



Institut des  
Sciences  
Vétérinaires- Blida

Université Saad  
Dahleb-Blida 1-



Projet de fin d'études en vue de l'obtention du  
**Diplôme de Docteur Vétérinaire**

**Contribution à l'étude des facteurs de variation de la qualité  
physico-chimique et cytologique du lait des vaches de l'ITELV**

Présenté par

**HAMEL Mouna**

et

**OUGRID Nawaim El Amina**

Devant le jury :

Président(e) :	Dr. BESBACI M.	M.A.A.	ISV Blida
Examineur :	Dr. BELABDI I.	M.A.A	ISV Blida
Promoteur :	Dr. AKKOU M.	M.A.A.	ISV Blida
Co-promoteur :	Dr. MEBKHOUT F.	Vétérinaire	ITELV-Alger

**Année : 2015/2016**

## **Remerciements**

*Ces quelques lignes du manuscrit sont les plus agréables à écrire. Elles signifient que le mémoire est enfin terminé et elles permettent de remercier l'ensemble des personnes qui ont participé de près ou de loin à ces quelques semaines de projet.*

*À l'issue de cette fin de travail, nous adressons nos remerciements premièrement au Bon Dieu tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donné durant toutes ces longues années d'études.*

*En premier lieu nous tenons à présenter nos plus sincères remerciements et notre profonde gratitude à notre promoteur, Dr AKKOU Madjid ; un exemple à suivre, pour son aide précieuse, ses conseils et suggestions, sa disponibilité, Veuillez trouver ici l'expression de notre respectueuse considération et notre profonde admiration pour toutes vos qualités scientifiques et humaines.*

*Nos remerciements vont également à Docteur MEBKHOUT Faiza, pour sa gentillesse, sa disponibilité et sa contribution au bon déroulement de nos travaux, pour tous ses conseils et les idées qu'elle a bien voulu partager.*

*Nous tenons à exprimer nos remerciements à tous le personnel de l'ITELV, pour leurs disponibilités, leurs conseils et leurs soutiens.*

*Nous adressons nos vifs remerciements à tous les enseignants qui par leur enseignement, leur encouragement et leur aide ont contribué à notre formation durant toutes nos études. Ainsi que tous nos collègues d'études pour leurs soutiens et leur motivation.*

*Que les membres de ce prestigieux et distingué jury Dr Besbací et Dr Belabdi soient assurés de notre gratitude pour nous avoir fait l'honneur d'évaluer notre travail, et que tous ceux que nous avons involontairement oubliés trouvent ici l'expression de notre gratitude.*

*Enfin, que toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail, soient chaleureusement remerciées.*

## DEDICACES

*Grace à Dieu que j'ai achevé ce travail que je dédie à :*

*A mon très cher père, source d'amour. D'affection, de générosité et de sacrifices. Tu étais toujours là près de moi pour me soutenir, m'encourager et me guider avec tes précieux conseils. Que ce travail soit le témoignage des sacrifices que vous n'avez cessé de déployer pour mon éducation et mon instruction. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour et l'admiration que je porte au grand homme que vous êtes. Puisse Dieu le tout puissant vous préserver et vous accorder santé, longue vie et bonheur.*

*A ma très chère mère source d'amour et de tendresse qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi. Vous m'avez toujours aidé par vos conseils et vos sacrifices. Puisse Dieu le tout puissant l'accorder meilleure santé et longue vie.*

*A mon frère Mohamed et ma sœur Amani pour leurs patiences, soutiens et leurs sentiments d'amour aux moments les plus difficiles. Je vous souhaite plein de succès, de joie et de bonheur. Que dieu vous garde et illumine vos chemins.*

*A mes meilleurs amis(es) : Ilhem ; Samia, Sarah, Fadia, Nassim, Mounir, et Azouaou, merci pour les très bons moments qu'on a partagé ensemble. Sans oublier mes collègues de la promotion 2016.*

*A mon binôme et chère amie Nawaim et toute sa famille.*

*A tout ceux qui m'ont aidé, encouragé, apprécié mon effort et créé le milieu favorable, l'ambiance joyeuse et l'atmosphère joviale pour me procurer ce travail.*

*Mouna*

## DEDICACES

*Je dédie du plus profond de mon Cœur ce manuscrit:*

*A mon cher père Mohamed, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.*

*A ma chère mère Hakimma, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

*A mes chères sœurs Ahlem et Feriel, qui, me demandent régulièrement si mon travail avançait, maintenaient la pression et l'état d'éveil nécessaire à la réalisation de cet écrit.*

*A ma chère tante Khadidja, qui m'a bien entretenue durant tout mon cursus.*

*A mes frères Ahmed et Nasser.*

*Une dédicace spéciale à mon cher oncle Ismail, je le remercie pour tout*

*A ma chère cousine Amira, qui m'a toujours soutenue dans les meilleurs moments*

*Comme les mauvais. Ainsi qu'à Ilhem*

*A tous mes cousins et cousines, chacun à son nom*

*A mon binôme et fidèle amie Mouna, je la remercie d'avoir été présente à*

*Chaque moment de ma vie et ses parents*

*A mes chères amies Hiba, Nassima, Amina, Radia, Ilhem, Samia, Zineb, Nadia...*

*A tous mes ami(e)s de la promotion : 2015/2016*

*A toute la famille Ougrid, et Moussi.*

*A Dr Khaled Benaada, Sabrina, Amina, de m'avoir encouragée.*

OUGRID

Nawaim El Amina

## **RESUME**

Afin de mieux connaître les facteurs influençant la qualité du lait de vache, nous avons étudié, à l'ITELV durant six mois, les données d'analyses cytologique et physico-chimique, ainsi que les notes de suivi sanitaire de 18 vaches Prim'Holstein et 11 vaches Montbéliarde. Au moment où toutes les vaches ont un BSC moyen, 25 vaches avaient un CCS supérieur à  $4 \times 10^5$  cell/mL. Des moyennes mensuelles de production laitière de 367.2 et 353.9 L/mois pour la Prim'Holstein et la Montbéliarde respectivement ont été notés. Les niveaux de production les plus élevés étaient enregistrés d'une part durant le mois d'avril, et sur des vaches en 2<sup>eme</sup> et 3<sup>eme</sup> mois de lactation de l'autre. Bien que les niveaux de production laitière augmentent avec l'âge, les vaches avec des CCS élevés présentent de faibles niveaux de production (Prim'Holstein :  $R=0.21$  PL/CCS). Par ailleurs, les niveaux de production élevés s'accompagnent de faible taux de matières grasses, protéiques et d'extrait sec total pour les deux races et l'ESD pour la Montbéliarde. Nos résultats indiquent que la qualité du lait est influencée par de multiples facteurs intrinsèques et extrinsèques.

**Mots clés :** Lait, production, qualité, quantité, facteurs de variation, vache laitière.

## **ABSTRACT**

To better understand the factors influencing the quality of cow's milk, we studied for six months at the ITELV, cytological analysis data and physicochemical, as well as health monitoring of 18 Prim'Holstein's cows and 11 Montbeliarde's cows. When all the cows have an average BSC, 25 cows had a CCS greater than  $4 \times 10^5$  cells /mL. Monthly average milk production of 367.2L and 353.9 L /month for the Holstein and Montbeliarde respectively were recorded. The highest production levels were recorded firstly during April and on cows in 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> month of lactation secondly. Although milk production levels increases with age, cows with high SCC have low production levels (Holstein:  $R = 0.21$  PL / CCS). Furthermore, high levels of production are accompanied with low levels of fat, protein substances and total solids for the two races and ESD for Montbeliarde. Our results indicate that milk quality is influenced by multiple intrinsic and extrinsic factors.

**Keywords:** Milk production, quality, quantity, variation factors, milk cow.

## ملخص

بغية فهم أفضل العوامل المؤثرة على نوعية حليب البقر، درسنا في المعهد التقني للمزارع لمدة ستة أشهر تحليل البيانات الخلوية والفيزيائية، و تم رصد صحة 18 بقرة هولشتاين و 11 بقرة مونتبيليارد. في اللحظة التي قدمت جميع الأبقار درجة جسم متوسطة، 25 بقرة قدمت معدل خلايا أكبر من  $4 \times 10^5$  خلية / مل. سجل متوسط إنتاج شهري للحليب ب 367.2 و 353.9 لتر/ الشهر للهولشتاين و مونتبيليارد على التوالي. سجلت مستويات الإنتاج المرتفعة من جهة خلال شهر أبريل، و على أبقار في الشهر 2 و 3 من الرضاعة من الجهة الأخرى، على الرغم من أن مستويات إنتاج الحليب تزيد مع تقدم العمر، الأبقار مع عدد خلايا عالية لديهم مستويات الانتاج منخفضة (هولشتاين = 0.21 إنتاج الحليب / عدد خلايا). وعلاوة على ذلك، تكون مستويات الإنتاج المرتفعة مصحوبة بمستويات منخفضة من الدهون والبروتين والمواد الصلبة الكلية لكلا السلالتين والمواد الصلبة الغير دهنية للمونتبيليارد. نتائجا تشير أن نوعية الحليب تتأثر بعوامل داخلية و خارجية متعددة.

**الكلمات المفتاحية:** الحليب، جودة الإنتاج، الكمية، عوامل الاختلاف، بقرة حلوب.

# SOMMAIRE

## SOMMAIRE

### LISTE DES TABLEAUX

### LISTE DES FIGURES

### LISTE DES ABREVIATIONS

## INTRODUCTION GÉNÉRALE ..... 1

## CHAPITRE I: CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT ET FACTEURS DE VARIATIONS ..... 2

### I.1 DEFINITION DU LAIT ET IMPORTANCE.....2

### I.2 CARACTERISTIQUES DU LAIT .....2

#### I.2.1 Composition du lait..... 2

### I.3 PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES.....9

### I.4 FACTEUR DE VARIATION DE LA COMPOSITION DU LAIT .....10

#### I.4.1 Facteurs intrinsèques ..... 10

#### I.4.2 Facteurs extrinsèques ..... 11

#### I.4.3 Facteurs pathologiques..... 12

#### I.4.4 Variation inter espèces..... 13

## CHAPITRE II: LES INFECTIONS INTRAMAMMAIRES ET QUALITE DU LAIT ..... 14

### II.1 MAMMITES : DEFINITION ET IMPORTANCE.....14

#### II.1.1 Définition ..... 14

#### II.1.2 Importance ..... 14

### II.2 TYPES DE MAMMITES .....15

#### II.2.1 Mammmites cliniques..... 15

#### II.2.2 Mammmites subcliniques ..... 15

### II.3 ETIOLOGIE DES MAMMITES ET FREQUENCE.....16

#### II.3.1 Etiologie..... 16

#### II.3.2 Epidémiologie des mammmites ..... 16

### II.4 MAMMITES SUBCLINIQUES ET CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT .....17

#### II.4.1 Taux cellulaire..... 18

### II.5 METHODE DE DIAGNOSTIC DES MAMMITES SUBCLINIQUES .....21

#### II.5.1 Dénombrement des cellules du lait..... 21

### II.6 TRAITEMENT ET PROPHYLAXIE DES MAMMITES SUBCLINIQUES.....23

#### II.6.1 Traitement..... 23

II.6.2	<i>Prophylaxie</i> .....	23
<b>CHAPITRE III:</b>	<b>PARTIE PRATIQUE</b> .....	<b>25</b>
III.1	OBJECTIFS .....	25
III.2	CANEVAS GENERAL .....	25
III.3	PRESENTATION DE L'ELEVAGE .....	25
III.4	FICHE INDIVIDUELLE .....	28
III.5	PRESENTATION DU LABORATOIRE .....	29
III.6	MATERIEL UTILISE .....	30
III.6.1	<i>Population de l'étude</i> .....	30
III.6.2	<i>Matériel biologique (lait)</i> .....	30
III.6.3	<i>Appareillages</i> .....	31
III.7	RESULTATS ET DISCUSSION.....	35
	<b>CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES</b> .....	<b>49</b>
	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b>	
	<b>ANNEXE A:FICHE D'EXPLOITATION</b>	
	<b>ANNEXE B: FICHE INDIVIDUELLE</b>	

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1:</b> Composition moyenne du lait de vache. ....	3
<b>Tableau 2:</b> Classification des protéines. ....	7
<b>Tableau 3:</b> Composition minérale du lait de vache. ....	8
<b>Tableau 4:</b> Composition vitaminique moyenne du lait cru. ....	9
<b>Tableau 5 :</b> Composition des différentes sortes de lait. ....	13
<b>Tableau 6 :</b> La structure et taille du troupeau bovin de la ferme de Baba Ali. ....	26
<b>Tableau 7 :</b> Catégorisation des BCS des vaches retenus dans notre enquête. ....	28
<b>Tableau 8:</b> Indice de propreté de la mamelle. ....	29
<b>Tableau 9:</b> Technique de réalisation de <i>Californian Mastitis Test</i> (CMT). ....	34
<b>Tableau 10:</b> Description de la population des vaches retenues dans cette étude. ....	35
<b>Tableau 11 :</b> Variations mensuelles des aliments distribués : Nature et quantité d'aliments. ..	36
<b>Tableau 12 :</b> Variations mensuelles des niveaux de production laitière, CCS et de BCS. ....	36
<b>Tableau 13 :</b> Effet race de l'impact du BCS et CCS sur la production laitière chez les vaches ..	38
<b>Tableau 14 :</b> Facteurs de variation de la production laitière des vaches Holstein et Montbéliarde. ....	40
<b>Tableau 15 :</b> Variations standards des facteurs de variation de la production laitière chez les vaches. ....	43
<b>Tableau 16:</b> Effet de niveau de production sur la qualité physico-chimique et cytologique du lait. ....	45

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1:</b> Les divers types d'acides gras du lait. ....	4
<b>Figure 2 :</b> Ferme d'ITELV Baba Ali .....	26
<b>Figure 3:</b> Salle de traite en épi de l'ITELV.....	27
<b>Figure 4:</b> Système de notation du niveau d'hygiène .....	29
<b>Figure 5:</b> Laboratoire central de Baba Ali. ....	29
<b>Figure 6 :</b> Echantillon du lait.....	31
<b>Figure 7 :</b> EKOMILK Milk Analyzer. ....	32
<b>Figure 8:</b> FOSSOMATIC™ FC .....	33
<b>Figure 9:</b> Appareil Bain-marie.....	33
<b>Figure 10:</b> Variation de la PL selon le BCS.....	37
<b>Figure 11 :</b> Variation de la PL selon le CCS .....	37
<b>Figure 12 :</b> Corrélacion entre BCS et PL chez la Prim'Holstein .....	38
<b>Figure 13 :</b> Corrélacion entre BCS et PL chez la Montbéliarde .....	38
<b>Figure 14 :</b> Corrélacion entre CCS et PL chez la Prim'Holstein .....	39
<b>Figure 15 :</b> Corrélacion entre CCS et PL chez la Montbéliarde .....	39
<b>Figure 16:</b> Corrélacion entre PL et l'âge chez la Prim'Holstein. ....	40
<b>Figure 17:</b> Corrélacion entre PL et l'âge chez la Montbéliarde. ....	40
<b>Figure 18:</b> Corrélacion entre PL et le BCS chez la Prim'Holstein .....	41
<b>Figure 19:</b> Ccorrélacion entre PL et BCS chez la Montbéliarde. ....	41
<b>Figure 20:</b> Corrélacion entre le PL et le CCS chez la Prim'Holstein .....	42
<b>Figure 21:</b> Corrélacion entre le PL et CCS chez la Montbéliarde. ....	42
<b>Figure 22 :</b> Corrélacion entre écart-type PL et l'âge chez la Prim'Holstein .....	43
<b>Figure 23:</b> Corrélacion entre écart-type du PL et l'âge chez la Montbéliarde. ....	43
<b>Figure 24:</b> Corrélacion entre écart-type PL et le BCS chez la Prim'Holstein .....	44
<b>Figure 25:</b> Corrélacion entre écart-type PL et le BCS chez la Montbéliarde. ....	44
<b>Figure 26:</b> Impact de niveau de PL sur le taux de MG chez la Prim'Holstein. ....	45
<b>Figure 27:</b> Impact de niveau de PL sur le taux de MG chez la Montbéliarde. ....	45
<b>Figure 28 :</b> Impact de niveaux de PL sur le taux protéique chez la Prim'Holstein. ....	46
<b>Figure 29:</b> Impact de niveaux de PL sur le taux protéique chez la Montbéliarde.....	46
<b>Figure 30:</b> Impact de niveau de PL sur le taux de l'EST chez la Prim'Holstein. ....	47
<b>Figure 31:</b> Impact de niveau de PL sur le taux de l'EST chez la Montbéliarde.....	47
<b>Figure 32 :</b> Impact de niveau de PL sur l'ESD chez la Prim'Holstein.....	47
<b>Figure 33 :</b> Impact de niveau de PL sur l'ESD chez la Montbéliarde. ....	47
<b>Figure 34 :</b> Impact du CCS sur la PL chez la Prim'Holstein. ....	48
<b>Figure 35 :</b> Impact du CCS sur la PL chez la Montbéliarde.....	48

## Liste des abréviations

<b>ADN</b>	Acide Désoxyribonucléique.
<b>AG</b>	Acide gras.
<b>ANP</b>	Azote Non Protéique.
<b>BCS</b>	Body Condition Score.
<b>CC</b>	Comptage Cellulaire.
<b>CCI</b>	Comptage Cellulaire Individuel.
<b>CCS</b>	Comptage de Cellules Somatiques.
<b>cells/mL</b>	Cellules par millilitre.
<b>CIP</b>	Cleaning In Place.
<b>CMT</b>	Californian Mastitis Test.
<b>CNIAG</b>	Centre National de l'Insémination Artificielle Génétiquement modifiée.
<b>E. coli</b>	Escherichia coli.
<b>ESD</b>	Extrait Sec Dégraissé.
<b>EST</b>	Extrait Sec Total.
<b>G/L</b>	Gramme par Litre.
<b>IgA</b>	Immunoglobulines A.
<b>IgG</b>	Immunoglobulines G.
<b>IgM</b>	Immunoglobulines M.
<b>ITELV</b>	Institut technique des Elevages Vétérinaire.
<b>Kg</b>	kilogramme.
<b>Kg</b>	kilogramme.
<b>MG</b>	Matière grasse.
<b>Mont</b>	Montbéliarde.
<b>No</b>	Nombre.
<b>P.N.H</b>	Prim'Holstein.
<b>PL</b>	Production laitière.
<b>R</b>	Coefficient de corrélation.
<b>S. aureus</b>	Staphylococcus aureus.
<b>Spp</b>	Species pluralis (espèces).
<b>TB</b>	Taux butyreux.

---

# ***INTRODUCTION GÉNÉRALE***

---

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

En élevage laitier, la qualité du lait est au cœur des préoccupations des éleveurs. Beaucoup d'éleveurs n'accordent plus autant d'importance à sa qualité. Les efforts demandés pour obtenir un lait de bonne qualité semblent souvent trop importants par rapport aux gains espérés. Plusieurs éléments jouent sur la qualité du lait parmi lesquels figurent, les mammites: qui représentent l'une des premières pathologies sévissant en élevage laitier et constituent un fléau majeur, qui se répercute par de lourdes pertes en lait et en réforme précoces (**Bouaziz, 2002**).

Plus insidieuses encore sont les mammites dites subcliniques, qui ne provoquent que peu de symptômes chez les animaux en-dehors de l'augmentation des comptages de cellules somatiques (CCS), de la baisse de qualité du lait en général, et des performances de l'animal en matière de production.

Le dépistage des vaches avec une mammite subclinique constitue une étape essentielle d'un programme de gestion de la santé du pis. Leur détection à l'aide des comptages des cellules somatiques a été validé depuis 1980 chez la vache laitière (**Serties, 1985 ; Dohoo et Leslie, 1991**). Les vaches de la ferme de l'ITELV sont soumises à un contrôle mensuel de la qualité cytologique, un contrôle de la qualité physico-chimique chaque 15 jours.

Afin de mieux connaître les facteurs de variation de la qualité physico-chimique et cytologique des laits de vaches Prim'Holstein et Montbéliarde de l'ITELV nous nous sommes fixé pour objectifs :

- ✚ Analyser les données de conduite d'élevage et de suivi sanitaire des vaches sur une période de six mois ;
- ✚ Traiter les résultats des analyses physico-chimique et cytologique des laits issus des mêmes vaches ;
- ✚ Analyser l'influence des infections intramammaire sur la production laitière ;
- ✚ Etudier l'influence de la conduite d'élevage sur la production laitière, la qualité physico-chimique et cytologique du lait.

---

*Chapitre I*

***CARACTERISTIQUES  
PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT  
ET FACTEURS DE  
VARIATIONS***

---

## **CHAPITRE I: CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT ET FACTEURS DE VARIATIONS**

### **I.1 DEFINITION DU LAIT ET IMPORTANCE**

En 1909, le congrès international de la répression des fraudes définit le lait comme 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 (Multon et al, 2013).

L'article 2 du décret du 25 mars 1924 complète la définition du lait énoncée précédemment : « ne peut être considéré comme le lait propre à la consommation humaine, le lait provenant d'une traite opérée moins de sept jours après le part, et d'une manière générale, le lait contenant du colostrum» (Multon et al, 2013).

Le lait fournit une matrice facilement accessible, riche en une grande variété de nutriments essentiels : des minéraux, des vitamines et des protéines faciles à digérer. Il est par conséquent essentiel à l'ensemble des fonctions du corps (Steijns, 2008). Les produits fournissent de nombreux éléments nutritifs à teneur relativement faible en énergie et indispensables à la santé tout au long du cycle de vie (Drewnowski, 2005 ; Miller et al, 2007).

### **I.2 CARACTERISTIQUES DU LAIT**

#### **I.2.1 Composition du lait**

Le lait de vache est un lait caséineux. Sa composition générale est représentée au tableau1. Les données sont des approximations quantitatives, qui varient en fonction d'une multiplicité de facteurs: race animale, alimentation et état de santé de l'animal, période de lactation, ainsi qu'au cours de la traite. Il reste que la composition exacte d'un échantillon de lait ne peut s'obtenir que par analyse (Roudaut et Lefrancq, 2005).

Le lait contient plus de 100 composants différents (Wattiaux, 1997), dont certains en quantités infimes. On peut regrouper ces divers éléments de telle sorte qu'un litre de lait directement issu de la mamelle se compose globalement de (Tableau1) (Alais et al, 2008).

**Tableau 1:** Composition moyenne du lait de vache (Alais et al, 2008).

	<b>Composition (g/L)</b>	<b>Etat physique des composants</b>
<b>Eau</b>	905	Eau libre (solvant) plus eau liée
<b>Glucides</b> (lactose)	49	Solution
<b>Lipides</b>	35	
Matière grasse proprement dite	34	Emulsion des globules gras (3 à 5 µm)
Lécithine	0,5	
Phospholipide Insaponifiable (stérois, carotènes, tocophérol)	0,5	
<b>Protides</b>	34	Suspension micellaire
Caséine	27	phosphocaséinate de calcium (0,08 à 0,12 µm)
Protéines solubles (globulines, albumines)	2,5	Solution (colloïdale)
Substances azotées non protéiques	1,5	Solution (vraie)
<b>Sels</b>	9	
Acide citrique (en acide)	2	Solution ou état colloïdale
Acide phosphorique (P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	2,6	
Chlorure de sodium (NaCl)	1,7	
<b>Constituants divers</b> (vitamines, enzymes, gaz dissous)	Traces	
<b>Extrait sec total</b>	127	
<b>Extrait sec non gras</b>	92	

### 1.2.1.1 Matières grasses

Le lait entier de vache contient en moyenne 35 à 45 g/L de lipides. On appelle aussi taux butyreux cette teneur en matière grasse.

Les matières grasses du lait ont la forme de petits globules sphériques qui sont invisibles à l'œil nu. Il est bon de noter que la dimension varie selon l'espèce; selon la race et selon la période de lactation (Vignola, 2002).

#### a. Lipides

99% à 99,5% de la matière grasse sont représentés par des composés lipidiques avec 98 à 98,5% de lipides simples et 1% de lipides, complexes polaires. Le reste est insoluble dans l'eau : c'est la partie insaponifiable.

➤ **Lipides simples (Luquet, 1986 ; Alais et Linden, 1994)**

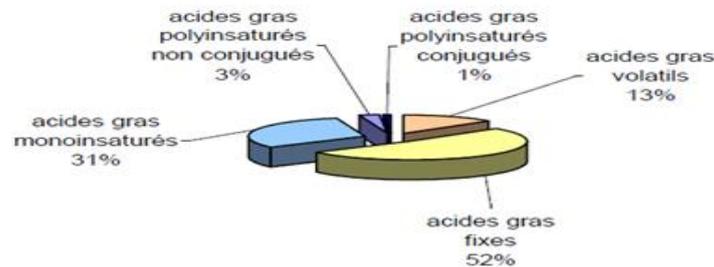
- ✚ les glycérides : 95-96% de triglycérides ; 2-3% de diglycérides et 0,1% de monoglycérides ;
- ✚ les cholestéroïdes : esters d'acides gras et de cholestérol : 0,03% ;
- ✚ les cérides : esters d'acides gras et d'alcools longs : 0,02%.

➤ **Lipides complexes (Luquet, 1986 ; Alais et Linden, 1994)**

Ils correspondent principalement à des phospholipides tels que la lécithine. Ils sont surtout sous forme liée dans la membrane globulaire.

**b. Acides gras**

Parmi les acides gras du lait de vache, environ 35% se trouvent à l'état insaturé et le reste (65%) est un ensemble d'acides gras saturés (Luquet, 1986). La répartition des diverses catégories d'acides gras du lait est représentée sur la figure 1 (Luquet, 1986).



**Figure 1:** Les divers types d'acides gras du lait (Luquet, 1986).

**c. Partie insaponifiable**

Elle représente 0,5 à 1% des lipides du lait et comprend du cholestérol, des hydrocarbures divers, les vitamines liposolubles et des alcools.

**d. Organisation du globule gras**

Selon Alais et Linden (1994), la structure d'un globule gras est la suivante Une membrane, ou film protecteur, elle-même composée de deux épaisseurs :

- ✚ Une couche interne, qui contient des glycoprotéines, des phospholipides et quelques éléments métalliques (tels que le cuivre et le fer) ;
- ✚ Une couche externe, avec une forte activité enzymatique ;

- ✚ Une gouttelette lipidique au cœur du globule.

La matière grasse du lait est produite principalement à partir des acides gras volatils (acides acétique et butyrique). Le premier est formé principalement à partir des glucides pariétaux des fourrages et le second à partir des glucides rapidement fermentescibles. Une partie de la matière grasse du lait provient de la mobilisation des réserves lipidiques de la vache (Stoll, 2003).

### **I.2.1.2 Protéines**

Selon Jeantet et al. (2007), 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 2% des protéines totales.

La classification des protéines est illustrée dans le tableau 2 (Brunner, 1981 cité par Pougheon, 2001).

#### **1. Caséines**

Jean et Dijon (1993) rapportent que la caséine est un polypeptide complexe, résultant de la polycondensation de différents aminoacides, le caséinate de calcium, forme une dispersion colloïdale dans le lait. Les micelles protéiques ont un diamètre de l'ordre de 0,1µm (Adrian et al, 2004).

On distingue principalement quatre catégories de caséines (Wattiaux, 1997) : les caséines  $\alpha$  (12 à 14 g/L) ; les caséines  $\beta$  (6,2 à 9 g/L) ; les caséines  $\kappa$  (3,4 à 3,7 g/L) ; les caséines  $\gamma$  (1,2 à 1,8 g/L) (Alais et Linden, 1994).

#### **2. Protéines du lactosérum**

Les protéines du lactosérum représentent 15 à 28% des protéines du lait de vache et 17% des matières azotées (Debry, 2001).

##### **a. $\alpha$ -lactalbumine**

L' $\alpha$ -lactalbumine est une protéine de 123 acides aminés comportant trois variantes génétiques (A, B, C). Métalloprotéine. Elle présente environ 22% des protéines du sérum (Vignola, 2002).

**b.  $\beta$ -lactoglobuline**

La  $\beta$ -lactoglobuline est la plus importante des protéines du sérum puisqu'elle en représente environ 55%. C'est une protéine de 162 acides aminés comportant 7 variantes génétiques (A, B, C, D, E, F, G) (Debry, 2001).

**c. Sérum-albumine**

Représente environ 7% des protéines du sérum. Elle est constituée de 582 résidus d'acides aminés. Comptant un seul variant génétique A est identique au sérum albumine sanguine (Vignola, 2002).

**d. Immunoglobulines**

Ce sont des glycoprotéines responsables de l'immunité. On distingue trois grandes classes d'immunoglobulines: IgA, IgG, IgM (Thapon, 2005).

**e. Protéoses-peptones**

Elles forment la fraction protéique soluble après chauffage du lait acidifié à pH 4.6 vers 95°C pendant 20 à 30 minutes. C'est un groupe hétérogène issu de la protéolyse par la plasmine de la caséine  $\beta$  (Debry, 2001).

**f. Lactoferrine**

C'est une glycoprotéine synthétisée par le tissu mammaire (70%) et par les leucocytes (30%). Les sécrétions du tarissement, du colostrum, et du lait mammitéux renferment respectivement 100, 10 et 5 fois plus de lactoferrine que le lait normal. Elle prive les bactéries du fer dont elles ont besoin pour leur croissance (Ennuyer et Laumonier, 2013).

**Tableau 2:** Classification des protéines (Brunner, 1981 cité par Pougheon, 2001).

Noms	Protéines (%)	Nombre d'AA
<b>CASEINES</b>	75-85	-
Caséine $\alpha$ S1	39-46	199
Caséine $\alpha$ S2	8-11	207
Caséine	25-35	209
Caséine k	8-15	169
Caséine g	3-7	-
<b>PROTEINE DU LACTOSERUM</b>	15-22	-
$\beta$ -Lactoglobuline	7-12	162
$\alpha$ -lactalbumine	2-5	123
sérum-albumine	0.7-1.3	582
immunoglobuline (G1, G2, A, M)	1.9-3.3	-
Protéoses-peptones	2-4	-

### **I.2.1.3 Glucides**

Mathieu (1999) évoque que le lait contient des glucides essentiellement représentés par le lactose, il est synthétisé dans les cellules des acini à partir du glucose sanguin. Celui-ci est en grande partie produit par le foie.

Sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/L dans le lait de vache. Cette teneur présente de faibles variations dans le sens inverse des variations du taux butyreux. Le lactose est un sucre spécifique du lait (Hoden et Coulon, 1991).

Le lactose est fermentescible par de nombreux micro-organismes et il est à l'origine de plusieurs types de fermentations pouvant intervenir dans la fabrication de produits laitiers (Morrissey, 1995).

### **I.2.1.4 Autres**

#### **1. Eau**

D'après Amiot et al. (2002), l'eau est le constituant le plus important du lait, en proportion. Il a un caractère polaire 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 du sérum, puisque les matières grasses possèdent un caractère hydrophobe, elles ne pourront se dissoudre et formeront une émulsion du type huile dans l'eau. Il en est de même pour les micelles de caséines qui formeront une suspension colloïdale puisqu'elles sont solides.

## 2. Minéraux

La matière minérale et saline du lait, d'environ 9g/L. Selon Gaucheron (2004), le lait contient des quantités importantes de différents minéraux. Les principaux sont le calcium, magnésium, sodium et potassium pour les cations et phosphate, chlorure et citrate pour les anions (Tableau 3) (Jeantet et al, 2007).

**Tableau 3:** Composition minérale du lait de vache (Jeantet et al, 2007).

Éléments minéraux	Concentration (mg.kg <sup>-1</sup> )
Calcium	1043-1283
Magnésium	79-146
Phosphate inorganique	1805-2185
Citrate	1323-2079
Sodium	391-644
Potassium	1212-1681
Chlorure	772-1207

## 3. Vitamines

Les vitamines participent comme cofacteurs dans les réactions enzymatiques et dans les échanges à l'échelle des membranes cellulaires. L'organisme n'est pas capable de les synthétiser (Vignola, 2002) (Tableau 4) (Amiot et al, 2002).

On distingue d'une part les vitamines hydrosolubles diversement complexées avec des protéines ou d'autres groupements (vitamine du groupe B et vitamine C) de la phase aqueuse du lait en quantité constante ; d'autre part les vitamines liposolubles (A, D, E, et K) associées à la matière grasse, certaines sont au centre du globule gras et d'autres à sa périphérie (Debry, 2001).

**Tableau 4:** Composition vitaminique moyenne du lait cru (Amiot et al, 2002).

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

Le lait et ses dérivés sont des sources notables en vitamine A, B12, B2 ; dans une moindre mesure en vitamines B1, B6 et PP ; en revanche, ils ne contiennent que peu de vitamine E, acide folique et biotine (Debry, 2001).

#### 4. Enzymes

Blanc (1982) définit les enzymes comme des substances organiques de nature protidique, produites par des cellules ou des organismes vivants, agissant comme catalyseurs dans les réactions biochimiques. Environ 60 enzymes principales ont été répertoriées dans le lait dont 20 sont des constituants natifs. Une grande partie se retrouve dans la membrane des globules gras mais le lait contient de nombreuses cellules (leucocytes, bactéries) qui élaborent des enzymes.

#### 5. Gaz dissous dans le lait

Ils représentent environ 6% du volume du lait. Ce sont surtout le dioxyde de carbone (87,8mg/L), l'azote (15,9mg/L) et le dioxygène (8 mg/L) (Mathieu, 1998).

### I.3 PROPRIETES PHYSICO-CHIMIQUES

Les propriétés physico-chimiques du lait sont plus ou moins stables, les principales utilisées dans l'industrie laitière sont la masse volumique ou la densité, le point de congélation, le point d'ébullition et l'acidité (Vignola, 2002).

 La densité du lait varie entre 1.028 et 1.035 pour une moyenne de 1.032 à 15°C ;

- ✚ Le point de congélation peut varier de  $-0.530^{\circ}\text{C}$  à  $-0.575^{\circ}\text{C}$  avec une moyenne de  $0.555^{\circ}\text{C}$ , un point de congélation supérieur à  $-0.530^{\circ}\text{C}$  permet de soupçonner une addition d'eau au lait (la vérification se fait à l'aide d'un cryoscope) ;
- ✚ Le point d'ébullition est à  $100.5^{\circ}\text{C}$  ;
- ✚ L'acidité est de 15 à  $17^{\circ}\text{D}$  dans des conditions normales.

L'acidité est mesuré en degré Pornic ( $^{\circ}\text{D}$ ),  $1^{\circ}\text{D}$  correspond à 1 mg d'acide lactique dans 10mL de lait, elle permet de juger l'état de conservation de lait (Vignola, 2002.).

## **I.4 FACTEUR DE VARIATION DE LA COMPOSITION DU LAIT**

La composition du lait est variable : elle dépend bien entendu du génotype de la femelle laitière (race, espèce) mais l'âge, la saison, le stade de la lactation, l'alimentation sont des facteurs qui peuvent avoir des effets importants sur le lait (Debry, 2001).

### **I.4.1 Facteurs intrinsèques**

#### **I.4.1.1 Variabilité génétique entre individus**

Des variations importantes de la composition du lait entre les différentes races laitières et entre les individus d'une même race a été rapportée. D'une manière générale, on remarque que les fortes productrices donnent un lait plus pauvre en matières azotées et en matière grasse. Ces dernières sont les plus instables par rapport au lactose (Veisseyre, 1979).

#### **I.4.1.2 Stade de lactation**

Au cours de la lactation, les quantités de matière grasse, de matières azotées et de caséines évoluent de façon inversement proportionnelle à la quantité de lait produite. Les taux de matière grasse et de matières azotées, élevés au vêlage, diminuent au cours du premier mois et se maintiennent à un niveau minimal pendant le deuxième mois. Ils amorcent ensuite une remontée jusqu'au tarissement. L'amplitude de variation est généralement plus importante pour le taux butyreux que pour le taux protéique. Les laits de fin de lactation présentent les mêmes caractéristiques des laits sécrétés par les animaux âgés. En outre, les deux taux, protéique et butyreux, ont tendance à diminuer au cours des lactations successives (Meyer et Denis, 1999).

### **I.4.1.3 Age ou numéro de lactation**

Veisseyre en 1979, montre que la quantité de lait augmente généralement du 1er vêlage au 5eme, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7eme. 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 croit et la proportion de protéines solubles augmente en particulier celles provenant du sang (Mahieu, 1985).

### **I.4.1.4 Effet de l'état de gestation**

La gestation à un effet marqué, sur la baisse de la production laitière, cela est dû à la production de la progestérone par le placenta. La quantité journalière du lait sécrétée continue de diminuer avec l'avancement de la lactation et de la gestation, dont l'effet commence à se faire sentir à environ vingt semaines après la fécondation. Une diminution rapide de la production laitière notamment durant les 120 jours qui suivent la saillie fécondante que chez la vache vide a été rapportée (Coulon et al, 1995 ; Chupin, 1974).

## **I.4.2 Facteurs extrinsèques**

### **I.4.2.1 Facteurs alimentaires**

L'alimentation n'est pas un des principaux facteurs de variation du lait mais elle est importante car elle peut être modifiée par l'éleveur. Une réduction courte et brutale du niveau de l'alimentation se traduit par une réduction importante de la quantité de lait produite et une baisse variable du taux protéique mais la mobilisation des graisses corporelles entraîne une augmentation très importante du taux butyreux associée à une modification de la composition en matière grasse.

Avec un apport de fourrages à volonté un niveau d'apports azotés conduit à un meilleur taux azoté avec un accroissement de l'apport non protéique (ANP) et des caséines. L'addition de matières grasses dans la ration induit le plus souvent une baisse du taux butyreux (TB). Elle est due à une perturbation des fermentations ruminales, mais elle influence la composition en acides gras (AG) de la matière grasse du lait (Pougheon et Goursaud, 2001).

On sait que le taux protéique augmente de manière linéaire avec les apports énergétiques, mais lorsque l'augmentation de ces apports est réalisée par adjonction de matière grasse, on assiste à une chute du taux protéique. Par ailleurs, le taux protéique dépend aussi de la couverture des besoins en acides aminés indispensables, lysine et méthionine en particulier (Remond, 1978).

#### **1.4.2.2 Facteurs climatiques et saisonniers**

La saison a une influence importante qui se rajoute aux autres facteurs (alimentation, stade de lactation, âge ....) de façon immuable, le TB passe par un minimum en juin - juillet et par un maximum à la fin de l'automne. La teneur en protéines passe par deux minimums un à la fin de l'hiver et l'autre au milieu de l'été et par deux maximums à la mise à l'herbe et à la fin de la période de pâturage (Pougheon et Goursaud, 2001).

#### **1.4.2.3 La traite**

Lorsqu'on traite deux fois, le lait du matin est plus abondant mais plus pauvre en matière grasse que le lait du soir. Au cours d'une même traite, la teneur en matière grasse augmente jusqu'à la fin. Il faut donc vider complètement la mamelle sinon il se réalise un véritable écrémage du lait (Veisseyre, 1979). Chez la vache laitière, le type de la traite influe directement sur la composition du lait. Il a été démontré que la traite manuelle donnait plus de lait à un taux de gras plus élevé comparé à la traite mécanique (Anonyme, 2006).

### **1.4.3 Facteurs pathologiques**

Lors d'infection, il y a un appel leucocytaire important qui se caractérise par une augmentation de comptage cellulaire induisant des modifications considérables dans la composition du lait (Badinand, 1994). La hiérarchie et fréquences de pathologies rencontrées dans les élevages laitiers et qui sont à l'origine de baisse importante de la production, sont les mammites cliniques (31,7% des lactations atteintes), la pathologie podale (25,6%), les troubles digestifs (12,3%) et la rétention placentaire (9,6%) selon Faye et al, (1994). Ces derniers rapportent que les troubles sanitaires ont tendance à augmenter avec le rang de lactation, le début de la lactation est la période de la plus grande sensibilité. Selon Taylor (2006) les quantités de lait produites chutent de manière significative (jusqu'à 15-18 %) dès que les cas de mammite augmentent.

A l'issue de nombreuses observations effectuées par Sérieys et al, (1987) sur les laits mammites, une baisse de la quantité de matière grasse (de 5 à 9 %) est constatée ; ils constatent aussi une diminution des éléments produits par les cellules de l'épithélium sécrétoire (matière grasse, caséine, lactose) et une augmentation des éléments provenant du flux sanguin par augmentation de la perméabilité des tissus malades (sels minéraux, protéines solubles, cellules).

Selon Agabriel et al, (1993) : les mammites peuvent entraîner des chutes importantes de production laitière sans modification de taux protéique.

#### I.4.4 Variation inter espèces

La composition diffère entre le lait de femme, de vache, de bufflesse, de chèvre, de brebis, de chamelle, et de lama. Le tableau montre que la composition du lait des non ruminants (lait maternel et lait de jument) est forte différente de celle du lait des ruminants. Cela vient en partie du fait que leurs systèmes digestifs sont différents. Le lait de vache est riche en pro-vitamine A (carotène) responsable de sa couleur jaune. Ce n'est pas le cas des laits de bufflesse, de chèvre et de brebis. Les caroténoïdes contenus dans le lait de brebis et de chèvre sont déjà convertis en vitamine A, sans couleur spécifique (Pauline et Karin, 2006).

**Tableau 5** : Composition des différentes sortes de lait (source : FAO nutritional studies 27).

Sorte de lait	Graisses (%)	Protéines (%)	Lactose (%)	Calcium (%)	Energie (cal/100g)
Lait maternel	4.6	1.2	7.0	0.0	73
Vache frisonne	3.5	3.3	4.6	0.1	62
Vache de Guernesey	4.7	3.2	4.7	0.1	75
Bufflesse indienne	7.5	3.8	4.9	0.2	100
Chèvre	4.5	3.3	4.4	0.1	71
brebis	7.5	5.6	4.4	0.2	105
Jument	1.6	2.2	6.0	0.1	47
Chamelle	4.2	3.7	4.1	?	70

---

## *Chapitre II*

# *LES INFECTIONS INTRAMAMMAIRES ET QUALITE DU LAIT*

---

## **CHAPITRE II: LES INFECTIONS INTRAMAMMAIRES ET QUALITE DU LAIT**

### **II.1 MAMMITES : DEFINITION ET IMPORTANCE**

#### **II.1.1 Définition**

La mammite est l'inflammation d'une glande mammaire se traduisant par la présence dans le lait de germes pathogènes et de cellules d'origine sanguine ou mammaire, ainsi que par des modifications physiques, chimiques et biochimiques du lait. En élevage bovin laitier, on distingue les mammites subcliniques, souvent chroniques qui sont les plus nombreuses, et des mammites cliniques, provoquant des symptômes chez l'animal. Les bactéries les plus fréquemment responsables des mammites cliniques sont des Staphylocoques, Escherichia Coli et des clebsielles, alors que les mammites chroniques sont plus souvent dues à des infections à Staphylocoques (Marcel, 2002).

#### **II.1.2 Importance**

##### **II.1.2.1 Importance médicale des mammites**

Toute mammite porte préjudice au bien être de l'animal. De plus, certaines mammites sont mortelles, c'est le cas des mammites gangréneuses, à Nocardia, ou les mammites Colibacillaires (Poutrel, 1985).

##### **II.1.2.2 Importance sanitaire des mammites**

Les mammites portent atteinte à l'hygiène animale et potentiellement à la santé publique. Le risque zoonotique lié à la contamination du lait par certains germes fait l'objet de préoccupations de santé publique. En effet, le lait « mammiteux » peut être vecteur d'agents responsables de toxi-infections alimentaires. En l'absence de pasteurisation, des germes pathogènes pour l'Homme provenant de quartiers infectés peuvent contaminer les produits laitiers. Certains sont très étudiés : Staphylococcus aureus, Listeria monocytogenes ou Salmonella spp. D'autres le sont moins comme Escherichia coli (Seegers et al, 1997).

### **II.1.2.3 Importance économique des mammites**

Les mammites constituent le trouble sanitaire le plus fréquent et aux plus fortes répercussions économiques au sein de l'élevage de bovins laitiers. Ceci tient principalement du fait de leur fréquence, des frais vétérinaires qu'elles entraînent et de leurs répercussions néfastes tant qualitatives que quantitatives sur la production laitière. L'impact économique est ainsi généré par la somme des coûts des actions de maîtrise (traitements et préventions) et des pertes (réductions de production, lait non commercialisé, pénalités sur le prix de vente, mortalités et réformes anticipées) (Guérin et al, 2003).

Selon Bradley (2002), le coût des mammites cliniques au Royaume-Uni s'élèverait en moyenne à 175£ par cas clinique, soit un coût de 168 millions de £ par an pour l'ensemble des mammites cliniques du cheptel laitier du Royaume-Uni. Dans les pays de la Loire par contre, une moyenne de 1,14 centimes d'euros par kg de lait perdu, a été rapporté, et les coûts de maîtrise représentaient 36% de l'impact économique (Seegers et al, 2002).

## **II.2 TYPES DE MAMMITES**

### **II.2.1 Mammites cliniques**

Les mammites cliniques sont une inflammation très brutale de la mamelle, elles peuvent être aiguës ou subaiguës. La mamelle est alors extrêmement congestionnée, douloureuse, chaude et volumineuse. La sécrétion lactée est soit interrompue, soit très modifiée et présente alors un aspect séreux, aqueux ou hémorragique. Les mammites cliniques aiguës sont généralement dues à des entérobactéries, notamment *Escherichia coli*, et à *Streptococcus uberis*, présentes dans l'environnement (Poutrel, 1986).

### **II.2.2 Mammites subcliniques**

Lors des mammites subcliniques l'inflammation est modérée, elle ne présente aucun signe détectable à l'œil nu. L'examen cytologique et bactériologique du lait met en évidence une augmentation parfois considérable du nombre des polynucléaires. De même, son analyse biochimique révèle des modifications importantes de la composition du lait. Un animal est considéré sain, si le lait des quatre quartiers présente une concentration cellulaire inférieure à 200 000 cell/mL pendant quatre traites consécutives. Une mammite

subclinique sera considérée comme modérée si la concentration cellulaire du lait de quartier se situe entre 500 000 et 1 000 000 cell/mL et comme sévère si la concentration cellulaire dépasse le million de cellules par mL (Nielsen, 1995).

## **II.3 ETIOLOGIE DES MAMMITES ET FREQUENCE**

### **II.3.1 Etiologie**

Bien que de nombreuses espèces de bactéries, de mycoplasmes, de champignons, d'algues et de levures ont été isolées de cas cliniques de la mammite, les principaux agents pathogènes peuvent être classiquement séparés en deux groupes selon leurs origines: contagieux et environnementaux (Philip et al, 2011). La distinction entre les agents pathogènes contagieux et environnementaux a estompé au cours des dernières années par les résultats de recherche qui ont montré que les agents pathogènes environnementaux (*Escherichia coli* et *Streptococcus uberis*) peuvent persister dans une forme chronique récurrente d'accueil adaptée, et que des bactéries contagieuses traditionnelles telles que *Streptococcus dysgalactiae* peuvent persister dans l'environnement. Les agents pathogènes contagieux vivent habituellement dans la mamelle et la peau des trayons et sont transférés au cours de la traite (Philip et al, 2011). Ils passent alors à travers le canal du trayon dans le pis. Philip et al. (2011) rapporte que *Strep. agalactiae* est très contagieux et se transmet facilement entre les vaches au cours de la traite. La bactérie est généralement introduite dans le troupeau par l'intermédiaire des achats de vaches laitières. Les agents pathogènes environnementaux se propagent dans la mamelle par le canal du trayon. *E. coli* et *Strep. Uberis* sont les agents pathogènes environnementaux importants, bien que *Pseudomonas aeruginosa*, d'autres coliformes, *Bacillus cereus*, levures et moisissures et *Pasteurella* spp. Sont moins communes. Divers facteurs environnementaux, tels que le logement et l'hygiène, peuvent entraîner la multiplication d'*E.coli* et par conséquent une augmentation de l'incidence de la mammite à coliformes.

### **II.3.2 Epidémiologie des mammites**

#### **II.3.2.1 Evolution des mammites dans l'élevage**

L'évolution des mammites est variable en fonction des germes en cause. Certaines espèces bactériennes telles *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus dysgalactiae*,

*Pseudomonas aeruginosa*, sont le plus souvent responsables d'infections chroniques de type subclinique. Par contre, les entérobactéries (*Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter aerogenes*...), *Str. uberis* et les streptocoques du groupe D (*Str. faecalis*, *faecium*) sont fréquemment impliqués dans les mammites cliniques, notamment au vêlage. Néanmoins, une faible proportion des infections dues à des entérobactéries peut persister sous une forme subclinique. La contagiosité est également variable. Les formes les plus sévères qui entraînent presque à tout coup la réforme des animaux sont les mammites à *Nocardia* et à *Corynebacterium pyogenes* pour lesquelles il y a une perte fonctionnelle de la glande mammaire. Ces mammites sont rebelles aux traitements en lactation par les antibiotiques (Poutrel, 1985)

### **II.3.2.2 Sources d'infection et voies de transmission**

Les espèces bactériennes impliquées dans les infections mammaires de la vache sont présentes sur l'animal lui-même ou dans son environnement. Dans le premier cas, les micro-organismes sont transmis de quartiers à quartiers essentiellement pendant la traite par les mains du trayeur, les gobelets trayeurs, les lavettes. Quant aux bactéries d'environnement, la plupart survivent et se multiplient dans la litière et les animaux s'infectent entre les traites. Cependant lorsque le niveau d'infection par ces espèces bactériennes est élevé dans un troupeau, leur transmission peut également s'effectuer pendant la traite. Notons aussi que des bactéries, et plus spécialement les *Pseudomonas*, peuvent persister dans les machines à traire nettoyées dans des conditions non satisfaisantes en concentration de produits et en durée de nettoyage (Poutrel, 1985)

## **II.4 MAMMITES SUBCLINIQUES ET CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUE DU LAIT**

Afin d'appliquer certaines mesures de lutte contre les mammites, il est nécessaire de connaître le statut infectieux des vaches d'un troupeau. Or, les mammites, signes d'une infection, sont parfois indécélables par simple examen clinique : ce sont les mammites subcliniques. Dans ce contexte, la recherche d'un marqueur de l'infection a été effectuée. Les cellules somatiques du lait se sont révélées très bon indicateur de l'état d'inflammation de la mamelle. Quatre types principaux constituent les cellules somatiques.

- ✚ Les leucocytes polynucléaires neutrophiles, affluant dans le quartier lors de contamination bactérienne. Ils représentent le type majoritaire présent dans un quartier infecté ;
- ✚ Les macrophages, présents naturellement en l'absence d'infection et aussi capables de phagocytoses ;
- ✚ Différentes cellules lymphocytaires ;
- ✚ Des cellules épithéliales du tissu mammaire (Berg, 2001).

### **II.4.1 Taux cellulaire**

Le lait d'un quartier considéré comme non infecté présente généralement de 30 000 à 100 000 cellules par mL dans le lait. Des variations individuelles entre vaches peuvent exister suivant le numéro ou le stade de lactation. Si la mammites est due à une bactérie pathogène majeure, ce nombre peut être multiplié par un facteur supérieur à 10 pour le quartier atteint. Dans ce cas, la numération des cellules est en moyenne au moins supérieure à 400 000 cellules par mL. Si c'est une bactérie mineure, le nombre varie en moyenne de 80 000 à 200 000 cellules par mL. Néanmoins, il existe aussi des infections à *S. aureus* associées à des concentrations en cellules inférieures à 200 000 cells /mL. Quant au lait de mélange, une concentration en cellules élevée est aussi témoin de l'état infectieux d'un élevage (Berg, 2001).

#### **II.4.1.1 Modifications physiologiques de taux cellulaire du lait**

##### **a. La traite**

Le taux cellulaire varie d'une traite à l'autre ; en cas d'infection, le taux cellulaire devient tellement élevé que la composante physiologique est réduite à l'état de bruit de fond. On peut donc se fier au taux cellulaire du lait pour évaluer la gravité d'une infection s'il est supérieur à 150 000 cellules/mL de lait (Serieys, 2005).

##### **b. Stade de lactation**

Le taux cellulaire d'une vache sera conditionné par son stade de lactation. En effet, chez la vache, le taux cellulaire du lait est minimal au pic de lactation (inférieur à 50 000 cellules/mL de lait pour les vaches non infectées) et augmente progressivement pour atteindre 150 000 cellules/mL de lait lors du dernier mois de lactation chez une génisse et

200 000 cellules/mL de lait pour une vache (pour une durée de tarissement d'environ 2 mois (Guenic et al, 2005)

**c. Rang de lactation**

Les comptages cellulaires augmentent avec le numéro de lactation (Bodoh et al, 1975). Pour d'autres ; l'évolution est plus nuancée : les primipares ont des CC plus élevés que les multipares en début de lactation et plus faibles en fin. Et chez les primipares, les CC restent pratiquement stables au cours de l'année.

**d. Race**

L'étude de Coulon et al. (1996) a mis en évidence un effet important de la race sur les comptages cellulaires. Les vaches Holstein ont présenté des numérations cellulaires constamment supérieures à celles des Montbéliarde et des Tarentaises. Toutefois, les raisons de ce facteur race restent à préciser : les animaux présentant des mammites subcliniques n'étant pas détectées dans cet essai, les Holstein peuvent avoir une plus grande fréquence de mamelles infectés. D'autant plus que les comptages cellulaires augmentent avec le diamètre du canal du trayon et la vitesse de traite.

**e. Type d'élevage**

En ce qui concerne le type d'élevage Le Perlier et al. (2014) disent ; qu'il influe sur la teneur en cellules du lait à cause des contraintes appliquées par un label ou une appellation. Comme le montre une étude réalisé en Bretagne sur 69 troupeaux laitiers, les élevages non conventionnels ne peuvent utiliser les mêmes traitements que les élevages conventionnels, ce qui va contribuer à l'augmentation des taux cellulaires individuels des vaches du troupeau. Mais à l'inverse, ces éleveurs seront beaucoup plus attentifs à la détection des mammites subcliniques.

**f. Niveau de production laitière**

Le niveau moyen de CC sur une lactation est indépendant de la quantité produite. Toutefois, la quantité journalière de lait produite, pourrait contribuer par dilution, à l'ajustement des concentrations cellulaires autour de ce niveau moyen au cours de la lactation (Serieys, 1985).

### **g. Modalités d'échantillonnage**

Les modalités d'échantillonnage du lait doivent être prises en compte car le lait en début de traite sera plus riche en cellules somatiques que le lait de fin de traite. De même, il faut distinguer le lait d'une traite totale d'un quartier et le lait de mélange des 4 quartiers. En effet, en partant du principe que le plus souvent un seul quartier est atteint, le lait de mélange des 4 quartiers sera beaucoup moins riche en cellules que le lait du quartier infecté seul (Guerin et al, 2012).

#### **II.4.1.2 Modifications pathologiques**

Schepers et al. (1997) annoncent que l'état infectieux de la mamelle est le principal facteur de variation du nombre de cellules dans le lait de quartier ; mais il existe des variations dues à la fois au pouvoir pathogène du germe impliqué, de l'aptitude de la vache (précocité de la réaction, nombre de leucocytes et leur capacité) et des conditions d'élevage et d'environnement.

##### **a. Intensité de l'augmentation**

L'augmentation des CC résultant de l'infection par des germes pathogènes mineurs reste modérée. Mais, en cas d'infection par des germes pathogènes majeurs, elle peut atteindre plus d'un million de cellules parmi eux, ce sont les entérobactéries qui provoquent une réaction cellulaire la plus sévère puis ce sont les streptocoques et enfin les staphylocoques à coagulase positive (Serieys, 1985).

##### **b. Persistance de l'augmentation**

La durée de la réaction cellulaire est corrélée à la durée de l'infection, elle-même liée au germe impliqué. En moyenne, les infections à staphylocoques à coagulase positive sont plus longues que celles à streptocoques puis viennent celle à entérobactéries (Serieys, 1985).

##### **c. Irrégularité des CC au cours de l'infection**

Elle a surtout été constatée sur des vaches infectées par des germes pathogènes majeurs. Elle traduit 2 phénomènes : i) la discontinuité du flux de leucocytes dont le passage du sang vers le lait semble s'effectuer par vague<sup>l'in</sup> ; et ii) la stabilité de l'équilibre qui s'établit entre le germe et les défenses de la mamelle. Cet équilibre a pour conséquence l'expression ou non d'une mammite clinique. Il est fonction de l'espèce

bactérienne responsable et des capacités de défenses de l'hôte. Elle résulte également du nombre de quartiers de la vache qui peuvent être infectés (Serieys, 1985).

#### **II.4.1.3 Autres facteurs**

En ce qui concerne les mammites subcliniques, le diagnostic passe par l'observation du taux cellulaire du lait (Modification du lait). Dans tous les cas de mammites, le critère systématiquement présent mais non pathognomonique d'une mammite est la baisse de production laitière (Gerault, 2014).

#### **II.4.1.4 Modifications du lait**

L'examen des premiers jets est une étape incontournable pour une bonne technique et un bon résultat de la traite. En effet, il permet la visualisation des anomalies du lait. Les premiers jets doivent être dans le meilleur des cas tirés dans un bol à fond noir. Celui-ci permet une bonne observation des grumeaux sans contaminer l'environnement et les mains de l'éleveur en cas de mammite (Gerault, 2014).

## **II.5 METHODE DE DIAGNOSTIC DES MAMMITES SUBCLINIQUES**

### **II.5.1 Dénombrement des cellules du lait**

#### **II.5.1.1 Méthodes indirectes**

##### **a. Californian Mastitis Test (CMT)**

Cette méthode, également appelée test au Teepol, ou leucocyttest, est un test visuel permettant d'évaluer la concentration cellulaire du lait. Le Teepol réagit pour former un gel dont la viscosité augmente avec le nombre de cellules présentes dans l'échantillon. Ce test peut être utilisé pour confirmer et/ou identifier le(s) quartier(s) infecté(s) afin de réaliser éventuellement un traitement intramammaire, envisager une analyse bactériologique, suivre l'évolution de l'infection entre 1 et 3 semaines après traitement, gérer les réformes (Angers, 2009).

##### **b. Test de la catalase**

Ce test repose sur l'induction de l'apparition d'oxygène par action de la catalase des leucocytes et des bactéries présentes dans le lait sur le peroxyde d'hydrogène. La formation de 20, 30 et 40% de gaz correspond respectivement à la présence de 500 000,

$1 \times 10^6$  et  $2$  à  $3 \times 10^6$  cellules / mL de lait. Cette méthode nécessite 3 heures de temps et un matériel assez coûteux. Par ailleurs, la formation de gaz s'accroît après 24 heures de conservation (Nielen, 1992).

### **c. Mesure du taux d'ATP**

Ce taux est croissant avec le taux de polynucléaires dans le lait. Cette mesure est réalisable par la méthode du filtre à ADN. Les cellules somatiques d'un lait additionné d'un détergent (Triton  $\times 100$ ) et d'EDTA sont retenues par le filtre. La quantification de l'ADN fixé se fera par réaction colorimétrique avec un réactif à base d'indole, et évaluée par spectrophotométrie d'absorption à 490 nm (Nielen, 1992).

#### **II.5.1.2 Comptage direct au microscope**

Le comptage direct au microscope a été délaissé au profit du comptage électronique plus rapide réalisé sur le lait de mélange des quatre quartiers de chaque vache du troupeau (CCI : Comptage Cellulaire Individuel), réalisé dans le cadre du contrôle laitier (prélèvements mensuels) ou dans le cadre d'un plan de prophylaxie des mammites (Hanzen, 2015).

#### **II.5.1.3 Comptage par le Coulter-Counter**

Le Coulter-Counter totalise les impulsions électriques qui résultent du passage de particules à travers un orifice situé entre deux électrodes. Quand une particule passe par l'ouverture, la résistance entre les deux électrodes est modifiée, produisant une impulsion électrique proportionnelle au volume de la particule. L'appareil est calibré de façon à ce que les particules étrangères ne soient pas comptées (Emile, 2006).

#### **II.5.1.4 Système Fossomatic**

Le système Fossomatic (système fluoro-opto-électronique) suppose la coloration préalable de l'ADN des noyaux au moyen d'un colorant fluorescent, le bromure d'éthidium. La fluorescence rouge ainsi émise après éclaircissement de la préparation au moyen d'une lampe au xénon, est proportionnelle à l'ADN du noyau. Un photomultiplicateur capte le signal fluorescent émis par les cellules et le transforme en signal électrique. Ce système ne détecte à peu près que les cellules inflammatoires puisque les amas de caséine et les particules inertes ne fixent pas le bromure d'éthidium. Les

bactéries ont un ADN plus diffus qui émet une lumière moins intense. L'appareil est calibré pour ne pas enregistrer ces signaux de plus faible intensité. Ce système permet l'analyse de 80 (Fossomatic 180) à 500 (Fossomatic 5000) prélèvements par heure qui au préalable doivent être homogénéisés par agitation (Hanzen, 2015).

## **II.6 TRAITEMENT ET PROPHYLAXIE DES MAMMITES SUBCLINIQUES**

### **II.6.1 Traitement**

Le traitement des mammites subcliniques en lactation est illusoire car il nécessite des traitements longs et coûteux pour un résultat aléatoire. La diminution du nombre de germes dans le lait et la limitation de la diffusion de l'infection au sein du troupeau peuvent motiver un tel traitement. L'efficacité est acceptable en choisissant des vaches jeunes avec des comptages cellulaires bas au moment du traitement. L'efficacité du traitement antibiotique est maximale au tarissement, c'est le traitement hors lactation. L'arrêt de la traite permet l'utilisation de formulations à l'origine de la persistance de l'antibiotique dans le quartier à des concentrations efficaces pendant 4 à 10 semaines. Le but de ce traitement est d'éliminer les infections existantes et de prévenir l'apparition de nouvelles infections (Craven, 1991 ; Sol et al, 1997).

### **II.6.2 Prophylaxie**

La prévention des mammites est possible en suivant quelques pratiques simples dont le but est de diminuer le taux de nouvelles infections et la durée des infections existantes.

#### **a. Hygiène de traite**

Les mamelles doivent être propres et sèches avant la traite. Si le lait est filtré, la présence de particules solides sur le filtre indique l'insuffisance de nettoyage des mamelles avant la traite, ou le manque d'hygiène lors de l'attachement et le détachement des unités de traite (Wattiaux, 2003).

#### **b. Bon fonctionnement de la machine à traire**

Le niveau de vide dans l'unité de traite doit être de 275 à 300 mm de mercure et doit fluctuer le moins possible. Les fluctuations sont réduites lorsque l'unité de traite ne siffle pas et lorsque la valve d'admission du vide est fermée avant de détacher l'unité de traite

du pis. Le fonctionnement du régulateur et de l'indicateur de vide doit être vérifié régulièrement. (Wattiaux, 2003).

**c. Le trempage des trayons**

Lorsque les mamelles sont trempées avec un léger désinfectant, le taux de nouvelles infections peut être réduit de plus de 50%. Le trempage des mamelles est efficace contre les deux organismes les plus contagieux: le *S. aureus* et *Strep. agalactiae*. Le trempage des mamelles empêche de nouvelles infections de se produire mais ne modifie pas les infections existantes. Ceci explique pourquoi, à court terme, beaucoup de producteurs ne voient pas l'effet positif du trempage. Pour obtenir un déclin rapide du niveau d'infection dans un élevage, il est nécessaire d'éliminer les vaches infectées (Wattiaux, 2003).

**d. Le traitement des quartiers au tarissement**

Après la dernière traite d'une lactation, l'infusion dans chaque quartier d'un antibiotique dont l'action est de longue durée, permet de réduire l'incidence de nouvelles infections pendant la période de tarissement. De plus, le traitement des mammites subcliniques est plus efficace au tarissement que pendant la lactation (Wattiaux, 2003).

**e. Traitement immédiat et adéquat de toutes les mammites cliniques**

Le choix du traitement de ces mammites doit être laissé au vétérinaire et la vache doit être mise à part des autres pour éviter la propagation de la maladie.

**f. Réforme des vaches qui ont des mammites chroniques**

Cette sélection, quoique parfois difficile à faire, est efficace car les recherches ont démontré que souvent pas plus de 6 à 8% des vaches d'un élevage sont responsables de 40 à 50% des mammites cliniques qui s'y produisent (Wattiaux, 2003).

**g. Bonne nutrition**

Les carences en sélénium et en vitamine E ont été associées avec une augmentation de nombre de mammites (Wattiaux, 2003).

---

# *Chapitre III*

## *PARTIE PRATIQUE*

---

A imprimer seul

## CHAPITRE III: PARTIE PRATIQUE

### III.1 OBJECTIFS

Notre étude réalisé à l'ITELV, au niveau de la station expérimentale et du laboratoire central du a pour objectifs d' :

1. Analyser les données de conduite d'élevage et de suivi sanitaire des vaches sur une période de six mois ;
2. Traiter les résultats des analyses physico-chimique et cytologique des laits issus des mêmes vaches ;
3. Analyser l'influence des infections intramammaires sur la production laitière ;
4. Etudier l'influence de la conduite d'élevage sur la production laitière, la qualité physico-chimique et cytologique du lait.

### III.2 CANEVAS GENERAL

Notre étude prospective, du novembre 2015 à avril 2016, a été réalisée sur un effectif de 29 vaches laitières de la ferme d'ITELV Baba Ali. Notre travail est scindé en deux parties : la première au niveau de la ferme et la deuxième au sein du laboratoire.

#### Au niveau de la ferme :

Nous avons entamé notre travail par une prospection de l'élevage via une fiche préalablement conçue. Cette dernière comporte des questions relevant de statut juridique de l'exploitation, de la conduite d'élevage des bovins laitiers, ainsi que du suivi sanitaire.

#### Au niveau du laboratoire :

Le lait des vaches est systématiquement orienté vers le laboratoire central pour l'analyse physico-chimique (Une fois / 15 jours) et cytologique (Une fois/ mois).

### III.3 PRESENTATION DE L'ELEVAGE

#### Informations générales

La population de vaches de notre investigation ont été prospecté dans leurs bâtiments et parfois au pâturage. Nos constatations sur place, l'interrogation des vétérinaires, des zootechniciens et les documents d'élevage, ont servi à la collecte des données.



**Figure 2 :** Ferme d'ITELV Baba Ali.

La ferme étatique de Baba Ali dispose d'un troupeau bovin de 150 têtes ; les vaches sont logées en stabulation libre sur aire paillée. Les vaches en lactation dans le bâtiment principal (grande étable vaches laitières), les génisses et les vaches taries dans un bâtiment annexe (étable tarie), ainsi qu'une étable jeunes bovins > 6mois, une nurserie < 6mois.

Les données du tableau 1, montre que le troupeau est composé essentiellement de vaches issues de croisement de races importées dites améliorées représentée majoritairement par la race Prim'Holstein, et le reste se partage entre les races Montbéliarde, brune des alpes, fleckvieh.

**Tableau 6 :** La structure et taille du troupeau bovin de la ferme de Baba Ali.

Catégories	Vaches laitières	Vaches en lactation	Génisses	Taurillons	Veaux	Velles	Taureaux	Total
Effectif	36	29	40	/	2	42	1	150

#### Production laitière et qualité de lait

Il convient de signaler que la ferme a acquis 42 velles en provenance du CNIAG pendant le mois de janvier 2016. Afin de recenser les pathologies fréquemment rencontrées au niveau de la ferme, les vétérinaires de la station étaient gentiment sollicités de relever, de manière rétrospective, les pathologies apparues au sein de l'élevage durant les 3 mois précédents notre étude.

Parmi les pathologies recensées, on peut citer en premier lieu les troubles digestifs et métaboliques, les affections respiratoires ont été signalées habituellement chez les velles. Quant aux troubles de la reproduction on constate des affections apparentes, touchant directement l'appareil reproductif des animaux, tels que les métrites, les rétentions placentaires, et les dystocies, par contre les troubles locomoteurs ont été évoqués par six

cas de boiteries. Durant notre prospection de l'élevage, cinq cas de mammites cliniques ont été diagnostiqués puis traités localement à l'aide des antibiotiques.

Le Californian Mastitis Test (CMT) est une méthode semi quantitative (0, +, ++, +++, +++) facile à mettre en œuvre ; elle est utilisée en vue du dépister les mammites subcliniques à une fréquence d'une fois par mois durant les mois de lactation.

#### **Gestion alimentaire dans l'élevage**

L'exploitation de Baba dispose d'un pâturage, la ration distribuée aux vaches, est composée essentiellement de fourrage sec (foin, paille ainsi que de la paille traitée à l'urée), fourrage en vert (luzerne, bersim, orge en vert, sorgho vert), dont l'utilisation est limitée à une courte période de l'année, l'ensilage et le concentré de production VLB17.

Un rationnement en fonction de stade physiologique (stade de lactation et l'état gestatif) associé à une distribution manuelle est adopté au sein de la ferme. En effet, les vaches tarées reçoivent une ration sèche composée de paille et du concentré, l'alimentation en période de tarissement dépendra des besoins de chaque vache.

#### **Caractéristiques de la pratique de traite**

Même si l'exploitation dispose d'une salle de traite en épi (figure 3), la traite des vaches s'effectue dans de mauvaises conditions hygiéniques. En présence de chariots trayeurs, la traite mécanique est pratiquée par les mêmes personnes, deux fois par jour à intervalle de 12 heures. Le lavage des mamelles est effectué par un jet d'eau de robinet, les premiers jets du lait sont déversés directement sur le sol. En fin de traite, même si l'égouttage faisait défaut, le trempage des trayons dans une solution antiseptique n'est que rarement appliqué. Enfin, la machine à traire ainsi que le matériel de traite sont nettoyés après chaque utilisation par un CIP : c'est une alternance acido-basique (hyprochlor, hypracid).



**Figure 3:** Salle de traite en épi de l'ITELV.

### III.4 FICHE INDIVIDUELLE

La grande majorité des vaches de la ferme sont de race laitière Pie noire Prim'Holstein et Montbéliarde. Sur les vaches retenues dans notre étude, on constate que 62% sont de race Pie noire Prim'Holstein et 38% de race Montbéliarde. Par ailleurs, 59 % des vaches étudiées étaient des primipares et 41% des multipares.

Les vêlages se répartissent d'un vêlage facile sans aucune intervention externe à un vêlage dystocique nécessitant une assistance médicale. Les vêlages chez les Prim'Holstein sont plus facile par rapport à la Montbéliarde. Une fréquence de 21% de rétention placentaire a été enregistrée sur les 29 vaches. Une légère supériorité a été notée chez les vaches Pie noire Holstein. Un taux de 21% des cas de métrite était recensé dont 14% pour la Holstein et 7% chez la Montbéliarde. Par ailleurs, une fréquence de 27.5% d'apparition de mammites a été notée pour les deux races. Enfin, la Prim'Holstein à une fréquence pour les boiteries de 27.5 %, la race Montbéliarde a enregistré 20.6%.

Le suivi de la cinétique de l'état corporel des vaches chaque mois nous a permis de classer les vaches en 3 classes :

**Tableau 7** : Catégorisation des BCS des vaches retenus dans notre enquête

Classe	Mention de BCS	Normes
<b>Classe 1</b>	Médiocre	BCS < 2.5
<b>Classe 2</b>	Moyen	$2.5 \leq \text{BCS} \leq 3.25$
<b>Classe 3</b>	Très bon	BCS > 3.25

La répartition des vaches selon la qualité d'état d'embonpoint montre une variation importante entre les classes avec une dominance de la classe moyenne pour les Montbéliardes ; et la 1ère classe pour la Pie noire Holstein.

Pour le niveau d'hygiène nous avons utilisé le système de notation illustré dans la figure 4 (Jan, 2007).

		Score 1: target	Score 2: acceptable	Score 3: danger zone	Score 4: too dirty	Score 5: unacceptable
	<b>Udder</b> Includes fore and rear udders, and udder floor and teats.					
	<b>Lower rear legs</b> Area from point of hock to floor including hoof.					
<b>Herd Tally</b> Use to score herd or pen of cows when individual cow ID is not important. Score each cow and place check mark in cleanliness score box for each cow's overall cleanliness score.						

Source: Chiappini et al., J.K. Roseau, Univ. of Minnesota.

**Figure 4:** Système de notation du niveau d'hygiène (Jan, 2007).

La note d'hygiène est enregistrée à la première visite pour chaque vache. Nous avons étudié ce paramètre et les résultats trouvés sont représentés dans le tableau 8. Ce dernier est considéré acceptable pour 45% de vaches.

**Tableau 8:** Indice de propreté de la mamelle.

Scores	Mention	Pourcentage
Score 1	Objectif à atteindre	45%
Score 2	Acceptable	24%
Score 3	Danger	27%
Score 4	Trop sale	3%
Score 5	Inacceptable	0%

En ce qui concerne la conformation de la mamelle nous avons noté l'absence de quartier atrophie ainsi que le plancher de la mamelle nettement au-dessus du jarret chez la totalité des vaches.

### III.5 Présentation du laboratoire



**Figure 5:** Laboratoire central de Baba Ali.

Le laboratoire central de BABA ALI (figure 5) se situe à 4 Km de l'institut d'élevage. C'est un laboratoire bien équipé comportant plusieurs unités : unité d'analyse du lait, miels et pollens, microbiologie, aliments du bétail ainsi que l'hématologie. Afin de réaliser les analyses du lait, notre travail a été réalisé au sein de l'unité d'analyse du lait en se servant de :

- ✚ Un analyseur de lait EKOMILK ULTRA ;
- ✚ Un FOSSOMATIC «FOSS» type 79910 avec accessoire aussi ;
- ✚ MILKOSCAN FT1 «FOSS» ;
- ✚ Auto analyseur LACTOSTAR ;
- ✚ Bain Marie BM 36 V ;
- ✚ Etuve à ventilation BINDER.

## **III.6 MATERIEL UTILISE**

### **III.6.1 Population de l'étude**

Du novembre 2015 à avril 2016, 29 vaches laitières, âgées de 3 ans à 8 ans ont été maintenues pour cette étude. Parmi elles, se trouvent 18 vaches de race Prim'Holstein et 11 vaches de race Montbéliarde. Ces 29 vaches proviennent de l'exploitation ITELV, située à BABA ALI (ALGER).

### **III.6.2 Matériel biologique (lait)**

Les prélèvements du lait cru ont été effectués sur toutes les vaches saines. Des échantillons de 200 mL du lait est collecté durant la traite de l'aube (4h du matin). Le conditionnement des échantillons du lait se faisait dans des flacons stériles étanches en verre identifiés par une étiquette (figure 6). Les prélèvements étaient directement acheminés vers le laboratoire où ils sont immédiatement analysés.

Les échantillons de lait individuel ont été prélevés au milieu de la traite, alors que les échantillons de lait collectif ont été prélevés à la fin (lait de mélange), tout en ayant recours à une homogénéisation de mélange collecté avant le prélèvement. Les prélèvements étaient effectués systématiquement chaque mois.



**Figure 6** : Echantillon du lait.

### **III.6.3 Appareillages**

#### **III.6.3.1 EKOMILK Milk Analyzer**

Pour l'analyse physico- chimique, nous avons utilisé un appareil - EKOMILK- (figure 7) qui peut analyser la matière grasse, les protéines et la matière sèche dans différents types de lait. L'appareil permet la mesure par ultrasons des paramètres physique et chimique du lait, il a l'avantage de :

- ✚ Afficher des résultats de 10 paramètres différents dans moins de 90 secondes ;
- ✚ Permet d'éviter la préparation, l'homogénéisation et/ou le chauffage des échantillons ;
- ✚ Permet de faire un grand nombre de mesures sur de petites quantités de lait ;
- ✚ Mesure de précision d'ajustement.

#### **Mode opératoire**

L'appareil est doté d'une petite tasse en plastique qu'on doit remplir suffisamment et placer à l'endroit de prise de la mesure.

- ✚ Il faut faire attention à ce que le tube d'admission soit plongé dans l'échantillon ;
- ✚ La tasse est accrochée à sa position de prise grâce à la goupille en plastique placée à son bord inférieur ;
- ✚ Remplir encore une autre tasse du même lait et on la place à l'endroit de mesure de pH, puis on plonge l'électrode pH et la sonde thermique dans le lait (cette opération n'est pas réalisée dans ce travail) ;

- ✚ Avant de placer les deux tasses, remuer le lait pour obtenir un échantillon homogène ;
- ✚ Entre chaque passage de prélèvement à l'appareil, procéder au rinçage des électrodes et la pompe d'extraction ainsi que l'électrode pH et la sonde thermique à l'eau distillée afin d'avoir des résultats fiables que possible ;
- ✚ Chaque prélèvement a subi deux passages. Nous avons pris la moyenne des deux résultats.



**Figure 7 : EKOMILK Milk Analyzer.**

### III.6.3.2 FOSSOMATIC™ FC

Système fossomatic (Méthode Fluoro-opto-Electronique) (figure 8), ce test est fondé sur la coloration préalable de l'ADN des noyaux au moyen d'un colorant fluorescent (le bromure d'éthidium). La fluorescence rouge ainsi émise après éclaircissement de la préparation au moyen d'une lampe xénon, est proportionnelle à l'ADN du noyau. Un photomultiplicateur capte le signal fluorescent émis par les cellules et le transforme en signal électrique. Ce système ne détecte à peu près que les cellules inflammatoires puisque les amas de caséines et les particules inertes ne fixent pas le bromure d'éthidium. Les bactéries ont un ADN plus diffus qui émet une lumière moins intense. L'appareil est calibré pour ne pas enregistrer ces signaux de plus faible intensité.

La méthode fluoro-opto-électronique peut être appliquée à la numération des cellules somatiques selon deux principes :

- ✚ Méthode fluoro-opto-électronique sur disque

✚ Méthode fluoro-opto-électronique à flux



**Figure 8:** FOSSOMATIC™ FC

**III.6.3.3 Bain-marie.**

Les échantillons ont été analysés après chauffage dans un bain-marie (figure 9) à 40 °C.



**Figure 9:** Appareil Bain-marie.

### III.6.3.4 Test CMT (California Mastitis Test)

**Tableau 9:** Technique de réalisation de *Californian Mastitis Test* (CMT)

Procédures	Interprétation des résultats	
<p>&amp;- Traire pour chaque quartier quelques jets (sans écume!) de lait dans la palette du test.</p>		<p><b>négatif (-)</b> (pas de réaction) jusqu'à env. 250'000 cellules Le mélange lait-solution du test conserve la même fluidité</p>
<p>&amp;- Incliner la palette de manière à ne laisser que 2 à 3 mL de lait par récipient (niveau marqué)</p>		<p><b>légèrement positif ou + &lt; 1.5 millions de cellules / mL</b> Formation de stries visibles uniquement lorsque la palette est en mouvement</p>
<p>&amp;- Ajouter une quantité équivalente de solution test dans chaque récipient.</p>		<p><b>moyennement positif ou ++ &lt; 5 millions de cellules / mL</b> Formation nette d'une couche visqueuse. Possible de faire couler le mélange par portions.</p>
<p>&amp;- Mélanger par rotation horizontale pendant 30 secondes de lait et la solution test.</p> <p>&amp;- Évaluer la fluidité du mélange en inclinant la palette.</p> <p>&amp;- Interpréter les résultats</p>		<p><b>fortement positif ou +++ &gt; 5 millions de cellules / mL</b> Formation d'une couche de gelée restant collée. Plus possible de faire couler le mélange par portions.</p>

**Note :** Vue la subjectivité de différenciation entre le degré de la lyse cellulaire, on a pris en considération uniquement l'aspect qualitatif de test.

### III.7 RESULTATS ET DISCUSSION

#### Axe 1 : Contexte de l'étude

##### 1. Aspect descriptif

##### a. Description de la population de l'étude

Notre étude a été réalisée sur 29 vaches, dont 18 de race Prim'Holstein et 11 Montbéliarde ayant une moyenne d'âge de  $5.7 \pm 1.36$  ans et  $5 \pm 1.34$  ans. Les valeurs moyennes d'état d'embonpoint des vaches sont inférieures aux normes souhaitées. Les vaches Montbéliardes ont une moyenne de BCS ( $3.07 \pm 0.44$ ) légèrement supérieur aux autres. La différence des moyennes de production laitière chez les vaches Prim'Holstein et Montbéliarde est de 0.9L. La différence de nombre de vaches ayant un CCS hors norme est d'un seul cas (Montbéliarde).

**Tableau 10:** Description de la population des vaches retenues dans cette étude.

Facteurs / Races	Paramètres	Pie noire Holstein	Montbéliarde
Vaches	Nombre de têtes	18	11
Age	Moyenne $\pm$ écart-type	$5.7 \pm 1.36$	$5.0 \pm 1.34$
BCS	Moyenne $\pm$ écart-type	$2.43 \pm 0.66$	$3.07 \pm 0.44$
Production laitière	Moyenne $\pm$ écart-type	$358.9 \pm 127.9$	$359.8 \pm 138.5$
CS : > 400 000 cell /mL	No. de cas	12(9%)	13(5.07%)

##### b. Caractérisation des variations mensuelles de la ration distribuée

Du fait que l'accès au pâturage est limité habituellement à quelques heures par jour, l'alimentation à l'auge est souvent associée. En fonction des ressources disponibles, le programme alimentaire adopté est variable et la paille constitue la ration de base. Bien que les vaches ne reçoivent du fourrage vert que durant une courte période de l'année (distribué majoritairement en mois de mars et avril), le concentré est associé aux vaches tout au long de l'élevage. Le foin, la luzerne, l'orge vert et hydroponique ont été distribués en quantité variable selon la disponibilité (Voir tableau).

**Tableau 11** : Variations mensuelles des aliments distribués : Nature et quantité d'aliments.

Mois	Paille (kg)	Foin (kg)	Luzerne (kg)	Orge vert (kg)	Orge hydro (kg)	Fourrage vert (kg)	Concentré (kg)	Paille à 5% urée (jours)	Pâturage (Jours)
Nov.	9.2	0	3.06	0	0	0	7.75	0	09
Déc.	7	0	0	0	0	0	7.5	16	31
Jan.	7	0	0	0	0	0	7.5	4	31
Fév.	9.51	0	0	47	12	0	7.5	10	11
Mar.	8.03	0	0	0	0	43	9	27	29
Avr.	0	3.5	0	0	0	45.25	8.5	0	24

## Axe 2 : Impact du mois-ration sur le BCS, le CCS et les niveaux de production

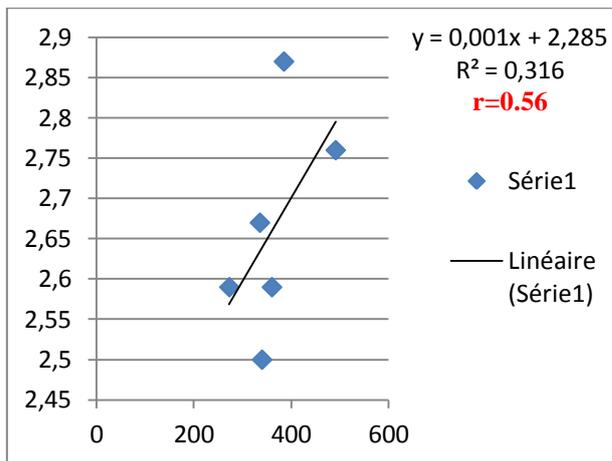
### 1. Résultats globaux

D'après les résultats reportés dans le tableau ci-dessous, on note que la moyenne mensuelle globale du BCS des vaches est de 2.66 allant de 2.5 jusqu'à 2.87. Ces dernières ont une moyenne de production laitière mensuelle globale de 363.94 L avec une variation de 272.65l à 491.03L, et ce, en présence de 25 cas avec CCS >400000 cells/mL.

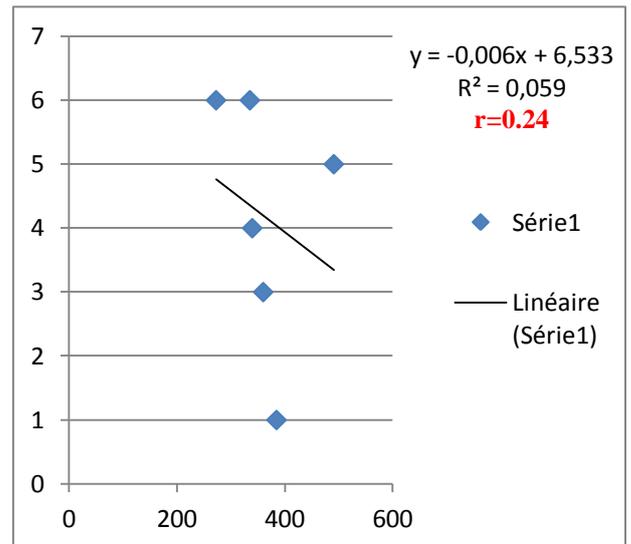
**Tableau 12** : Variations mensuelles des niveaux de production laitière, CCS et de BCS.

Mois	Paramètres	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Total
<b>Production laitière</b>	Moyenne	272.65	335.36	360.08	339.76	384.76	491.03	363.94
<b>BCS</b>	Moyenne	2.59	2.67	2.59	2.5	2.87	2.76	2.66
<b>CCS&gt;400000</b>	Nombre	6	6	3	4	1	5	25

L'étude de la relation entre le BCS et le niveau de production laitière a montré un coefficient de 0.56 indiquant une forte corrélation positive entre les paramètres étudiés. Tandis que le CCS montre un coefficient de 0.24 correspondant à une corrélation négative d'intensité moyenne.



**Figure 10:** Variation de la PL selon le BCS



**Figure 11 :** Variation de la PL selon le CCS

La réduction de temps d'accès au pâturage, le déficit de rationnement et le nombre de vaches avec des CCS élevés pourraient expliquer la réduction de la production laitière durant les mois de novembre, décembre et février. L'accroissement du fourrage vert associé à un pâturage adéquat ainsi qu'une distribution du concentré a permis d'augmenter la production laitière en mois de mars et avril (491.03L).

L'amélioration du calendrier fourrager au cours du mois de mars et avril a conduit à une augmentation des réserves corporelles par un renforcement énergétique à l'origine du gain en production laitière.

## 2. Effet de la race et impact du BCS et CCS sur la production laitière

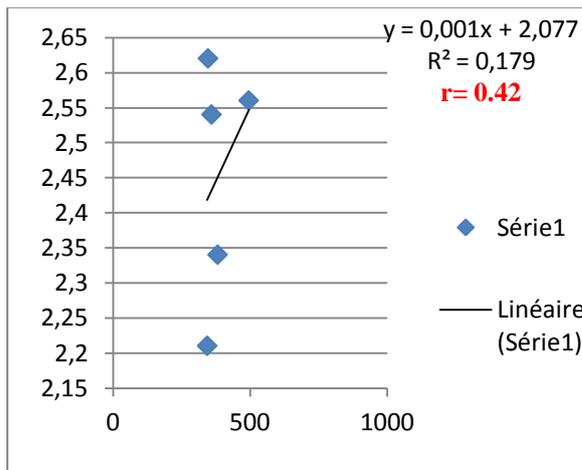
Selon les résultats du tableau ci-dessous, on constate que la moyenne mensuelle des BCS durant l'étude est de 2.43 avec une variation de 2.21 jusqu'à 2.62 pour la Prim'Holstein, au moment où la Montbéliarde présente une moyenne de 3.06 avec une échelle allant de 2.89 à 3.21. Une moyenne de production laitière de 367.2 L [279.5L à 494.5L], et de 353.9L [260.0L à 487.6L] est observée pour la Prim'Holstein et la Montbéliarde respectivement. Un total de 13 cas de race Montbéliarde et 12 de race Prim'Holstein ont exposé un CCS >400000 cells/mL.

**Tableau 13** : Effet race de l'impact du BCS et CCS sur la production laitière chez les vaches

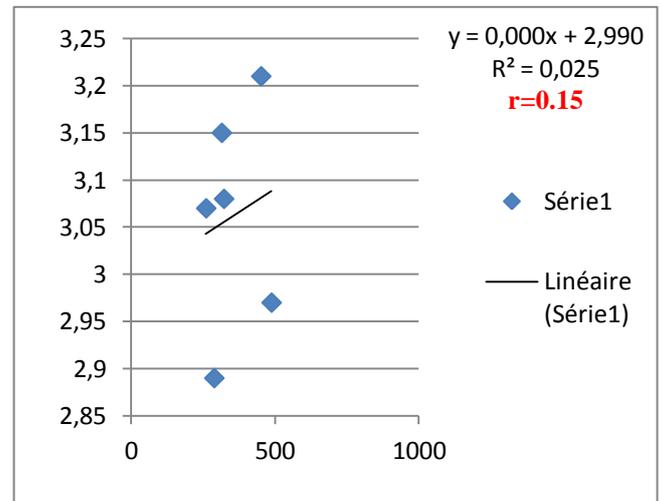
Mois	Paramètres	Races	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mar.	Avr.	Total
<b>Production laitière</b>	Moyenne	P.N.H	279.5	358.9	381.1	343.1	345.9	494.5	<b>367.2</b>
		Mont	260.0	288.3	314.5	322.1	451.4	487.6	<b>353.9</b>
<b>BCS</b>	Moyenne	P.N.H	2.33	2.54	2.34	2.21	2.62	2.56	<b>2.43</b>
		Mont	3.07	2.89	3.15	3.08	3.21	2.97	<b>3.06</b>
<b>CCS&gt;400000</b>	Nombre	P.N.H	4	2	2	1	0	3	<b>12</b>
		Mont	2	4	1	3	1	2	<b>13</b>

**a. Effet race de l'impact du BCS sur la production laitière**

L'étude de corrélation entre les BCS et les niveaux de production laitière a montré un coefficient de 0.42 indiquant une corrélation positive d'intensité moyenne pour la Prim'Holstein. Il en va de même pour la Montbéliarde avec un R = 0.15 désignant une faible corrélation positive.



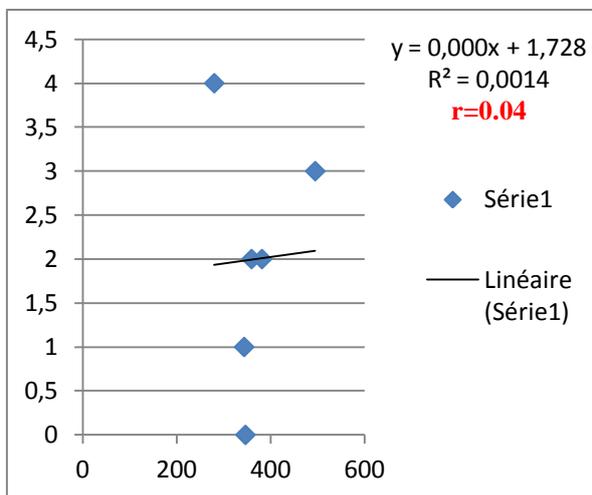
**Figure 12** : Corrélation entre BCS et PL chez la Prim'Holstein



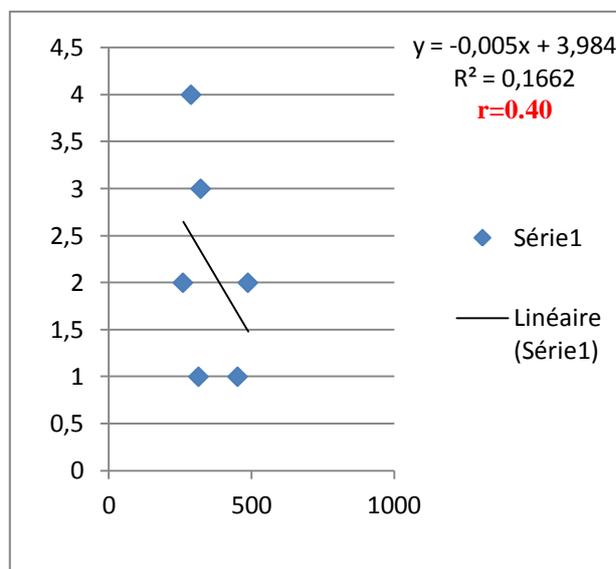
**Figure 13** : Corrélation entre BCS et PL chez la Montbéliarde

**b. Effet race de l'impact du CCS sur la production laitière**

Pour le CCS, des coefficients de 0.04 et 0.40 ont été remarqué respectivement pour la Prim'Holstein et la Montbéliarde indiquant une faible corrélation positive pour la première et une négative d'intensité moyenne pour la seconde.



**Figure 14 :** Corrélation entre CCS et PL chez la Prim'Holstein



**Figure 15 :** Corrélation entre CCS et PL chez la Montbéliarde

**Axe 3 : Facteurs de variation des niveaux de production laitière et de la qualité du lait**

**1. Aspect global : analyse selon les moyennes**

**a. Aspect descriptif**

Selon les résultats ci-dessous ; la moyenne de production laitière varie entre 300.5 L enregistrée en fin de lactation pour un total de 29 têtes, jusqu'à 521.8L observée au cours du deuxième mois avec 4 têtes pour la Prim'Holstein. La Montbéliarde quant à elle enregistre une variation allant de 226.2L (11 têtes) au cours du dernier mois avec un pic de 496.6 (5 têtes).

On constate une moyenne d'âge de 6 ans pour les deux races. Une moyenne BCS de 2.8 (> de 10 mois) et un score médiocre de 1.8 au cours du quatrième et cinquième mois pour la Prim'Holstein, alors que la Montbéliarde présente un score de 3.5 (> 10 mois) et un score moyen de 2.5 (4ème et 5ème mois).

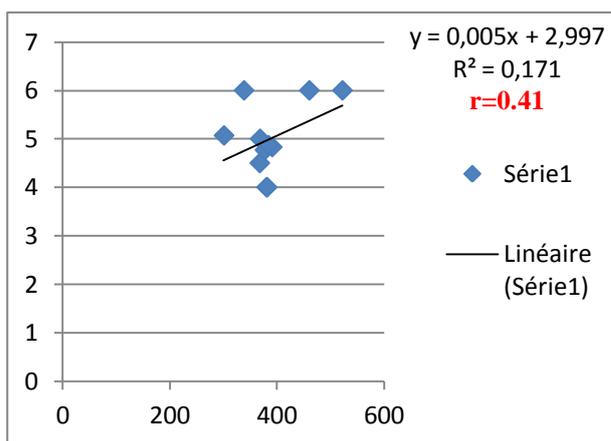
On enregistre au total 5 Prim’Holstein ayant un CCS >400000 cells/mL à plus de 10 mois de lactation, une variation de 0 à 2 cas a été enregistrée pour la Montbéliarde.

**Tableau 14 :** Facteurs de variation de la production laitière des vaches Holstein et Montbéliarde.

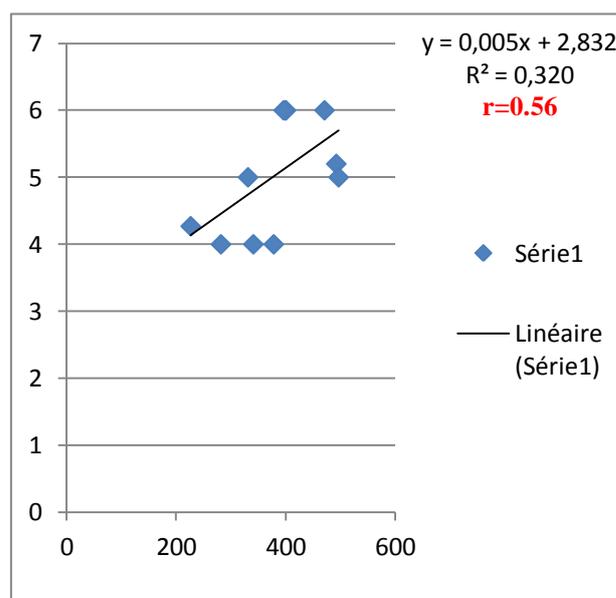
Paramètres	Races	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	>M10
No vaches	P.N.H	4	4	4	1	1	4	5	6	9	8	28
	Mont	6	5	5	2	2	2	2	2	2	2	11
Age	P.N.H	6	6	6	4	4	4.5	5	4.83	4.77	4.87	5.07
	Mont	5	5.2	5	4	6	6	6	6	4	4	4.27
BCS	P.N.H	2.4	2.4	2.6	1.8	1.8	1.9	2.6	2.0	2.2	2.4	2.8
	Mont	2.9	3	3	2.5	2.5	2.8	3.0	3.3	2.8	3	3.5
PL	P.N.H	337.9	521.8	459.9	381	380	367.3	367.9	390.5	376.8	383.5	300.5
	Moyenne	Mont	331.0	492.3	496.6	378.0	400	399.8	470.8	396	281.5	340.8
>400 000 cells /mL	P.N.H	1	0	0	0	0	2	1	2	1	0	5
	Mont	2	2	1	1	2	1	1	1	0	0	2

**b. Variations de la production laitière en fonction de l’âge**

Un coefficient de corrélation positive entre l’âge et le niveau de production de 0.41 et de 0.56, d’intensité moyenne et fortement positif pour la Prim’Holstein et la Montbéliarde a été noté.



**Figure 16:** Corrélation entre PL et l’âge chez la Prim’Holstein.

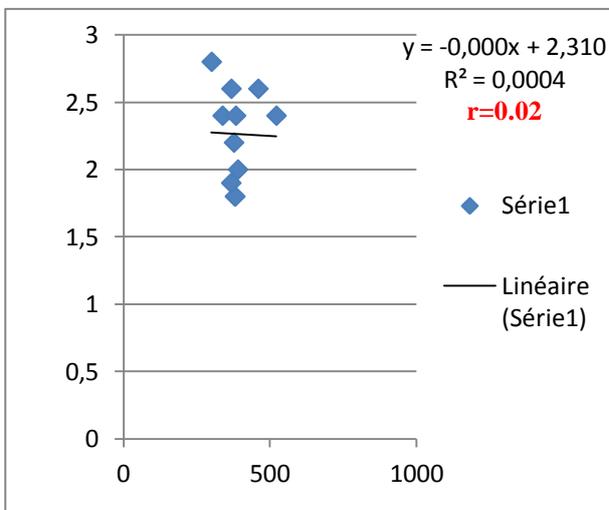


**Figure 17:** Corrélation entre PL et l’âge chez la Montbéliarde.

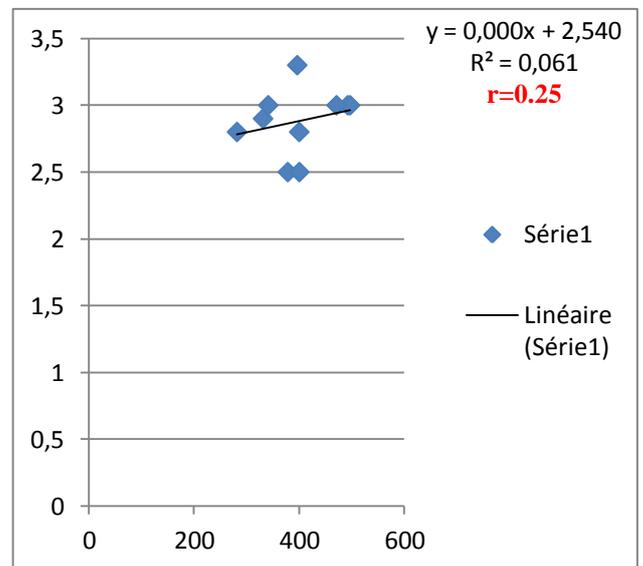
Veisseyre en 1979, a décrit que la quantité du lait augmente généralement du 1er vêlage au 5eme, puis diminue sensiblement et assez vite à partir du 7eme mois. Nos résultats montre que la production laitière augmente considérablement avec l'âge, avec une production maximale à une moyenne d'âge de six ans (521.8 L ; 459.9 L) et de cinq ans (492.3L ; 496.6 L) respectivement pour la Prim'Holstein et Montbéliarde.

**c. Impact du BCS sur la production laitière**

Pour le BCS des coefficients de 0.02 et 0.25 ont été noté chez la Prim'Holstein et la montbéliarde respectivement marquant des corrélations faible et d'intensité moyenne suivant les races.



**Figure 18:** Corrélation entre PL et le BCS chez la Prim'Holstein

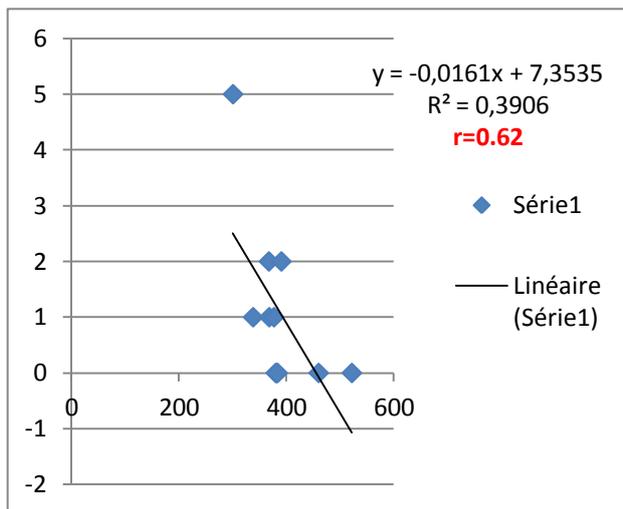


**Figure 19:** Ccorrélation entre PL et BCS chez la Montbéliarde.

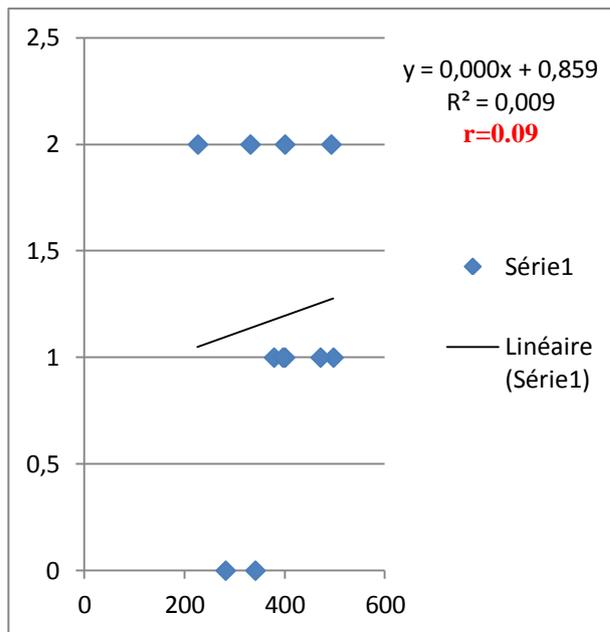
Le tableau montre que les moyennes des notes d'état corporel de la phase de début de lactation des vaches sont comprises entre 2.4 (P.N.H) et 3 (Mont). Ces valeurs concordent avec les scores conseillés. La plus forte moyenne 2.5 et 3 a été obtenue vers la fin de lactation correspondant à la reconstitution des réserves corporelles. Les valeurs minimales sont basses (1.8 / 2.5) au milieu de la lactation ce qui est loin de l'objectif souhaité.

**d. Impact de CCS sur le niveau de production**

La relation entre la production laitière et le nombre de cas ayant un CCS supérieur à 400000 cell/mL est la suivant : Une corrélation forte corrélation négative (R=0.62) pour la Prim'Holstein indiquant et une faible corrélation positive (R= 0.09) chez la Montbéliarde.



**Figure 20:** Corrélation entre le PL et le CCS chez la Prim'Holstein



**Figure 21:** Corrélation entre le PL et CCS chez la Montbéliarde.

Le nombre de vaches ayant un CCS > 400000 cell/mL constitue une minorité durant les sept premiers mois de lactation. Alors qu'un nombre important est observé chez les vaches de plus de dix mois de lactation.

## 2. Variations individuelles : analyse selon la variance

### a. Aspect descriptif

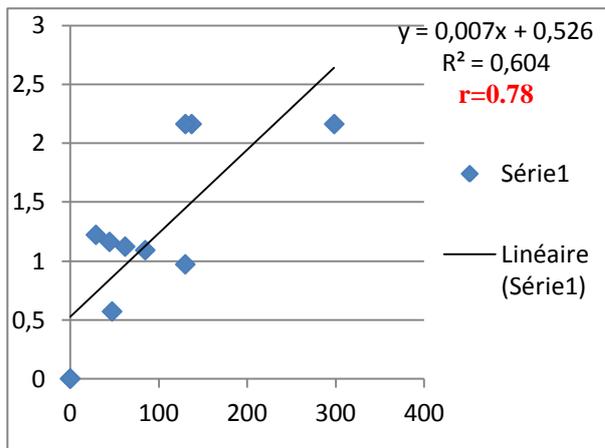
La déviation standard de l'âge des vaches en lactation varie de 0.0 à 2.16 et de 0 à 2.82 respectivement pour la Prim'Holstein et la Montbéliarde. La variation standard de la production laitière oscille entre 0.0 à 298.43 pour la Prim'Holstein et de 12.02 à 142.6 pour la montbéliarde. Par contre l'écart-type du BCS varie de 0.0 à 0.96 chez la Prim'Holstein et de 0.0 jusqu'à 0.49 pour la montbéliarde.

**Tableau 15** : Variations standards des facteurs de variation de la production laitière chez les vaches

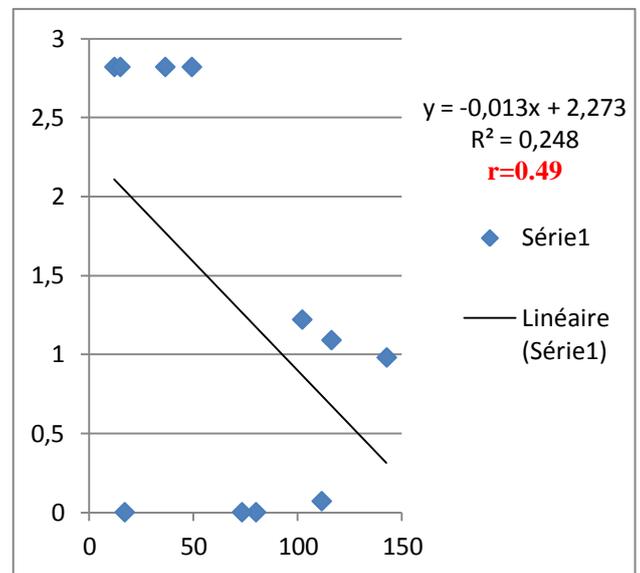
Paramètres	Races	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	>M10
No vaches	P.N.H	4	4	4	1	1	4	5	6	9	8	28
	Mont	6	5	5	2	2	2	2	2	2	2	11
Age	P.N.H	2.16	2.16	2.16	0	0	0.57	1.22	1.16	1.09	1.12	0.97
	Mont	0.98	1.09	1.22	0	2.82	2.82	2.82	2.82	0	0	0.07
BCS	P.N.H	0.71	0.78	0.5	0	0	0.14	0.96	0.19	0.35	0.37	0.74
	Mont	0.49	0.45	0.18	0.35	0	0.35	0.7	0	0.35	0.7	0.07
Production laitière	P.N.H	137.27	130.25	298.43	0	0	47.33	29.08	44.46	84.78	62.06	130.07
	Mont	142.6	116.11	102.08	16.97	12.02	49.14	36.41	14.85	79.9	73.18	111.42
> 400 000 cell /mL	P.N.H	1	0	0	0	0	2	1	2	1	0	5
	Mont	2	2	1	1	2	1	1	1	0	0	2

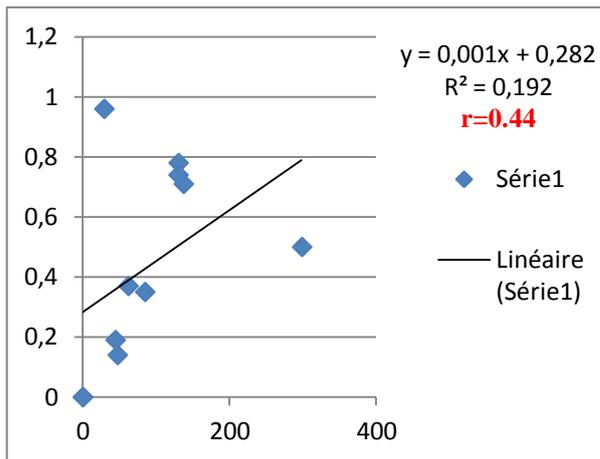
**b. Variations individuelles de la production laitière en fonction de l'âge**

On note un coefficient de 0,78 indiquant une forte corrélation positive entre l'âge et la production laitière chez la Prim'Holstein contre une corrélation négative d'intensité moyenne chez la Montbéliarde avec un coefficient de 0.49.

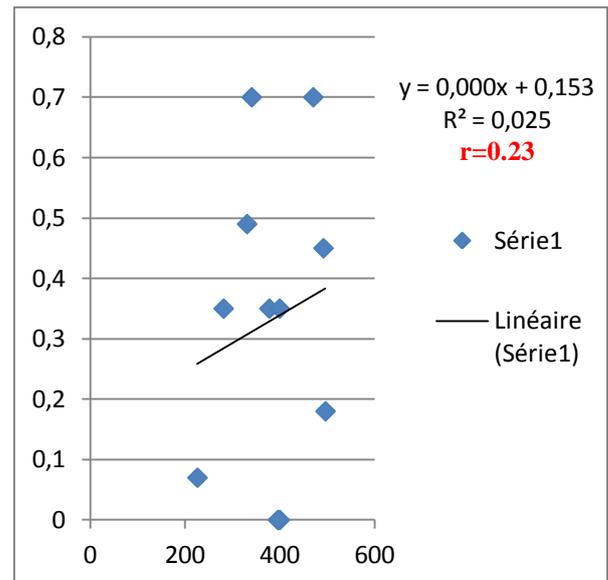


**Figure 22** : Corrélation entre écart-type PL et l'âge chez la Prim'Holstein





**Figure 24:** Corrélation entre écart-type PL et le BCS chez la Prim'Holstein



**Figure 25:** Corrélation entre écart-type PL et le BCS chez la Montbéliarde.

### 3. Qualité physico-chimique et cytologique

#### a. Aspect descriptif

Selon les résultats du tableau ci-dessous, on note une variation des paramètres physico-chimique au cours des mois de lactation. La Prim'Holstein présente des variations allant de 3.77 à 5.31 pour la MG, (2.64 ; 2.85) pour les protéines, (10.05 ; 12.61) EST, (6.52 ; 7.29) et finalement l'ESD (6.52 ; 7.25). Alors que la Montbéliarde présente des fluctuations allant de (3.46 à 5.38) pour la MG de 2.77 jusqu'à 2.91 pour les protéines, EST (10.98 ; 12.74), quant à l'ESD de (6.69 ; 7.66).

La moyenne de production laitière varie entre 300.5 (fin de lactation) à 521.8L en deuxième mois pour la Prim'Holstein. La montbéliarde quant à elle enregistre une variation allant de 226.2L au cours du dernier mois avec un pic de 496.6L lors du troisième mois.

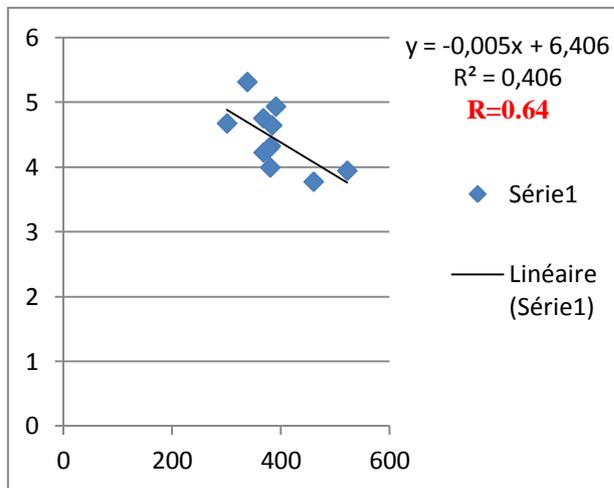
Concernant le CCS, on observe un taux élevé (1515.8cells mille / mL) au cours du 9eme mois de lactation pour la Prim'Holstein, au moment où la Montbéliarde présente des taux de (2202/2311.5cells mille/mL) au 4eme et 5eme mois de lactation.

**Tableau 16:** Effet de niveau de production sur la qualité physico-chimique et cytologique du lait.

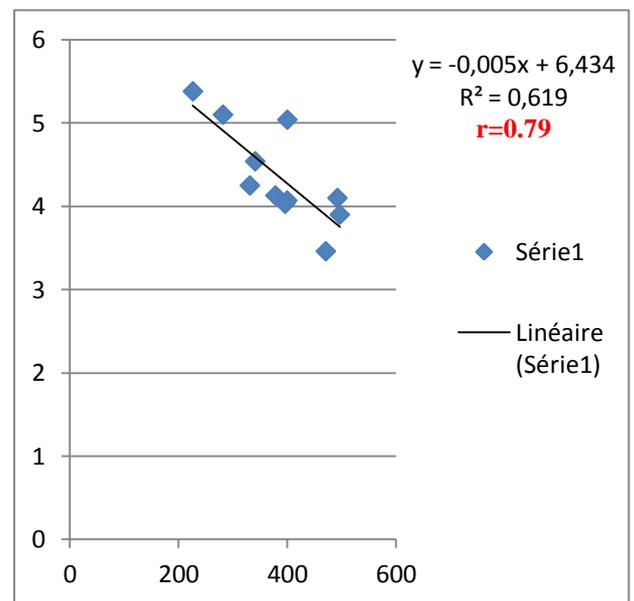
Paramètres	Races	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	>M10
Vaches (No.)	P.N.H	4	4	4	1	1	4	5	6	9	8	28
	Mont	6	5	5	2	2	2	2	2	2	2	11
PL. (Moyenne)	P.N.H	337.9	521.8	459.9	381	380	367.3	367.9	390.5	376.8	383.5	300.5
	Mont	331.0	492.3	496.6	378.0	400	399.8	470.8	396	281.5	340.8	226.2
MG (%)	P.N.H	5.31	3.94	3.77	4.32	3.99	4.57	4.22	4.93	4.28	4.64	4.67
	Mont	4.25	4.1	3.9	4.13	5.04	4.07	3.46	4.03	5.1	4.54	5.38
Protéines (%)	P.N.H	2.78	2.72	2.77	2.7	2.64	2.73	2.69	2.78	2.78	2.81	2.85
	Mont	2.9	2.77	2.78	2.82	2.8	2.81	2.87	2.9	2.79	2.9	2.91
EST (%)	P.N.H	12.61	11.1	10.05	11.42	10.93	11.27	11.28	11.46	11.41	11.59	11.9
	Mont	11.58	10.98	11.24	11.56	11.74	11.9	11.41	11.69	12.41	12.17	12.74
ESD (%)	P.N.H	7.29	7.16	7.29	7.09	6.93	6.71	7.06	6.52	7.13	6.69	7.27
	Mont	7.33	6.88	7.33	7.43	6.69	7.38	6.69	7.66	7.31	7.63	7.35
CCS (No cell/mL)	P.N.H	153	60.75	106.25	58	53	558.5	340.8	443.2	1515.8	151.25	293.4
	Mont	545.6	258.8	165.6	2202	826.5	473.5	2311.5	409	147.5	245.5	325.7

**b. Impact du niveau de production sur la matière grasse**

L'étude de corrélation entre MG et niveau de production a montré des coefficients de corrélation de 0,64 et 0,79 respectivement pour la Prim'Holstein et la montbéliarde indiquant une forte corrélation négative.



**Figure 26:** Impact de niveau de PL sur le taux de MG chez la Prim'Holstein.



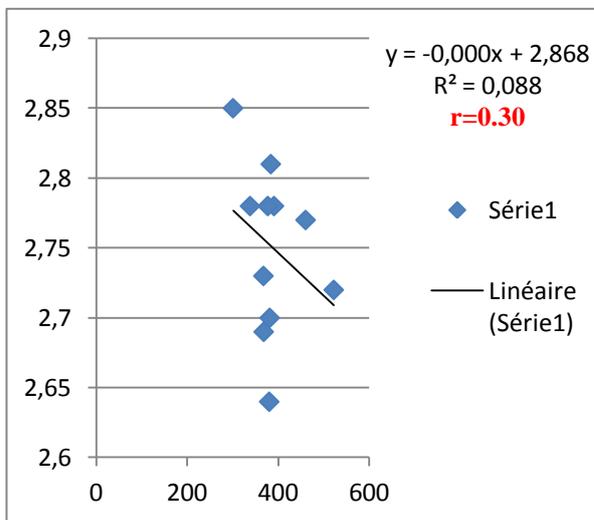
**Figure 27:** Impact de niveau de PL sur le taux de MG chez la Montbéliarde.

Le taux de matières grasses, élevé au vêlage, diminue au cours du premier mois et se maintient à un niveau minimal pendant le deuxième mois. Il amorce ensuite une remontée

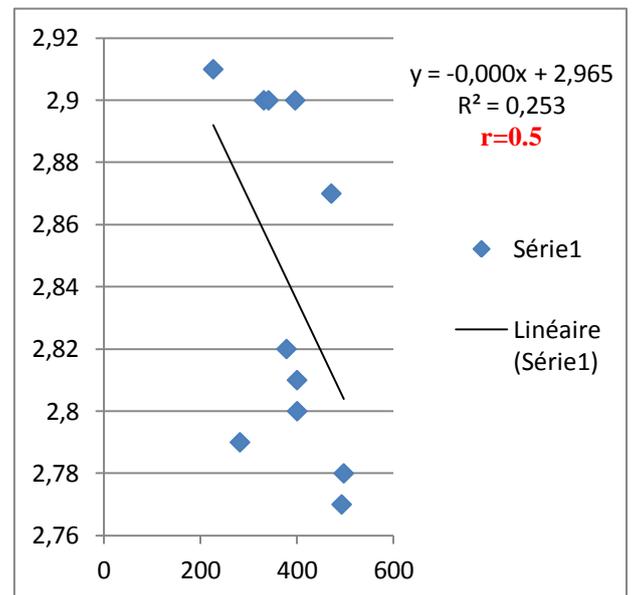
jusqu'au tarissement. En outre, le taux butyreux, a tendance à diminuer au cours des lactations successives (Meyer et Denis, 1999). Nos résultats coïncide avec la bibliographie, une teneur de matière grasse de 4.86% pour Prim'Holstein est notée et de 4.8 % pour la Montbéliarde. On observe des taux élevés au début de lactation, des taux minimales autour du 2eme et 3eme mois puis en hausse jusqu'à la fin de lactation.

### Impact des niveaux de production sur le taux protéique

Pour les protéines on note des coefficients de ( $R=0,3$  et  $R=0.5$ ) montrant une corrélation négative d'intensité moyenne pour la Prim'Holstein et forte pour la Montbéliarde.



**Figure 28 :** Impact de niveaux de PL sur le taux protéique chez la Prim'Holstein.

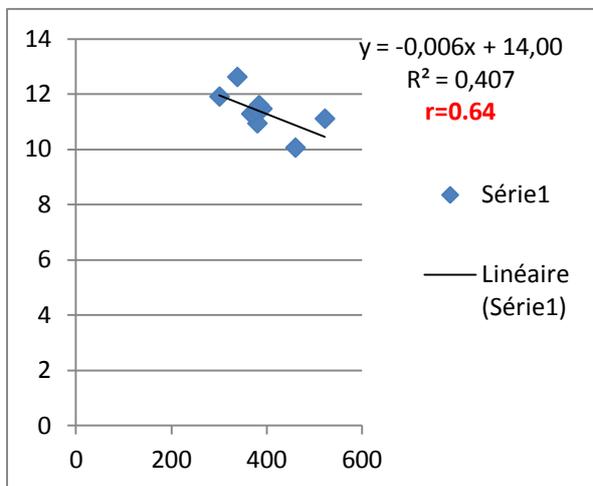


**Figure 29:** Impact de niveaux de PL sur le taux protéique chez la Montbéliarde.

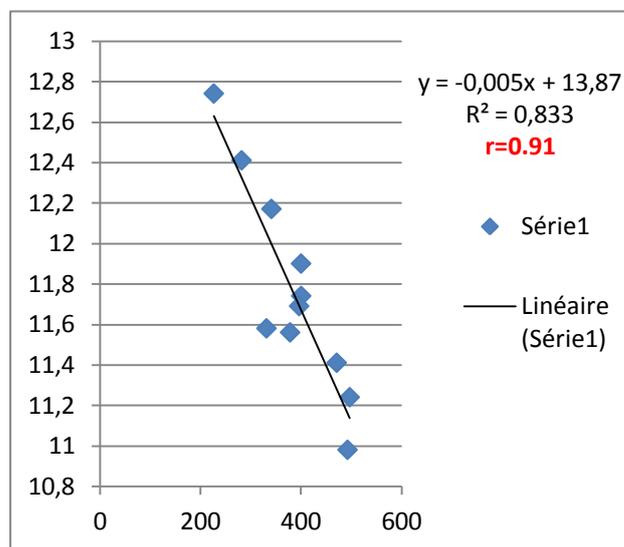
Meyer et Denis (1999) signalent que le taux de matières azotées est élevé au vêlage, diminuent au cours du premier mois et se maintient à un niveau minimal pendant le deuxième mois, le taux amorce ensuite une remontée jusqu'au tarissement. Enfin le taux protéique, a tendance à diminuer au cours des lactations successives. Nos résultats décrivent une teneur en protéines dans le lait de la Prim'Holstein égale à 3.02 %. Une valeur très proche a été décrite chez la Montbéliarde de l'ordre de 3.12 %. Des taux très élevés au début de la lactation, très faibles autour du 2eme et 3eme mois et des fluctuations jusqu'à la fin de lactation pour la Prim'Holstein et en hausse pour la Montbéliarde ont été notés.

**c. Impact de niveau de production sur le taux l'EST**

L'EST marque des coefficients de 0,63 et 0,91 indiquant une forte corrélation négative pour la Prim'Holstein alors qu'elle est très fortement négative chez la montbéliarde.



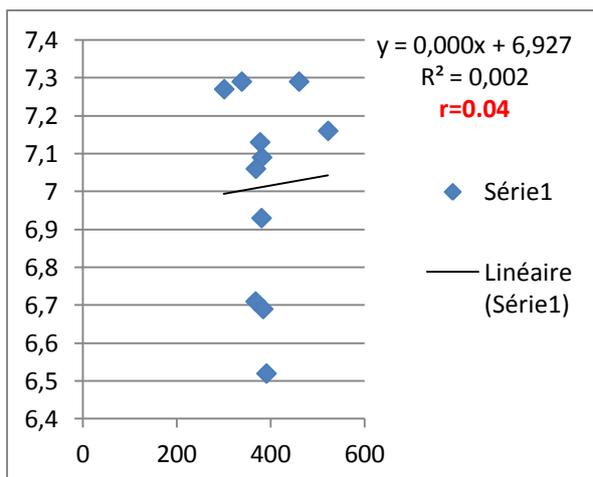
**Figure 30:** Impact de niveau de PL sur le taux de l'EST chez la Prim'Holstein.



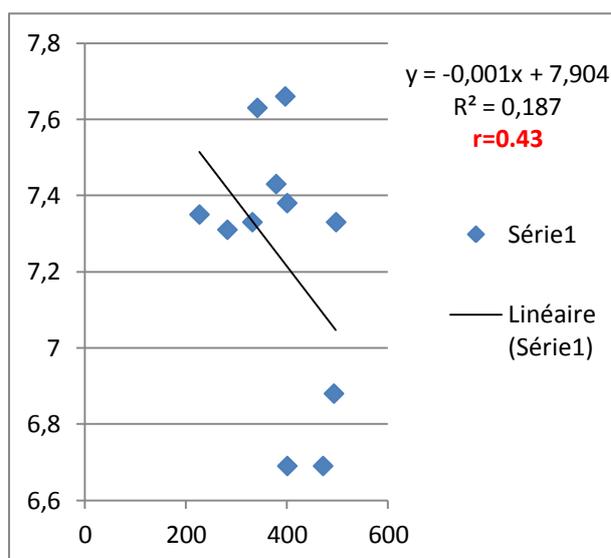
**Figure 31:** Impact de niveau de PL sur le taux de l'EST chez la Montbéliarde.

**d. Impact de niveau de production sur le taux l'ESD**

La Prim'Holstein présente une faible corrélation négative avec un coefficient de 0.02 au moment où la montbéliarde présente une corrélation négative d'intensité moyenne avec un coefficient de 0.43.



**Figure 32 :** Impact de niveau de PL sur l'ESD chez la Prim'Holstein.



**Figure 33 :** Impact de niveau de PL sur l'ESD chez la Montbéliarde.



On a pu récupérer les analyses physico-chimiques et cytologiques des laits de cuve que nous n'avons pas pris en considération car elles incluent 11 Brunes des alpes et une fleckvieh.

Enfin, d'autres paramètres pouvant influencer la qualité du lait que nous n'avons pas pu développer à cause des grandes variations individuelles qui caractérisent notre population de l'étude.

---

# ***CONCLUSION GÉNÉRALE***

---

## CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Sur la base de cette étude effectuée au niveau de l'exploitation de l'TELV, nous avons pu établir un certain nombre de résultats relatifs à la situation sanitaire de la glande mammaire ainsi qu'une image sur la qualité du lait produit.

Ce travail quasiment descriptif a permis de caractériser certains facteurs de variation de niveau de production et de la qualité du lait issu de vaches Prim'Holstein et Montbéliarde. Ainsi, les niveaux de production des vaches et l'aspect physique et chimique (matière grasse, EST, ESD, et protéines) des laits ont été interprétés en fonction de BCS, de CCS, de la ration alimentaire, de mois de lactation et de la race

Une influence notable de la conduite d'élevage et de la race sur la qualité et la quantité du lait produit a été observée dans notre étude. Ainsi, afin de maîtriser la conduite des troupeaux de bovins laitiers et d'améliorer la production et la composition du lait en matières utiles, nous suggérons d' :

- ✚ Améliorer le niveau de technicité des personnels par la vulgarisation des nouvelles techniques d'élevage ou par la motivation technique des éleveurs et les sensibiliser pour une meilleure maîtrise des facteurs de risques liés aux mammites.
- ✚ Améliorer les systèmes d'affouragements par la diversification des cultures fourragères adaptées aux conditions agro- climatiques de la région et par la pratique de pâturage.
- ✚ Améliorer les rations alimentaires des vaches en tenant compte de leur besoin en fonction de leurs stades physiologiques, tout en évitant les excès d'aliment concentré qui pourront être à la fois, une perte économique et une cause de maladie pour l'animal.
- ✚ Améliorer les conditions de la traite, par l'installation de nouvelle salle de traite ainsi que le nettoyage avec essuyage et massage du pis avant la traite et leurs trempage après égouttage, la traite doit être rapide et complète avec un bon réglage de la machine à intervalle de 12 heures entre les deux traites.
- ✚ Détecter les vaches malades et infectée par un contrôle laitier régulier, qui fournit les chiffres de comptage cellulaires somatiques mensuels ou par un CMT.

✚ Traiter les cas de mammite clinique en lactation et des cas subcliniques au tarissement.

---

***REFERENCES***

***BIBLIOGRAPHIQUES***

---

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Adrian J, Potus J & Frangne R, 2004.** La science alimentaire de A à Z. 2<sup>ème</sup> édition, Tec et Doc, Lavoisier : 79 (477 pages)
- Agabriel C, Coulon JB, Marty G, Bonaïti B & Boniface P, 1993.** Effets respectifs de la génétique et du milieu sur la production et la composition du lait de vache. Etude en exploitations. *INRA Prod Anim*, 6(3), 213-223.
- Alais C& Linden G, 1994.** Biochimie alimentaire. 3<sup>ème</sup> édition, Masson, Paris, 244p.
- Alais C, Linden G & Miclo L, 2008.** Biochimie alimentaire. Dunod 6<sup>ème</sup> édition. Paris. Pp : 86-88
- Amiot J, Fournier S, Lebeuf Y, Paquin P, Simpson R & Turgeon H, 2002.** Composition, propriétés physicochimiques, valeur nutritive, qualité technologique et techniques d'analyse du lait. In VIGNOLA C.L, Science et technologie du lait – Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN:3-25-29 (600 pages).
- Angers B, 2009.** Réalisation chambre régionale d'agriculture des pays de la Loire pour le GIE élevage-conception : d, Courriel : [bovinslait@pl.chambagri.fr](mailto:bovinslait@pl.chambagri.fr)
- Anonyme, 2006.** [http://www\\_delavalfrance\\_fr technologie laitière. htm.](http://www.delavalfrance.fr/technologie/laitiere.htm)
- Badinand F, 1994.** Maîtrise du taux cellulaire du lait. *Rec Méd Vét*, n°170.
- Berg C, 2001.** Infections intramammaires des vaches en fin de lactation : nature et sensibilité aux antibiotiques des bactéries pathogènes isolées, Ecole Nationale Vétérinaire De Nantes; p 14.
- Blanc B, 1982.** Biochemical aspects of human milk. Comparison with bovine milk. *Wld Rev Nutr Diet*, 36: 1-89.
- Bodoh GW, Battista W J, Schultz LH & Johnston R P, 1975.** Variation in somatic cell count in Dairy Herd Improvement milk samples.
- BOUAZIZ O.** 2002« Prévalence des différents germes responsables des mammites Cliniques de la vache dans l'est algérien ». SIPSA, Laboratoire de Recherche de Pathologie Animale de Développement des Elevages et Surveillance de la chaîne alimentaire de D.A.O.A.
- Bradley AJ, 2002.** Bovine mastitis: an evolving disease. *The Veterinary Journal*, 164 (2), 116-128.
- Chupin D, 1974.** Lactation et reproduction. In : la conduite du troupeau de la réduction, les journées d'information ITEB, UNCEIA, Ed : ITEB (Paris).pp:88 -96.
- Coulon JB, Agabriel C, Bonnefoy JC, 1995.** Effet de la forme de présentation de l'orge sur la production et la composition du lait de vache. *Ann Zootechni*, 44,247-253.

**Coulon JB, Dauver F & Garel JP, 1996.** Facteurs de variation de la numération cellulaire du lait chez les vaches indemnes de mammites cliniques. *INRA Productions Animales* 9: 133-139.

**Craven N, 1991.** Antibiothérapie pour le contrôle des mammites : aspects épidémiologiques et prospectives. In : *Mammites des vaches laitières*, société Française de Buiâtrie, Espinasse J.Ed, Paris, 107-112.

**Debry G, 2001.** Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 566 pages.

**Dohoo I R, Leslie KE, 1993.** Evaluation of changes in somatic cell counts as indicators of new intramammary infections. *Preventive Veterinary Medicine*, 10.225-237.

**Drewnowski A, 2005.** Concept of a nutritious food: Towards a nutrient density score. *Am J Clin Nutr*, 82: 721-732.

**Emile H, 2006.** Evaluation de la prévalence et des causes des mammites subcliniques en élevage bovin laitier intensif dans la zone périurbaine de Dakar (cas des fermes de Niacoulrab et de Wayembam) ; Ecole Inter-états des sciences et médecine vétérinaires (E.I.S.M.V.), Chapitre 1 p ; 38. 9).

**Ennuyer M, Laumonier G, 2013.** Gestion de l'élevage bovin laitier. Editions MED'COM ; 19 pages.

**Faye B, Landais E, Coulon JB, Lescourret F, 1994.** Incidence des troubles sanitaires chez la vache laitière : bilan de 20 années d'observation dans 3 troupeaux expérimentaux. *INRA Prod Anim*, 7(3), 191-206.

**Gaucheron F, 2004.** Minéraux et produits laitiers, Tec et Doc, Lavoisier:783 (922 pages).

**Gerault M, 2014.** Elaboration d'un guide vétérinaire pour le déroulement d'un audit {qualité du lait} en élevage bovin laitier, Présentée à l'université Claude-Bernard - Lyon I, Vet-agro sup campus vétérinaire de Lyon, p43.

**Guerin P, Guerin-Fauble V, Bruyere P, 2011-2012.** Les mammites de la vache laitière. 133p.

**Guerin-Fauble V, Carret G, Houffschmitt P, 2003.** In vitro activity of 10 Agents against bacteria isolated from cows with clinical mastitis. *The Veterinary Record*, 466-471.

**Hanzen Ch, 2015.** Physio-anatomie et propédeutique de la glande mammaire Symptomatologie, étiologie et thérapeutiques. Approches individuelles et de troupeau des mammites, Université de Liège Faculté de Médecine Vétérinaire Service de Thériogenologie des animaux de production Courriel : [Christian.hanzen@ulg.ac.be](mailto:Christian.hanzen@ulg.ac.be) Site : <http://www.therioruminant.ulg.ac.be/index.html> Publications : <http://orbi.ulg.ac.be/>,p;58

**Hoden P & Coulon H, 1991.** Composition chimique du lait, [http:// www.2.vet.lyon.fr](http://www.2.vet.lyon.fr) INRA, Paris: 231-242.

**JAN. H., 2007:** In; Cow signals, a practical guide for dairy farm management. Roodbont publisher. 49p.

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

**Jeantet R, Croguennec T, Schuck P & Brule G, 2007.** Science des aliments-technologie des produits alimentaires tec et doc, Lavoisier : 17 (456 pages).

**Le Perlier I, Kuntz D, Le Clainche D, 2014.** Élevages biologiques et qualité du lait. *Le Point Vétérinaire*, 344: 44-49.

**LeGuenic M, Chassagne M & Barnouin J, 2005.** Expert assesment study of milking and hygiene practices characterizing very low somatic score herds in France. *Journal of Dairy Science*, , 88 : issue 5, 1909 – 1916

**Luquet FM, 1986.** Lait et produits laitiers : vache-brebis-chèvre, vol3 Qualité énergie & tables de composition, Lavoisier TEC&DOC, Paris, 445p.

**Mahieu H, 1985.** Modification du lait après récolte. Dans : Lait et produits laitiers. Vaches, brebis, chèvres. Luquet F.M tome 1. Tech. & Doc., Coll. STAA, Lavoisier, Paris.

**Mathieu J, 1998.**Initiation à la physicochimie du lait, Lavoisier TEC&DOC, Paris 220p.

**Mathieu J, 1999.** Initiation à la physicochimie du lait, Tec et Doc, Lavoisier, Paris: 3-190 (220 pages).

**Marcel M, 2002.** Larousse agricole ; Mathilde Majorel assistée de Nora Schott thierry olivaux : dossiers (Institutions et organismes) et (Données économiques) ; distributeur exclusif au canada : Messageries ADP, 1751 Richardson, Montréal (Québec).

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

**Miller GD, Jarvis JK & Mcbean LD, 2007.** Contribution of dairy foods to health throughout the life cycle. In Handbook of dairy foods and nutrition (3rd ed.): 339-399. Boca Raton, FL, USA: CRC Press.

**Morrissay PA, 1995.** Lactose: chemical and physicochemical properties. In: Developments in dairy chemistry 3. (FOX PF). Elsevier, London.

**Multon JL, Temple H, Viruega JL, 2013.** Traité de droit alimentaire français, européen et international, Lavoisier.

**Nielen L & Fertir H, 1992.** Influence du stade de lactation sur le nombre de cellules par millilitre. *Médecine et Nutrition*, 22: 318-324.

**Nielsen M, Schukken YH, & Brand A, 1995.** Detection of subclinical mastitis from on-line Milking parlor data. *J. Dairy Sci.*, 78:1039-1049.

**Pauline E, Karin R, 2006.** Les préparations des laitages. 6<sup>ème</sup> édition. P: 13-14.

**Philip R et al, 2011.** Cattle Medicine, Manson publishing Ltd/the Veterinary press, Division of Veterinary Clinical Sciences Royal (Dick) School of Veterinary Studies University of Edinburgh Easter Bush Veterinary Centre Roslin, Midlothian, UK .Chapter 11, p216

**Pougheon S & Goursaud J, 2001.** Le lait caractéristiques physicochimiques *In DEBRY G., Lait, nutrition et santé, Tec et Doc, Paris : 6(566 pages).*

**POUGHEON S, 2001.** Contribution à l'étude des variations de la composition du lait et ses conséquences entechnologie laitière, Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse, France: 34 (102 pages).

**Poutrel B, 1985.** Généralités sur les mammites de la vache laitière: processus infectieux, épidémiologie, diagnostic, méthodes de contrôle. *Rec Méd Vét*, 161 (6-7): 497-511.

**Poutrel B, 1986.** L'amélioration de la qualité du lait par la lutte contre les mammites bovines.

**Remond B, 1978.** La vache laitière: aspects génétique, alimentaire et pathologique. Ed.

**Roudaut H & Lefrancq E, 2005.** Alimentation théorique. Edition Sciences des Aliments.

**Serieys F, Auclair J, Poutrel B, 1987.** Influence des infections mammaires sur la composition chimique du lait. In : CEPIL. Le lait matière première de l'industrie laitière. CEPIL – INRA, Paris, 161-170.

**Schepers AJ, Lam TJ, Schukken YH, Wilmink B & Hanekamp WJ, 1997.** Estimation of variance components for somatic cell counts to determine thresholds for uninfected quarters. *J. Dairy Sci.* 80: 1833-1840.

**Steijns JN, 2008.** Dairy products and health: Focus on their constituents or on the matrix? *Int. Dairy J*, 18: 425–435.

**Stoll W, 2003.** Vaches laitières-L'alimentation influence la composition du lait, vol 9, <http://www.db-admin.ch/fr/publication/en/docs/2612.pdf>.

**Seegers H, Menard JL, Fourichon C, 1997.** Mammites en élevage bovin laitier : Importance actuelle, épidémiologie et plans de prévention. *Rencontres Rech. Ruminants*, 4, 233-242

**Seegers H, Serieys F, 2002.** L'intervention du vétérinaire face à un problème de mammites. 1- Questions de base et réponses possibles aujourd'hui. Journées nationales GTV, Tours, 139-145.

**Serieys F, 1985.** Interprétation des concentrations cellulaires du lait individuel de Vache pour le diagnostic d'état d'infection mammaire. *Ann. Rech vét.* 16: 263-269.

**Serieys F, 2005.** Le praticien face au ciblage du traitement en lactation des mammites. Conférence de consensus organisée par le laboratoire Boehringer Ingelheim, 22 novembre 2005 : 45 p.

**Sol J et al, 1997.** Factors associated with bacteriological cure during lactation after therapy for subclinical mastitis caused by *Staphylococcus aureus*, *J.Dairy SCI*, 80 ; 2803-2808.

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

**Thapon JL, 2005.** Science et technologie du lait, Agro-campus-Rennes, France: 14(77 pages).

**Veisseyre R, 1979.** Technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformation du lait. 3<sup>ème</sup> édition. Edition la maison rustique, Paris.

**Vignola CL, 2002.** Science et technologie du lait -Transformation du lait, École polytechnique de Montréal, ISBN: 600 pages.

**Wattiaux MA, 1997.** Dairy essentials (1st edition): Nutrition and feeding, The Babcock Institute Publications, University of Wisconsin-Madison, 1-28.

**Wattiaux AM, 2003.** Lactation et récolte du lait. Institut Babcock pour la recherche et le développement international du secteur laitier. "En ligne". Accès Internet : <http://www.babcock.cals.wisc.edu.htm>.

---

# ***Annexes***

---

# ANNEXE A: FICHE D'EXPLOITATION

## I-INFORMATIONS GENERALES

1-Exploitation : .....

Statut juridique : .....

2-N<sup>bre</sup> de professionnels : .....

N<sup>bre</sup> de trayeurs : .....

3-N<sup>bre</sup> de têtes bovines : .....

N<sup>bre</sup> d'enclos : .....

4-Type de stabulation: Libre  Entravée

### 5-Tableau :

Catégories	Vaches laitières	Vaches en lactation (V. lac)	Génisses	Taurillons	Veaux	Velles	Taureaux	Total
Effectif								

6- Mode d'élevage : Intensif  Semi- extensif  Extensif

7- Races des V.lac: Locale  Importée  Améliorée

## II-PRODUCTION LAITIERE ET QUALITE DE LAIT

1-Acquisition d'intrants récents (≤3mois) : Oui  Non

2-Troubles respiratoires récents (≤3mois) : Oui  Non

3- Troubles digestifs récents (≤3mois) : Oui  Non

Si oui : Diarrhées  Acidose  Alcalose

4-Troubles locomoteurs récents (≤3mois) : Oui  Non

5-Récents troubles de reproduction (≤3mois) : Non  Oui

Si oui : Vêlage dystocique  Rétention placentaire  Métrites

6- Mammites cliniques durant l'année : Non  Oui

N<sup>bre</sup> de vache ayant IIMC : .....

7-Traitement antibiotique des IIMC : Oui  Non

8- Dépistage régulier des mammites subcliniques : Non  Oui

Intervalle : .....

9- Traitement IIMS : Non  Oui

---

Si oui :                      En lactation                                            Hors lactation                     

10-Tarissement est-il :    Progressif                                            Brusque                     

### III-GESTION ALIMENTAIRE DANS L'ELEVAGE

1-Les vaches sont-elles soumises au pâturage :    Oui                                            Non                     

2-Nature de fourrage distribué : .....

3-Nature de concentré distribué : .....

4-L'alimentation est-elle: A volonté                                            Rationnée                     

5-La ration est-elle fonction de l'état corporel :    Oui                                            Non                     

6-Quel est le BCS recherché :                      En lactation                                            Au tarissement                     

7-La ration est-elle fonction de stade de lactation :                      Oui                                            Non                     

8-Décrire la ration des vaches au tarissement ? .....

.....

### IV-CARACTERISTIQUES DES PRATIQUES DE LA TRAITE

1-Mode de traite :                      Manuel                                            Mécanique                     

2-Les personnes responsables de la traite sont-elles: Les mêmes                                            Différentes                     

3-Nettoyage systématique de la mamelle : Oui                                            Non                     

4-Utilisation d'une lavette :                      Non                                            Oui                                            Individuelles                     

Collectives                     

5-Essuyage :                      Oui                                            Non                     

6-Élimination des premiers jets :    Oui                                            Non                                            Parfois                     

7-Égouttage régulier en fin de traite :    Oui                                            Non                     

8-Trempage des trayons après la traite :    Oui                                            Non                     

9-Traite à part les vaches à mammites :    Oui                                            Non                     

10- Nettoyage de la machine à traire : A chaque traite                                            1/jour                                            1/ semaine

---

## ANNEXE B: FICHE INDIVIDUELLE

Exploitation :

Vache n° :

Race	
Age	
Numéros de lactation	
Mois de lactation	
Type de vêlage	Eutocique Dystocique
Antécédents de rétention placentaire	Oui Non
Antécédents de fièvre vitulaire	Oui Non
Antécédents de métrite aigüe	Oui Non
Antécédents de mammites	Oui Non
Etat corporel (1-5)	
Antécédents de trouble respiratoire	Oui Non
Antécédents de boiteries	Oui Non
Antécédents diarrhéiques	Oui Non
Mamelle	Au-dessus de jarret En dessous de jarret
Indice de propreté de la mamelle	
Quartiers atrophies	