesurée à 20°C est de 1028.06 ± 1.60 , le point de congélation est de -0.496 ± 0.037 °C.

La classification hiérarchique ascendante a permis d'identifier 5 classes de lait. La classe 1 (n=113) dont les laits présentent des proportions de matières grasses et de protéines assez élevées (39.52 et 32.97g/l). Les laits de la classe 2 (n=159) sont caractérisés par 36.98g/l et 31.81g/l de matières grasses et de protéines respectivement. Les laits de la classe 3 (n=129) montrent une teneur en matières grasses de 34.06 g/l et une teneur en protéines de 30.75 g/l. Les classes 4 et 5 (n=55 et 195) englobent des laits à faibles teneurs en matières grasses et en protéines qui sont respectivement de 31.09g/l, 27.78g/l et 31.43g/l, 28.55 g/l.

La composition physico-chimique des laits collectés dans la région de Tizi-Ouzou est considérée comme acceptable et se situe dans les normes des industries laitières algériennes.

Mots clés : lait, matières grasses, protéines, qualité physico-chimique.

Abstract

The aim of this study is to analyze the physico-chemical characteristics of cow's milk collected at the "Le Fermier" dairy in Draa Ben Khedda (Tizi-ouzou). Our work focused on data from the daily analysis of blended milk samples from the various farms in the Tizi-ouzou region, during the period from September 2020 to June 2021. A total of 650 samples were analyzed, the parameters taken into account are fat and protein content, Dornic acidity, density and freezing point.

The average daily quantity of milk collected from the dairy during the study period is estimated at 2805 ± 2491 liters per day. The blended milk is characterized by average fat and protein contents of 34.68 ± 4.10 g / l and 30.49 ± 1.98 g / l respectively and an acidity

of 16.53 ± 0.89 ° D. The average density measured at 20 ° C is 1028.06 ± 1.60 , the freezing point is -0.496 ± 0.037 °C.

The ascending hierarchical classification made it possible to identify 5 classes of milk. Class 1 (n = 113) whose milks have fairly high proportions of fat and protein (39.52 and 32.97g/l). Class 2 milks (n=159) are characterized by 36.98 g/l and 31.81 g/l of fat and protein respectively. Class 3 milks (n= 129) show a fat content of 34.06 g / l and a protein content of 30.75 g / l. Classes 4 and 5 (n = 55 and 195) include low-fat milks fat and protein contents which are respectively 31.09g / l, 27.78g / l and 31.43g / l, 28.55 g/l.

The physico-chemical composition of the milk collected in the Tizi-Ouzou region is considered acceptable and is within the standards of the Algerian dairy industries.

Keywords: milk, fat, protein, physico-chemical quality.

Liste des abréviations :

AA : acide aminé.

ACP : analyse des composantes principales.

AFNOR : association française de normalisation.

ARNm : acide ribonucléique messenger.

CAH : classification ascendante hiérarchique.

CEM : cellules épithéliales mammaires.

CMV : compléments minéraux et vitaminiques.

CV : coefficient de variation.

DSA : direction des services agricoles.

FAO : organisation des nations unies l'alimentation et l'agriculture.

g : gramme.

IGF : insulin-like growth factor.

INRA : institut national de la recherche agronomique.

J : jour

J.O.R.A : journal officiel de la république algérienne.

MADR : ministère de l'agriculture et du développement rural.

MAX : maximum.

MG : matière grasse.

MIN : minimum.

MS : matière sèche.

OMS : organisation mondiale de la santé.

ONIL : office national interprofessionnel du lait et des produits laitiers.

PC : point de congélation.

PDI : protéines digestibles dans l'intestin grêle.

PRL : prolactine.

STLD : société de transformation du lait et dérivés.

TB : taux butyreux.

TP : taux protéique.

UI : unité internationale.

°C : degré Celsius.

°D : degré dornic.

°T : température.

Liste des tableaux

Tableau n°01 : Compositions nutritionnelles moyennes du lait de vache.....	18
Tableau n° 02 : Classification des protéines de lait de vache.....	20
Tableau n°03 : Constituants lipidiques du lait de vache et localisation dans les fractions physico-chimiques (g/100 g de matière grasse).....	22
Tableau n°04 : Teneur moyenne par litre en vitamines au niveau du lait de vache.....	24
Tableau n°05 : Effet de la sous-alimentation en début de lactation sur la production laitière.....	30
Tableau n°06 : Quantité et caractéristiques physico-chimiques des laits collectés par les trois collecteurs pendant la période d'étude.....	43
Tableau n°07 : Valeurs propres obtenues par l'ACP.....	52
Tableau n°08 : Répartition des échantillons par classe.....	55

Liste des figures

Figure n°01 : Anatomie de la glande mammaire d'une vache laitière.....	06
Figure n°02 : Le développement de la glande mammaire et organisation d'un alvéole.....	07
Figure n°03 : Structure de l'alvéole mammaire.....	08
Figure n°04 : Anatomie du trayon en coupe longitudinale.....	09
Figure n°05 : Courbe de lactation théorique d'une vache laitière.....	12
Figure n°06 : Composition de la matière grasse du lait de vache.....	21
Figure n°07 : Diagramme explicatif de l'organisation de la laiterie du Fermier.....	37
Figure n° 08 : Appareil utilisé pour la mesure de la densité (lactodensimètre).....	39
Figure n° 09 : Vue du LACTOSCAN utilisé au niveau de la loge de réception de l'unité....	40
Figure n° 10 : Evolution de la quantité de lait collecté par mois par les 3 collecteurs.....	46
Figure n°11 : Variation de la teneur en matière grasse par mois.....	47
Figure n°12 : Evolution de la teneur en protéine par mois.....	48
Figure n°13 : Variation de l'acidité par mois.....	49
Figure n°14 : Evolution de la densité par mois.....	50
Figure n°15 : Evolution des points de congélation par mois.....	51
Figure n°16 : Projection des variables sur le plan F1xF2.....	53
Figure n°17 : Représentation des variables et des observations.....	53
Figure n°18 : Dendrogramme de la classification hiérarchique.....	54

Introduction générale

Le lait constitue une source primordiale dans l'alimentation de l'homme, par sa composition équilibrée en nutriments de base (protéines, glucides et lipides) et sa richesse en vitamines et en minéraux (**FREDOT, 2005**). Il est le seul aliment à pouvoir revendiquer en tout temps et tout lieu le statut d'aliment universel, au moins pour la première partie de la vie de l'être humain.

Afin de combler le déficit en protéines d'origine animale, les populations à faibles revenus recourent généralement à la consommation de lait car il peut remplacer d'autres produits coûteux tels que la viande (**AMELLAL, 1995**).

L'Algérie est considérée comme le premier consommateur laitier au Maghreb, avec une consommation estimée à 140 litres par habitant et par an (**RECHAM, 2015**). En outre les algériens consomment plus que la moyenne mondiale en matière de lait, leurs consommations annuelles atteignent 145 litres par an, alors que la moyenne mondiale déterminée par la FAO est de 90 litres par an par citoyen (**ONIL, 2018**). Cette énorme consommation a incité l'état à prendre d'autres mesures en se dirigeant vers l'implantation de la poudre de lait. En 2018 la production nationale actuelle de lait étant de 3,6 milliards de litres (dont le lait de vaches à lui seul représente 73% de celle-ci), couvre environ 2/3 des besoins annuels du pays qui sont de l'ordre de 4,5 à 5 milliards de litres (**MADR, 2018**).

Face à la faiblesse de la production laitière et l'insuffisance de la collecte, les pouvoirs publics ont eu recours à la mise en place d'une politique favorisant l'installation d'élevages laitiers par l'importation de génisses à haut potentiel génétique dans le but d'augmenter la quantité de lait produite, et de réduire la facture des importations (**GHOZLANE ET AL., 2010**).

Par contre, des mauvaises conditions d'exploitation du lait risquent de ternir sa qualité, qui entraînera un danger pour la santé humaine. Depuis la traite jusqu'au moment de sa vente, le lait évolue au cours du temps et des modifications peuvent survenir. (**ANDRIANOELISOA, 2014**).

C'est pour cela qu'aujourd'hui toute entreprise algérienne a mis en place une politique qualité, qui permet d'acquérir une meilleure maîtrise des caractéristiques physicochimiques dans le but de rester compétitive sur le marché national et international.

Introduction générale

Afin de mettre en évidence cette qualité, nous avons choisi la laiterie « Le Fermier » de Draa Ben Khedda à Tizi-ouzou, dans le but d'étudier la quantité mais aussi d'effectuer des analyses physicochimiques sur divers échantillons des laits collectés par les différents collecteurs, et réceptionnés par l'unité.

Notre étude présente deux parties, une partie bibliographique qui englobe trois chapitres portant sur la physiologie de la lactation, caractéristiques du lait de vache, et en dernier les facteurs de variations de la composition de lait de vache. La deuxième partie consacrée à l'étude expérimentale, décrit le matériel et les méthodes utilisés dans cette étude ainsi que les principaux résultats obtenus suivis de leurs interprétations et conclusion.

Partie bibliographique

Chapitre I

Physiologie de la lactation

La fonction de lactation, c'est-à-dire la production de lait, est l'aboutissement d'un long processus de développement et de différenciation des tissus mammaires. De la vie embryonnaire à la première lactation, la glande mammaire prend forme étape par étape, chacune de ces étapes est contrôlée par une association d'hormones dans des rapports de concentrations bien définis et agissant de manière séquentielle (JAMMES ET DJIANE ,1988).

1. Anatomie de la glande mammaire

L'anatomie de la glande mammaire diffère selon les espèces .Chez les bovins, elle est constituée de quatre quartiers anatomiquement et physiologiquement indépendants. Ces quartiers ont la particularité de posséder un tissu sécréteur entouré de stroma, un trayon et une citerne qui permet de stocker le lait. Ce lait est excrété par les canaux galactophores, des alvéoles mammaires où se trouve les cellules sécrétrices du lait, jusqu'à la citerne et le trayon (Figure 01). Au moment de la traite ou de la tétée, le lait est éjecté hors de la mamelle par le trayon (CHARTON, 2017).

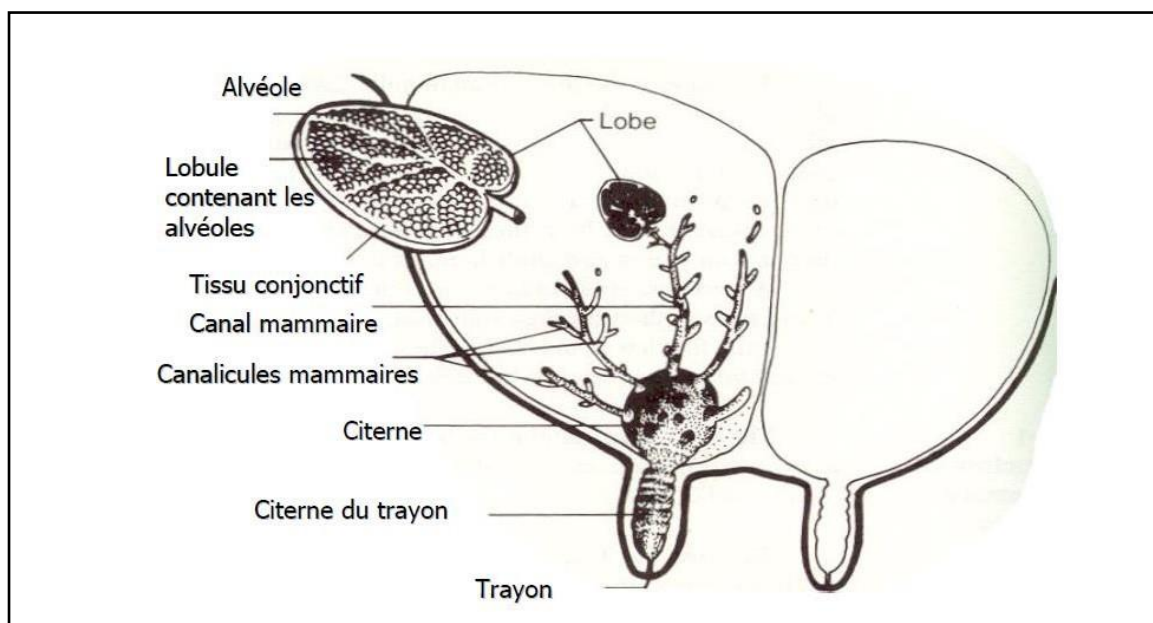


Figure 01: Anatomie de la glande mammaire d'une vache laitière (BOUICHOU, 2009).

Un quartier est ainsi une « glande » indépendante, composée du parenchyme mammaire, des voies d'excrétions du lait et du trayon (GUILLOT, 2016).

➤ **Le parenchyme**

Le parenchyme de la glande mammaire est constitué d'un ensemble de lobes, subdivisés en lobules, eux-mêmes formés d'acini ou alvéoles (**Figure 02**). Au sein de chaque alvéole, la fonction sécrétrice est assurée par un épithélium monocouche. Les interactions entre les cellules épithéliales et le système sanguin permettent l'apport d'éléments essentiels à la production de lait (glucose, acides aminés, minéraux, etc.) (JAMMES ET DJIANE, 1988).

STELWAGEN(2001) souligne que la vitesse d'évolution du parenchyme mammaire est affectée par les pratiques d'élevages, telles que le régime alimentaire, les traitements hormonaux, la fréquence de traite et la photopériode.

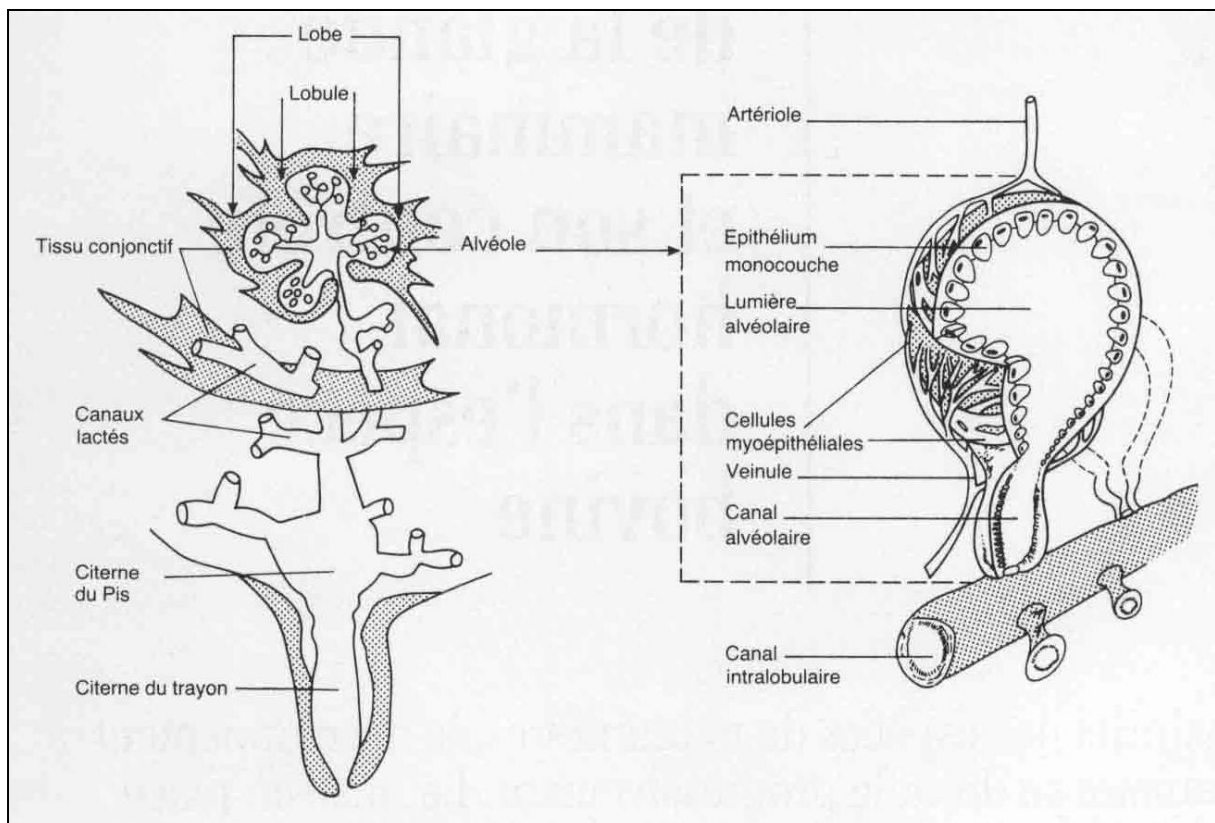


Figure 02 : Le développement de la glande mammaire et organisation d'un alvéole (JAMMES ET DJIANE, 1988).

➤ **Alvéole**

L'alvéole mammaire (**Figure 03**) est l'unité fonctionnelle de la mamelle pour la production de lait. La fonction sécrétoire est assurée par des cellules spécialisées, nommées cellules épithéliales mammaires (CEM) (**JAMMES ET DJIANE, 1988**). Les CEM sont jointes en un épithélium monocouche qui forme la structure sphérique de l'alvéole. Ces cellules reposent sur une lame basale et sont polarisées, elles prélèvent les nutriments provenant du sang au niveau de leur pôle basal, elles sécrètent les différents constituants du lait à leur pôle apical (**CHARTON, 2017**).

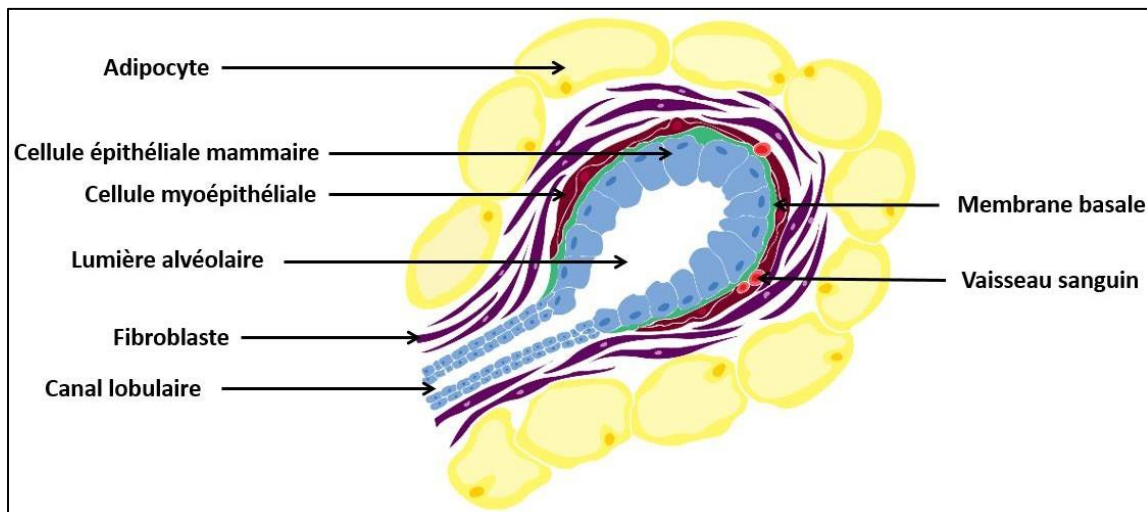


Figure 03: Structure de l'alvéole mammaire (**DELOUIS ET RICHARD, 1991**).

➤ **Le trayon**

Selon **HANZEN (2010)** La longueur du trayon est entre 3 à 14 cm et son diamètre est de 2 à 4 cm, cette longueur augmente de la 1^{ère} à la 3^{ème} lactation puis reste constante. La paroi du trayon est épaisse et renferme de nombreux vaisseaux et nerfs. A l'extrémité inférieure du trayon se trouve le sphincter du trayon entourant le canal du trayon (**Figure 04**), ce dernier a une longueur de 5 à 13 mm de long, et entre 1 à 2 mm de diamètre (ouvert) 0.4 mm (fermé).

Après la traite une partie de la kératine est manquante (une couche qui empêche l'entrée des mammites), cela correspond à la période où le canal du trayon est le plus ouvert donc le plus susceptible d'être pénétré par des microorganismes pathogènes (**SERIEYS, 1997**).

La peau du trayon est glabre et sans glandes sudoripares, sébacées ou muqueuse, cette absence des glandes le rend très sensible aux modifications extérieures de température, d'hygrométrie et de luminosité (**GOURREAU, 2009**).

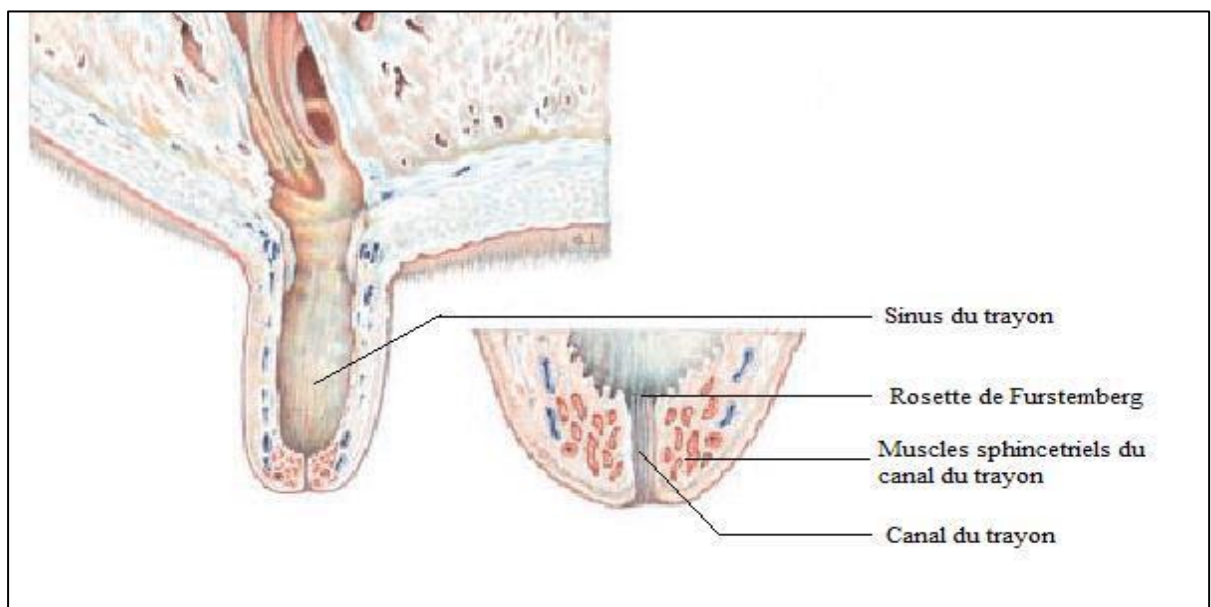


Figure 04: Anatomie du trayon en coupe longitudinale (**BUDRAS, 2003**).

2. Déclenchement hormonal de la lactation

La production du lait est régulée par un ensemble d'hormones jouant chacune un rôle clé et agissant en synergie les une avec les autres pour assurer la sécrétion lactée.

Chez une vache laitière ces hormones interviennent dans le développement de la glande mammaire ainsi que sur la sécrétion et l'éjection du lait.

CLERENTINE (2014) indique que lors de la traite (ou de la tétée), deux hormones sont secrétées sous l'influence des stimulations nerveuses du trayon :

- La prolactine : libérée par l'hypophyse antérieure.

- L'ocytocine : libérée par l'hypophyse postérieure.

De nombreuses autres hormones sont impliquées dans la régulation de la fonction de lactation : les stéroïdes ovariens, l'insuline et les IGF, les glucocorticoïdes, la leptine, les prostaglandines, les hormones thyroïdiennes, la sérotonine... (**HERVE, 2017**).

2.1. La prolactine

La prolactine est une hormone peptidique synthétisée par les cellules lactotropes de l'adénohypophyse (**FREEMAN ET AL., 2000**).

Cette hormone est connue comme étant l'hormone lactogène par excellence, par conséquent son action est requise dans la glande mammaire peu avant la mise-bas pour l'initiation de la lactation (**JAHN ET AL., 1997**).

Au moment de la parturition on observe un pic de prolactine, ce pic avec la baisse de progestérone contribue à la production en grande quantité de lait. La prolactine favorise aussi la transcription et la traduction des ARNm des protéines du lait (**VANACKER, 2017**).

Des études plus récentes rapportées par **LACASSE ET AL. (2012)** ont démontré que la PRL est aussi une hormone essentielle au maintien de la lactation puisque l'inhibition de la PRL pendant la lactation entraîne une baisse de la production laitière.

Selon **CLERENTIN (2014)** le stress aigu (douleur, bruit) entraîne une diminution des concentrations de prolactine.

2.2. L'ocytocine

L'ocytocine est une hormone peptidique jouant un rôle primordial dans la fonction de lactation puisqu'elle est l'hormone responsable de la contraction des cellules myoépithéliales lors du réflexe d'éjection du lait (**HERVE, 2017**). **CROWLEY ET ARMSTRONG (1992)** ont identifié ce réflexe comme étant un réflexe neuroendocrine qui a lieu en réponse à la stimulation tactile, lors de la tétée ou de la traite, des récepteurs sensoriels situés sur le trayon.

En plus de son rôle dans le réflexe d'éjection du lait, l'hormone d'ocytocine joue un rôle sur la quantité de lait produite puisque l'administration de cette hormone avant la traite permet d'augmenter la production laitière de manière dose-dépendante (**LOLLIVIER ET AL., 2002**).

DAVIS ET AL. (1998) indiquent que chez les ruminants, seulement 20 % du lait produit est stocké dans la citerne, et il est directement disponible pour le jeune ou la machine à traire, la majorité du lait produit est localisé dans le compartiment alvéolaire. La vidange complète du lait contenu dans les alvéoles mammaires et les canaux galactophores requiert donc le réflexe d'éjection du lait (**BRUCKMAIER, 2001**).

Une frayeur ou une douleur peut considérablement ralentir le transit de l'ocytocine par la libération d'adrénaline et de noradrénaline par les médullosurrénales (**MARTINET, 1993**).

3. Le cycle de lactation

La vie d'une vache peut être divisée en plusieurs étapes, dans un premier temps, la naissance où la génisse sera nourrie et surveillée pour assurer le bon déroulement de sa croissance et de son développement ; Puis, vers l'âge de 15 mois, la génisse entre en phase de reproduction. Après 9 mois de gestation, la vache donnera naissance à un veau, réservé au renouvellement du troupeau ou à la vente, et commencera à produire du lait. Trois mois après mise bas, elle produira du lait pendant environ 10 mois. La vache laitière est tarie pendant environ 2 mois avant la naissance du prochain veau. Ainsi, une vache produira en moyenne un veau par an, et produira du lait 10 mois par an (**GRUMMER, 1995**).

4. La courbe de lactation

La production laitière évolue au cours d'une lactation suivant un cycle qui est le même chez toutes les vaches laitières. La production journalière augmente les premières semaines après le vêlage, atteint un maximum, puis diminue plus ou moins régulièrement jusqu'au tarissement (**DELAGE ET AL., 1953**). Ces mêmes auteurs montrent que cette évolution de la production peut se représenter graphiquement par une courbe de lactation (**Figure 05**).

La durée d'une lactation varie selon les races, elle est courte dans les élevages traditionnels d'environ 180 jours. Elle peut atteindre 305 jours pour les races améliorées (**MEYER ET DENIS, 1999**).

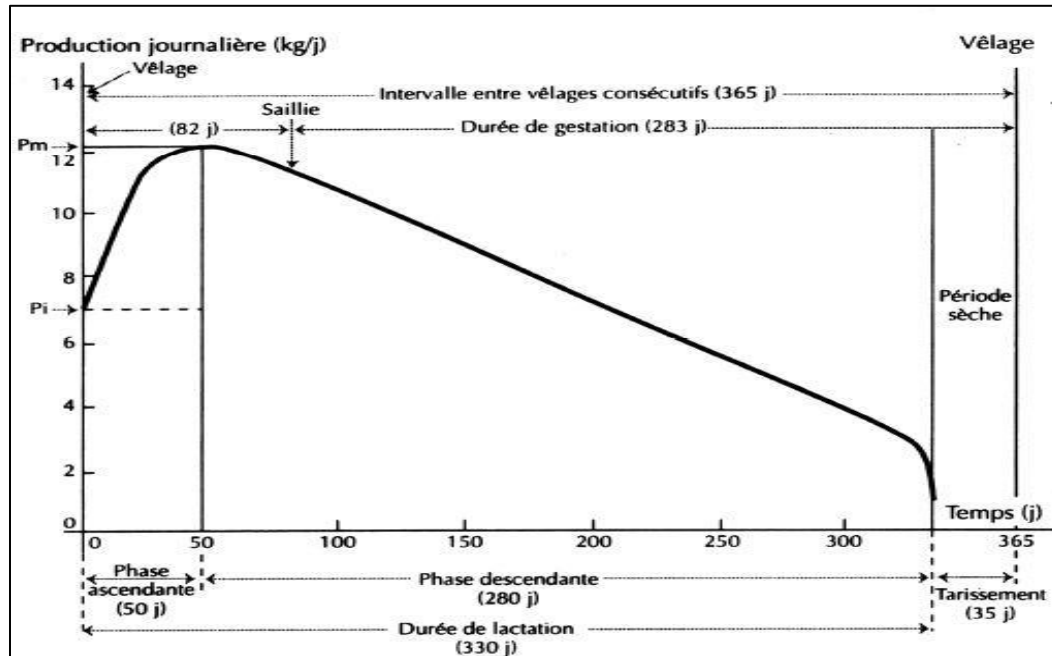


Figure 05 : Courbe de lactation théorique d'une vache laitière (**MEYER ET DENIS, 1999**).

4.1. La phase ascendante

C'est la phase d'établissement de la sécrétion lactée appelé aussi phase lactogénique, où le pic de lactation est généralement atteint (**SAIDOU, 2004**). Elle dure entre 3 et 8 semaines, sa durée varie en fonction de plusieurs facteurs : numéro et année de lactation, saison de vèlage et facteurs individuels (**DECAEN et AL., 1965**). Cette phase correspond à une phase de production intense, et c'est donc pendant cette période que la vache utilise les réserves corporelles accumulées durant le tarissement (**MEYER ET DENIS, 1999**).

4.2. Le pic de lactation et la persistance

Selon **ROUMEAS ET AL. (2014)** la persistance et le pic de lactation sont deux descripteurs de la forme de la courbe de lactation.

LAURIANNE (2015) signale que Le pic de lactation se situe classiquement autour de 35 à 45 jours. Ce pic représente le point de production journalière maximale, d'une durée d'environ 1 à 4 mois. D'après **ROUMEAS ET AL. (2014)** La persistance laitière est l'aptitude de la vache à maintenir son niveau de production laitière après le pic. Cette persistance diffère d'une vache à l'autre et est également influencée par d'autres facteurs. Les vaches adultes ont une persistance moins bonne que celle des primipares (**BOUJENANE, 2010**).

La conduite alimentaire peut aussi affecter la persistance et donc la courbe de lactation. Les vaches élevées dans de bonnes conditions ont des persistance plus élevées que celles entretenues dans de mauvaises conditions (**BOUJENANE, 2010**).

4.3. La phase décroissante

Selon **MEYER ET DENIS (1999)** la phase de décroissance de la lactation est la phase la plus longue. La production journalière décroît de façon assez régulière et plus au moins rapidement selon les races jusqu'au tarissement.

La phase est d'une durée de 8 à 9 mois, elle est caractérisé par une chute de production d'environ 10% par mois. Quand la vache est gestante, plus la fin de gestation est proche et plus les hormones de gestation ont un effet dépressif sur la lactation la chute sera donc plus importante en fin de lactation (**MEYER ET DENIS, 1999**).

4.4. Le tarissement

Selon **SERIEYS (1997)** le tarissement nommée aussi la période sèche est la période pendant laquelle la vache ne produit pas de lait, il est souvent perçu comme une phase de repos physiologique avant la lactation suivante.

Le tarissement est obligatoire pour une bonne reprise hormonale et la régénération des tissus mammaires, Il se pratique aux environs de deux mois avant le vêlage (**SERIEYS, 1997**).

Enfin, connaître cette courbe est indispensable pour gérer un élevage laitier en établissant des calendriers d'alimentation et de production (**MEYER ET DENIS, 1999**).

Chapitre II

Caractéristiques du lait de vache

1. Définitions du lait

Le lait a été défini en 1908 au cours du congrès international de la répression des fraudes à Genève comme étant « Le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée. Le lait doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum» (**POUGHEON, 2001**).

Selon **LE CODEX ALIMENTARIUS en 1999** le lait est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite issue d'une ou plusieurs traites, sans rien ajouter ou soustraire. Il est destiné à être consommé sous forme de lait liquide ou transformé.

Le lait est un liquide opaque, d'une couleur blanche, au goût peu sucré. C'est un aliment complet et équilibré. Il est sécrété par les glandes mammaires des femelles et des mammifères pour nourrir les jeunes (**ABOUTAYEB, 2009**).

JEANTET ET AL. (2008) signalent que le lait doit être collecté dans de bonnes conditions d'hygiène et doit présenter toutes les garanties sanitaires, il peut être vendu tel quel mais le plus souvent après la standardisation des lipides et la purification microbienne pour limiter les risques d'hygiène et assurer une plus longue conservation.

2. Caractéristiques organoleptiques

2.1. La couleur

Le lait est un liquide blanc mat, cette couleur est due à sa richesse en matière grasse ainsi qu'en B-carotène qui lui confère une teinte jaunâtre. La diffusion de la lumière par les micelles des colloïdes lui donne un aspect opaque (**LAURE ET CAZET, 2007**).

2.2. La saveur

La présence du lactose dans le lait lui confère une saveur légèrement sucré (**GUIGMA, 1985**).

Selon **THIEULIN ET VUILLAUME (1967)** l'alimentation des vaches laitières peut transmettre au lait un goût anormal en particulier une saveur amère. Cette dernière peut aussi apparaître dans le lait par suite de la pullulation de certains germes d'origine extramammaire.

2.3. L'odeur

Le lait a une odeur toujours faible, agréable et variable en fonction de l'alimentation (**GUIGMA, 1985**).

3. Caractéristiques physico chimiques du lait de vache

Le lait est une émulsion de matière grasse dans une solution colloïde dont le liquide intermicellaire est une solution complexe vraie (**KODIO, 2005**).

3.1. Caractéristiques physiques

3.1.1. Acidité

Selon **VIGNOLA (2002)** L'acidité du lait résulte d'une part de l'acidité apparente ou acidité naturelle due principalement à la présence des protéines, plus précisément les caséines et la lactalbumine, de substances minérales tels que les phosphates et le CO₂, et d'acides organiques, souvent de l'acide citrique, d'autre part elle résulte de l'acidité développée due à la composition de l'acide lactique par fermentation du lactose, par les bactéries lactiques.

L'acidité titrable peut être exprimée de deux façons : soit en degré Dornic (°D) soit en pourcentage d'équivalent d'acide lactique.

3.1.2. Densité

La densité du lait de vache est mesurée à l'aide d'un thermo-lacto-densimètre. Elle est comprise entre 1030 et 1033 à 20°C. A des températures différentes, il faut effectuer une correction (ALAIS, 1984).

Selon ALAIS (1984) La densité du lait, n'est pas une valeur constante, elle varie relativement avec la concentration des éléments dissous et en suspension, ainsi qu'avec la proportion de la matière grasse. D'après VIGNOLA (2002) la densité du lait diminue avec le mouillage, et augmente avec l'écémage.

3.1.3. Le point de congélation

Selon ABOUTAYEB (2018) le point de congélation du lait est la température qui permet le passage du lait de l'état liquide à l'état solide. La diminution du point de congélation est directement liée à la concentration en soluté de la solution. Par conséquent, il s'agit d'une mesure du nombre de molécules ou d'ions dans la solution aqueuse de lait.

Le point de congélation varie de -0,52 à -0,56°C ; Un point de congélation supérieur à - 0,530 °C est un indice d'une addition d'eau au lait. La fraction du lactose en plusieurs molécules plus petites peut causer l'abaissement du point de congélation. Ce dernier peut aussi servir à évaluer le degré d'hydratation des protéines.

3.2. Composition chimique du lait de vache

Le lait de vache est un lait caséineux (Tableau 01), d'après POUGHEON ET GOURSAUD (2001) les principaux constituants du lait:

- L'eau, très majoritaire.
- Les glucides principalement représentés par le lactose.
- Les lipides, essentiellement des triglycérides rassemblés en globules gras.
- Les sels minéraux.
- Les protéines, caséines rassemblées en micelles, albumines et globulines solubles.
- Les éléments à l'état de trace mais au rôle biologique important, enzymes, vitamines.

Tableau 01: Compositions nutritionnelles moyennes du lait de vache (ALAIS ET AL., 1984).

Substances	Quantité En g/l	Etat physique des composants
Eau	905	Eau libre (solvant) Eau liée (3,7%)
Glucide : lactose	49	Solution
Lipides	35	En solution de globules gras (3-5 μ)
Matière grasse proprement dite	34	
Lécithine (phospholipides)	0,5	
Partie insaturable (stérol, carotène, tocophérols)	0,5	
Protide	34	Suspension micellaire
Caséine	27	phosphocaséinates de calcium
Protéines solubles (albumine, globuline)	5,5	(0,08 à 0,12 μ)
Substances azotées non protéiques	1,5	Solution colloïdale Solution vraie
Sel	9	Solution ou état colloïdale (sel K, Ca, Na, Mg...)
Acide citrique	2	
Acide phosphorique (H ₂ PO ₄)	2,6	
Acide chlorhydrique (HCl)	1,7	
Constituants divers :		
Vitamines, enzymes, gaz dissous,	Trace	
Extrait sec total	127	-
Extrait sec non gras	92	

3.2.1. L'eau

L'eau est un composant majeur du lait, grâce aux doublets d'électrons libres et à la présence d'un dipôle l'eau attribue un caractère polaire. Ce dernier lui permet de former une solution vraie avec les glucides, ainsi que les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles de sérum (AMIOT ET AL., 2002).

3.2.2. Les glucides

Le lactose est considéré comme étant le seul glucide libre du lait, il est présent en quantité importante de 45 à 50 g/l, la glande mammaire le synthétise au départ du glucose prélevé dans le sang (FAO, 1998).

Le lactose joue un rôle important en tout ce qui est nutrition, il intervient comme élément fermentescible ; il peut être hydrolysé par des acides forts, et surtout par la lactase (COURTET LEYMARIOS, 2010).

Selon JEANTET ET AL. (2008) le lactose est responsable par son goût sucré et sa concentration élevée de la saveur douce et agréable du lait frais.

Il existe aussi d'autres glucides mais en faibles quantités, comme le glucose et le galactose qui proviendraient de l'hydrolyse du lactose. Certains glucides peuvent se combiner aux protéines (AMIOT ET AL., 2002).

3.2.3. Les protéines

Selon COURTET LEYMARIOS (2010) le lait de vache contient en moyenne une teneur de 34 à 35 g/l de protéines. Ces derniers représentent près de 95 % de matière azoté totale, les 5% restantes peuvent être soit des acides aminés libres ou de l'azote non protéique ; principalement de l'urée, ainsi que la créatinine et aussi de l'acide urique.

BRUNNER (1981) rapporte que Les protéines du lait de vache sont composées de 75 à 85 % de caséine et 15 à 22 % de protéine du lactosérum (Sérum, albumine, Lactalbumine,

Lactoglobuline, Immunoglobulines.....) (**Tableau 02**). D'après **RULQUIN (1997)** 93 à 95% des protéines du lait sont synthétisés à partir des acides aminés libérés par le sang.

Tableau 02 : Classification des protéines de lait de vache (**BRUNNER, 1981**).

NOMS	% des protéines	Nombre d'AA
CASEINES :	75-85	
Caséine κ s ₁	39-46	199
Caséine κ s ₂	8-11	207
Caséine β	25-35	209
Caséine α	8-15	169
Caséine α	3-7	
PROTEINES DU LACTOSERUM	15-22	
β β Lactoglobuline	7-12	162
α α Lactalbumine	2-5	123
Sérum-albumine	0.7-1.3	582
Immunoglobulines (G1, G2, A, M)	1.9-3.3	
Protéoses-peptones	2-4	

3.2.4. Les matières grasses

Les matières grasses sont présentes dans le lait sous un aspect d'une émulsion de globules gras. Le lait de vache contient en moyenne 40 g/kg de matière grasse (**FERLAY ET AL., 2013**).

(**La figure 06**) présente un globule gras du lait. La membrane est constituée de phospholipides, de lipoprotéines, de cérobroside, de protéines, d'acides nucléiques, d'enzymes et d'Oligo-éléments (métaux) et d'eau (**BYLUND, 1995**).

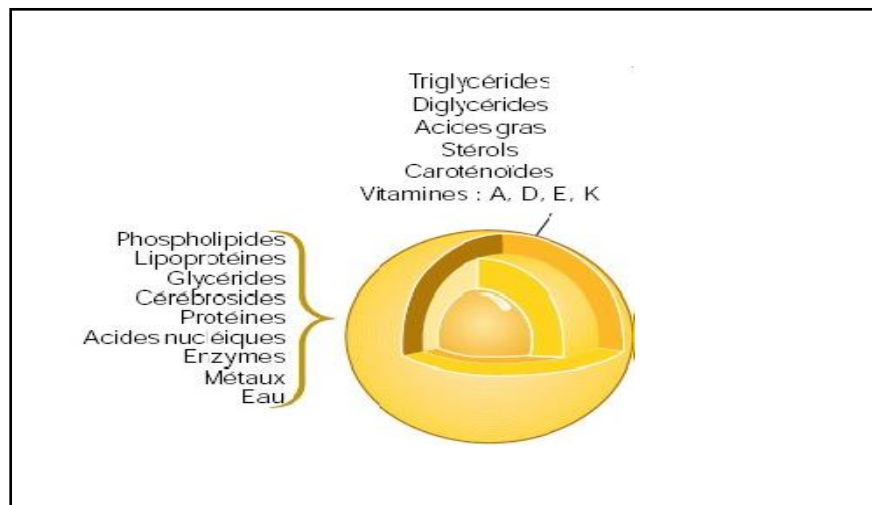


Figure 06 : Composition de la matière grasse du lait de vache (BYLUND, 1995).

COURTET LEYMARIOS (2010) distingue plusieurs catégories de matières grasses dans le lait de vache (**Tableau 03**) qui sont :

- les lipides simples : constitués essentiellement de glycérides (98% de matières grasses). Les glycérides dites aussi lipides neutres sont constituées par des triglycérides (plus de 98%), des diglycérides (de 0,2 à 1,5%) et des monoglycérides.
- les lipides complexes : ce sont des phospholipides qui représentent 1% de matière grasse (de 0,3 à 0,5 g/L) Leurs caractéristiques à la fois lipophiles et hydrophiles leur permettent de former des ponts entre phase lipophile (grasse) et hydrophile (aqueuse)

Ils existent d'autres lipides complexes mais en faibles quantités tel que: les gangliosides, les glycolipides et les glycosphingolipides.

Tableau 03 : Constituants lipidiques du lait de vache et localisation dans les fractions physico-chimiques (g/100 g de matière grasse) (FAO, 1998).

Constituants lipidiques	Proportions	Localisation
Triglycérides	96-98	Globule gras
Diglycérides	0,3-1,6	Globule gras
Monoglycérides	0,0-0,1	Globule gras
Phospholipides	0,2-1,0	Membrane du globule gras et lactosérum
Cérébrosides	0,0-0,08	Membrane du globule gras
Stéroïdes	0,2-0,4	Globule gras
Acides gras libres	0,1-0,4	Membrane du globule gras et lactosérum
Esters du cholestérol	Traces	Membrane du globule gras
Vitamines	0,1-0,2	Globule gras

La matière grasse du lait a une importance cruciale dans les industries laitières, du fait qu'elle est considérée comme étant l'un des paramètres de base du paiement du lait par les producteurs (LUQUET, 1985).

3.2.5. les enzymes

POUGHEON (2001) souligne que les enzymes sont des substances organiques d'origine protidique, produites par des cellules ou bien par des organismes vivants. Elles jouent un rôle d'un catalyseur dans les réactions biochimiques et aussi indicateurs de qualité hygiénique. Les enzymes apportent une protection au lait grâce à son rôle antibactérien.

Selon **BLANC (1982)** l'activité enzymatique présente dans le lait peut être influencée par différents facteurs :

- l'espèce et la race
- la lactation
- la saison
- l'alimentation
- la santé mammaire

3.2.6. Les vitamines

Le lait présente de nombreuses vitamines, ces vitamines peuvent être liées à l'alimentation de la vache, tels que le fourrage, des aliments concentrés (céréales, soja.....) ainsi qu'aux compléments minéraux et vitaminiques (CMV) contenant généralement les vitamines A, E, et D3 (**FERLAY ET AL., 2013**).

LESNE ET VAGLIANO (1925) estiment que le lait est un constituant vivant qui renferme deux grands groupes de vitamines (**Tableau 04**) :

- des vitamines liposolubles : vitamines A, D, E et K leur teneur dépend essentiellement du taux de matière grasse.
- des vitamines hydrosolubles : vitamines du groupe B et vitamine C.

Tableau 04 : Teneur moyenne par litre en vitamines au niveau du lait de vache (**kODIO, 2005**).

Groupes de vitamines	Types de vitamines	Teneur moyenne/l
Vitamines liposolubles	• Vitamine A	500-1000 UI
	• Vitamine D	15 - 20 UI
	• Vitamine E	1-2 mg
	• Vitamine K	0.02 - 0.2 mg
Vitamines hydrosolubles	• Vitamine B1	1-0.1 mg
	• Vitamine B2	0.8 - 3 mg
	• Vitamine PP	1-2 mg
	• Vitamine B6	2-1 mg
	• Acide pantothénique	2-5 mg
	• Vitamine B12	1-8 µg
	• Vitamine C	10-20 µg

3.2.7. les minéraux

Les minéraux sont classés parmi les constituants du lait les moins abondant environ 9 g/l, mais leur importance reste remarquable du point de vue nutritionnel et technologique. Ils sont présents à l'état d'ions ou de sels non dissociés.

Les minéraux les plus abondants dans le lait sont : le potassium (1,5g/l), le calcium (1,2g/l), le phosphore (0,9g/l), le sodium (0,45g/l) et le magnésium (0,12g/l) on trouve aussi le chlore (1,15g/l) et du citrate (1,7g/l) ainsi que des oligo-éléments tels que Se, Cu, Fe, Mn, Zn... (**SANCHEZ, 2019**).

Chapitre III

Les facteurs de variations de la composition de lait de vache

Les principaux facteurs de variations de la composition chimique et de la production du lait peuvent être liées soit à l'animal tel que les facteurs génétiques, le stade physiologique, l'état sanitaire..., soit au milieu et à la conduite d'élevage (l'alimentation, traite, hygiène ...) (**BONY ET AL., 2005**).

1. Les facteurs intrinsèques

1.1. Effet de la race

Il existe un grand écart dans la composition du lait d'une race à une autre, principalement dans le taux butyreux (**FAO, 1995**).

D'après **COULON ET AL. (1991)** la limite supérieure du taux protéique et du taux butyreux dans le lait de vache (TP et TB) est déterminée par son potentiel génétique, c'est pourquoi on parle de race laitière. La différence entre ces races réside dans la quantité et la composition du lait qu'elles produisent. Par exemple Les Frisonnes produisent la plus grande quantité de lait ; en moyenne 7890 kg par vêlage, par contre les races ayant une faible production de lait (races locales) ont une teneur en matière grasse laitière plus élevée (5%), tandis que les Frisonnes fournissent un lait moins riche en matières grasses (3,61%).

SINGH (2006) considère que la distribution et la taille des globules gras dépendent de la race des vaches. Par exemple La taille moyenne des globules de la matière grasse du lait de vache Jersey est d'environ 4,5 µm, alors qu'il est de 3,5 µm pour les vaches Frisonnes.

La race Normande produit moins de lait que la Pie-Noire (- 4kg/j), cependant elle a une teneur en protéine (+ 2 à + 2,5 %), en matière grasse (+ 2 à + 3 %) et en calcium (+ 0,1 %) significativement plus élevée (**FROC ET AL., 1988**).

Le lait de la Montbéliarde possède la particularité de contenir un taux butyreux faible et un taux protéique élevé tandis que le lait des races Holstein est relativement plus dilué (**FAO, 1998**).

Selon **MALOSSINI ET AL. (1996)** le lait produit par la Brune est le plus riche en matière azotée, en calcium et phosphore, avec des répercussions positives sur les paramètres technologiques et en particulier sur la consistance de la coagulation.

1.2. Effet de l'âge au premier vêlage

D'après **CHARRON (1986)** l'âge au premier vêlage est lié au poids corporel de la vache qui doit être d'environ 60 à 70 % du poids adulte. **WOLTER (1994)** souligne que le fait de diminuer le poids de la vache laitière au moment du vêlage, cela entraînera une baisse de la quantité de lait produite en première lactation.

Selon **LE LIBOUX (1974)** il existe une marge entre la production des génisses selon que leur 1er vêlage a eu lieu à deux ou trois ans d'âge, la production laitière durant la 1ère lactation est plus faible chez les génisses très jeunes que chez les génisses les plus âgées. Cela est confirmé par **SOLTNER (1989)** qui note que les génisses qui vêlent tôt (saillie à moins d'une année) ont une production nettement inférieure, ce qui se reflètera sur les lactations suivantes.

1.3. Effet de stade de lactation

Selon **AGABRIEL ET AL. (1990)** le stade de lactation est considéré comme étant le facteur le plus étudié qui influence la composition du lait. **HODEN ET COULON (1991)** indiquent que la teneur en matière grasse et en protéine se développe de façons inverses avec la quantité du lait produite.

SCHULTZ ET AL. (1990) ont démontré que le taux butyreux et le taux protéique atteignent leur maximum au cours des premiers jours de lactation, et leur minimum durant le 2^{ème} et 3^{ème} mois de lactation et s'accroissent jusqu'à la fin de lactation. En revanche, la production laitière a été pratiquement linéaire en moyenne entre le 1^{er} et le 8^{ème} mois de lactation et entre le 2^{ème} et le 9^{ème} mois de lactation.

1.4. Effet de l'état sanitaire

Les mammites constituent la pathologie la plus fréquente et la plus coûteuse rencontrée en élevage laitier (**SEEGERS ET AL., 2003**).

Selon **MEYER ET DENIS (1999)** une mammite peut donner en conséquence une diminution de la quantité du lait produite, elle peut également provoquer une modification de l'aspect du lait et de sa composition chimique. Plus la mammite est grave, plus la composition du lait est proche de celle du plasma sanguin. La mamelle lésée se comporte comme un organe d'élimination : il y a diminution des molécules élaborées et augmentation des molécules filtrées.

La teneur en protéine totale issue d'un lait mammitieux est constante voir plus élevée. Une baisse de la teneur en caséine et une augmentation de la teneur en protéine soluble ont été aussi constatées. La composition de la matière grasse est également modifiée d'après ces mêmes auteurs, le taux des acides gras libre est notamment des acides gras à chaîne longue augmente, alors que celui des phospholipides diminue (**SERIEYS ET AL., 1987**).

1.5. Effet du tarissement

Le tarissement peut désigner une phase du cycle de la vache laitière, une période pendant laquelle la vache laitière n'est plus traitée jusqu'au vêlage, on parle de période sèche (**kaci, 2009**).

D'après **MEISSONNIER ET MAYER (1994)** la durée optimale du tarissement des vaches laitières est de 2 mois (8 semaines). **DIAS ET ALLAIRE (1982)** estiment que cette durée varie surtout en fonction du rang de lactation : un tarissement de 8 semaines est jugé nécessaire pour les vaches primipares et un tarissement de 4 à 7 semaines pour les multipares.

Selon **SERIEYS (1997)** le tarissement exerce une influence importante sur la production laitière, plus précisément c'est la durée du tarissement qui a des effets sur la quantité de lait produite ainsi que sa composition et sa qualité. Lorsque la durée de la période sèche augmente, la production de la lactation suivante augmente régulièrement jusqu'à un plafond vers 70 jours ou plus (**SORENSEN ET ENEVOLDSEN, 1990 ; SCHAFFER ET HENDERSON, 1971 ; FUNK ET AL., 1987**).

SERIEYS (1997) note qu'en retardant la période sèche (tarissement court) la vache produit un lait enrichi en matière protéique particulièrement sur les deux premières lactations, cet accroissement du taux protéique correspond d'une part à un effet de concentration de la matière utile dans un moindre volume de lait, d'autre part il correspond à un métabolisme

mammaire plus efficace pour la synthèse des protéines du lait associé à une balance en énergie plus équilibrée au début de lactation suite à un tarissement raccourci.

2. Les facteurs extrinsèques

2.1. Effet de l'alimentation

L'alimentation joue un rôle fondamental, elle agit à court terme et peut faire varier les taux butyreux et protéique de manière indépendante. La production ainsi que la composition chimique du lait peuvent varier selon la nature d'aliment (fourrage ou concentré), le mode de distribution, l'aspect physique (grossier ou finement haché), le niveau d'apport en azote et en énergie...etc (**HODEN ET COULON, 1991**).

Selon **AGABRIEL ET AL. (1993)** une augmentation d'apport énergétique résulte généralement un accroissement de la teneur en protéines et de la production laitière. Cela peut être confirmé par l'étude faite par **BONY ET AL. (2005)** les résultats de cette étude montrent que la présence d'une part importante du concentré dans la ration se traduit en une augmentation de la quantité de lait produite, un taux protéiques élevés et un taux butyreux légèrement faible.

L'accroissement du niveau des apports azotés conduit à une augmentation de la production laitière et de la matière protéique (**COULON, 1991**). D'après **HODEN ET COULON (1991)** les vaches laitières de haut niveau ont des besoins spécifiques en certains acides aminés (lysine, méthionine...), ces derniers sont apportés pour améliorer l'efficacité d'utilisation des protéines (PDI) et d'extérioriser leurs potentialités. **RULQUIN (1992)** souligne dans son travail sur la nutrition azoté qu'il est possible d'augmenter le taux protéique du lait sans modifier le taux butyreux afin d'améliorer le rapport TP/TB.

2.2. Effet de sous alimentation

Selon **MEYER ET DENIS (1999)** une sous alimentation énergétique même à court terme, en début de lactation peut entraîner une diminution de la qualité du lait produite et un accroissement du taux butyreux. Par contre au cours d'un essai réalisé par **COULON ET AL. (1994)** sur deux lots de vache de race différentes (Holstein et Tarentaise) à fin de prouver l'effet de la sous alimentation énergétique a démontré que le lot dont la ration est réduite de

Chapitre III Facteurs de variations de la composition de lait de vache

3kg de concentré a causé une baisse du taux protéique, alors que le taux butyreux n'est pas affecté.

D'autre part une sous alimentation azoté sévère peut entraîner une diminution appréciable de la production laitière malgré la particularité des vaches à économiser leur azote (**MEYER ET DENIS, 1999**). **JOURNET ET REMOND (1980)** ont souligné qu'il est intéressant de distribuer de l'azote en quantité importante pour les vaches fortes productrices au début de lactation.

Selon **BROSTER (1974)** en début de lactation une sous alimentation peut provoquer une forte diminution de la production (**Tableau 05**).

Tableau 05 : Effet de la sous-alimentation en début de lactation sur la production laitière (**BROSTER, 1974**).

Durée de la sous alimentation en début de lactation	Diminution de la quantité de lait (kg)	
	Au début de lactation	Lactation totale
12 semaines	136	590
8 semaines	45	181
9 semaines	180	862

COULON ET AL. (1997) témoignent que la composition du lait et la production varient avec la nature des rations de base (fourrage conservé et fourrage vert), par exemple, les vaches nourries à base de foins produisent moins de lait que celles recevant de l'ensilage d'herbe mais leurs laits sont plus riches en matières grasses et en protéines.

2.3. Effet saison et climat

La saison a un effet incontrôlable sur la variation de la quantité et la composition du lait.

La majorité des travaux effectués par **PETERS ET AL. (1981)** ont démontré que la saison fonctionne essentiellement par l'intermédiaire de la durée du jour, et que la durée d'éclairement expérimentale longue de (15 à 16H) par jour augmente la quantité de lait produite et diminue parfois sa richesse en matière utile. Ces variations de la production laitière sont associées à une augmentation des quantités ingérées. Alors que **BOCQUIER (1985)** souligne que la modification des équilibres hormonaux (augmentation de la prolactine) pourrait entraîner une dilution des matières sécrétées donc une diminution de la teneur en matières grasses et en protéines.

DECAEN ET AL. (1966) rapportent que la teneur du lait en matières grasses est maximale en automne et minimale à la fin du printemps. Cependant la teneur en matières azotées présente deux minima, à la fin du printemps et à la fin de l'hiver et, et deux périodes maximales au début du printemps après la mise à l'herbe et en automne avant le retour en stabulation.

L'action de la chaleur a une grande influence sur la production laitière est due en grande partie à une diminution de l'ingestion et à une augmentation de l'évaporation pulmonaire. Le lait de vache des pays chauds contient moins de matières grasses, de matière azotée et de lactose. La thermo-tolérance des animaux varie en sens inverse de leur production : les animaux les moins productifs sont les plus résistants à la chaleur (**MEYER ET DENIS, 1999**).

2.4. Effet de la traite

La traite est une action qui permet d'extraire du lait de la mamelle, de manière à obtenir une quantité maximale d'un lait de bonne qualité sans aucune répercussion nuisible sur la santé de l'animal (**DIOFFO, 2004**).

D'après **SMITH ET AL. (2000)** l'accroissement du nombre de traites entraîne une augmentation de la quantité de lait produite par jour par vache. **STELWAGEN (2001)** note que Cette augmentation est due à plusieurs facteurs : la pression mammaire, la prolifération

des cellules de sécrétion et la production des hormones. Donc lorsque la synthèse du lait s'accroît, la pression mammaire augmente par le remplissage de la glande et si la vache n'est pas traitée, cela affecte la prochaine synthèse d'où la diminution de la quantité produite.

MURNEY ET AL. (2015) signalent qu'une bonne alimentation des animaux est une condition préliminaire pour l'accroissement de la quantité journalière du lait produite en cas de multiplication de la fréquence de traite.

Du point de vue qualitatif **ATASHI (2015)** témoigne que Le rendement en matières grasses et en matières protéiques du lait augmente en raison de l'augmentation de la production de lait, du fait que la multiplication de la fréquence de traite ne présente aucun impact significatif sur la qualité du lait produit. En effet, les taux de matière utile du midi étaient plus élevés que ceux du soir qui, à leur tour étaient plus élevés que du matin. Ce qui voudrait dire que plus la quantité produite dans la journée est faible, plus le taux de MG et de MS augmente et inversement.

2.5. Effet de l'hygiène

Le contrôle de la qualité du lait est une nécessité fondamentale. Le non-respect des règles d'hygiène (hygiène du personnel, hygiène du matériel, hygiène des locaux) peut hypothéquer gravement la qualité du lait (**TITAOUINE, 2018**).

2.5.1. Hygiène du personnel

Selon **ALAIS (1984)** le personnel doit subir un examen médical d'embauche et doit connaître les précautions nécessaires pour éviter la contamination du lait. Le personnel chargé de la traite surtout doit être en bon état de santé et doit prendre des précautions hygiéniques élémentaires par exemple se laver les mains, avant-bras et les essuyer avec un linge propre.

2.5.2. Hygiène du matériel

Qu'il s'agisse simplement du matériel traditionnels (seau, bidon) ou mécanique il est essentiel que le matériel de traite utilisé et tout ustensile venant en contact avec le lait soit parfaitement nettoyé et désinfecté avant utilisation (**FAO/OMS, 1990**).

2.5.3. Hygiène des Locaux

Pour produire un lait sain et de bonne qualité, les locaux doivent faire l'objet de nettoyage quotidien, mais aussi de désinfection et désinsectisation (**ALAIS, 1984**).

Partie pratique

Matériel et méthodes

1. Objectif de l'étude

Le but de la présente étude est d'analyser les caractéristiques physico-chimiques du lait de vache collecté au niveau de la laiterie « Fermier » STLD (Société de transformation du lait et dérivés) dans la région de TiziOuzou à Draa ben khedda.

Le lait analysé est un lait de mélange issu de 3 collecteurs (A, B et C) de différentes régions, entre septembre 2020 et juin 2021.

- Collecteur A : chargé de la collecte du lait à partir des éleveurs des régions de Beni Zemenzar ,Makouda et Beni Douala.
- Collecteur B : chargé de la collecte du lait des éleveurs des régions d'Azazga, Azeffoun, Ouaguenoun, Bouzguene, Tizi Rached, Larbaa Nathirathen et Freha .
- Collecteur C : chargé de la collecte des régions de Makouda, Tizirt, Sidi naaman et Meklaa.

2. Description de l'unité

2.1.Situation géographique de l'unité

La laiterie «Le Fermier » est une entreprise à caractère privé, elle a été créée le 16 avril 2004. Cette unité de transformation se situe à 12 Km de la ville de Tizi Ouzou. Elle occupe une superficie de 2936 m² à la zone d'activité de Draa Ben Khedda

2.2.Organisation de l'unité

D'après les renseignements recueillis auprès de l'administration, l'entreprise fonctionne avec un effectif total de 104 employés.

2.3. Plan de la laiterie

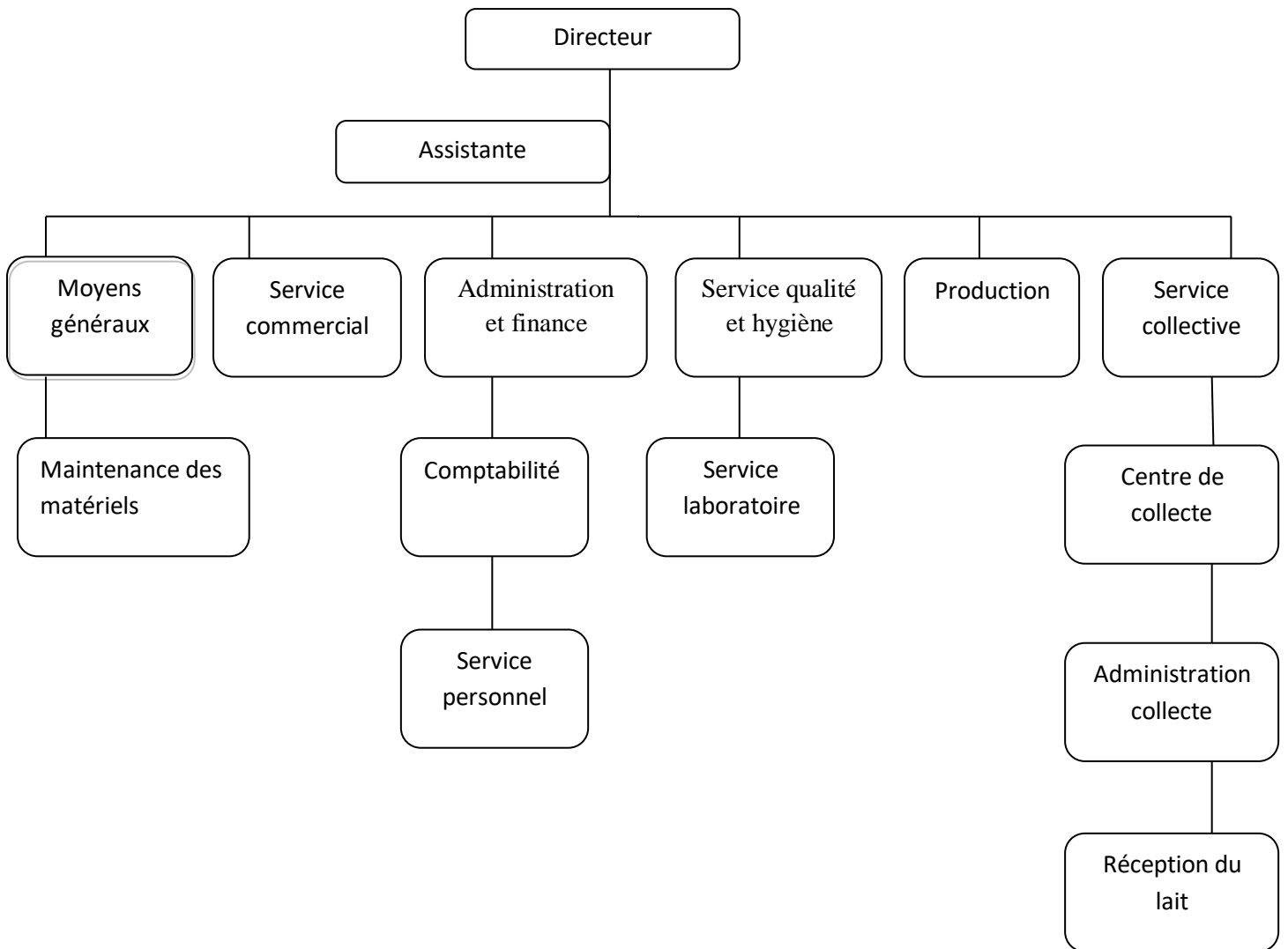


Figure n° 07: Diagramme explicatif de l'organisation de la laiterie du Fermier.

2.4. Les produits de l'unité

La laiterie a pour fonction de produire une large gamme de produits de lait cru collecter par des éleveurs locaux. On trouve :

- ✓ Lait pasteurisé et conditionné « lait cru de vache 100% »
- ✓ Lait fermenté et conditionné «L'ben le fermier»
- ✓ Fromage à pâte molle de type camembert à base de lait de vache
- ✓ Fromage à pâte pressée non cuite
- ✓ Fromage fondu
- ✓ Fromage frais aux fines herbes
- ✓ Le beurre

3. Analyses physico-chimiques

3.1. Technique de prélèvement

Les échantillons de lait cru à analyser ont été prélevés à l'arrivée des camions munis d'une citerne réfrigérante qui assurent le transport du lait à une température de 4 à 6 °C. Le prélèvement se fait à l'aide d'une louche qu'on plonge à l'intérieur de la citerne.

3.2. Les paramètres analysés

Les analyses physico-chimiques effectuées sont :

- La densité
- L'acidité
- Matière grasse
- Protéine
- Point de congélation

Ces paramètres sont les principaux indicateurs de la qualité et la valeur nutritionnelle du lait c'est pour cela qu'ils doivent répondre à des normes bien définies.

3.2.1. La densité

Elle est mesurée à l'aide du thermo-lacto-densimètre dont lequel on plonge une éprouvette contenant 500 ml de lait, ensuite la densité est lue directement sur l'appareil.

Si la T° du lait au moment de la mesure est inférieur à 20°C il faut diminuer la densité lue de 0.2 par degré au-dessous de 20°C

- Si la $T^\circ > 20^\circ\text{C}$ $D = D^\circ + 0.2 (T^\circ - 20^\circ\text{C})$
- Si la $T^\circ < 20^\circ\text{C}$ $D = D^\circ - 0.2 (20^\circ\text{C} - T^\circ)$
- Si la $T^\circ = 20^\circ\text{C}$ la densité reste la même

Avec :

T° : température lue sur le lactodensimètre.

D° : densité lue sur le lactodensimètre

Exemple : si la $T^\circ = 18^\circ\text{C}$ densité = $D^\circ - 0.2 (20 - 18)$



Figure n° 08 : Appareil utilisé pour la mesure de la densité (lactodensimètre).

3.2.2. L'acidité

L'acidité est déterminée par le dosage de l'acide lactique présent dans un échantillon de lait à l'aide de l'hydroxyde de sodium NaOH en présence de phénolphaléine comme indicateur coloré, elle est exprimée en degrés Dornic (°D).

3.3. Paramètres analysés avec le LACTOSCAN

Le dosage des matières grasses (MG), des protéines et la détermination du point de congélation sont réalisés à l'aide du LACTOSCAN (**figure 09**) qui est un analyseur de chimie moderne adapté à l'analyse de chaque type de lait. On effectue des prélèvements de lait (flacon de 180 ml) de chaque cuve de production afin d'analyser sa composition, nous faisons introduire la sonde de LACTOSCAN dans le lait après l'avoir étalonné, les valeurs de la matière grasse, protéines et le point de congélation sont lues directement sur l'afficheur du LACTOSCAN.



Figure n° 09 : Vue du LACTOSCAN utilisé au niveau de la loge de réception de l'unité.

4. Méthodologie de travail

Notre étude a porté sur les données de l'analyse journalière d'échantillons de lait de mélange récoltés à partir des 3 collecteurs (A, B, C) au niveau de la laiterie le fermier durant la période allant de septembre 2020 jusqu'à juin 2021. Pour l'ensemble des paramètres, un total de 651 échantillons ont été analysés. Les paramètres pris en compte sont :

- ✓ La quantité collectée
- ✓ Le taux butyreux
- ✓ Le taux protéique
- ✓ Le point de congélation
- ✓ L'acidité
- ✓ La densité.

5. Analyse statistique

Les données recueillies ont été saisies dans un fichier Excel 2007, et ont fait l'objet d'une analyse descriptive (moyenne, écart type, minimum, maximum). Une analyse des composantes principale (ACP) a été réalisée grâce au logiciel XLSTAT afin de construire une typologie du lait. Les résultats sont présentés sous forme de tableaux et de graphes.

Résultats et discussions

1. Caractéristiques des laits collectés durant la période d'étude

Les résultats moyens de la quantité et la qualité physicochimique du lait collecté par les 3 collecteurs (collecteur A, collecteur B et collecteur C) sont illustrées dans le (**Tableau 06**).

Tableau n° 06 : Quantité et caractéristiques physico-chimiques des laits collectés par les trois collecteurs pendant la période d'étude.

	Nombre d'observations	Moyenne \pm Ecart type	MIN	MAX	CV %
Quantité collectée (litres /jour)	651	2805.02 \pm 2491,58	215	10400	88.83
MG (g/l)	651	34.68 \pm 4.10	25	44.9	11.82
Protéine (g/l)	651	30.49 \pm 1.98	25.7	34.8	6.5
Acidité (°D)	651	16.53 \pm 0.89	14	20	5.38
Densité	651	1028.06 \pm 1.60	1023.4	1031.8	0.16
Point de congélation (°C)	651	-0.496 \pm 0.037	-0.614	-0.055	7,47

1.1. Quantité moyenne de lait collecté

La quantité moyenne du lait collecté par les 3 collecteurs au niveau de la laiterie Le Fermier est de 2805.02 \pm 2491,58 litres. En se basant sur les résultats de la production et de la collecte du lait de vache enregistrés par la **DSA (2020)** cette valeur moyenne représente un taux de collecte de 5.16%.

Selon la **DSA (2020)**, la wilaya de Tizi Ouzou présente une production laitière de 120905.94 x10³ litres et une quantité globale de lait de vache collecté de 54354.41x10³ litres ceci constitue du taux de collecte de 44.95%.

1.2. Caractéristiques physicochimiques du lait collecté

1.2.1. Le teneur en matière grasse et en protéine

Les résultats moyens ont fait ressortir un TB et un TP respectivement de 34.68 ± 4.10 g/l et de 30.49 ± 1.98 g/l. leurs valeurs extrêmes se situent entre 25 g/l et 44.9 g/l, et entre 25.7 g/l et 34.8 g/l respectivement.

Ces valeurs sont approximativement similaires à celles enregistrées par **BOUSSELMI ET AL. (2010)** en Tunisie, par contre elles sont inférieures à ceux enregistré par **BOUSBIA ET AL. (2012)** dans la région du nord est algérien. Tandis que le taux de matière grasse est supérieur à celui obtenu par **BACHTARZI (2015)** à l'est algérien.

Cependant les résultats moyens obtenue sont conformes aux normes **AFNOR 1986** qui tolèrent des valeurs qui se situent entre 34 à 36 g/l pour la matière grasse, par ailleurs les résultats moyens obtenue pour les protéines restent légèrement inférieurs aux normes rapporté dans le **J.O.R.A** 31 g/l à 33g/l.

Selon **COURTET LEYMARIOS (2010)** le taux de matière grasse et de protéine varie essentiellement en fonction de la race de la vache et du stade de lactation.

1.2.2. L'acidité

L'acidité du lait analysé provenant des 3 collecteurs montre une valeur moyenne de 16.53 ± 0.89 °D avec une valeur minimale de 14°D et une valeur maximale de 20 °D.

Ces résultats sont conformes à ceux notés par **AMIOT ET AL. (2002)** étant entre 13 et 17 °D. Tandis qu'ils sont légèrement inférieur à ceux enregistrés par **BOUSBIA ET AL. (2012)** qui ont enregistré une valeur moyenne de 17.18 ± 0.65 °D.

Cependant cette valeur trouvée reste dans l'intervalle suggérée par **ABOUTAYEB (2009)** qui préconise qu'un lait frais peut avoir comme acidité entre 16 et 18°D et aussi conformes AFNOR qui sont fixé entre 16 et 18 °D.

L'acidité du lait peut être un indicateur de la qualité du lait au moment de la livraison car elle permet d'apprécier la quantité d'acides produite par les bactéries (**JOFFIN ET JOFFIN, 1999**).

1.2.3. La densité

Les résultats de notre étude montrent une densité moyenne mesurée à 20°C de 1028.06 ± 1.60 . Avec une valeur minimale de 1023.4 et une valeur maximale de 1031.8.

Cette valeur est comparable à celle obtenue par **BOUSBIA ET AL. (2012)** dans la région du nord est algérien avec une valeur moyenne de 1028 ± 0.002 et celle enregistrée par **DEBOUZ ET AL. (2014)** à Ghardaïa avec une valeur moyenne de 1028 ± 0.00 . Par contre nos résultats sont inférieurs à ceux obtenue par **ROUDJ ET AL. (2005)** dans l'ouest algérien avec une densité moyenne 1036, et également inférieures aux normes noté par AFNOR du lait situant entre 1030-1032.

Selon **DEBOUZ ET AL. (2014)** la densité dépend de la teneur en matière sèche, matière grasse, la température et du régime alimentaire de l'animal.

1.2.4. Point de congélation

Concernant le point de congélation la valeur moyenne obtenue est de -0.496 ± 0.037 °C. Avec un minimum de -0.614 °C et un maximum de -0.055 °C.

Le point de congélation est mesuré pour déterminer la quantité d'eau ajoutée au lait susceptible d'affecter sa qualité.

En comparant nos résultats avec ceux de **BELKHIR ET AL. (2014)**, il apparaît que la valeur moyenne du point de congélation de notre étude est supérieure à celle notée par ces mêmes auteurs qui est de -0.520 °C.

Le point de congélation du lait dépend peu du type d'équipement de traite ou de réfrigération **PARCUEL ET AL. (1994)**.

Selon **HANZEN (2010)** le point de congélation peut augmenter en cas d'une sous nutrition après une forte absorption d'eau par l'animal. Il peut également diminuer pendant la lactation ou avec l'âge de la vache.

D'après nos résultats, la quantité de lait livré par les 3 collecteurs constitue le paramètre le plus variable avec un CV de 88.83%, ceci peut être dû à la différence de nombre d'éleveurs qui fournissent du lait pour chaque collecteur. En effet le nombre d'éleveurs du collecteur B est supérieur au collecteurs A et C. Nous avons constaté également une légère variabilité du taux de matières grasses qui est supérieure à 6%. Contrairement aux taux protéiques, point de congélation, acidité et densité qui présentent de faible variation, cela peut être expliqué par la conduite des animaux qui est fortement liée aux conditions climatiques et à l'alimentation.

2. Evolution de la quantité et de la qualité physicochimiques des laits collectés au cours de la période d'étude

2.1. Evolution de la quantité de lait collectée

Les résultats de la quantité moyenne du lait cru collecter en fonction des mois sont donnés dans la **figure n° 10** :

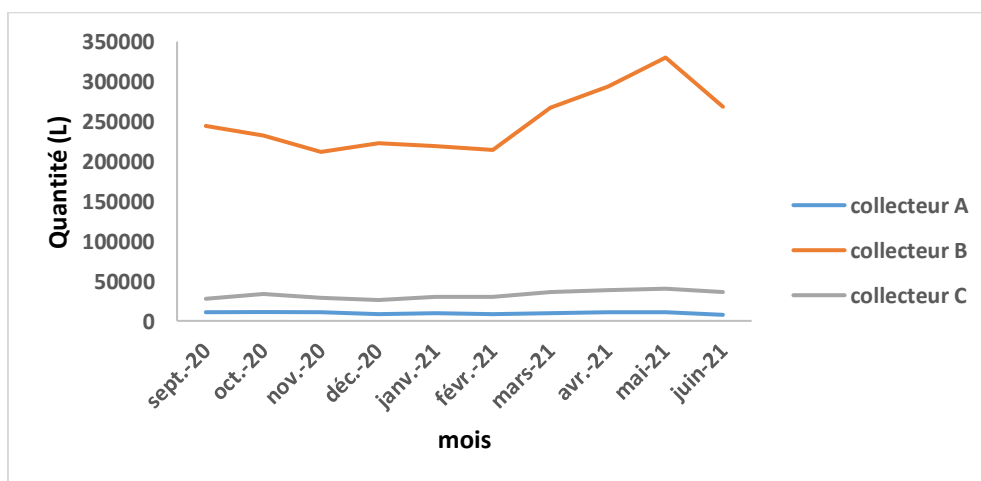


Figure n° 10 : Evolution de la quantité de lait collecté par mois par les 3 collecteurs.

La quantité de lait livrée varie d'un collecteur à un autre durant toute la période d'étude. Le collecteur B se distingue par la quantité collectée la plus élevée par rapport aux 2 autres durant toute la période. Cette différence peut être due d'une part au fait que le collecteur B livre le lait au niveau de la laiterie tous les jours par contre les deux autres ne livrent qu'un ou deux jours sur trois.

D'autre part, le collecteur B collecte le lait des éleveurs des localités d'Azazga, Azeffoun, Ouaguenoun, Bouzguene, Tizi Rached, Larbaa nath irathen et notamment la région de Freha qui est considérée comme étant le bassin laitier de la wilaya de Tizi-ouzou ($13\,832,612 \times 10^3$ litres) ceci représente un pourcentage de 25.45 % de la quantité de lait de vache produite dans toute la wilaya (DSA,2020). Notons que les quantités de lait collecté sont plus élevées à partir de la fin février début mars jusqu'à la fin mai, début juin. Cette évolution est remarquable chez le collecteur B dont la quantité maximale collectée a atteint 330039 litres contrairement au collecteurs A et C qui présentent une faible évolution avec des quantités maximales respectives de 11083 l et de 40314 l.

Cette évolution peut être due à l'effet de l'alimentation distribuée liées aux différentes ressources fourragères présentes dans chaque région en plus de l'effet saison qui peuvent influencer la production laitière.

DECAEN ET AL. (1965) rapportent qu'au printemps, l'herbe est abondante et sa digestibilité est maximale, l'animal en consomme de grandes quantités et ce haut niveau d'alimentation lui permet de réaliser des productions laitières élevées, en revanche, en été, l'herbe étant moins abondante et le plus souvent de valeur nutritive moindre, la vache en consomme moins et son niveau d'alimentation est nettement inférieur.

2.2. Evolution de la teneur en matière grasse et la teneur en protéine

Les résultats de la teneur en matière grasse du lait cru analyser en fonction des mois sont donnés dans la **figure n°11** :

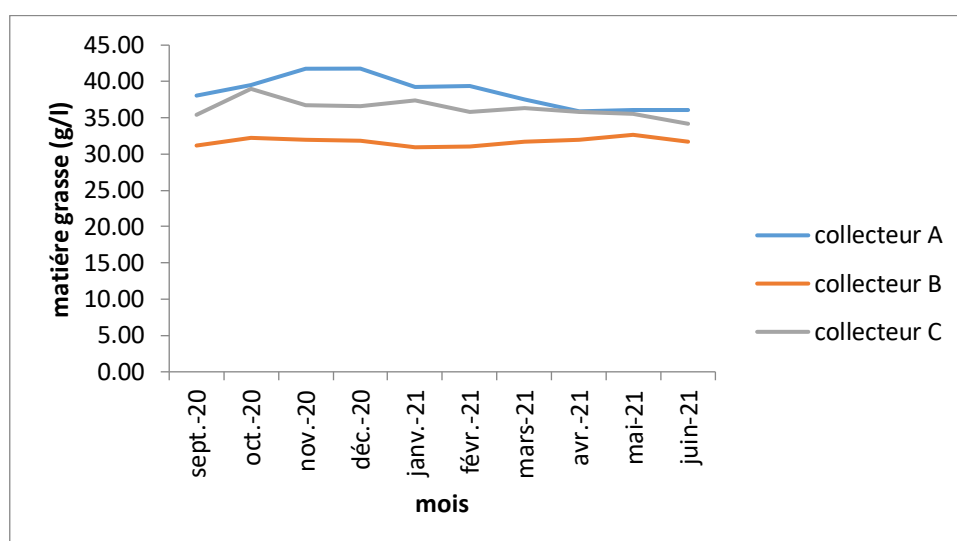


Figure n°11 : Variation de la teneur en matière grasse par mois.

Les résultats de la teneur en protéine du lait cru analysé en fonction des mois sont donnés dans la **figure n°12** :

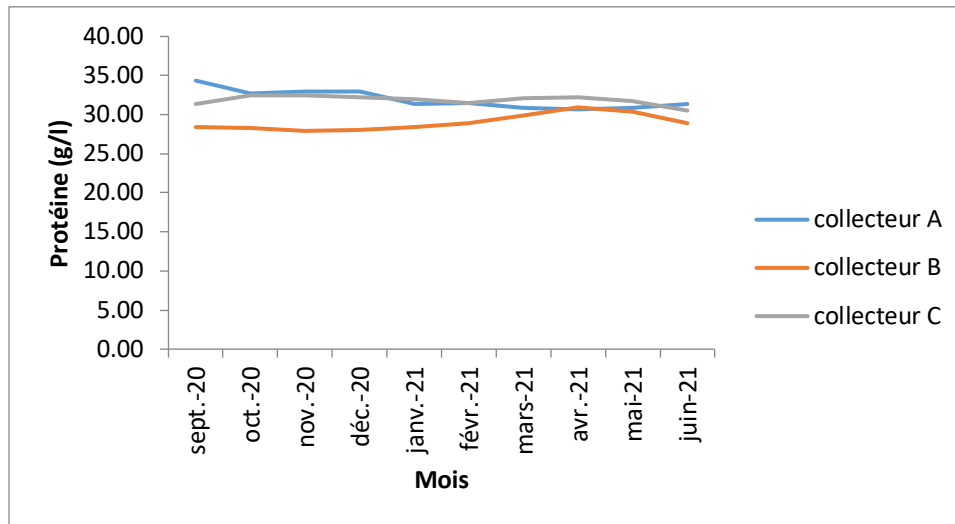


Figure n°12: Evolution de la teneur en protéines par mois.

D'après les figures 1 et 2 on constate que le lait de vache collecté par le collecteur A est plus riche en matières grasses et en protéines que de celui collecté par les collecteurs B et C, ceci est probablement dû au fait que le lait collecté provient de régions différentes selon les collecteurs, ce qui suppose que les races bovines exploitées seraient différentes de même que leur alimentation et leurs conditions d'élevage. Selon la **FAO (1995)** il existe de grands écarts dans la composition du lait d'une race à une autre, et surtout dans le taux de matières grasses. En outre **POUGHEON ET GOURSAUD (2001)** rapportent que les teneurs du lait en matières grasses et en protéines évoluent de façon inverse à la quantité de lait produite. Elles sont élevées en début de lactation, elles chutent jusqu'à un minimum au 2^{ème} mois de lactation après un palier de 15 à 140 jours. Les taux croissent plus rapidement dans les trois derniers mois de lactation. Par ailleurs, le type d'alimentation et les ressources fourragères disponibles dans les différentes régions de production auraient probablement une influence sur la composition du lait. **CAUTY ET PERREAU (2009)** notent que le taux butyreux semble le plus variable des caractéristiques physico-chimiques du lait à l'égard de sa très forte corrélation à la teneur en fourrages et à la nature des fibres des concentrés utilisés dans les

rations pour vaches laitières, une alimentation riche en cellulose favorise l'augmentation du taux butyreux.

2.3. Evolution de l'acidité

Les résultats de la mesure de l'acidité du lait cru analysé en fonction des mois sont donnés dans la **figure n°13** :

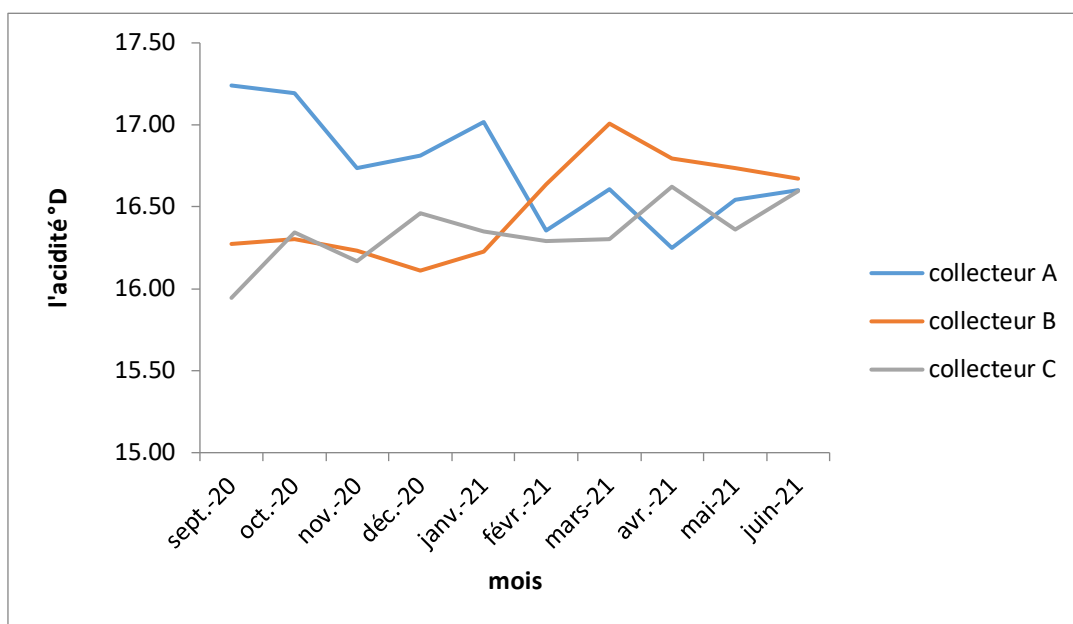


Figure n°13 : Variation de l'acidité par mois.

D'après la figure ci-dessus on observe une faible variation d'acidité entre les laits des différents collecteurs A, B et C. Elle est comprise entre 16,25 °D et 17,24 °D pour le collecteur A, de 16,11 °D à 17,01 °D pour le collecteur B et varie de 15,94 °D à 16,62 °D pour le collecteur C.

Globalement cette variation peut être liée à plusieurs facteurs. **AGGAD ET AL. (2009)** déclare que l'acidité du lait est liée au stade de lactation, à la saison et au climat notamment à la conduite d'élevage, l'alimentation et l'eau. Toutefois les valeurs obtenues sont conformes aux normes de l'unité et la norme notée par **CAZET (2007)** qui est de 15 à 18°D.

2.4. Evolution de la densité

Les résultats de la mesure de la densité du lait cru analyser en fonction des mois sont donnés dans la **figure n°14** :

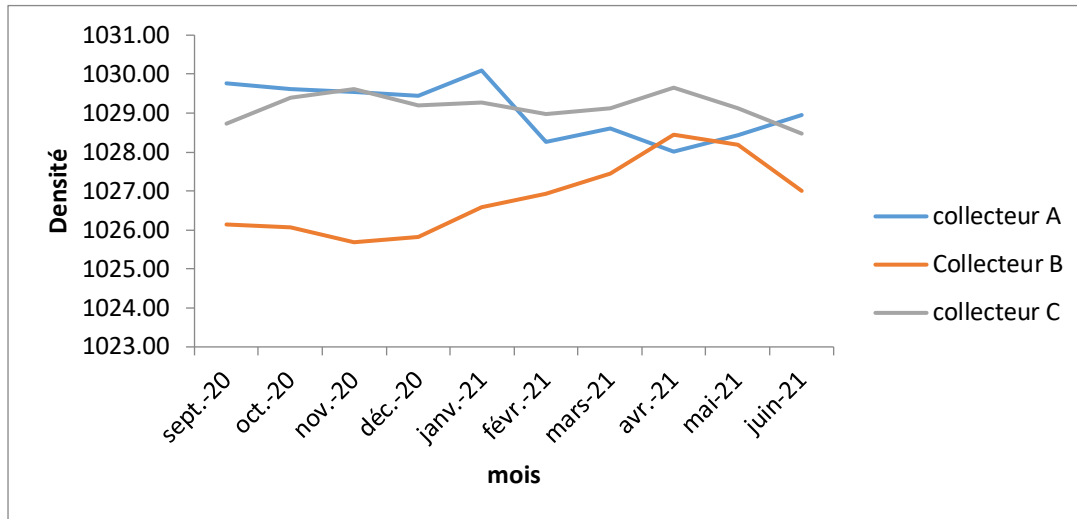


Figure n°14 : Evolution de la densité par mois.

La figure ci-dessus montre que la densité du lait varie selon les collecteurs, le collecteur B se distingue par des laits de faible densité par rapport aux autres avec des valeurs se situant entre 1025,69 et 1028,45. Les valeurs de la densité des collecteurs A et C se situent dans l'intervalle de 1,028 à 1,031, ceci indique que le lait est dans son état normal. Cependant le lait du collecteur B montre des valeurs qui se situent au-dessous de la norme noté par l'entreprise. **KOPACZEWSKI (1948)** note que la densité du lait varie peu avec la race, l'âge de l'animal et l'alimentation.

BOUICHOU (2009) déclare que la densité du lait est proportionnelle à la quantité d'eau dans le lait. Ce qui fait qu'un taux d'ajout d'eau élevée peut agir d'une manière remarquable sur la densité. **VIGNOLA (2002)** témoigne que la densité du lait augmente avec l'écémage, et diminue avec le mouillage, donc si le taux d'eau augmente dans le lait la densité diminue et vice versa.

2.5. Evolution du point de congélation

Les résultats de la mesure du point de congélation du lait cru analyser en fonctions des mois sont donnés dans la **figure n° 15** :

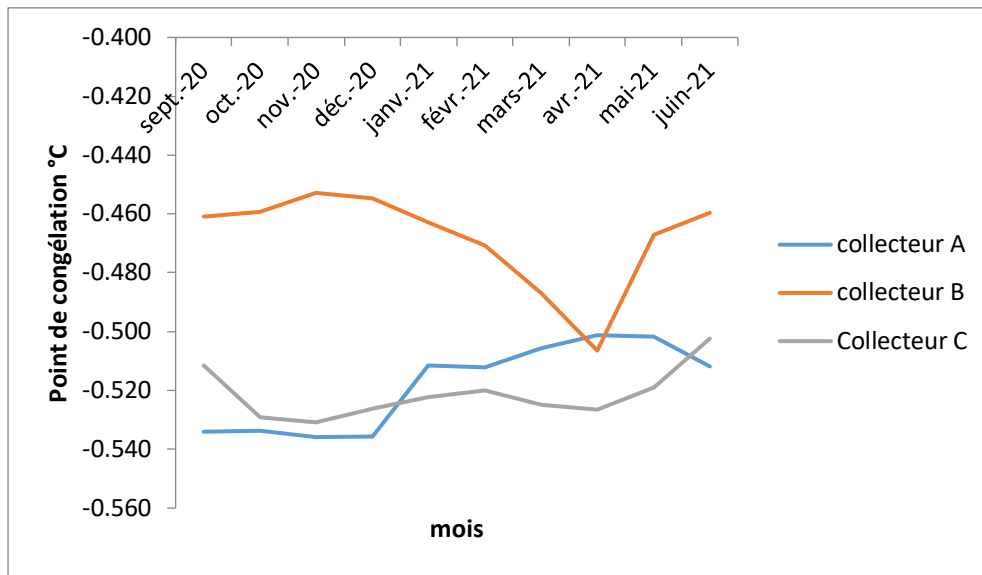


Figure n°15 : Evolution des points de congélation par mois.

D'après la figure, on distingue que les valeurs du point de congélation se différencient d'un collecteur à un autre. On constate de légères variations du point de congélation chez les collecteurs A et C, ces variations peuvent être liées à la race de la vache, à la région de production ou à l'effet de la saison. Cependant, les valeurs moyennes enregistrées chez le collecteur B sont plus proches de 0 °C, ceci peut être un indice d'addition d'eau au lait collecté par les éleveurs. **MATHIEU (1998)** indique que le mouillage élève le PC vers 0°C, puisque le nombre de molécules, autres que celles d'eau, et d'ions par litre diminue. D'une manière générale, tous les traitements du lait ou les modifications de sa composition qui font varier leurs quantités entraînent un changement du PC.

3. Analyse typologique des laits collectés

Pour déterminer la classification typologique des laits collectés nous avons retenu 5 variables quantitatives pour l'analyse en composantes principales (ACP). Le choix s'est porté sur les variables qui ont un fort pouvoir discriminant permettant de mettre en évidence les différences existantes entre les laits collectés.

Les variables concernées sont les suivantes : Taux butyreux, taux protéique, l'acidité Dornic, la densité, et le point de congélation.

3.1. Typologie des laits collectés

L'analyse ACP effectuée montre que les deux premiers axes factoriels 1 et 2 expliquent respectivement 65.68% et 21.25% des résultats, (soit 86.93%) de la variabilité totale.

Tableau n°07 : Valeurs propres obtenues par l'ACP.

	F1	F2
Variabilité (%)	65.68	21.25
% Cumulé	65.68	86.93

La figure n°16 représente la répartition des variables sur le plan factoriel F1 et F2. Le premier axe est construit principalement par les variables teneur en matières grasses et teneur en protéines, densité et point de congélation. Alors que le deuxième axe est construit par la variable acidité.

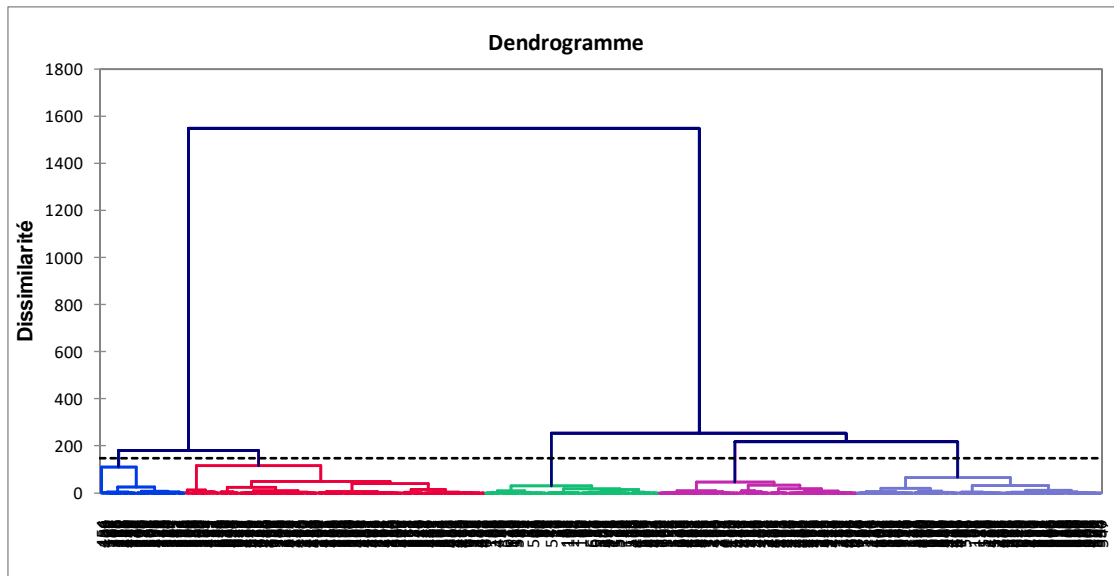


Figure n°18 : Dendrogramme de la classification hiérarchique

- ✓ L'analyse des composantes principales (ACP) a fait ressortir 05 classes représentées dans le **tableau n°08** suivant

Tableau n°08 : Répartition des échantillons par classe.

	%	Matière grasse (g/l)	Protéine (g/l)	Acidité (°D)	Densité	Point de congélation (°C)
C1 n=113	17.36	39.52±2.68	32.97±0.65	17.25±0.43	1029.83±0.57	-0.538±0.01
C2 n=159	24.42	36.98±3.04	31.81±0.95	15.94±0.23	1028.94±0.81	-0.520±0.02
C3 n=129	19.82	34.06±3.06	30.75±0.79	17.20±0.54	1028.53±0.79	-0.503±0.01
C4 n=55	8.45	31.09±2.45	27.78±1.00	14.98±0.23	1025.65±1.01	-0.442±0.05
C5 n=195	29.95	31.43±2.07	28.55±0.78	16.59±0.86	1026.71±1.01	-0.464±0.01

Les laits de la classe 1 : n= 113 soit 17.36% de l'échantillon total, les laits de cette classe présentent une teneur en matières grasses et en protéines assez élevés en comparaison avec les autres classes, soit respectivement de 39.52±2.68 g/l, 32.97±0.65 g/l ainsi qu'une acidité et une densité également élevées soit de 17.25±0.43 °D, 1029.83±0.57 respectivement . On remarque que cette classe est la meilleure du point de vue physicochimique.

Les laits de la classe 2 : n=159 soit 24.42% de l'échantillon total, les laits de cette classe présentent une teneur en matière grasse de 36.98±3.04 g/l, une teneur en protéine de 31.81±0.95g/l, une acidité de 15.94±0.23, une densité de 1028.94±0.81 et un point de congélation de -0.520±0.02.

Les laits de la classe 3 : n=129 soit 19.82 % de l'échantillon total avec une quantité moyenne de 2939.15±2327.31 l. les laits de cette classe montrent une teneur en matière grasse de 34.06±3.06 g/l, une teneur en protéines de 30.75±0.79 g/l, une acidité de 17.20±0.54 °D, une densité de 1028.53±0.79 et un point de congélation de -0.464±0.01 °C.

Les laits de la classe 4 : n=55 soit 8.45 % de l'échantillon total. Cette classe englobe des laits ayant une teneur faible en matière grasse et en protéines soit respectivement de 31.09±2.45 g/l et 27.78±1.00 g/l ainsi qu'une acidité et une densité également faible soit respectivement de 14.98±0.23 °D, 1025.65±1.01. Notons que les laits de cette classe sont plus pauvres en matière utile.

Les laits de la classe 5 : n=195 soit 29.95 % de l'échantillon total. Cette classe regroupe le plus grand nombre d'échantillons. Les laits de cette classe sont caractérisés par un taux butyreux de 31.43±2.07 g/l, un taux protéique de 28.55±0.78 g/l, une acidité de 16.59±0.86 °D, une densité de 1026.71±1.01 et un point de congélation de 0.464±0.01 °C.

L'ACP réalisé a permis de distinguer cinq classes de laits, dont la meilleure est la classe 1 du fait qu'elle englobe des laits présentant une teneur en matières grasses et en matière protéique très élevée avec des valeurs moyennes conformes aux normes des industries laitières algériennes. Contrairement aux laits de la classe 4 qui regroupent les laits les plus pauvres en matières grasses et matières protéiques, par conséquent cette classe est considérée comme la classe la plus mauvaise du point de vue physicochimique.

A fin d'améliorer la classe 4 il serait souhaitable d'améliorer les conditions d'élevage, hygiène de la traite des locaux et surtout l'alimentation des animaux, il est aussi souhaitable de mettre en place un contrôle rigoureux des moyens et des conditions de transport du lait.

Conclusion générale

Notre étude avait pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique du lait de vache collecté par la laiterie « Le Fermier » provenant de trois collecteurs de différentes régions de la wilaya de Tizi-ouzou.

Sur le plan quantitatif, les résultats enregistrés montrent une quantité moyenne de lait collecté de 2805.02 l/jour. Le collecteur B a contribué avec la plus grande quantité du fait qu'il collecte le lait d'un grand nombre d'éleveurs de différentes régions de la wilaya de Tizi Ouzou.

Du point de vue qualitatif les résultats des analyses physico-chimiques du lait de vache collecté, ont fait ressortir des valeurs moyennes pour la matière grasse et l'acidité respectivement de 34.68 g/l, 16.53 °D, ces valeurs sont conformes aux normes de l'entreprise et aux normes AFNOR, contrairement à la densité et à la teneur en protéines qui affichent des valeurs inférieures aux normes. En effet les laits analysés sont caractérisés par une densité moyenne de 1028.06 qui reste en dessous de la norme fixée par AFNOR (1030 à 1032). Ceci est probablement dû à un ajout d'eau en qui pourrait être soit accidentel résultant de la présence d'eau de lavage non évacuée en totalité des tuyauteries de l'installation de traite, de cuves de stockage, ou celle de la collecte soit ajoutée volontairement par les éleveurs pour augmenter la quantité du lait livré. Quant à la teneur moyenne en protéines enregistrée, elle est de 30.49 g/l qui est inférieure aux normes rapportés dans le J.O.R.A (31 à 33 g/l), ce résultat pourrait être attribué à l'alimentation, à la race des vaches laitières ou bien aux conditions climatiques.

En termes de ce travail, on peut conclure que le lait collecté par cette entreprise est un lait de qualité acceptable.

Afin d'améliorer la qualité physicochimique du lait de vache, il est suggéré d'entreprendre les mesures suivantes :

- ✓ La mise en place d'un contrôle rigoureux des moyens et des conditions de transport du lait cru.
- ✓ L'amélioration de la conduite alimentaire des vaches laitières.
- ✓ La sensibilisation des éleveurs concernant à l'ajout d'eau.

Références bibliographiques

A

- **Aboutayeb R. 2009.** Technologie du lait et dérivés laitiers. sciences et techniques des aliments.
<https://www.scientecal.com/cours/technologie-du-lait-et-d%C3%A9riv%C3%A9s-laitiers> , consulté le 05/10/2021
- **Aboutayeb R.2018.** Composition physico chimie et microbiologie du lait. sciences et techniques des aliments.
<https://www.scientecal.com/cours/composition-physico-chimie-et-microbiologie-du-lait> , consulté le 10/10/2021.
- **Afnor (Association Française de Normalisation) .1986.** Lait - Détermination de la matière sèche. NF VO4 207, In AFNOR (Ed.), Recueil de normes françaises. Laits et produits laitiers. Méthodes d'analyse. Paris : Normalisation française, p. 33-34.
- **Agabriel C., Coulon J B., Marty G., Bonaiti B.1993.** Facteurs de variation de la composition chimique du lait dans des exploitations à haut niveau de production. INRA Production Animal, Paris, 6(1), pp 53-60.
- **Agabriel G.,Coulon J B., Marty G., Cheneau N.1990.**Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache :étude dans des exploitations du Puy-de-Dome. INRA Productions Animales, Paris, 3(2), pp 137-150.
- **Aggad H., Mahouz F., Ahmed Ammar Y., Kihal M.2009.** Evaluation de la qualité hygiénique du lait dans l'ouest algérien. Rev Méd Vét, 160(12), 590-595.
- **Alais C. 1984.** Sciences du lait: principes des techniques laitiers. 4^{ème} édition Paris : Edition SEPAIC, 814p.
- **Alais C.1984.** Sciences du lait : Principes de techniques laitières. 3ème édition. Edition publicité France. PP 431- 432.
- **Alias C., Linden G., Miclo L. 2008.** Biochimie alimentaire. Dunod 6ème édition. Paris. pp : 86-88.
- **Amellal R.1995.** La filière lait en Algérie : entre l'objectif de la sécurité alimentaire et la réalité de la dépendance. In : Allaya M. (ed.). Les agricultures maghrébines à l'aube de l'an 2000. Montpellier : CIHEAM. p. 229-238 (Options Méditerranéennes : Série B. Etudes et Recherches; n. 14.
- **Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P., Simpson R. 2002.** Composition propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. Science et technologie du lait, 74p.
- **Andrianoelisoa V .2014.**Caractérisations physiques et microbiologiques des laits crus vendus sur les marchés d'ANOSY et d'AMBODIN'ISOTRY. Mémoire pour l'obtention du diplôme d'études approfondis en sciences de la vie. Université D'ANTANANARIVO.61p.
- **Atashi H. 2015.** Effects of milking frequency on the lactation performance and lactation curve of Hostein dairy cows in Iran. Iranian Journal of Applied Animal Science, 5(2): 273-278.

B

- **Bachtarzi N., Amourache L., Dehkal G.2015.** Qualité du lait cru destiner à la fabrication d'un fromage à pâte molle type Camembert dans une laiterie de Constantine (Est algérien). International Journal of Innovation and Scientific Research, 17 (1), pp. 34-42.
- **Belkheir B., Ghozlane F., Benidir M ., Bousbia ., Benahmed N ., Agguini S. 2014.** Typologie du lait de mélange des exploitations bovines en zone de montagne de TiziOuzou (Algérie). Renc. Rech. Ruminants, 12, p84.
- **Blanc B .1982.** Les protéines du lait à activité enzymatique et hormonale. Le Lait, INRA Editions, 62 (617_618_619_620), pp.350-395.
- **Bocquier E.1985.** Influence de la photopériode et de la température ambiante sur certains équilibres hormonaux et sur les performances zootechniques de la brebis en gestation et en lactation. Thèse Docteur-Ingénieur, INA Paris-Grignon, 105 p.
- **Bonaiti B. 1985.** Composition du lait et selection laitiere chez les bovins. Bulletin Technique, Centre de Recherches Zootechniques et Vétérinaires de Theix, 59, pp 51-56.
- **Bony J ., Contamin V., Gousseff M., Metais J., Tillard E., Juanes X., Decruyenaere V.2005.** Facteurs de variation de la composition du lait à la Réunion. INRA Prod. Anim., 18 (4), 255-263.
- **Bouichou E H.2009.** Contribution à l'évaluation des pratiques frauduleuses dans le lait à la réception .Mém d'ing en zootechnie, Maroc, 204p.
- **Boujenane I. 2010.** La courbe de lactation des vaches laitières et ses utilisations. L'Esace Vétérinaire, Mai – Juin 2010, n° 92, p1-5.
http://www.boujenane.com/phocadownload/espace%20vt_courbe%20de%20lactation.pdf , consulté le 20/11/2021.
- **Bousbia A., Ghozlane F., Bendiri M., Belkheir B.2012.** Evaluation de quelques caractères physico-chimiques des laits de mélange dans les troupeaux bovins laitiers dans le nord est algérien. Renc. Rech. Ruminants., 19, p416.
- **Bousselmi K., Djemali M., Bedhiaf S., Hamrouni A .2010.** Facteurs de variation des taux de matière grasse et protéique du lait de vache de race Holstein en Tunisie. Renc. Rech. Ruminants, 17, p399.
- **Broster W H. 1974.** Response of The dairy cow to level of feeding. Bienn Rev Natl Inst Res Dairy.pp14-34.
- **Bruckmaier R M.2001.** Milk ejection during machine milking in dairy cows. Livestock Production Science, 70(1-2), 121-124.
- **Brunner J R.1981.** Cow milk proteins: twenty five years of progress. Journal of dairy science, 64 : 1038-1054.
- **Budras K D., Habel R E.2003.** Bovine anatomy. An Illustrated Text .First edition. Hanovre , Germany , Schlütertsche, 109p.
- **Bylund G.1995.** Dairy processing handbook-Tetra pak processing systems AB S-221 86, Lund, Sweden: 18- 23-381.

C

- **Cauty I., Perreau J M.2009.** Conduite du troupeau bovin laitier : Production, Qualité Rentabilité. 2ème édition France Agricole, 334p.
- **Cazet L D M.2007.** Bilan du taux de contamination et étude préparatoire au dosage de résidus de produits phytosanitaires dans le lait de grand mélange bovin. Thèse Doctorat. École nationale vétérinaire de Lyon. 157p.
- **Charron G.1986.** Les productions laitières : les bases de la production. Edition Lavoisier. Paris, vol 1, 347p.
- **Charton C.2017.** Caractérisation de l'adaptation de la glande mammaire des vaches laitières à l'allongement de l'intervalle entre traites. Thèse de doctorat /agrocompus ouest .Université européenne de Bretagne.224p.
- **Clémentin R.2014.** La gestion du tarissement de la sécrétion lactée chez la vache laitière. Thèse Doctorat. Université Claude-Bernard - Lyon I ,150p.
- **Codex Alimentarius. 1999.** Norme générale pour l'utilisation de termes de laiterie CODEX STAN 206- 1999.
- **Coulon J B., Chilliard Y., Rémond B. 1991.** Effets du stade physiologique et de la saison sur la composition chimique du lait de vache et ses caractéristiques technologiques (aptitude à la coagulation, lipolyse). INRA Productions Animales, Paris,4(3), pp 219-228.
- **Coulon J B., d'Hour P., Albaret E., Jaworek M. 1994.** Effet du niveau des apports énergétiques sur les performances de vaches laitières de race Holstein ou Tarentaise. Annales de zootechnie, 43(4), pp 355-358.
- **Coulon J B., Pradel P., Verdier I.1997.** Effect of forage conservation (hay or silage) on chemical composition of milk. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 46 (1), pp.21-26.
- **Coulon J B.1991.** Facteurs de variation du taux protéique du lait de vache en exploitation : Réflexions à partir de résultats d'enquêtes. INRA Prod. Anim., 4 (4), 303-309.
- **Courtet Leymarios F.2010.** Qualité nutritionnel du lait de vache et de ses acides gras : voies d'amélioration par l'alimentation. Thèse de doctorat vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire D'Alfort.122p.
- **Crowley W R., Armstrong W E.1992.** Neurochemical regulation of oxytocin secretion in lactation. Endocrine reviews, 13(1), 33-65.
DOI: [10.1210/edrv-13-1-33](https://doi.org/10.1210/edrv-13-1-33) , consulté le 12/10/2021.

D

- **Davis S R., Farr V C., Copeman P J., Carruthers V R., Knight C H., Stelwagen K.1998.** Partitioning of milk accumulation between cisternal and alveolar compartments of the bovine udder: relationship to production loss during once daily milking. Journal of Dairy Research, 65(1), 1-8.
[https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73267-1](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73267-1) , consulté le 25/10/2021.

- **Debouz A., Guerguer L., Hamid Oudjana A., Hadj Seyd A E K. 2014.** Etude comparative de la qualité physico-chimique et microbiologique du lait de vache et du lait camelin dans la wilaya de Ghardaïa. ElWahat pour les Recherches et les Etudes, 7 (2), PP 8-5.
- **Decaen C., Journet M., Manis Y., Marquis B.1966.** Influence saisonnière sur la production et la composition du lait. Annales de zootechnie. INRA/EDP Sciences., 15 (3), pp259-277.
- **Decaen C., Poutous M., Pommier D.1965.** Phase ascendante de la courbe de lactation chez la vache laitière. Étude préliminaire. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 14 (2), pp135-143.
- **Delage J., Leroy A M., Poly J.1953.** Une étude sur les courbes de lactation. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 2 (3), pp225-267.
- **Delouis C., Richard P.1991.** la lactation. In la reproduction chez les mammifères et chez l'homme.
- **Dias F M., Allaire F R.1982.** Dry period milk production over two consecutive lactations. J. Dairy Sci, 65, pp136-145.
- **Dioffo O.2004.** contribution à l'étude de la dynamique de la production laitière chez la vache Zebu Azawak a la station sahélienne expérimentale de Toukounous au Niger. thèse de doctorat vétérinaire. Université Cheikh Anta Diop de Dakar.81p.
- **DSA (Direction des services agricoles) .2020.** Production laitière.

F

- **FAO.1998.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, Collection FAO: Alimentation et nutrition, n° 28.
<http://www.fao.org/docrep/t4280f/t4280f04.htm> , consulté le 28/11/2021.
- **FAO. 1995.** Le lait et les produits laitiers dans la nutrition humaine, Collection FAO: Alimentation et nutrition n° 28.
<https://www.fao.org/3/t4280f/t4280f00.htm> , consulté le 28/11/2021.
- **FAO/OMS.1990.** Code de principes concernant le lait et les produits laitiers FAO/OMS sur les normes alimentaires Rome FAD/OMS, 81 p.
- **Ferlay A., Graulet B., Chilliard Y.2013.** Maîtrise par l'alimentation des teneurs en acides gras et en composés vitaminiques du lait de vache. INRA Productions Animales, Paris, 26 (2), pp177-192.
- **Fredot E. 2005.** Connaissance des aliments-bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, tec et doc, Lavoisier, pp 10-14 (397 p).
- **Freeman M E., Kanyicska B., Lerant A., Nagy G. 2000.** Prolactin: structure, function, and regulation of secretion. Physiological reviews, 80(4) ,1523-631.
DOI : <https://doi.org/10.1152/physrev.2000.80.4.1523> , consulté le 26/10/2021.
- **Froc J., Gilibert J., Daliphar T., Durand P.1988.** Composition et qualité technologique des laits de vaches Normandes et Pie-Noires. INRA Prod. Anim., 1(3), 171-177.

- **Funk D A., Freeman A E., Berger P J. 1987.** Effects of previous days open, previous days dry and present days open on lactation yield. *J. Dairy Sci*, 70, pp 2366-2373.

G

- **Ghozlane F., Belkheir B., Yakhlef H. 2010.** Impact du fonds national de régulation et de développement agricole sur la durabilité du bovin laitier dans la wilaya de Tizi-ouzou (Algérie). *New Medit*, 3: 22-27.
- **Gourreau J M. 2009.** Accidents et maladies du trayon. ED. France agricole Paris, 13p.
- **Grummer R R. 1995.** Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cow. *Journal of animal science*, 73(9), 2820-2833.
Doi : <https://doi.org/10.2527/1995.7392820x> , consulté le 24/11/2021.
- **Guigma W V H. 1985.** Appréciation de la qualité physico-chimique du lait frais en rapport avec les pratiques d'élevage dans les élevages autour de la ville de Kaolack au Sénégal. Thèse de docteur en médecine vétérinaire, Faculté de Médecine, de Pharmacie et d'Odonto-Stomatologie de Dakar. Université cheikh anta diop de Dakar, 73p.
- **Guillot S. 2016.** Contribution à l'élaboration d'un logiciel facilitant la réalisation d'audit « qualité du lait » en partenariat avec le laboratoire Vétérinaire. Thèse de doctorat vétérinaire. École nationale vétérinaire d'Alfort. 163p.

H

- **Hanzen Ch. 2010.** cour : Lait et production laitière. 42p.
http://www.therioruminant.ulg.ac.be/notes/200910/R20_Glde_mamm_production_2010.pdf , consulté le 01/12/2021.
- **Hervé L. 2017.** L'exfoliation des cellules épithéliales mammaires: mécanismes de régulation, rôle dans la détermination du nombre de cellules dans la glande mammaire et influence sur la production laitière. Thèse doctorat/ Agrocampus Ouest Université Bretagne Loire, 203p.
- **Hoden A., Coulon J B. 1991.** Maîtrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques(1). *INRA Productions Animales*, Paris, 4(5), pp 361-367.

J

- **J.O.R.A N°069** du 18 aout 1993 Section 1 et Section 3. PP16
Jahn G A., Daniel N., Jolivet G., Belair L., Bole-Feysot C., Kelly P A., Djiane J. 1997. In vivo study of prolactin (PRL) intracellular signalling during lactogenesis in

the rat: JAK/STAT pathway is activated by PRL in the mammary gland but not in the liver. *Biology of reproduction*, 57(4), 894-900.

DOI : <https://doi.org/10.1095/biolreprod57.4.894> , consulté le 24/10/2021.

- **Jammes H., Djiane J.1988.** Le développement de la glande mammaire et son contrôle hormonal dans l'espèce bovine. *INRA Prod Anim.*, 1(5) ,299-310.
- **Jeantet R., Croguennec T., Mahaut M., Schuck P., Brule G.2008.** Les produits Laitiers. 2ème édition, Tec et Doc, Lavoisier, 185 p.
- **Joffin C., Joffin J N. 1999.** Microbiologie alimentaire. Centre régional de documentation pédagogique (CRDP) d'aquitaine. 5 eme édition.180p.
- **Journet M., Remond B .1980.**Influence de l'alimentation et de la saison sur les fractions azotées du lait de vache. *Le Lait*, INRA Editions, 60 (593_594), pp140-159.
- **Freiss J.2009.** Evolution de la quantité lors de l'installation d'un robot de traite : description et facteurs de variation. Thèse de docteur vétérinaire. Ecole nationale vétérinaire de Nantes, 92p.

K

- **Kaci S.2009.** Effets des conditions d'élevage sur la production et la reproduction de la vache laitière en début de lactation, Cas d'exploitations bovines de BIRTOUTA. Thèse en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques. Ecole nationale supérieure d'agronomie, ALGER.118p.
- **Kodio A.2005.** Qualité de produits laitier de production industrielle et artisanale. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Mali, faculté de médecine, de pharmacie et d'odonto stomatologie BAMAKO, 64p.
- **Kopaczewski W.1948.** Étude physico chimique du lait. *Le Lait*, INRA Editions, 28 (273_274), pp114-141.

L

- **Lacasse P., Lollivier V., Bruckmaier R M., Boisclair Y R., Wagner G F., Boutinaud M.2011.** Effect of the prolactin-release inhibitor quinagolide on lactating dairy cows. *Journal of dairy science*, 94(3), 1302-1309.
<https://doi.org/10.3168/jds.2010-3649> , consulté le 12/10/2021.
- **Laurienne F. 2015.** Le lactose, indicateur de déficit énergétique chez la vache laitière? .Thèse Doctorat. Université Claude-Bernard - Lyon I. 123p.
- **Le Liboux P. 1974.** Some little known facts on the origins of the Normandy cattle breed. *Elevage insemination*, 142:3-14.
- **Lesné E, Vagliano H.1925.** Les vitamines du lait. *Le Lait*, INRA Editions, 5 (50), pp955-964.
- **Lollivier V., Guinard-Flament J., Ollivier-Bousquet M., Marnet P G. 2002.** Oxytocin and milk removal: two important sources of variation in milk production and milk quality during and between milkings. *Reproduction Nutrition*

Development, 42(2), 173-186.

<https://doi.org/10.1051/rnd:2002016> , consulté le 12/10/2021.

- **Luquet F M. 1985.** Lait et produits laitiers: vache, brebis, chèvre. Technique et documentation. Lavoisier Paris. Vol 3,150 p.

M

- **MADR .2018.**Ministère d’agriculture et de développement rural de l’Algérie
- **Malossini F., Bovolenta S., Piras C., Dalla M., Ventura W.1996.** Effect of diet and breed on milk composition and rennet coagulation properties. Annales de zootechnie, INRA/EDP Sciences, 45 (1), pp29-40.
- **Martinet J. 1993.** Biologie de la lactation. Editions Quae. Editeur Inserm ,Paris, 316p.
- **Mathieu J.1998.** Initiation à la physicochimie du lait. Edition Lavoisier Tec et Doc, Paris, 220p.
- **Meissonnier E., Mayer E.1994.** Le tarissement modulé : impacts sur la conduite du troupeau et la santé des vaches laitières. Bull. Acad. Vét. De France, 67, pp163-170.
- **Meyer C., Denis J P.1999.** Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Editions Quae. 305p.
- **Murney R., Stelwagen K., Wheeler T T., Margerison J K., Singh K. 2015.** The effects of milking frequency in early lactation on milk yield, mammary cell turnover, and secretory activity in grazing dairy cows. J. Dairy Sci. 98: 305–311.

O

- **ONIL.2018.** Les algériens consomment annuellement 55 litres de lait, en plus de la moyenne mondiale. Algérie éco.
<https://www.algerie-eco.com/2018/12/04/lonil-les-algeriens-consomment-annuellement-55-litres-de-lait-en-plus-de-la-moyenne-mondiale> ,consulté le 05/12/2021.

P

- **Parciel P., Corrot G., Sauvee O.1994.** Variations du point de congélation et principales causes du mouillage du lait de vache. Renc. Rech. Ruminants, 1, 129-132.
- **Peters R R.,Chapin L T.,Emery R S., Tucker H A.1981.** Milk yield, feed intake, prolactin, growth hormone and glucocorticoid response of cows to supplemented light. J. Dairy Sci., 64, 1671-1678.
DOI: [10.3168/jds.S0022-0302\(81\)82745-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(81)82745-2) , consulté le 25/11/2021.
- **Pougheon S I A S.2001.** Contribution a l’étude des variations de la composition du lait et ses conséquences en technologie laitière. Thèse Doctorat. Université Paul-Sabatier, Toulouse, 102p.

- **Pougheon S., Goursaud J.2001.** Le lait et ses constituants : caractéristiques physicochimiques. DEBRY, G. Lait, nutrition et santé, Tec & Doc, Paris, 342 p.

R

- **Recham H.2015.** Le marché des industries alimentaires en Algérie. Revue Agroligne n°97.31p.
https://www.agroligne.com/IMG/pdf/agroligne_web_97.pdf consulté le 03/12/2021.
- **Roudj S., Bessadat A., Karam N E. 2005.** Caractérisations physicochimiques et analyse électrophorétique des protéines de lait de chèvre et de lait de vache de l'Ouest algérien. Renc. Rech. Ruminants, 12, p400.
- **Roumeas A., Gaudillière N., Dubief F., Adam H., Belot P E., Delaby L. 2014.** Pic de lactation, persistance et lien avec les performances de reproduction de vaches Montbéliarde en Franche-Comté. Renc. Rech. Ruminants, 21, pp277-280.
- **Rulquin H.1992.** Intérêts et limites d'un apport de méthionine et de lysine dans l'alimentation des vaches laitières. INRA Production Animal, 5 (1), pp.29-36.
- **Rulquin H.1997.** Régulation de la synthèse et de la sécrétion des constituants du lait chez les ruminants. Renc. Rech. Ruminants, n°4, 327-338.

S

- **Saidou O.2004.**Influence de la production laitière sur l'évolution pondérale des vaches et des veaux chez le Zebu Azawak a la station sahélienne expérimentale de TOUKOUNOUS (NIGER).Mémoire de diplôme d'étude approfondie de productions animales .Université cheick anta diop de DAKAR, 30p.
- **Sanchez M P.2019.** Analyse génétique de la composition protéique et des aptitudes fromagères du lait de vache prédites à partir des spectres moyen infrarouge. Génétique animale. Thèse de doctorat. Université Paris-Saclay, 286p.
- **Schaffer L R., Henderson C R .1971.** Effects of days dry and days open on Holstein milk production. J. Dairy Sei, 55, (1), pp107-112.
- **Schutz M M., Hansen L B., Steuernagel G R.1990.** Variation of milk, fat, protein, and somatic cells for dairy cattle.J Dairy Sci, 73, pp484-493.
- **Seegers H., Fourichon C., Beaudreau F.2003.** Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. Veterinary research, 34, pp 475-491.
<https://doi.org/10.1051/vetres:2003027> , consulté le 16/11/2021.
- **Serieys F., Auclair J., Poutrel B.1987.** Influence des infections mammaires sur la composition chimique du lait. Le lait. Matière première de l'industrie laitière, INRA – CEPIL, p 161-170.
- **Sérieys F.1997.** Le tarissement des vaches laitières : une période-clé pour la santé, la production et la rentabilité du troupeau. Edition : France Agricole. Paris ,224p.
- **Singh H.2006.** The milk fat globule membrane: A biophysical system for food applications. Current Opinion in Colloid & Interface Science, 11(2-3), 154-163.

- **Smith J W., Ely L O., Graves W M., Gilson W D.2002.** Effect of Milking on DHI Performance Parameters. *J. Dairy Sci*, 85:3526–3533.
- **Soltner D.1989.** La reproduction des animaux d'élevage. Edition Collection science et technique agricole. Paris, 228 p
- **Sorensen J T., Enevoldsen C .1990.**Effect of dry period length on milk production in subsequent lactation. *J. Dairy Sci*, 74, (4), 1277-1283.
- **Stelwagen K. 2001.** Effect of milking frequency on mammary functioning and shape of the lactation curve. *J. Dairy Sci*, 84, 204-E211.

T

- **Thieulin G., Vuillaume R. 1967.** Éléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait, de produits laitiers et des œufs. In bulletin de l'académie vétérinaire de France, Tome 120 n°5,249-250p.
- **Titaouine M.2018.** Les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des laits des quatre espèces animales élevées dans la région aride. *Renc. Rech. Ruminants*, 24, p 429.

V

- **Vanacker N.2017.** Effet de l'inhibition du signal lactogénique en période péripartum sur la production laitière les dysfonctionnements métaboliques et immunitaires chez les vaches laitières. Mémoire grade de maître Es sciences. Université de SHERBROOKE –Québec- Canada, 81p.
- **Vignola C L.2002 .**Science et technologie du lait : Transformation du lait. Presses inter Polytechnique, p95.

Annexes

Annexe 01

Détermination de la densité

- **Appareillages**

Les différents appareils utilisés sont illustrés dans la figure :

- Thermo-lacto-densimètre
- Eprouvette 500ml

- **Mode opératoire**

- Le principe consiste à faire verser le lait dans une éprouvette de 500ml jusqu'à un niveau bien déterminé (pleine), ensuite on fait plonger le thermo-lacto-densimètre jusqu'à ce que le lait déborde de l'éprouvette pour éviter les traces de mousse qui gênerait la lecture.
- Laisser jusqu'à ce que le densimètre se stabilise avant d'effectuer la prise de la gradation.
- Lire la mesure ou le liquide (lait) coupe l'échelle.

- **Remarque :**

Si la T° du lait au moment de la mesure est inférieur à 20°C il faut diminuer la densité lue de 0.2 par degré au-dessous de 20°C

- Si la $T^{\circ} > 20^{\circ}\text{C}$ $D = D^{\circ} + 0.2 (T^{\circ} - 20^{\circ}\text{C})$
- Si la $T^{\circ} < 20^{\circ}\text{C}$ $D = D^{\circ} - 0.2 (T^{\circ} - 20^{\circ}\text{C})$
- Si la $T^{\circ} = 20^{\circ}\text{C}$ la densité reste la même

Avec :

T° : température lue sur le lactodensimètre.

D° : densité lue sur le lactodensimètre

Exemple : si la $T^{\circ} = 18^{\circ}\text{C}$ densité = $D^{\circ} - 0.2 (20 - 18)$

Annexe 02

Détermination de l'acidité

- **Appareillages :**

Les différents appareils utilisés sont illustré dans la figure 09:

- Pipette de 10ml
- Bécher
- Acidimètre

- **Mode opératoire :**

L'acidité est déterminée par le dosage de l'acide lactique à l'aide l'hydroxyde de sodium NAOH. En présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré.

- A l'aide d'une pipette on aspire 10 ml du lait, en suite on le verse dans un bécher auxquels on ajoute 2 à 3 gouttes de phénolphtaléine.
- Titrer avec la solution NAOH (goute par goutte) toute en agitant l'échantillon jusqu'à l'apparition d'une légère coloration rosé.
- On fait la lecture pour déterminer la concentration en D° dornic, ensuite on multiplie le résultat x 10 pour avoir l'acidité.



Figure : Appareils utilisé pour la mesure de la l'acidité

Annexe 03

Test aux antibiotiques

• Appareillages :

Les différents appareils utilisés sont illustré dans la figure 10 :

- Bandelette de test
 - Flacon et pipette en plastique
 - Appareil Beta star combo
-
- **Mode opératoire :**
 - On verse du lait dans le flacon en plastique.
 - Ajouter la bandelette de test et laisser incuber pendant 5min a une T° de 47.5 °C.Ensuite faire la lecture visuellement



Figure : Appareils utilisé dans le test aux antibiotiques

Annexe 04

Le tableau en dessous montre les moyennes de la quantité de lait de vache recueilli durant les mois

Tableau : les moyennes de la quantité durant les mois

Quantité	COLLECTEUR A	COLLECTEUR B	COLLECTEUR C
sept.-20	10631	244316	27187
oct.-20	11083	232496	33705
nov.-20	10275	211742	28697
déc.-20	8866	222353	26115
janv.-21	9172	219299	29688
févr.-21	8240	214285	30535
mars-21	9318	267102	35666
avr.-21	10547	293077	38343
mai-21	10916	330039	40314
juin-21	7562	268885	36033

Annexe 05

Le tableau en dessous montre les moyennes de la teneur en matière grasse durant les mois.

Tableau : les moyennes de la teneur en matière grasse durant les mois

Matière grasse (g/l)	COLLECTEUR	COLLECTEUR	COLLECTEUR
	A	B	C
sept.-20	38,07	35,41	31,14
oct.-20	39,55	38,98	32,17
nov.-20	41,75	36,77	31,93
déc.-20	41,77	36,61	31,81
janv.-21	39,20	37,45	30,93
févr.-21	39,39	35,74	30,99
mars-21	37,53	36,32	31,63
avr.-21	35,88	35,78	32,02
mai-21	36,04	35,52	32,64
juin-21	36,04	34,17	31,63

Annexe 06

Le tableau en dessous montre les moyennes de la teneur en protéines durant les mois

Tableau : les moyennes de la teneur en protéines durant les mois

Protéine (g/l)	Collecteur A	collecteur B	Collecteur C
sept.-20	34,35	28,41	31,32
oct.-20	32,73	28,28	32,43
nov.-20	32,93	27,92	32,46
déc.-20	32,91	28,03	32,20
janv.-21	31,41	28,47	32,00
févr.-21	31,45	28,92	31,44
mars-21	30,92	29,87	32,06
avr.-21	30,67	30,93	32,18
mai-21	30,83	30,33	31,75
juin-21	31,32	28,84	30,52

Annexe 07

Le tableau en dessous montre les moyennes de l'acidité durant les mois

Tableau 10 : les moyennes de l'acidité durant les mois

Acidité (°D)	Collecteur A	Collecteur B	Collecteur C
sept.-20	17,24	16,27	15,94
oct.-20	17,19	16,30	16,34
nov.-20	16,74	16,23	16,17
déc.-20	16,81	16,11	16,46
janv.-21	17,02	16,22	16,35
févr.-21	16,35	16,63	16,29
mars-21	16,61	17,01	16,30
avr.-21	16,25	16,80	16,62
mai-21	16,55	16,73	16,36
juin-21	16,60	16,67	16,59

Annexe 08

Le tableau en dessous montre les moyennes de la densité durant les mois

Tableau : les moyennes de la densité durant les mois

Densité	Collecteur A	Collecteur B	Collecteur C
sept.-20	1029,75	1026,15	1028,73
oct.-20	1029,63	1026,08	1029,40
nov.-20	1029,53	1025,69	1029,62
déc.-20	1029,45	1025,81	1029,19
janv.-21	1030,09	1026,58	1029,28
févr.-21	1028,27	1026,94	1028,98
mars-21	1028,61	1027,45	1029,13
avr.-21	1028,01	1028,45	1029,65
mai-21	1028,43	1028,18	1029,11
juin-21	1028,96	1027,01	1028,47

Annexe 09

Le tableau en dessous montre les moyennes du point de congélation durant les mois

Tableau : les moyennes du point de congélation durant les mois

Point de congélation	Collecteur A	Collecteur B	Collecteur C
sept.-20	-0,534	-0,461	-0,512
oct.-20	-0,534	-0,459	-0,529
nov.-20	-0,536	-0,453	-0,531
déc.-20	-0,536	-0,455	-0,526
janv.-21	-0,512	-0,463	-0,522
févr.-21	-0,512	-0,471	-0,520
mars-21	-0,506	-0,487	-0,525
avr.-21	-0,501	-0,506	-0,527
mai-21	-0,502	-0,467	-0,519
juin-21	-0,512	-0,460	-0,502

Annexe 10

Fiche des densités a 20°C

EURL S.T.L.D Laiterie

R.G. 0043289 00B. F. 000180010324178 ART. 15018242041

FICHE DES DENSITES A 20°

Densité Température	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031
4°	1016,8	1017,8	1018,8	1019,8	1020,8	1021,8	1022,8	1023,8	1024,8	1025,8	1026,8	1027,8
5°	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028
6°	1017,2	1018,2	1019,2	1020,2	1021,2	1022,2	1023,2	1024,2	1025,2	1026,2	1027,2	1028,2
7°	1017,4	1018,4	1019,4	1020,4	1021,4	1022,4	1023,4	1024,4	1025,4	1026,4	1027,4	1028,4
8°	1017,6	1018,6	1019,6	1020,6	1021,6	1022,6	1023,6	1024,6	1025,6	1026,6	1027,6	1028,6
9°	1017,8	1018,8	1019,8	1020,8	1021,8	1022,8	1023,8	1024,8	1025,8	1026,8	1027,8	1028,8
10°	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029
11°	1018,2	1019,2	1020,2	1021,2	1022,2	1023,2	1024,2	1025,2	1026,2	1027,2	1028,2	1029,2
12°	1018,4	1019,4	1020,4	1021,4	1022,4	1023,4	1024,4	1025,4	1026,4	1027,4	1028,4	1029,4
13°	1018,6	1019,6	1020,6	1021,6	1022,6	1023,6	1024,6	1025,6	1026,6	1027,6	1028,6	1029,6
14°	1018,8	1019,8	1020,8	1021,8	1022,8	1023,8	1024,8	1025,8	1026,8	1027,8	1028,8	1029,8
15°	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030
16°	1019,2	1020,2	1021,2	1022,2	1023,2	1024,2	1025,2	1026,2	1027,2	1028,2	1029,2	1030,2
17°	1019,4	1020,4	1021,4	1022,4	1023,4	1024,4	1025,4	1026,4	1027,4	1028,4	1029,4	1030,4
18°	1019,6	1020,6	1021,6	1022,6	1023,6	1024,6	1025,6	1026,6	1027,6	1028,6	1029,6	1030,6
19°	1019,8	1020,8	1021,8	1022,8	1023,8	1024,8	1025,8	1026,8	1027,8	1028,8	1029,8	1030,8
20°	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031
21°	1020,2	1021,2	1022,2	1023,2	1024,2	1025,2	1026,2	1027,2	1028,2	1029,2	1030,2	1031,2
22°	1020,4	1021,4	1022,4	1023,4	1024,4	1025,4	1026,4	1027,4	1028,4	1029,4	1030,4	1031,4
23°	1020,6	1021,6	1022,6	1023,6	1024,6	1025,6	1026,6	1027,6	1028,6	1029,6	1030,6	1031,6
24°	1020,8	1021,8	1022,8	1023,8	1024,8	1025,8	1026,8	1027,8	1028,8	1029,8	1030,8	1031,8
25°	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032
26°	1021,2	1022,2	1023,2	1024,2	1025,2	1026,2	1027,2	1028,2	1029,2	1030,2	1031,2	1032,2
27°	1021,4	1022,4	1023,4	1024,4	1025,4	1026,4	1027,4	1028,4	1029,4	1030,4	1031,4	1032,4
28°	1021,6	1022,6	1023,6	1024,6	1025,6	1026,6	1027,6	1028,6	1029,6	1030,6	1031,6	1032,6
29°	1021,8	1022,8	1023,8	1024,8	1025,8	1026,8	1027,8	1028,8	1029,8	1030,8	1031,8	1032,8
30°	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033
31°	1022,2	1023,2	1024,2	1025,2	1026,2	1027,2	1028,2	1029,2	1030,2	1031,2	1032,2	1033,2
32°	1022,4	1023,4	1024,4	1025,4	1026,4	1027,4	1028,4	1029,4	1030,4	1031,4	1032,4	1033,4
33°	1022,6	1023,6	1024,6	1025,6	1026,6	1027,6	1028,6	1029,6	1030,6	1031,6	1032,6	1033,6
34°	1022,8	1023,8	1024,8	1025,8	1026,8	1027,8	1028,8	1029,8	1030,8	1031,8	1032,8	1033,8

Rue des freres BEGGAZ, Nouvelle Ville, 15000 Tizi Ouzou. Tél: 026 41 02 62 / Fax: 026 41 02 67

Figure : Fiche des densités a 20°C .