

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn Badis
Mostaganem
Faculté des Sciences
de la Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE
MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

M^{lle} BOUKHALFA Khedidja

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN BIOLOGIE

Spécialité: Génétique fondamentale et appliquée

THÈME

**Qualité physicochimique et microbiologique du
lait cru de vache des races bovines locales et
importées**

Soutenue publiquement le 16/07/2019

DEVANT LE JURY

| | | | |
|-----------|-------------------------------|------------|---------------|
| Président | M. BEKADA A.M.A | Professeur | U. Mostaganem |
| Examineur | M ^{me} AIT CHABANE O | MCB | U. Mostaganem |
| Encadreur | M. AIT SAADA D | MCA | U. Mostaganem |

Thème réalisé au niveau du laboratoire d'analyse de la laiterie Giplait Batna- Algérie.

Remerciements

Tout d'abord je tiens à remercier DIEU le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté de terminer ce travail.

*En tout premier lieu je tiens à remercier **Mr Ait Saada. D***

Pour l'honneur qu'il m'a fait en m'encadrant, pour l'aide précieuse, pour ses remarques et ses conseils qui m'ont permis de mener à bien ce travail.

Je tiens à remercier les membres de jury pour l'honneur qu'ils me font en acceptant de juger mon travail.

Je remercie également tous les responsables et techniciens de la laiterie Giplait Unité de Batna en particulier : Saad. S

A toutes personnes ayant participé de près ou de loin à ma formation et à tous ceux qui m'ont apporté leurs soutiens et encouragements durant la réalisation de ce modeste travail.

Merci à tous

Résumé :

Le lait de vache est un aliment nutritif complet, contenant la plupart des éléments nécessaires au développement et pour le maintien des fonctions de l'organisme, riche en minéraux (en particulier en calcium sauf en fer), protéines, vitamines et matières grasses. C'est pour cela qu'il favorise le développement des microorganismes lactiques et pathogènes.

Ce travail est porté sur l'étude de la qualité physicochimique et microbiologique du lait de vache issu de différentes races dont la Montbéliarde, la Holstein, la Normande, la Fleckvieh et la Guelmoise.

Les analyses microbiologiques du lait de vache ont montré que les résultats de la flore mésophile aérobie totale, des coliformes totaux et des coliformes fécaux ne répondent pas aux normes recommandées. Par contre la qualité physicochimique du lait est proche sinon meilleure à la normale.

Mots clés : Lait cru, vache, race, locale, qualité, microbiologique, physicochimique.

Summary :

Cow's milk is a complete nutritive food, it contains most of the necessary elements for the development and maintenance of body's functions, rich in minerals (especially calcium except of iron), proteins, vitamins and fats. This is why it promotes the lactic and pathogenic microorganisms' development. This work is focused on the study of the physicochemical and microbiological quality of cow's milk from different breeds including Montbeliard, Holstein, Normandy, the Fleckvieh and Guelmoise. Microbiologic analyzes of cow's milk showed that the results of total aerobic mesophilic flora, total coliforms and faecal coliforms do not match the recommended standards. On the other hand, the physicochemical quality of the milk is nearer or better than normal.

Key words: Raw milk, cow, breed, local, quality, microbiological, physicochemical.

المخلص :

حليب البقر هو غذاء متكامل يحتوي على معظم العناصر الضرورية لتطوير وصيانة وظائف الجسم، غني بالمعادن (خاصة الكالسيوم ولا يحتوي على الحديد) البروتينات، الفيتامينات والدهون. هذا ما يعزز تطور الكائنات الحية الدقيقة اللبنية المسببة للأمراض. يركز هذا العمل على دراسة الجودة الفيزيائية والميكروبيولوجية لحليب الأبقار من سلالات مختلفة بما في ذلك مونتبيليارد، هولشتاين، نورماندي، فليكفيا وغيلمويس أظهرت التحاليل الميكروبيولوجية لحليب الأبقار أن نتائج الفلورا متوسطة الحجم والهوائية الكلية والبكتريا القولونية لا تفي بالمعايير الموصى بها و من ناحية أخرى، فإن الجودة الفيزيائية للحليب قريبة أو تكاد تكون أفضل من المعتاد .

الكلمات المفتاحية: الحليب الخام ، البقرة ، السلالة ، المحلية ، الجودة ، الميكروبيولوجية ، الفيزيائي

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction 01

Partie 1: Etude bibliographique

| | |
|--|----|
| 1. Définition du lait cru | 02 |
| 2. Composition du lait cru | 02 |
| 2.1.Eau | 02 |
| 2.2.Glucides | 03 |
| 2.3.Matière grasse | 04 |
| 2.4. Protéine | 04 |
| 2.5.Matière saline | 05 |
| 2.6. Gaz dissous | 05 |
| 2.7. Vitamines | 05 |
| 3. Composants chimiques indésirables du lait | 05 |
| 3.1. Antibiotiques | 05 |
| 3.2. Pesticides | 05 |
| 3.3. <i>Metaux</i> | 06 |
| 4. Propriétés physiques | 07 |
| 5. Qualité du lait | 07 |
| 5.1. Qualité nutritionnelle | 07 |
| 5.2. Qualité organoleptique | 08 |
| 5.2.1. Couleur | 08 |
| 5.2.2. Odeur | 80 |
| 5.2.3. Saveur | 08 |
| 5.2.4. Flaveur | 09 |
| 5.2.5. Viscosité | 09 |
| 5.3. Qualité microbiologique | 09 |
| 5.3.1. Flore originelle | 09 |
| 5.3.2. Flore de contamination | 10 |

| | |
|---|----|
| 5.3.2.1. Flore d'altération | 10 |
| 5.3.2.2. Flore pathogène | 11 |
| 6. Facteur de variation de la Qualité du lait | 12 |
| 6.1. Age | 13 |
| 6.2. Facteurs génétiques | 13 |
| 6.3. Colostrum | 13 |
| 6.4. Stade de lactation | 14 |
| 6.5. Etat sanitaire | 14 |
| 6.6. Alimentation | 15 |
| 6.7. Saison et climat | 15 |
| 7. La brune de l'Atlas | 16 |
| 7.1. Taxonomie et terminologie | 16 |
| 7.2. Origine de la brune de l'Atlas | 16 |
| 7.3. Caractères généraux de la Brune de l'Atlas | 17 |
| 8. Races bovines en Algérie | 17 |
| 8.1. Race locale | 17 |
| 8.2. Races importée | 18 |
| 8.3. Races améliorées ou mixtes | 18 |

Partie 2 : Méthodologie

| | |
|--|----|
| 1. Objectifs et intérêt de l'étude | 19 |
| 2. Matériel et Méthode | 19 |
| 2.1. Région de l'étude | 19 |
| 2.2. Cheptel de l'étude | 20 |
| 2.3. Prélèvement de lait | 21 |
| 2.3.1. Techniques de prélèvement | 21 |
| 3. Mesures et Contrôles | 21 |
| 3.1. Mesure physico-chimique | 21 |
| 3.1.1. Test d'ébullition | 21 |
| 3.1.2. Mesure de pH | 22 |
| 3.1.3. Détermination de l'acidité titrable | 23 |
| 3.1.4. Détermination du taux de la MG | 23 |

| | |
|--|----|
| 3.1.5. Détermination de la masse volumique | 25 |
| 3.1.6. Mesure de lactose et Protéines | 26 |
| 3.1.7. Test d'antibiotique | 26 |
| 3.1.8. Détermination de l'extrait sec totale | 28 |
| 3.2. Mesures Microbiologiques | 28 |
| 3.2.1. Préparation des dilutions | 29 |
| 3.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux | 29 |
| 3.2.3. Microorganismes aérobies totaux (FTAM) | 31 |
| 3.2.4. Dénombrement | 32 |
| 4. Traitement statistique | 33 |

Partie 3: Résultats et discussion

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. Résultats | 34 |
| 1.1. Qualité physicochimique | 34 |
| 1.2. Qualité microbiologique | 35 |
| 1.2.1. Flore totale aérobie mésophile | 35 |
| 1.2.2. Coliformes totaux | 35 |
| 1.2.3. Coliforme fécaux | 35 |
| 2. Discussion | 39 |
| Conclusion | 42 |

Liste des figures :

| | |
|---|----|
| Figure 01 Limitation Géographique de la région de Batna | 19 |
| Figure 02 pH mètre | 22 |
| Figure 03 Virage de la couleur de la solution | 23 |
| Figure 04 Mesure de l'acidité. | 23 |
| Figure 05 Mesure de la densité | 26 |
| Figure 06 Lactoscan | 26 |
| Figure 07 Test d'antibiotique | 27 |
| Figure 08 Dilution décimale | 29 |
| Figure 09 Dénombrement des coliformes. | 31 |
| Figure 10 Dénombrement des FTAM | 32 |

Liste des tableaux :

| | |
|---|----|
| Tableau 01 Composition vitaminique moyenne du lait cru | 06 |
| Tableau 02 Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache | 07 |
| Tableau 03 Flore microbienne du lait de vache | 09 |
| Tableau 04 Effet de facteurs de variation sur la teneur en Protéines du lait | 15 |
| Tableau 05 Taxonomie de l'espèce bovine | 16 |
| Tableau 06 Caractéristiques principales des vaches étudiées | 20 |
| Tableau 07 Variations de la qualité physicochimique du lait cru de vache | 36 |
| Tableau 08 Variations du niveau de contamination à la FTAM du lait cru de vache | 37 |
| Tableau 09 Variation du niveau de contamination aux CT du lait cru de vache | 37 |
| Tableau 10 Variations du niveau de contamination aux CF du lait cru de vache | 38 |

LISTE DES ABREVIATIONS

CF : Coliforme fécaux.

CT : Coliforme totaux.

EST : Extrait Sec Total.

FAO : Organisme des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

FAMT : Flore aérobie mésophile totale.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

MG : Matière Grasse.

TP : Taux Protéique.

TB : Taux Butyreux.

UFC : Unité Formant Colonie.

pH : Potentiel hydrogène.

Introduction

Le lait est un aliment biologique présentant un intérêt nutritionnel, et dont la production organisée remonte à plus de dix mille ans. Depuis le 19^{ème} siècle, la production ne cesse d'augmenter en raison des progrès réalisés en médecine vétérinaire, de la sélection des races performantes et des pratiques d'élevage (**Faye et Loiseau, 2002**).

Le lait occupe également une place prépondérante dans la ration alimentaire des Algériens et, de ce fait, la filière lait connaît une croissance annuelle de 8 % (**Silait, 2008**). L'Algérie est ainsi le premier consommateur de lait cru au Maghreb, avec près de trois milliards de litres par an (**Kirat, 2007**).

La qualité physico-chimique et bactériologique du lait reste toujours irrégulière à cause de plusieurs facteurs, tels que l'alimentation des bovins, le manque d'hygiène, la race et la saison qui constituent des facteurs prépondérants de la mauvaise qualité du lait (**Lederer, 1983**). Il est donc important, qu'un contrôle rigoureux de la qualité physico-chimique du lait ainsi que de sa qualité hygiénique soient instaurées

Plusieurs facteurs de risque de contamination du lait aux différents stades de sa production à la ferme entrent en jeu, ce qui nous a amenés à réaliser cette étude au sein de la laiterie GIPLAIT BATNA dont l'objectif principal est l'évaluation et la comparaison de la qualité du lait cru de vaches dans la régions des Aures et l'identification des facteurs de risque de contamination du lait cru.

Le manuscrit comporte 3 parties essentielles :

La 1^{ère} partie retrace dans une étude bibliographique exhaustive, toute les connaissances tant soit peu sur le lait cru et les facteurs de variation de sa qualité.

La seconde partie a été consacrée à une description du matériel et des méthodes ayant été utilisées à la réalisation de l'étude pratique expérimentale

Enfin, la dernière partie, a été orientée a la discussion des résultats expérimentaux obtenus couronnée par une conclusion et des perspectives de recherche développement à entreprendre dans le future proche dans le domaine.

« Généralité sur la qualité du lait cru de vache »

1. Définition du lait cru :

Le lait est un liquide biologique opaque blanc mat, plus au moins jaunâtre selon la teneur en matière grasse et en bêta carotène, d'odeur peu marquée et au goût douceâtre, il est sécrété par les glandes mammaires des femelles mammifères après la naissance du jeune.

Selon le congrès international de la répression des fraudes à Genève : « le lait est le produit intégral de la traite totale et ininterrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmenée, il doit être recueilli proprement et ne doit pas contenir de colostrum » comme il peut être un vecteur de transmission de germes pathogènes à l'homme et peut présenter un risque pour la santé humaine. **(Pougheon et Goursaud, 2001).**

Le mot « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance est réservé au lait de vache. Tout lait prévenant d'une femelle laitière, autre que la vache, doit être désigné par la dénomination « lait », suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient **(J.O.R.A, N°63 1993).**

Selon Le code FAO/OMS "la dénomination lait est réservée exclusivement au produit de la sécrétion mammaire normale obtenue par une ou plusieurs traites sans addition ou soustraction **(Boudiers et Luquet, 1981).**

C'est la sécrétion mammaire normale d'animaux de traite obtenue à partir d'une ou plusieurs traites, sans rien y ajouter ou en soustraire, destinée à la consommation comme lait liquide ou à un traitement ultérieur **(Alias, 1975).**

le lait cru est un lait non chauffé au delà de 40°C, ni soumis à un traitement non thermique d'effet équivalent notamment du point de vue de la réduction de la concentration en micro-organismes **(Deforges *et al.*, 1999).**

2. Composition du lait cru :

Le lait est un complexe nutritionnel qui contient plus de 100 substances différentes qui sont en solution, en émulsion ou en suspension dans l'eau. Par exemple :

- La caséine (la protéine du lait) est sous forme de minuscules particules solides qui restent en suspension dans le lait. Ces particules s'appellent micelles et leur dispersion dans l'eau du lait forme une suspension colloïdale.
- La matière grasse du lait et les vitamines qui y sont solubles, sont sous forme d'émulsion: une suspension de globules liquides qui ne se mélangent pas avec l'eau du lait;
- Le lactose, les protéines du lait et certains minéraux sont solubles: ces substances sont entièrement dissoutes dans l'eau du lait.

La composition du lait varie considérablement avec la race de vache, le stade de lactation, la saison de l'année et de nombreux autres facteurs. Cependant, le rapport entre certains constituants est très stable et peut être utilisé pour identifier une altération de la composition naturelle du lait. L'addition d'eau dans le lait est facile à détecter parce que ces paramètres deviennent rapidement anormaux à cause de l'excès d'eau qui s'y trouve. (**Fredote, 2005**).

Le constituant principal du lait est l'eau avec 902 g/l tandis que la matière sèche ne représente que 130 g/l.

2.1. Eau:

L'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. La présence d'un dipôle et de doublets d'électrons libres lui confèrent un caractère polaire. Ce caractère polaire est ce qui lui permet de former une solution vraie avec les substances polaires telles que les glucides, les minéraux et une solution colloïdale avec les protéines hydrophiles de sérum. (**Vierling, 1998**)

2.2. Glucides :

Le sucre principal du lait est le lactose, disaccharide constitué par l'association d'une molécule de glucose et d'une molécule de galactose. On ne relève que 70 mg/l de glucose et 20 mg/l de galactose ainsi que des traces d'autres glucides. Le lactose est un sucre fermentescible. Il est dégradé en acide lactique par des bactéries lactiques (lactobacilles et streptocoques) ce qui

provoque un abaissement du pH du lait entraînant sa coagulation. Cette dernière est indispensable pour la fabrication de fromages et de laits fermentés (**Fredote, 2005**).

2.3. Matière grasse:

La matière grasse dont la quantité varie en fonction des conditions d'élevage, est présente dans le lait sous forme de globules gras, de 1 à 8 µm de diamètre, en émulsion; avec un taux variable (environ 10 milliards de globules par millilitre de lait). Cette matière grasse est constituée principalement de composés lipidiques. Le trait commun aux lipides est la présence d'acides gras qui représentent 90 % de la masse des glycérides ; ils sont donc les composés fondamentaux de la matière grasse. (**Fredote, 2005**)

2.4. Protéines:

Les protéines sont des éléments essentiels au bon fonctionnement des cellules vivantes et elles constituent une part importante du lait et des produits laitiers (**Jean Amiot et al., 2002**).

Le lait des mammifères renferme différentes protéines, de nature caséinique ou lactosérique principalement. Dans le lait de vache, les caséines (Alpha, beta, K, Y) représentent 80 %, suivies des protéines lactosériques (a-lactalbumine, beta-lactoglobuline, sérum-albumine, immunoglobulines) (**Alais, 1975**).

Le lait de vache contient 3.2 à 3.5% de protéines réparties en deux fractions distinctes :

- Les caséines qui précipitent à pH 4.6, représentent 80% des protéines totales.
- Les protéines sériques solubles à pH 4.6, représentent 20% des protéines totales (**Jeantet et coll, 2007**).

❖ Caséines:

La caséine est un complexe protéique phosphoré à caractère acide qui précipite dans le lait à un pH de 4,6. Il s'agit d'une substance hétérogène même si elle a été longtemps considérée comme une protéine pure et homogène en raison de la constance de sa composition élémentaire (**Jean et Dijon, 1993**).

❖ Protéines du lactosérum:

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées (**Debry, 2001 et Thapon, 2005**) ; ces dernières sont définies comme des protéines d'excellente valeur nutritionnelle, riches en acides aminés soufrés, en lysine et en

tryptophane. Elles ont de remarquables propriétés fonctionnelles mais sont sensibles à la dénaturation thermique.

2.5. Matière saline:

Le lait contient des sels à l'état dissous, sous forme notamment de phosphates, de citrates et de chlorures de calcium, magnésium, potassium et sodium (**Vierling, 1998**).

2.6. Gaz dissous:

Le lait contient des gaz dissous, essentiellement du dioxyde de carbone (CO₂), du diazote (N₂) et du dioxygène (O₂) (**Vierling, 1998**).

2.7. Vitamins :

Le lait est une source notable en vitamines, on distingue d'une part les vitamines hydrosolubles (vitamines de groupe B et vitamines C) en quantité constante, et d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E et K) (**Jeantet et al., 2008**) (**Tableau 1**).

3. Composants chimiques indésirables du lait ;

Le lait peut contenir des substances ingérées ou inhalées par l'animal, sous la forme soit du constituant original, soit de composés métabolisés. Les substances étrangères peuvent provenir des aliments (engrais et produits phytosanitaires), de l'environnement prescrits à l'animal (produits pharmaceutiques, antibiotiques, hormones) (**Mahieu et al., 1977**).

3.1. Antibiotiques :

Les résidus d'antibiotiques, sont des substances appliquées localement pour le traitement des mammites (**Jacquet, 1969**), leurs présences dans le lait engendrent un double inconvénient. Ainsi, pour le consommateur, elle peut être responsable de phénomènes d'allergie et cancérigènes (**Michell, 2005**). Chez les sujets sensibles, elle peut contribuer à l'installation d'une flore endogène antibiorésistantes (**Morel, 1962**).

3.2. Pesticides :

Les résidus de pesticides sont des substances polychlorées, liposolubles, et s'accablent donc dans les graisses de réserve. Lors de la fonte des graisses, les substances emmagasinées sont

brusquement remises en circulation, et des manifestations d'intoxication peuvent apparaître (**Berozaet Bowman, 1996**).

3.3. Métaux :

Parmi les métaux susceptibles de contaminer le lait à des taux inquiétants pour la santé de la vache : le sélénium, l'arsenic, le plomb et le mercure (**Vanier, 2005**).

Tableau 1.Composition vitaminique moyenne du lait cru (**Amiot et al., 2002**).

| Vitamines | Teneur moyenne |
|-------------------------------|----------------|
| Vitamines liposolubles | |
| Vitamine A (+carotènes) | 40µg/100ml |
| Vitamine D | 2.4µg/100ml |
| Vitamine E | 100µg/100ml |
| Vitamine K | 5µg/100ml |
| Vitamines hydrosolubles | |
| Vitamine C (acide ascorbique) | 2mg/100ml |
| Vitamine B1 (thiamine) | 45µg/100ml |
| Vitamine B2 (riboflavine) | 175µg/100ml |
| Vitamine B6 (pyridoxine) | 50µg/100ml |
| Vitamine B12(cyanocobalamine) | 0.45µg/100ml |
| Niacine et niacinamide | 90µg/100ml |
| Acide pantothénique | 350µg/100ml |
| Acide folique | 5.5µg/100ml |
| Vitamine H (biotine) | 3.5µg/100m |

4. Propriétés physiques :

La composition du lait est caractérisée par une grande complexité dans la nature et la forme de ses composants, de point de vue physique, le lait présente une hétérogénéité, puisque certains composants sont dominants de point de vue quantitatif, ce sont l'eau, la matière grasse, les protéines et le lactose ; les composés mineurs sont représentés par les matières minérales, les enzymes et les vitamines. Les propriétés physiques comme la densité absolue, la viscosité, la tension superficielle et la chaleur spécifique dépendent de l'ensemble des constituants (**Mathieu, 1998**) (**Tableau 2**).

Un lait frais ne contient pas d'acide lactique. En vieillissant, le lactose présent dans le lait se transforme lentement en acide lactique sous l'action de bactéries. Ainsi, moins un lait est frais, plus son acidité est grande. La mesure de l'acidité d'un lait permet d'évaluer sa fraîcheur. Si l'acidité du lait est trop élevée, les protéines du lait précipitent : le lait "caille"

Tableau 2.Caractéristiques physico-chimiques du lait de vache (**Alais, 1984**)

| Constantes | Valeurs |
|---------------------------------|-------------------|
| pH (20°C) | 6,5 à 6,7 |
| Acidité titrable (°D) | 15 à 18 |
| Densité | 1,028 à 1,036 |
| Température de congélation (°C) | (-0,51) à (-0,55) |
| Point d'ébullition (°C) | 100,5 |

5. Qualité du lait :

5.1. Qualité nutritionnelle :

Le lait; du fait de sa qualité nutritionnelle, organoleptiques et spécifiques ; est recommandés à tous les âges correspondants aux besoins différents de l'Homme.il est une source excellente en protéines ; mais apporte aussi de teneurs élevées en calcium (**Vignola, 2002**).

Il joue, un rôle très important dans l'alimentation Humaine, tant au point de vue calorique que nutritionnel. Un litre de lait correspond à une valeur d'environ 750 Kcal facilement utilisables. Comparativement aux autres aliments, il constitue un élément de haute valeur nutritionnelle. L'intérêt alimentaire du lait est que c'est une source de protides d'excellente valeur biologique, de calcium, de matière grasse de vitamines (**Leroy, 1965**).

Le lait est également une excellente source de minéraux intervenant dans divers métabolismes humains notamment comme cofacteurs et régulateurs d'enzymes. Il assure aussi un apport non négligeable en vitamines connues comme Vitamines A, D, E (liposolubles) et Vitamines B1, B2, B3 (hydrosolubles). Il est néanmoins pauvre en fer et en cuivre et il est dépourvu de fibres (**Cheftelet Cheftel, 1996**). La haute qualité nutritionnelle des protéines du lait repose sur leur forte digestibilité et leurs compositions particulièrement bien équilibrées en acides aminés indispensables. Pour les nouveau-nés, les protéines du lait constituent une source protéique adaptée aux besoins de croissance durant la période néonatal (**Derby, 2001**).

5.2. Qualité organoleptique :

La qualité organoleptique englobe les caractéristiques : couleur, odeur, saveur et flaveur (**Fredot, 2005**).

5.2.1. Couleur :

Le lait est de couleur blanc mat, qui est due en grande partie à la matière grasse, aux pigments de carotène (**Fredot, 2005**).

5.2.2. Odeur :

L'odeur est une caractéristique du lait du fait de la matière grasse qu'il contient, fixe des odeurs de l'animale. Elles sont liées à l'ambiance de la traite et à l'alimentation. Au cours de la conservation, le lait est caractérisé par une odeur aigre due à l'acidification par l'acide lactique (**Vierling 2003**).

5.2.3. Saveur :

Le lait a une saveur légèrement sucré due à la présence d'un taux de lactose (**Vierling, 1998**)
La saveur du lait normal frais est agréable. Les laits chauffés (pasteurisés, bouillis ou stérilisés) ont un goût légèrement différent de celui du lait cru. L'alimentation des vaches laitières à l'aide de certaines plantes de fourrages ensilés, peut transmettre au lait des saveurs anormales en particulier un goût amer. La saveur amère peut aussi apparaître dans le lait à suite de la pullulation de certains germes d'origine extra-mammaire (**Thieulin et Vuillaume, 1967**).

5.2.4. Flaveur :

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

5.2.5. Viscosité :

La viscosité est fonction de l'espèce, un lait moins visqueux chez les herbivores (lait de brebis plus visqueux que celui de la vache) (Vierling, 1998).

5.3. Qualité microbiologique :

Le lait est un aliment dont la durée de vie est très limitée. En effet, son pH voisin de la neutralité, le rend très facilement altérable par les microorganismes et les enzymes, sa richesse et sa fragilité font du lait un milieu idéal aux nombreux microorganismes comme les moisissures, les levures et les bactéries qui se reproduisent rapidement (Gosta, 1995).

5.3.1. Flore originelle :

Le lait contient peu de microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions à partir d'un animal sain (moins de 10^3 germes/ml) (Cuq, 2007). La flore originelle des produits laitiers se définit comme l'ensemble des microorganismes retrouvés dans le lait à la sortie du pis, les germes dominants sont essentiellement des mésophiles (Vignola, 2002). Il s'agit de microcoques, mais aussi streptocoques lactiques et lactobacilles. Ces microorganismes, plus ou moins abondants, sont en relation étroite avec l'alimentation (Guiraud, 2003) et n'ont aucun effet significatif sur la qualité du lait et sur sa production (Varnamet Sutherland, 2001) (tableau 3).

Tableau 3. Flore microbienne du lait de vache. (Vignola, 2002).

| | |
|-------------------------|-------|
| <i>Gram négatif</i> | < 10 |
| <i>Micrococcus</i> sp. | 30-90 |
| <i>Lactobacillus</i> sp | 10-30 |

5.3.2. Flore de contamination :

Cette flore est l'ensemble des microorganismes contaminant le lait, de la récolte jusqu'à la consommation. Elle peut se composer d'une flore d'altération, qui causera des défauts sensoriels ou qui réduira la durée de conservation des produits, et d'une flore pathogène dangereuse du point de vue sanitaire (**Vignola, 2002**).

5.3.2.1. Flore d'altération :

La flore d'altération causera des défauts sensoriels de goût, d'arôme, d'apparence ou de texture et réduira la vie du produit laitier. Parfois, certains microorganismes nuisibles peuvent aussi être pathogènes. Les principaux genres identifiés comme flore d'altération ; les coliformes, et certains levures et moisissures (**Essalhi, 2002**).

- **Coliformes :**

En microbiologie alimentaire, on appelle <coliformes> les entérobactéries fermentant le lactose avec production de gaz à 30°C. Cependant, lorsqu'ils sont en nombre très élevé, les coliformes peuvent provoquer Des intoxications alimentaires. Le dénombrement des coliformes a longtemps été considéré comme un indice de contamination fécale. Comme les entérobactéries totales, ils constituent un bon indicateur de qualité hygiénique. (**Guiraud, 2003**).

- **Levures :**

Bien que souvent présentes dans le lait, elles s'y manifestent rarement. Peu d'entre elles sont capables de fermenter le lactose. Le genre *Torulopsis*, productrices de gaz à partir du lactose, supportent des pressions osmotiques élevées et sont capable de faire gonfler des boîtes de lait concentré sucré (**FAO, 2007**). Les levures associées au lait sont les espèces suivantes: *Kluyveromyceslactis*, *Saccharomycescerevisiae*, , *Candia kefir*, (**Bourgeois et al., 1988**)

- **Moisissures :**

Les moisissures sont des champignons microscopiques. Ce sont des eucaryotes hétérotrophes, ils sont obligés de prélever le carbone et l'azote nutritifs de la matière grasse, le sucre et les protéines. D'une façon générale, les aliments sont des substrats très favorables à leur développement, ces germes peuvent y causer des dégradations par défaut d'apparence, mauvais goût, ou plus gravement production de mycotoxines (**Cahagnier, 1998**).

5.3.2.2. Flore pathogène :

La contamination du lait et des produits laitiers par les germes pathogènes peut être d'origine endogène, et elle fait, alors, suite à une excrétion mammaire de l'animal malade ; elle peut aussi être d'origine exogène, il s'agit alors d'un contact direct avec des troupeaux infectés ou d'un apport de l'environnement (eaux) ou bien liées à l'Homme (**Brisabois et al., 1997**). Parmi ces germes: on cite souvent des bactéries infectieuses qui doivent être vivantes dans l'aliment lors de sa consommation pour agir. Une fois ingérées, elles dérèglent le système digestif. Apparaissent alors divers symptômes connus, tels que la diarrhée, les vomissements, les maux de tête...etc. Les principaux micro-organismes infectieux :

- **Salmonelles:**

Ces entérobactéries lactose-, sont essentiellement présentes dans l'intestin de l'Homme et des animaux. Ce sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives, leur survie et leur multiplication est possible dans un milieu privé d'oxygène. Elles se développent dans une gamme de température variant entre 4°C et 47°C, avec un optimum situé entre 35 et 40°C. Elles survivent aux basses températures et résistent à la réfrigération et à la congélation. En revanche, elles sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 secs). Elles sont capables de se multiplier dans une gamme de pH de 5 à 9, mais sont sensibles à la fermentation lactique (**Jay, 2000 et Guy, 2006**).

- **Listeria**

Les bactéries du genre *Listeria* se présentent sous la forme de petits bacilles de forme régulière arrondis aux extrémités et ne formant ni capsule ni spore. Elles sont à Gram positif (**Seelinger et Jones, 1986**). Leur croissance est possible entre 0 °C et 45 °C (température optimale : 30°C- 37°C), pour des pH compris entre 4,5 et 9,6. Elles sont mobiles grâce à des flagelles péritriche. *Listeria monocytogenes* peut être considérée comme un agent pathogène alimentaire « parfait » car elle est ubiquiste, très résistante aux conditions extrêmes (température, pH...) et surtout elle est capable de se développer aux températures de réfrigération des aliments (**Lovett, 1989**).

- **Bactéries toxigènes :**

Qui produisent une toxine dans l'aliment qui est responsable de l'intoxication du consommateur. Il n'est donc pas suffisant de détruire la bactérie pour éviter l'incidence de la

maladie. De plus, certaines toxines sont très résistantes aux traitements thermiques, telle que la pasteurisation et même la stérilisation (**Lamontagne et al., 2002**).

Les principaux micro-organismes toxigènes retrouvés aussi dans le lait :

- **Staphylocoques :**

Le genre *Staphylococcus* appartient à la famille des *Staphylococaccae*. Ce sont des coques à Gram positif de 0,5 à 2,5 µm de diamètre, non sporulés et immobiles. (**Leyral et Vierling, 2007**). Ils se trouvent assez fréquemment dans le lait et parfois, en nombre important. L'origine de la contamination est l'infection mammaire et peut être plus fréquemment, l'Homme. Leurs fréquences tend à augmenter du fait de leur antibiorésistance, ils provoquent par leur production de toxines thermostables, des intoxications de gravité variable pouvant être redoutable chez l'enfant (**FAO, 2007**). Pour cela, les normes exigent leur absence dans les produits alimentaires (**J.O.R.A, 1998**).

- **Clostridiiums sulfito-réducteurs :**

Ce sont des bâtonnets sporulés, mobiles, Gram+ anaérobies stricts, présentent généralement dans le sol et l'eau, mais aussi dans le tube digestif Humain et animal, le pouvoir pathogène est dû à la synthèse des toxines (**Lamontagne et al., 1996**).

6. Facteur de variation de la Qualité du lait :

La qualité du lait commence par la santé des animaux. L'éleveur, en contact quotidien avec son troupeau, connaît toutes ses vaches individuellement. Il tient un registre d'élevage qui détaille notamment leur « carnet de santé » : analyses, dépistages, vaccins, prescriptions...etc ; Il est assisté par des vétérinaires. Au niveau national, c'est le réseau sanitaire bovin, mis en place par le Ministère de l'agriculture et de la pêche, qui assure la surveillance et le suivi des maladies bovines contagieuses (tuberculose, brucellose). Le lait collecté et mis à la vente provient ainsi exclusivement de vaches en bonne santé. La composition chimique du lait et ses caractéristiques technologiques varient sous l'effet d'un grand nombre de facteurs (**Stoll, 2003**). L'espèce de l'animal laitier, la race, l'âge et l'alimentation, ainsi que le stade de lactation, la parité (nombre de parturitions), le système d'exploitation, l'environnement physique et la saison influencent la couleur, la saveur et la composition du lait et permettent de produire une variété de produits laitiers (**Tableau 4**).

6.1. Age :

La quantité de lait augmente généralement du 1er vêlage au 5ème, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7ème (**Veisseyre, 1979**). Le vieillissement des vaches provoque un appauvrissement de leur lait, ainsi la richesse du lait en matière sèche tend à diminuer. Ces variations dans la composition sont attribuées à la dégradation de l'état sanitaire de la mamelle ; en fonction de l'âge, le nombre de mammites croît et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang. D'une manière générale, plus la mammité est grave et plus la composition du lait se rapproche du plasma sanguin. La mamelle lésée se comporte comme un organe d'élimination : il y a donc une diminution des molécules élaborées (lactose, caséines, lipides) et une augmentation des molécules filtrées (protéines solubles : immunoglobulines et albumines sériques, matières minérales).

6.2. Facteurs génétiques :

Jakob et Hänni en 2004, notent l'existence de variantes génétiques A et B issus des mutations ponctuelles. Ces derniers donnent des protéines différentes qui ne se distinguent que par l'échange d'un ou deux acides aminés. Les variantes génétiques des protéines du lait, notamment ceux de la caséine κ (κ -Cn) et de la β -lactoglobuline (β -Lg), influencent la composition du lait et certains critères de productivité des vaches.

Même pour le lait d'un seul mammifère, on note des différences dans la qualité du lait, qui peuvent varier selon la race. Ainsi, le lait de vaches de la race Jersey montre des activités enzymatiques accrues pour la peroxyde-dismutase (1,27 U/ml) et la xanthine-oxydase (0,0775 U/ml) par rapport à celles du lait de vaches de la race Holstein (respectivement 0,92 et 0,065 U/ml).

6.3. Colostrum :

Le Colostrum est liquide jaunâtre, épais et visqueux, à réaction acide présent dans la mamelle quelques jours avant et après le vêlage. Ce colostrum est très riche en protéines solubles, les immunoglobulines, qui proviennent pour moitié du sang de la vache et pour l'autre d'une synthèse locale dans la mamelle (**Guiraud, 2003**).

Les immunoglobulines ont un rôle protecteur contre les bactéries (coliformes...) et virus. La concentration en immunoglobulines atteint son maximum quelques jours avant le vêlage. Elle décroît très rapidement au fil des traites. La proportion des caséines est faible bien que leur

quantité soit supérieure à celle du lait. Ses concentrations en azote et en matières grasses passent respectivement de la première traite au 10^e jour de 160g/l à 35g/l et de 50g/l à 39g/l. **(Guiraud, 2003).**

6.4. Stade de lactation :

La quantité de matières grasses diminue jusqu'au pic de lactation puis augmente par la suite à raison de 0,05% par mois. La plupart des études rapportent une diminution du taux protéique au cours des premiers jours de lactation avec une concentration minimale au moment du pic de production puis une augmentation constante jusqu'au moment du tarissement. Les laits de fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés. C'est à dire une augmentation du comptage leucocytaire, l'apparition d'un goût de rance, une augmentation du taux de protéines solubles, une diminution des caséines et donc du rendement fromager et augmentation de la teneur en chlorures (goût salé). En outre, les deux taux, protéique et butyreux, ont tendance à diminuer au cours des lactations successives **(Meyer et Denis, 1999).**

6.5. Etat sanitaire :

Le lait bovin provenant des mamelles atteintes de troubles sécrétoires présentent d'importantes altérations dans sa composition chimique, Ces changements sont les conséquences d'une série d'incidents provoqués par l'invasion et la croissance de bactéries pathogènes dans la mamelle. Parmi ces incidents, il convient de mentionner l'entrée de leucocytes polymorphonucléaires dans la glande mammaire et dans le lait et la destruction de cellules et de structures tissulaires. Cela conduit à une capacité réduite de synthèse et à une diffusion accrue de sang et de composés cellulaires dans le lait **(Schultz, 1977).**

6.6. Alimentation :

L'alimentation joue un rôle important ; elle permet d'agir à court terme et de manière différente sur les taux de matière grasse et de protéines. Quant au taux butyreux, il dépend à la fois de la part d'aliment concentré dans la ration, de son mode de présentation et de distribution (finesse de hachage, nombre de repas, mélange des aliments). Dans les conditions pratiques l'ensilage de maïs permet de produire un lait plus riche en matières grasses (de 3 à

4g par kg) et en protéines (de 1 à 2g par kg) .La teneur en protéines varie moins que la teneur en matières grasses et se trouve plus difficilement modifiée par le régime alimentaire. À l'inverse des facteurs environnementaux qui tendent à avoir des effets semblables sur les taux de matières grasses et de protéines, la plupart des facteurs alimentaires ont des effets inverses sur les taux de matières grasses et protéines, c'est-à-dire que l'accroissement de la teneur en matières grasses entraîne une diminution de la teneur en protéines et vice versa (**Coulon et Hoden, 1991**).

6.7. Saison et climat :

L'effet propre de la saison sur les performances des vaches laitières est difficile à mettre en évidence compte tenu de l'effet conjoint du stade physiologique et des facteurs alimentaires (**Coulon et al, 1991**). L'effet global se traduit par : Une production maximale au printemps et minimale en été selon l'influence de la saison de vêlage. Une teneur en matières grasses minimal à fin du printemps et maximale en automne. Une teneur en calcium minimale en été et maximal au printemps (**Keiling et Wilde, 1985**).

Tableau 4.Effet de facteurs de variation sur la teneur en Protéines du lait (**Stoll, 2003**).

| EFFETS DE FACTEURS DE VARIATION DE LA TENEUR EN PROTÉINES DU LAIT | |
|--|---|
| Stade de lactation | Diminution de la teneur en protéines pendant les deux premiers mois de la lactation, suivie d'une augmentation. |
| Age de la vache | La teneur en protéines décroît avec l'âge. |
| Saison | La teneur en protéines est généralement plus basse en été et plus élevée en hiver. |
| Race de la vache | La teneur en Protéine varie d'une race à une autre. |
| Alimentation | Augmente en cas d'alimentation riche en Mais. |
| Mammites | La teneur en protéines décroît lorsque la vache souffre de mammite. |

7. La brune de l'Atlas:

7.1. Taxonomie et terminologie:

La brune de l'Atlas a acquis d'autres appellations telles que : Beldi; blonde des Plateaux; d'Oulmes et des Zaers; Oulmes Blond, Oulmes, Blond Moroccan, Blond Zaers, Moroccan Blond; Libyan Brown Atlas, Libyan Shorthorn, Mahalli. (**Dagris, 2009**).

La taxonomie de cette espèce bovine est représentée dans le (**tableau 5**).

7.2. Origine de la brune de l'Atlas:

Tous les types de bovins autochtones de l'Afrique du Nord sont appelés race brune de l'Atlas dont l'ancêtre principale est « Bos Taurus PrimigineusMauritanicus » découvert par Thomas dans le quaternaire de l'Afrique du Nord (Itebo, 1997), d'autres auteurs pensent qu'elle a appartenu à deux races Ibérique et Asiatique. (Guerissi, 2009). La race Brune de l'Atlas se répartit tout au long du complexe montagneux désigné sous le nom d'Atlas qui s'étend en Tunisie, en Algérie et au Maroc. L'altitude des chaînes et des hauts plateaux varie de 900 à 4 000 mètres (point culminant situé; Au Maroc).

Tableau 5. Taxonomie de l'espèce bovine (Linnaeus, 1758).

| Classification | |
|---------------------------|--------------|
| Règne | Animalia |
| Embranchement | Chordata |
| Sous embranchement | Vertebrata |
| Classe | Mammalia |
| Sous-classe | Theria |
| Intercalasse | Eutheria |
| Ordre | Artiodactyla |
| Famille | Bovidae |
| Sous-famille | Bovinae |
| Genre | Bos |
| Nom binominal | Bos Taurus |

7.3. Caractères généraux de la Brune de l'Atlas:

Bonnefoy (1900) puis Geoffroy (1916) ont décrit la Brune de l'Atlas comme suit:

- C'est une race brachycéphale nette à chignons, à sommet écarté, à profil droit ou subconcave et à face allongée ou triangulaire.
- La hauteur au garrot est en moyenne de 1,20m, mais descend jusqu'à 1 m, les cornes sont fines, très pointues et de couleur grise ou noirâtre.

- La Brune de l'Atlas est une race dite bréviligne dans tous ces éléments corporels (encolure forte, fanon épais, tronc développé, poitrine descendue, membres courts et croupe étroite).
- Les masses musculaires sont moyennement épaisses, surtout aux régions crurales, la peau est épaisse et rude, les poils courts, les onglons noirs à corne extrêmement dure et solide.
- La robe est de couleur fauve foncée à extrémités noires avec des variations allant de fauve brunâtre presque noire au rouge brun.
- La vache bien que mauvaise laitière, possède une mamelle régulière hémisphérique pourvue de petits trayons presque cylindriques.

8. Races bovines en Algérie :

Le bovin local est représenté essentiellement par la petite Brune de l'Atlas. Tandis que le bovin importé est représenté particulièrement par : la Holstein, la Montbéliarde. Il existe même des produits de croisement entre bovin local et importé (**Feliachi, 2003**).

8.1. Race locale:

Ce cheptel représente 48% de l'effectif national, et n'assure que 20% de la production laitière. En effet, les niveaux de production de ces animaux sont très bas, cependant ces vaches sont caractérisés par des aptitudes exceptionnelles d'adaptation aux milieux difficiles (**Salhi, 2005**).

La brune de l'Atlas a subi des modifications suivant le milieu dans lequel elle vit, et elle a donné naissance à des rameaux qui ne sont ni répertoriés ni catalogués. On distingue la Guelmoise, la Cheurfa, la Sétifienne, la Chélfienne, la Djerba, la Kabyle et la Tlemcénienne, marquées par l'influence du milieu propre à chaque région (**Itebo, 1997**). Ces rameaux se différencient nettement du point de vue phénotypique.

8.2. Races importée:

Appelées, races hautes productrices ou bovins laitiers modernes (BLM), se sont des races d'importation à haut potentiel génétique d'origine européenne (**Eddebarh, 1989**), ces vaches sont constituées de races importées principalement de pays d'Europe, dont l'introduction avait débuté avec la colonisation du pays. Elles représentent 9 à 10% de l'effectif national, et assurent environ 40% de la production totale de lait de vache (**Nadjraoui, 2001**).

8.3. Races améliorées ou mixtes:

Ce cheptel que l'on désigne sous le vocabulaire de bovin local amélioré (BLA), recouvre les divers peuplements bovins, issus de multiples croisements, entre la race locale brune de atlas, et diverses races importées d'Europe (Tarentaise, Brune des Alpes). Ces animaux constituent 42 à 43% de l'ensemble du troupeau national, et assure 40% environ de la production (Debeche, 2006).

1. Objectifs et intérêt de l'étude :

L'objectif de l'étude vise à mettre en place une procédure normative sanitaire de production de lait cru chez les éleveurs en vue de protéger la sécurité et la santé du consommateur, surtout que la denrée objet de l'étude est considérée comme un produit stratégique, de large consommation et de première nécessité en Algérie.

L'étude est basée sur des analyses physicochimiques et microbiologiques du lait cru prélevé chez cinq vaches laitières selon diverses races (locales et importées) dans la région des Aures à Batna.

Ces analyses constituent un moyen efficace pour apprécier la qualité et les conditions de production du lait chez les éleveurs, qu'il faut parfois améliorer à travers des recommandations qui seront suggérées dans l'étude.

1. Matériel et Méthode :

1.1. Région de l'étude :

L'étude a été réalisée au niveau du laboratoire de la laiterie régionale des Aures « Giplait » à Batna (**Figure 1**).



Figure 1. Limitation Géographique de la région de Batna.

Le Groupe Lait Giplait est l'un des plus importants producteurs de laits et produits laitiers en Algérie avec une capacité de production de plus de quatre millions de litres/jour.

Outre la production et la commercialisation des laits et produits laitiers, le groupe a aussi pour mission de développer la production nationale de lait, comme il participe activement à la régulation du marché national du lait.

Avec plus de 4000 collaborateurs, le groupe compte seize filiales dont 15 spécialisées dans la production de laits et dérivés et une chargée de la gestion des fermes pilotes, dont la vocation principale est l'élevage de bovins laitiers.

1.2.Cheptel de l'étude :

L'étude a porté sur le choix de cinq vaches issues de différentes races bovines locales et importées comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

Tableau06. Caractéristiques principales des vaches étudiées.

| Races | Montbéliarde | Normande | Holstein | Fleckvieh | Guelmoise |
|-------------------------|---|--------------------------------------|--|------------------|---|
| Région d'origine | Française issue du métissage de race venue de Suisse et de race française | Normandie, France | Pays-Bas et Allemagne | Suisse | Algérie de la région Guelma dans l'Est Algérien |
| Nom scientifique | Bos Taurus | Bos Taurus | Bos Taurus | Bos Taurus | Bos Taurus |
| Taille | 146cm | 144cm | 150cm | 142cm | 80 à 110cm |
| Poids | 700kg | 700 à 800 kg | 580kg | 750kg | 200kg |
| Robe | Pie rouge | Pie bringée | Pie noir en général Parfois pie rouge | Pie rouge | Fauve/grise |
| Utilisation | Laitière mixte | Laitière Transformation fromagère | Produit laitier | Laitière | Mixte |

1.3. Prélèvement de lait :

Les prélèvements ont porté sur un nombre de 15 échantillons collectés chez les vaches laitières cibles, durant la période s'étalant du mois de Mars au mois d'Avril 2019. Le lait a été prélevé au moment de la traite du matin et mis dans des Bouteilles stériles en plastiques puis transportés à une température ambiante à l'obscurité jusqu'au laboratoire d'analyse de l'usine. Les prélèvements arrivés au laboratoire sont aussitôt refroidis dans un réfrigérateur, jusqu'au moment de l'analyse avec un délai n'excédant pas plus de 8 heures (**Guiraud, 2003**).

1.3.1. Techniques de prélèvement :

Une procédure rigoureusement aseptique doit être suivie pour le prélèvement d'échantillons de lait afin d'éviter la contamination de la mamelle par les nombreux microorganismes présents aussi bien sur la peau des flancs, du pis et des trayons de la vache, que sur les mains du préleveur et dans l'étable. Les étapes suivantes visent à réduire le risque de contamination lors du prélèvement :

- Après avoir enfilé des gants et lavé les trayons tirez quelques jets de lait dans une tasse-filtre pour réduire le nombre de bactéries dans le canal du trayon ;
- Désinfectez tout le trayon à l'aide d'un tampon imbibé d'alcool ;
- Sans toucher au trayon avec le tube prélevez du lait dans le tube incliné pour éviter la contamination ;
- Après avoir rempli le tube $\frac{3}{4}$ remettez le bouchon en place ;
- Faire tremper le trayon dans un désinfectant ;
- Inscrivez sur le tube : la date le n° de la vache, le quartier échantillonné ;
- Refroidir le tube rapidement au fond d'une glacière.

2. Mesures et Contrôles :

2.1. Mesure physico-chimique :

2.1.1. Test d'ébullition :

Un simple traitement thermique suffit à faire précipiter les caséines du lait. Un lait qui n'est pas frais présente une structure de caséines particulièrement instables

- **Mode opératoire :**

- Introduire dans un tube 2 à 5ml de lait et porter à l'ébullition.

- **Expression des résultats :**

Dans le cas normal, le liquide reste homogène après quelques instants il forme en surface une pellicule blanche, plissée (formée principalement de calcium, de protides et de matière grasse). les laits acidifiés (au 25°D) coagulent par ébullition (**Thieulinet Vuillaume ,1967**).

2.1.2. **Mesure de pH :**

Le pH par définition est la mesure de l'activité des ions H⁺ contenus dans une solution. La mesure du pH, renseigne sur l'acidité du lait. Ce dernier est considéré frais si son pH est compris entre [6,4 à 6,8].

- **Mode opératoire :**

La technique d'analyse consiste à :

- Etalonner le pH mètre avec deux solutions tampons de pH=4 et pH=7.

- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.

-Plonger l'électrode dans un bécher contenant le lait à analyser et lire la valeur de pH stabilisée.

- **Expression des résultats :**

Le résultat s'affiche directement sur le pH mètre (**HI2210 HANA instrument**). (**Figure 2**).

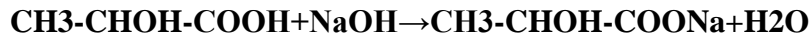


Figure 2. pH mètre

2.1.3. **Détermination de l'acidité titrable :**

L'acidité titrable du lait est exprimée en gramme d'acide lactique par litre de lait (AFNOR, 1985). Un lait frais a une acidité de titration de 16 à 18°Dornic (°D). Conservé à la

température ambiante, il s'acidifie spontanément et progressivement (Mathieu, 1998). Il s'agit d'un titrage acido-basique, l'acide lactique est neutralisé par une solution d'hydroxyde de sodium NaOH (N/9) en présence de phénolphtaléine comme indicateur coloré. (**Figure 03**).



- **Mode opératoire :**

La méthode de l'étude consiste à :

- Prendre 10 ml de l'échantillon dans un bêcher de 100 ml.
- Ajouter à la solution 0,3 ml de la solution de phénolphtaléine (indicateur coloré) à 1%.
- Titrer avec la soude (NaOH) jusqu'au virage de couleur vers le rose pale de la solution qui doit persister pendant une dizaine de secondes.



Figure 3. Virage de la couleur de la solution.



Figure 4. Mesure de l'acidité.

- **Expression des résultats :**

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

$$\text{A} + \text{V} \cdot 10$$

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

A : Acidité.

2.1.4. Détermination du taux de la MG par la méthode acido-butyrométrique:

Le principe de cette méthode est basé sur la dissolution de la matière grasse par l'acide sulfurique. Sous l'influence d'une force centrifuge et grâce à l'adjonction d'une faible quantité d'alcool isoamylique, la matière grasse se sépare en couche claire dont les graduations du butyromètre révèlent le taux. (AFNOR, 1980)

- **Mode opératoire :**

La méthode de l'étude consiste à :

-Introduire dans le butyromètre de GERBER ; 10 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄).

-Ajouter 11ml de l'échantillon à l'aide d'une pipette en l'écoulant à travers les parois pour éviter le mélange prématuré du lait avec l'acide

-Ajouter 1ml d'alcool isoamylique.

-Fermer le butyromètre à l'aide d'un bouchon.

-Mélanger jusqu'à la dissolution totale du mélange.

-Centrifuger pendant 5 minutes à 1200 tours/min.

- **Expression des résultats :**

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

$$MG = (B - A)$$

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

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

2.1.5. Détermination de la masse volumique :

La densité du lait est une résultante intrinsèque de ses constituants, elle dépend de leur degré d'hydratation notamment en ce qui concerne les protéines (Hardy, 1987). La densité du lait est le rapport entre la masse d'un même volume donné de lait et d'eau (Mathieu, 1998). La

densité est déterminée à 20°C par lactodensimètre. Elle doit être supérieure ou égale à 1,028 à 20°C.

- **Mode opératoire :**

-Verser le lait dans l'éprouvette de 250 ml tenue inclinée afin d'éviter la formation de mousse ou de bulles d'air.

-L'introduction de lactodensimètre dans l'éprouvette remplie de lait provoque un débordement de liquide, ce débordement est nécessaire, il débarrasse la surface du lait des traces de mousse qui gêneraient la lecture.

-Attendre trente secondes à une minute avant d'effectuer la lecture de la graduation, cette lecture étant effectuée à la partie supérieure du ménisque, lire la température. (**Figure 5**).

- **Expression de résultats :**

La densité est mesurée à l'aide d'un thermo-lactodensimètre étalonné de manière à donner (par simple lecture du trait correspondant au point d'affleurement) la densité de l'échantillon de lait à analyser. Elle est ramenée à 20°C par la formule suivante : Densité corrigée = densité lue + 0,2 (température du lait - 20°C) (**Mathieu, 1998**).

$$MV = MV1 - [(20 - X) \cdot 0,0002]$$

MV : Masse volumique finale.

MV1 : la masse volumique lue sur lactodensimètre.

20°C: la température référence.

X : la température lue sur lactodensimètre (C°).

0,0002 : constante.

2.1.6. Mesure de lactose et Protéines :

Les mesures de lactose et Protéines ont été effectuées depuis un lactoscan, la technique d'analyse consiste à :

- Allumer l'appareil

- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée.
- Plonger l'électrode dans un bécher contenant le lait à analyser et lire la valeur mesurée sur l'écran de l'appareil (Figure 6).



Figure 5. Mesure de la densité



Figure 6. Lactoscan

2.1.7. Test d'antibiotique :

La recherche d'antibiotiques se fait à l'aide incubateur, en utilisant le Beta Star Combo qui est un test de détection visuelle rapide pour les Béta-lactames (Amoxicilline, Ampicilline...) et résidus d'ATB Tétracycline (Oxytétracycline, tétracycline...) dans le lait cru; en utilisant des bandelettes de 8 à 9 cm. (Figure 7).

- **Mode opératoire :**

La méthode de l'étude consiste à :

- Allumer l'appareil jusqu'au signal rouge.
- Placer les tubes epindorfs dans l'appareil.
- Ajouter 100µl du lait avec la micropipette à l'intérieur de ces tubes.
- Incuber pendant 3 min.

- Introduire les bandelettes de migration comme indicateur dans les tubes epindorfs
- Laisser ces bandelettes pendant 5 à 10min.

- **Expression des résultats :**

La lecture se fait selon la coloration des bandes en rose :

- Présence de la bande : absence des antibiotiques.
- Absence de la bande : présence des antibiotiques correspondant à la bande.

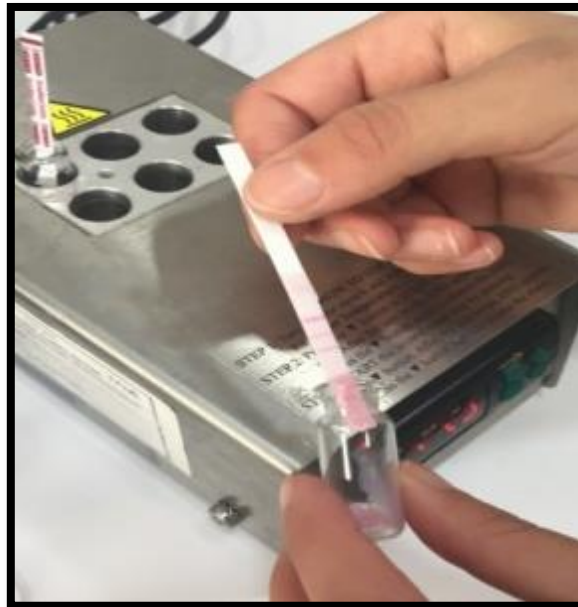


Figure 7. Test d'antibiotique.

2.1.8. Détermination de l'extrait sec totale (EST) (NF V04-367) :

L'extrait sec total est mesuré au moyen d'un dessiccateur à rayonnement infrarouge, équipé d'un système de chauffage permettant l'évaporation ou l'élimination de l'humidité du lait.

- **Mode opératoire :**

Poser une capsule dans le dessiccateur et peser 3g du lait puis étaler le sur toute la surface de la capsule. Appuyer sur le bouton démarrer.

- **Expression des résultats :**

Le résultat s'affiche sur l'écran du dessiccateur en pourcentage.

La détermination de l'extrait sec total se fait aussi à partir de la formule de Fleischeman:

$$\text{EST}\% = 1,2.G + [1(D-1)/D+0,14]$$

EST: Extrait Sec Totale.

MG: Matière grasse.

D: Densité.

2.2. Mesures Microbiologiques :

L'analyse microbiologique du lait est une étape importante qui vise d'une part à conserver les caractéristiques organoleptiques et sensorielles du lait, donc d'allonger sa durée de vie et d'autre part à prévenir les cas d'intoxication alimentaire liée à la présence des microorganismes pathogènes avant la transmission au consommateur (**Vignola, 2002**). Un litre de lait cru contient plusieurs milliards d'êtres microscopiques. Cette caractéristique différencie le lait cru des laits traités thermiquement ou micro filtrés. Ce monde microbien appelé flore microbienne a des implications à plusieurs niveaux. La diversité microbienne est utile pour la transformation des produits laitiers mais peut aussi impliquer la présence de bactéries potentiellement dangereuses pour la santé humaine. Les analyses microbiologiques effectuées ont portées sur :

- la flore aérobie mésophile totale.
- les coliformes totaux et fécaux.

2.2.1. Préparation des dilutions :

La préparation de la dilution primaire (suspension mère) et, si nécessaire, des dilutions décimales suivantes ont été réalisées en vue de réduire le nombre de micro-organismes par unité de volume, pour faciliter l'examen microbiologique. Une série de dilutions sont ainsi réalisées à partir de l'échantillon à l'aide d'une pipette pasteur stérile; 1 ml de l'échantillon à analyser est prélevé, puis dilué d'une manière isotopique dans des tubes contenant 9 ml de diluant; l'eau physiologique (**Figure 8**).



Figure 8. Dilution décimale

2.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux :

Les coliformes sont des entérobactéries (bacilles Gram-, asporulés, glucose+, oxydase-, nitrate réductase+, aérobies anaérobies facultatifs) qui fermentent le lactose avec production de gaz. Il s'agit d'un groupe disparate non défini sur le plan taxonomique qui comprend les genres *Escherichia* (avec espèces *coli*, *intermedium*, *freudii*), *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* (Cuq, 2007). Leur développement est freiné par l'abaissement du pH. Ils sont peu résistants à la chaleur (Le Minor et Richard, 1993). Les coliformes se répartissent en deux groupes distincts:

- Les non fécaux dont l'origine est l'environnement général des vaches, ils sont détectés dès 30°C.
- Les fécaux dont l'origine essentielle est le tube digestif, qui sont plus thermo tolérants (détectés à 44°C). *Escherichia coli* fait partie de ce dernier groupe.

- **Principe :**

Les coliformes sont recherchés sur gélose lactosée et citratée au désoxycolate (DCL) incubée 24 heures à 37°C pour les coliformes totaux et à 44°C pour les coliformes fécaux.

- **Mode opératoire :**

- Préparer les boîtes de Pétri stériles;

- Introduire dans les boîtes 1ml de chaque dilution 10^{-3} et 10^{-4} pour les coliformes totaux et 10^{-3} pour les coliformes fécaux;
- Ajouter la gélose lactosé;
- Homogénéiser avec des mouvements circulaires;
- Après la solidification, recouvrir la surface avec une 2ème couche mince du même milieu et laisser gélifier à température ambiante;
- L'incubation a lieu pendant 24 heures, à 30°C pour les coliformes «totaux» et à 44°C pour les coliformes «fécaux».

- **Expression des résultats :**

Les coliformes apparaissent sous forme de colonies de forme lenticulaires, violet avec un anneau rosâtre (**Figure 9**).

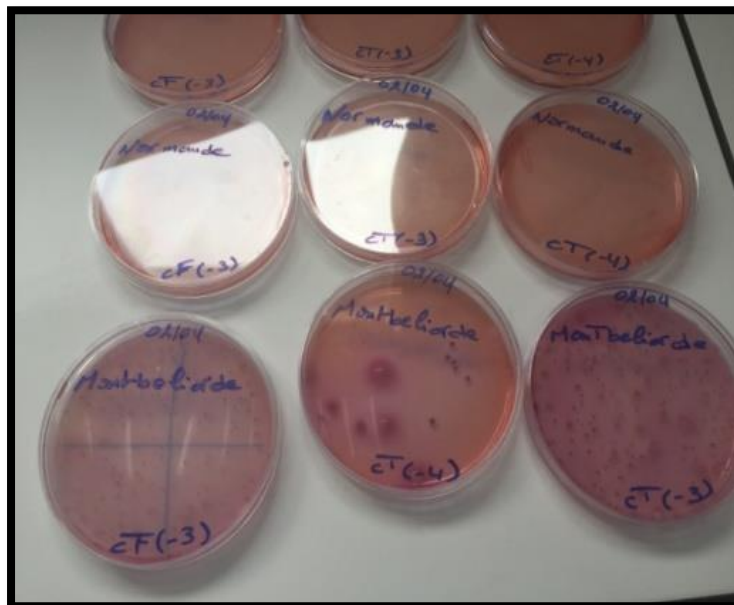


Figure 9. Dénombrement des coliformes.

2.2.3. Microorganismes aérobies totaux (FTAM) :

La flore mésophile aérobie totale est constituée d'un ensemble de microorganismes variés correspondant aux germes banaux de contamination. Son dénombrement reflète la qualité microbiologique générale du lait cru et permet de suivre son évolution au cours de sa

transformation. Ainsi le nombre de germes totaux pourra donner une indication de l'état de fraîcheur ou de décomposition (altération) du lait (**Guiraud et Rosec, 2004**). Des valeurs élevées n'indiquent pas nécessairement la présence de pathogènes, aussi des valeurs basses peuvent accompagner la présence de pathogènes à des niveaux dangereux (**Sutra et al., 1998**).

- **Principe:**

La flore mésophile aérobie totale (FMAT), est dénombrée sur gélose PCA, après 72 heures d'incubation à 30°C (**GUIRAUD, 1998**).

- **Mode opératoire:**

Le dénombrement des FTAM est réalisé en mettant 1 ml de chaque dilution au centre de la boîte de pétri puis mettre environ 15 ml de la gélose PCA préalablement fondue et refroidie à 45°C. On mélange soigneusement l'inoculum dans le milieu de culture et laisser les boîtes se solidifier sur la paille.

- **Lecture des résultats :**

Les FTAM apparaissent sous forme de colonies de forme lenticulaires (**Figure 10**).

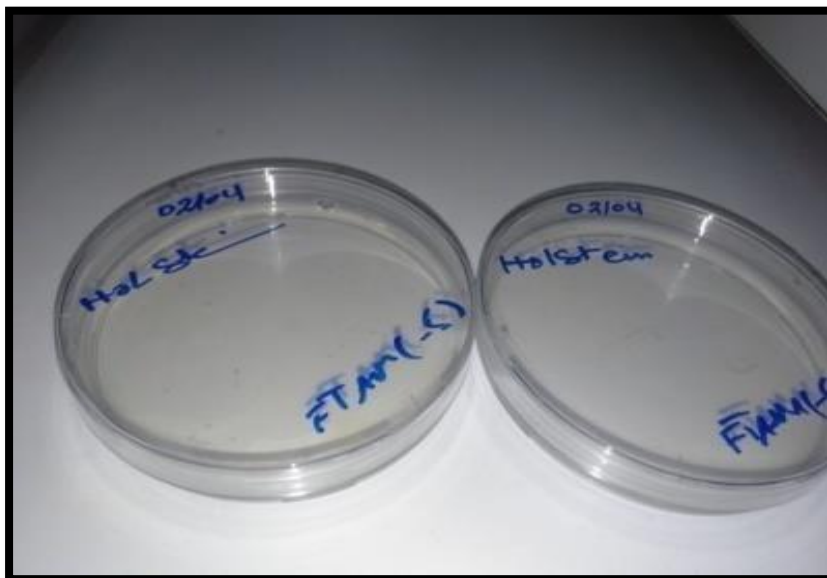


Figure 10. Dénombrement des FTAM.

2.2.4. Dénombrement :

Les boîtes contenant plus de 300 colonies et moins de 30 colonies sont écartées. Le calcul du nombre de microorganismes par millilitre de lait a été effectué selon la formule suivante pour tous les microorganismes recherchés (**Guiraud, 1998**).

$$[N] = \frac{\sum c}{(n_1 + 0,1 n_2 + 0,01 n_3) dV} \quad \text{UFC/ml}$$

C : est la somme des colonies comptées dans la première dilution.

V : volume en ml de solution déposée.

N : nombre totale des colonies dans toutes les boites.

n1 : Nombre de boites comptées dans la première dilution.

n2 : Nombre de boites comptées dans la seconde dilution.

n3 : Nombre de boites comptées dans la troisième dilution.

d : facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

3. Traitement statistique :

Les résultats ont subi une analyse de variance mono factorielle en randomisation suivie d'une comparaison des moyennes deux à deux selon le test de Newman et Keuls. Les données, ont été traitées statistiquement par usage d'un logiciel de statistique disponible au laboratoire de technologie Alimentaire et Nutrition -Université de Mostaganem à savoir le stat Box 6.4. L'effet du traitement expérimenté a été démontré sur les variables mesurées aux deux seuils de probabilité : à $p < 0.05$ et à $p < 0.07$.

1. Résultats :

1.1. Qualité physicochimique

Les variations des paramètres physicochimiques du lait cru de vache en fonction des races bovines sont illustrées dans le (**Tableau07**).

Les valeurs de l'acidité , ainsi que du PH du lait collecté chez les différentes races de vaches laitières impliquées dans l'étude dont Montbéliarde , la Normande , la Holstein , la Fleckvieh et la Guelmoise, n'ont pas connues de grandes variations ($p>0,05$) ; 16,2 à 17,75 °D et 6,65 à 7,07 , respectivement.

Cependant, la Guelmoise, qui est une race locale a accusé une acidité du lait plus élevée estimée à 17,75°D par rapport aux autres animaux expérimentaux.

Concernant la densité, les résultats mesurés dans le lait chez l'ensemble des vaches quelque soit la race s'avèrent identiques ($p>0,05$) et variables de 1026,5 à 1029, en moyenne. En revanche, la Normande, a accusé les plus médiocres valeurs de 1026,5 en moyenne.

Les niveaux de matière grasse en fonction des races de vache étudiées n'ont pas variés significativement dans cette expérimentation ($p>0,05$) ; 32 à 39,5 g/l en moyenne. Toute fois, le lait collecté des races Normande (39,5g/l) Fleckvieh (39,2g/l) et la Guelmoise (39,4g/l) a été nettement plus riche en lipides que les races Montbéliarde (36,64g/l) et Holstein (32g/l).

Apparemment en fonction des races étudiées, la concentration en lactose varie d'une manière très importante ($p<0,01$) dans les échantillons de lait.

En effet la Normande a marqué le taux le plus élevé (p inférieur à 0,01) contrairement a la Fleckvieh ayant enregistré le plus faible niveau ; 43,6 vs 37,45 g/l en moyenne.

Par ailleurs, la Montbéliarde (42,67g/l) et la Holstein (42,87g/l) ont présenté des teneurs en lactose dans le lait similaires ($p>0,05$) ; mais supérieures ($p<0,01$) à celles accusées par la race locale à savoir la Guelmoise (41,39g/l).

Quant aux protéines en fonction des races de vaches laitières incluses dans l'expérimentation, les taux recensés ont varié grandement ($p<0,01$) dans les prélèvements de lait ; de 29,9 à 31,73 g/l en moyenne.

En outre, les prélèvements de lait issus des races Montbéliarde (31,6 g/l) ; Holstein (31,73 g/l) et Fleckvieh (31,53 g/l) ont été plus riches ($p < 0,01$) en protéine par comparaison aux résultats de la Normande (29,9 g/l) et de la race locale (30,25 g/l).

Les extraits secs totaux et dégraissés ; enfin, dans les différents échantillons de lait n'ont pas varié grandement ($p > 0,05$) ; .45,10 et 8,46 g/l, en moyenne , respectivement.

1.2. Qualité Microbiologique

1.2.1. Flore totale aérobie mésophile:

Les résultats du niveau de contamination de la flore totale aérobie mésophile du lait cru collecté chez les différentes races de vache laitière impliquée dans cette étude notamment Montbéliarde, la Normande, la Holstein, la Fleckvieh et la Guelmoise sont hétérogènes et ont connus de grande variations ($p < 0,01$) ; ($40 \cdot 10^5$ UFC/ml) chez la Fleckvieh et ($29 \cdot 10^5$ UFC/ml) chez la Montbéliarde, ($28,2 \cdot 10^5$ UFC/ml) chez la Holstein. Pour la race locale et la Normande le résultat du niveau de contamination du lait à la FTAM est de l'ordre de zéro (**Tableau8**).

1.2.2. Coliformes Totaux :

Les niveaux de contamination du lait aux coliformes totaux sont également très hétérogènes ($p < 0,01$) d'une race à une autre. Chez la montbéliarde la contamination à ces germes est très élevée ($129 \cdot 10^3$ UFC/ml) Chez la Fleckvieh le nombre enregistré été de ($265 \cdot 10^2$ UFC/ml) Chez la race locale la Guelmoise le nombre de coliformes totaux été de l'ordre de ($232 \cdot 10^2$ UFC/ml) Les niveaux de contamination pour la Holstein et la Normande sont pratiquement faible ; soit 166 vs 0 (UFC/ml) en moyenne. (**Tableau 9**).

1.2.3. Coliformes fécaux :

Seul le lait cru issue de la race Montbéliarde a accusé une forte charge ($p < 0,01$) en coliformes fécaux ($49 \cdot 10^4$ UFC/ml) par comparaison au lait des autres races de vaches laitières expérimentales n'ayant présenté aucune contamination (**Tableau10**).

Tableau 07. Variations de la qualité physicochimique du lait cru de vache en fonction de la race.

| Paramètres | Races de Vaches laitières | | | | | Effet Race | Normes (JORA,2017) |
|-----------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------|--------------------|
| | Montbéliarde | Normande | Holstein | Fleckvieh | Guelmoise | | |
| Densité (g/l) | 1029 ± 0,5 | 1026,5 ± 1,97 | 1028,5 ± 3,03 | 1028,6 ± 0,87 | 1028,23 ± 0,72 | P>0,05 | 1028 à 1030 |
| Acidité (°D) | 17 ± 0,17 | 16,2 ± 0,73 | 17 ± 0,85 | 16,5 ± 0,52 | 17,75 ± 0,31 | P>0,05 | 16 à 18 |
| pH | 6,65 ± 0,06 | 6,71 ± 0,16 | 6,75 ± 0,15 | 7,07 ± 0,44 | 6,66 ± 0,12 | P>0,05 | 6,4 à 6,8 |
| MG (g/l) | 36,64 ± 1,5 | 39,5 ± 1,07 | 32 ± 3,45 | 39,2 ± 1,30 | 39,4 ± 1,24 | P>0,05 | 35 à 45 |
| Lactose (g/l) | 42,67 ^{a b} ± 1,12 | 43,6 ^a ± 0,33 | 42,87 ^{a b} ± 1,21 | 37,45 ^c ± 0,10 | 41,39 ^b ± 0,13 | P<0,01 | 47 à 52 |
| Protéine (g/l) | 31,6 ^a ± 0,21 | 29,9 ^b ± 0,09 | 31,73 ^a ± 0,06 | 31,53 ^a ± 0,26 | 30,25 ^b ± 0,44 | P<0,01 | 30 à 34 |
| EST% | 12,8 ± 2,69 | 17 ± 18,96 | 9 ± 13,02 | 13,7 ± 1,08 | 13,8 ± 2,17 | P>0,05 | 12,5 à 13 |
| ESD % | 8,45 ± 0,45 | 10,8 ± 3,16 | 6,2 ± 2,17 | 8,93 ± 0,18 | 9,01 ± 0,36 | P>0,05 | 9 à 9,5 |

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, suivies des écarts type correspondants avec un nombre de répétition n=03 ; P>0,05 ; effet non significatif du facteur étudié F1 (race de vaches laitières); P<0,05; effet significatif du facteur étudié F1 ; P<0,01 ; effet hautement significatif du facteur étudié ;a,b...etc.; test de Newman et Keuls de comparaison des moyennes deux à deux

Tableau08. Variations du niveau de contamination à la flore totale mésophile (FTAM) du lait cru de vache en fonction de la race.

| Race | Moyennes (UFC /ml) | Groupes homogènes | | | | Effet de races | Norme (JORA,2017) | |
|--------------|---------------------|-------------------|---|---|--------|-------------------|-------------------|--|
| | | | | | | | (UFC/ml) | |
| Flechvieh | 40.10 ⁵ | a | | | P<0,01 | m | M | |
| Montbéliarde | 290.10 ⁴ | | b | | | 3.10 ⁵ | 3.10 ⁶ | |
| Holstein | 282.10 ⁴ | | b | | | | | |
| Guelmoise | 0 | | | c | | | | |
| Normande | 0 | | | c | | | | |

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, avec un nombre de répétition n=03 ; P>0,05 ; effet non significatif du facteur étudié F1 (race de vaches laitières); P<0,05; effet significatif du facteur étudié F1 ; P<0,01 ; effet hautement significatif du facteur étudié ;UFC : Unité Formant Colonie ; m : nombre de germes minimal accepté ; M : nombre de germes maximal accepté ; a,b...etc.; test de Newman et Keuls de comparaison des moyennes deux à deux.

Tableau09. Variation du niveau de contamination aux Coliformes totaux (UFC/ml) du lait cru de vache en fonction de la race.

| Races | Moyenne (UFCml) | Groupes homogènes | | | | Effet de races | Norme (JORA,2017) | |
|--------------|---------------------|-------------------|---|---|--------|-------------------|-------------------|--|
| | | | | | | | (UFC/ml) | |
| Montbéliarde | 129.10 ³ | a | | | P<0,01 | m | M | |
| Fleckvieh | 265.10 ² | | b | | | 5.10 ² | 5.10 ³ | |
| Guelmoise | 232.10 ² | | | c | | | | |
| Holstein | 166 | | | d | | | | |
| Normande | 0 | | | d | | | | |

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, avec un nombre de répétition n=03 ; P>0,05 ; effet non significatif du facteur étudié F1 (race de vaches laitières); P<0,05; effet significatif du facteur étudié F1 ; P<0,01 ; effet hautement significatif du facteur étudié ; UFC : Unité Formant Colonie ; m : nombre de germes minimal accepté ; M : nombre de germes maximal accepté ; a,b...etc.; test de Newman et Keuls de comparaison des moyennes deux à deux.

Tableau 10. Variations du niveau de contamination aux CF (UFC/ml) du lait cru de vache en fonction de la race.

| Races | Moyennes (UFC /ml) | Groupes homogènes | | Effet de races | Norme (JORA,2017) (UFC/ml) | |
|--------------|-----------------------|----------------------|---|-------------------|----------------------------------|-------------------|
| | | a | | | m | M |
| Montbéliarde | 49.10 ⁴ | a | | P<0,01 | 5.10 ² | 5.10 ³ |
| Guelmoise | 0 | | b | | | |
| Fleckvieh | 0 | | b | | | |
| Holstein | 0 | | b | | | |
| Normande | 0 | | b | | | |

Les résultats sont exprimés en valeurs moyennes, avec un nombre de répétition n=03 ; P>0,05

; effet non significatif du facteur étudié F1 (race de vaches laitières); P<0,05; effet significatif du facteur étudié F1 ; P<0,01 ; effet hautement significatif du facteur étudié ; UFC : Unité Formant Colonie ; m : nombre de germes minimal accepté ; M : nombre de germes maximal accepté ; a,b...etc.; test de Newman et Keuls de comparaison des moyennes deux à deux

2. Discussion :

Les valeurs de pH du lait cru issu des cinq races des vaches laitières impliquées dans l'étude menées aux Aures Algérie (Montbéliarde, Normande, Holstein, Fleckvieh et la race locale la Guelmoise) ont varié entre 6,65 et 7,07. Ces valeurs sont dans l'ensemble conformes aux normes d'entreprise (6,40 -6,80) ; sauf pour le pH de la race Fleckvieh qui a enregistré une valeur légèrement supérieure à la norme avec (7,07). Selon (**Alias, 1984**), le pH n'est pas une valeur constante et peut varier selon le cycle de lactation et sous l'influence de l'alimentation. Dans le cas où le pH est inférieur à la norme cela indique une acidification du lait, qui peut être due à un stockage inadéquat (**Diao, 2000**). D'après **Mathieu (1998)**, le pH peut évoluer avec la composition du lait ; une teneur élevée en substances acides comme l'anion phosphate, le citrate ou acides lactiques s'accompagne inéluctablement d'un pH faible.

Concernant l'acidité Dornic, les valeurs obtenues ont varié entre 16,2 et 17,75 °D. Ces valeurs restent conformes aux normes de l'entreprise et la norme (**AFNOR, 1985**), fixée entre 16 et 18 °D. Selon (**Mathieu, 1998**), le lait de vache en début de lactation présente une acidité titrable varie de 19 à 20 °D. L'acidité du lait est liée au climat, au stade de lactation, à la saison et à la conduite d'élevage notamment l'alimentation et l'apport hydrique (**Aggad et al., 2009**). L'acidité du lait peut être un indicateur de la qualité du lait au moment de la livraison car elle permet d'apprécier la qualité d'acide produit par les bactéries ou les éventuelles fraudes (**Joffin et Joffin, 1999**).

Les valeurs de densité mesurées dans les échantillons de lait se situent entre 1026,5 et 1029 g/ml. Par ailleurs le lait cru issu des races Montbéliarde, Holstein, Fleckvieh ainsi que la race locale sont conformes aux normes d'entreprise (1028-1030g/ml). Par contre, la densité du lait cru de la race Normande est inférieure à la norme (**JORA, 2017**). Ces résultats sont sans doute à l'origine d'un mouillage frauduleux du lait. En dehors de tout mouillage du lait, la masse volumique d'un lait varie selon sa richesse en matière sèche, et est inversement proportionnelle au taux de matière grasse (**Filipovitch, 1954**). Aussi il est bien établi que l'écémage du lait conduit à une élévation de sa masse volumique (**Luquet, 1985**).

La teneur en matière grasse des échantillons de lait cru collecté chez les cinq, races varie entre 32 et 39,5 g/l. Ces résultats sont conformes aux normes admises dans le journal officiel (**JORA, 2017**) (30 - 39g/l). Cependant, le lait de la race Holstein a marqué la plus faible teneur en matière grasse en comparaison avec les autres races cela peut être dû à une traite incomplète des vaches. En effet, selon (**Coulonet Hoden, 1991**) cités par **Yennek (2010)**, le taux butyreux augmente de 1 à 10g/l entre le début et la fin de traite. Selon **Srairi et al., (2006)**, 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 des animaux. Une alimentation riche en cellulose à l'origine d'acide acétique favorise l'augmentation du taux butyreux (**Cauty et Perreau, 2009**). Les autres facteurs pourront influencer d'une manière significative le taux butyreux, sont surtout la race des vaches et les conditions d'élevage (**Luquet, 1985**).

Les valeurs moyennes du lactose sont plus faibles que celles du lait étudié par Mathieu soit 49 g/l. Le lactose, principal sucre présent dans le lait est le substrat de choix pour la fermentation lactique des bactéries lactiques.

La teneur en protéines du lait et les caractéristiques de ces protéines sont des facteurs prépondérants du rendement fromager (**Vertèsset al.,1989**). Dans cette étude, la teneur en protéines dans le lait de vaches chez les cinq races varie entre 29,9 et 31,73 g/l. ces valeurs sont très satisfaisantes; néanmoins, le lait de la vache Normande a enregistré un taux de protéine légèrement inférieur à la norme recommandée par le journal officiel (**JORA,2017**).

La teneur en extrait sec total des différents échantillons de lait cru en fonction des races locales et importées impliquées dans l'étude, a varié de 9 à 17 %. Seul le lait de la vache Montbéliarde est conformes à la norme recommandée par le journal officiel (**JORA,2017**).

cela peut être dû selon (**Preston ,1988**), à un déséquilibre dans l'alimentation du bétail, puisque les éléments qui composent le lait proviennent de l'alimentation, d'autre part le mouillage du lait peut réduire la teneur en extrait sec total.

La teneur en extrait sec dégraissé des échantillons de lait prélevés chez les animaux expérimentaux a varié entre 6,2 et 10,8%. La Montbéliarde, la Holstein, et la Fleckvieh ont enregistré des taux inférieurs aux normes (90 - 94 g/l) ; contrairement, à la Normande qui a montré un taux d'extrait sec dégraissé supérieur. Cependant, la race locale, la Guelmoise a marqué un taux d'extrait sec conformes à la normale. Ces variations résultent certainement de la consistance du régime alimentaire distribué aux animaux au cours d'élevage. Selon (**Coubonneet al.,1980**), les rations peu énergétiques réduisent énormément le taux d'extrait dégraissé. En outre, les facteurs intervenant dans les variations du taux butyreux sont certainement impliqués dans les variations des taux d'extrait sec dégraissés constatés.

Le test d'antibiotique effectué a indiqué l'absence de résidus d'antibiotiques dans les échantillons de lait collecté. Ces résultats sont conformes aux normes imposées par le **(J.O.R.A.,1998)**. Les vaches n'ont donc pas subi un traitement aux antibiotiques, et l'alimentation consommée ne semble pas contenir d'antibiotiques. De ce fait, le lait collecté est de très bonne qualité.

les niveaux de contamination à la FTAM, les différents échantillons de lait cru issus des différentes races impliquées dans l'étude ont enregistré des valeurs variables allant jusqu'à (40.10^5 UFC/ml) , aucun des prélèvements ne semblent répondre à la norme recommandée par le **(J.O.R.A., 2017)**.

La teneur élevée en flore totale et la variabilité de la qualité microbiologiques du lait sont assurément, liées à des facteurs d'élevage au sein des exploitations, et à l'état sanitaire et hygiénique de l'animal. Cependant, selon **Faye et Loiseau (2002)**, le lait cru produit chez un animal sain dans de bonnes conditions d'hygiène, doit contenir normalement une flore globale de 3.10^5 à 3.10^6 UFC/ml .

Concernant les taux des coliformes totaux le nombre de germe enregistré est compris entre zéro et 129.10^3 UFC/ml . Ces résultats confirment une forte hétérogénéité entre les différents échantillons de lait analysés chez les différentes races. Les résultats sont très disparates et supérieurs aux normes recommandées par le **(J.O.R.A.,2017)**, fixant les taux normaux dans le lait variant de 5.10^2 à 5.10^3 UFC/ml . Cela est dû, d'après **(Magnusson *et al.*,2007)**, aux mauvaises conditions de transport et le manque d'hygiène pendant la traite.

Pour les coliformes fécaux, un nombre de 49.10^4 UFC/ml a été enregistré chez la Montbéliarde ; Cependant le lait issu des autres vaches expérimentales est exempt de coliformes fécaux. Selon **(Rozier *et al.*,1985)**, cités par **Bouchibi et Boulam en (1997)**, les coliformes fécaux sont représentés surtout par des *Escherichia coli* dans 95 à 99% des cas. **Mocquot et Guittonneau, 51939)** ont montré que les coliformes du genre *Escherichia* sont les plus fréquents dans les excréments des vaches laitières. Ils contaminent le lait directement (par contact direct avec le pis), ou ils se multiplient par les ustensiles laitiers de traite mal lavés.

Conclusion générale :

Le lait est un aliment dont l'importance nutritionnelle n'est plus à démentir. En effet, il constitue le premier apport protéique de l'être humain et le premier aliment naturel complet dès le jeune âge. Il renferme les nutriments de base nécessaire au bon développement de l'organisme humain. Il demeure en même temps indispensable tout au long de la vie. L'étude réalisée est orientée vers l'appréciation des paramètres physico-chimiques et microbiologiques du lait cru.

L'analyse physico-chimique a montré que le lait collecté présente globalement une composition satisfaisante, particulièrement en ce qui concerne les teneurs en nutriments de bases (matière grasse, matière sèche). Il est important de signaler à ce niveau que les vaches issues de races importées et locales (Montbéliarde, Normande, Holstein, Fleckvieh, Guelmoise) produisent un lait riche, ayant respectivement :

- Un taux de matière grasse estimé en moyenne à 36,64 ; 39,5 ; 32 ; 39,2 et 39,4g/l.
- Une moyenne d'extrait sec total de 12,8 ; 17 ; 9 ; 13,7 et 13,8%
- Une densité appréciable avec une moyenne de 1029 ; 1026,5 ; 1028,5 ; 1028,6 ; 1028,3;
- Un pH de 6,65 ; 6,71 ; 6,75 ; 7,07 et 6,66;
- Une acidité qui a donnée une moyenne de 17 ; 16,2 ; 17 ; 16,5 et 17,75 °D;
- Un extrait sec dégraissé avec une moyenne de 8,45 ; 10,8 ; 6,2 ; 8,93 et 9,01%.

Donc presque tous les résultats d'analyses physico-chimiques sont proches aux normes recommandées. Sur le plan microbiologique, il a été constaté une présence considérable de la flore totale mésophile aérobie dans les différents prélèvements de lait allant jusqu'à 40.10^5 UFC/ml ; ces valeurs ne répondent pas à la norme recommandée par le journal officiel. L'étude a aussi permis de mettre en évidence des niveaux de contaminations élevés aux coliformes totaux (129.10^3 ; 0 ; 166 ; 265.10^2 ; 232.10^2 UFC/ml). Concernant les coliformes fécaux, les échantillons contrôlés semblent exemptes de contamination fécale.

Le lait est considéré comme produit stratégique et de large consommation en Algérie dont les besoins de la population sont estimés à six milliards de litre par an. Actuellement 50% de ces besoins sont satisfaits à partir de la reconstitution de la poudre importée, les autres 3 milliards sont assurés par le programme des élevages des vaches laitières importées et locales. Compte tenu de la flambée des prix de la poudre de lait sur le marché international, une importance capitale a été accordée pour le développement de la filière lait quantitativement et qualitativement a fin de

substituer la poudre de lait importée par la production du lait cru (**Ministère de l'agriculture et du développement rural, 2009**).

Pour réussir et réaliser cette nouvelle stratégie, il est impérativement nécessaire d'accentuer les efforts sur les trois volets suivants :

- le choix de la race :

La vache doit s'adapter aux conditions climatiques de la région d'élevage, comme il serait préférable également de développer les races locales.

- L'alimentation :

Il est à signaler que les besoins en aliment pour la vache laitière sont basés sur la disponibilité du vert à hauteur de plus de 80%. L'aliment concentré est considéré comme un aliment d'appoint soit entre trois à cinq kg par vache par jour

- Santé et hygiène :

Le suivi et le contrôle de la santé et l'hygiène quotidienne des vaches sont des éléments déterminants pour la réussite d'élevage ; et ce afin d'éviter certaines pathologies et maladies contagieuses pouvant affecter la qualité microbiologique du lait.

Références bibliographiques :

A

Amiot J., Fournier S., Lebeuf Y., Paquin P et Simpson R., 2002. Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait: transformation du lait/ Ecole polytechnique de Montreal. pp : 1-74.

Amiot J, 2002, Composition propriétés physicochimiques, valeur nutritif, qualité. International dairy journal.

Alias C, 1975, Science du lait principe des techniques laitiers.3ème édition. Paris, pp : 1-60

Alias. (1984). Sciences du lait, principes des techniques laitiers. Edition SEPAIC.Paris.pp : 441-432

B

Boudier JF et Luquet FM, 1981, Utilisation du lactosérum en alimentation humaine et animale, N°21, édition APRIA, Paris.

Beroza M, Bowman MC, 1996 Correlation of pesticide polarities with efficiency of milk extraction procedures.J. assos, of .agric.chem. pp : 7-12

Bennefoy C, Guilletf, Leyal G., Vernebourdis E, 2002. Microbiologie et qualité dans les industries agroalimentaire. Doin édition, Bordeaux, pp. 101 -1 09.

Brisabois A, Lafarge V, Brouillard A, de Buyser ML, Collette C, Garin-Bastuji B et Thorel MF, 1997Les germes pathogènes dans le lait et les produits laitiers: situation en France et en Europe. Rev. sci. tech. Off. int. Epiz., 16 (1). pp: 452-471.

Bourgeois C.M., Mesle J.F.et Zucca J, 1988. Microbiologie Alimentaire Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments Tome 1. Edition Tec et Doc Lavoisier, Paris. 32p.

C

Caghanier B, 1998. Moisissures des aliments peu hydratés collection Sciences et techniques agroalimentaires. Lavoisier Tec et Doc.pp : 39.

Cheftel JC et Cheftel H, 1996. Introduction à la biochimie, à la technologie des aliments. Vol 1. Ed. Tec & Doc : Lavoisier, Paris. pp: 43.

Coulon JB et Hoden A, 1991. Maitrise de la composition du lait : influence des facteurs nutritionnels sur la quantité et les taux de matières grasses et protéiques. INRA Prod. Anim., 4 (5).pp: 361-367.

Cuq JL, 2007. Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. pp: 20-25.

D

Dagris, 2009, Domestic animal genetic resources information system. International Livestock Research Institute 2009.

Debeche E, 2006, Contribution à l'étude de l'élevage bovin laitier en milieu semi-aride cas de la wilaya de Msila. Mem. Ing .Agro.INA (Alger) ,122p

Derby, 2001. Lait, nutrition et santé, Edition : Tec et Doc, Lavoisier, Paris.556p.

Deforges J, Derens E, Rosset R et Serrand M., 1999. Maitrise de la chaine du froid des produits laitiers réfrigérés. Edition Cemagref. Tec et Doc, Paris.

E

Essalhi M, 2002. Relation entre les systèmes de production bovine et les caractéristiques du lait .Mémoire d'ingénieurs. Institut Agronomique et vétérinaire, Hasan II, Rabat .104p.

Eddebbbarh A.: Systèmes extensifs d'élevage bovin laitier en Méditerranée, Série Séminaires - n.06 – 1989 ; 123-133.

F

Fredote, 2005.Connaissance des aliments-Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Tec et Doc,Lavoisier.397p.

Feliachi, 2003 Rapport National sur les Ressources Génétiques Animales: Algérie commission nationale ANGR, 2003.

FAO, 2007. Lait et produits laitiers. Rome. 1ère édition. Pp. 14

G

Guiraud JP., 2003. Microbiologie Alimentaire. Edition Dunod. Paris. pp : 136-139

Guy FI, 2006. Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse de doctorat d'état, université Paul-Sabatier de Toulouse, France. pp : 17.

Gosta, 1995. Lait long conservation. In manuel de transformation du lait. Edition: Tétra Packs Processing Systems A.B, Sweden. 442p.

Guerissi D.E.: La population bovine locale : Typologie et caractéristiques structurelles. Magazine vétérinaire libre Dzvet. Première année, No 1, Aout 2009

I

Itebo : Connaissance de la race bovine algérienne « la Cheurfa ». 1997.

9

Jacquet J., 1969. Les antibiotiques dans le lait et les produits laitiers. Econ, méd, anim. 10, 13-17

Jay JM. (2000). Taxonomy, role, and significance of microorganisms in food. Dans Modern Food Microbiology, Aspen Publishers, Gaithersburg MD. pp :13.

JAKOB E. et HäNNI J-P, 2004. Fromageabilité du lait. Edition, Agroscope Liebefeld Posieux. Groupe de discussions N° 17F

JEAN C et DIJON C. 1993. Au Fil du lait. 847p.

Jeantet R, Croguennee T, Mahaut M, SchuckP,Brule G, 2008, les produits laitiers, 2ème édition, Tec et Doc,Lavoisier,17-185p

J.O.R.A.N°69.(1993). Arrêté interministériel de 27 octobre 1993. Relatif aux spécifications microbiologiques et physico-chimiques de certaines denrées alimentaires. -J.O.R.A. N° 35. (1998). Critères microbiologiques des laits et des produits laitiers

κ

KIRAT, 2007. Les conditions d'émergence d'un système d'élevage spécialisé en engraissement et ses conséquences sur la redynamisation de l'exploitation agricole et la filière des viandes rouges bovines - Cas de la Wilaya de Jijel en Algérie. Montpellier (France): CIHEAM-IAMM.13p.

Kelling J., Wilde C, 1985. Lait et produits laitiers le lait de la mamelle à la laiterie. pp. 207-208.

ℒ

Lamontagne Michel Claud P, Champagne J, Reitz A, Sylvain M, Nancy G, Marysel, Julie J et Ismail F, 2002. Microbiologie de lait. Science et technologie de lait École polytechnique de Montréal.

Lederer J., 1983. Le lait ; Encyclopédie de l'hygiène alimentaire.tom 2, 2ème édition. Paris, p132.

Leyral G et Vierling E., 2007. Microbiologie et toxicologie des aliments : Hygiène et sécurité alimentaires. 4ème éd Rueil-Malmaison : Doin ; Bordeaux : CRDP d'Aquitaine. 290 p.

Leroy, 1965. Le producteur du lait «guide du contrôle laitier et beurrier agrude»

Lovett J, 1989. Listeria monocytogenes. In Foodborne, bacterial pathogens (M.P. Doyle, Edit.). Marcel Dekker Inc.,New York, pp: 288-310.

M

Mahieu, H, Le Jaouen JC, Luquet GM et Mouillet L., 1977. Etude comparative de la composition et de la contamination des laits des espèces laitières bovines, ovines et caprines. *Le lait*, 57, pp : 565-568.

Mathieu J, 1998. Ecole nationale des industries du lait et des viandes de la Roche-Sur-Foron.

Mitchell M., 2005. Détection des résidus d'antibiotiques dans le lait de chèvre. Laboratoire des résidus médicamenteux/ division des services de laboratoire/ université de Guelph ; Brenda Norris-programme de salubrité des produits laitiers/MAAARO

Meyer C. et Denis J.P, 1999. Elevage de la vache laitière en zone tropicale. Edition Quae, CTA, presses agronomiques de Gembloux.

Morel I., 1962. Enquêtes sur la présence d'antibiotiques dans le lait de trois zones de production, 1962. *Lait*, 42, pp : 593-601.

N

Nedjraoui D 2001.: Profil fourrager. FAO, 2001.

P

Pougheon S et Goursaud J. (2001). Le lait et ses constituants caractéristiques physicochimiques. In : lait nutrition et santé. Ed. Tec et Doc. Lavoisier Paris. pp : 4-41.

S

Salhi M, 2005. Approche descriptive génétique et reproductive des races bovines laitières : cas de la Mitidja. Mem. Ing. Agro. El Harach, Institut National Agronomique, 55p.

Seelinger HPR et Jones D. (1986). Listeria. In *Bergey's Manual of systematic bacteriology*, Vol. 2 (P.H.A. Sneath, Edit.). Williams & Wilkins, Baltimore, pp: 1235-1245.

Stoll W. (2003). Vaches laitières: l'alimentation influence la composition du lait. *RAP Agri*. N° 15/2003, vol. 9, Suisse

Schultz M, Hassen L, Steuernagle G, Kuck A, (1990). Variation of milk, fat, protein and somatic cells for dairy. *J. DairySci*, 73, 484p

T

Thieulin et Vuillaume. (1967). Eléments pratiques d'analyse et d'inspection du lait de produits laitiers et des œufs-revue générale des questions laitières 48 avenue, Président Wilson, Paris : 71-73.388p.

V

- Vanier P., 2005.** Le lait au fil du temps, Usages culinaires, Conservation, Écologie et environnement .p 65
- Vignola C., 2002.** Science et Technologie du Lait Transformation du Lait. Edition Presses Internationales Polytechnique, Canada. pp : 3-75.
- Varnam AH et Sutherland P., 2001.** Milk and Milk Products: Technology, Chemistry, and Microbiology. Volume 1 Food products series. An Aspen Publication. New York. pp: 35-37.
- Veisseyre R., 1975.** Technologie du lait: Principes des techniques laitières 3ème éd, Paris, SEPAIC, 714 p
- Veisseyre R. 1979.** Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3ème édition. Edition la maison rustique, Paris.
- Vierling E. 2003.** Aliment et boisson-Filière et produit, 2ème édition, dion éditeurs, centre régional de la documentation pédagogique d'Aquitaine . 270p
- Vierling E. 1998.**Aliments et boissons filières et produits biosciences. Edition. Dion.Paris.278p

y

Yennek N. 2010. Effets des facteurs d'élevage sur la production et la qualité du lait de vache en régions montagneuses. Mémoire de magister en agronomie.