

République Algérienne Démocr



944THV-2

Ministère de l'enseignement Supérieur

et de La Recherche Scientifique

UNIVERSITE DE SAAD- DEHLEB BLIDA

Institut des sciences Vétérinaires

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme du docteur vétérinaire

*Thème*

**ENQUETE SUR L'HYGIENE DE LAIT DE  
LA VACHE CONSOMME AU NIVEAU FAMILIALE**

*(Mammite sub-clinique)*

*-Tipaza-*

*Présenté par*

BOUGUERN NADIA

DJELLAKH ANISSA

*Jury:*

President: Dr. BEN ALI .A.R.....Dr.vet..... ISV Blida

Promoteur: Dr. KELANAMER R.....M.A..... ISV Blida

Examineur: Dr. SALHI O.....M.A.....ISV Blida

*Promotion 2014-2015*

**DEDICACES:**

*<< Louange à dieu, le tout puissant >>*

*-A MON MARIE-*  
REMILI MOUSTAFA

*Pour avoir supporté les moments difficiles, et ma mauvaise humeur de certains jours..*

*Et pour partager maintenant ce moment de bonheur.*

*-A MES PARENT-*

*Ahmed et Yasmina*

*-A Mes sœurs-*

*Cherifa, L, N, M, S*

*-A MON FRERE-*

*H*

*-A ma belle famille-*

*A, T*

*NADIA*

## DEDICACES:

<< Louange à dieu, le tout puissant >>

*Je dédie ce modeste travail :*

➤ *A ma mère khadoudja qui à toujours veillé avec amour*

*Et tendresse à notre éducation.*

➤ *A mon père Ahmed qui s'est toujours sacrifié a*

*Nous protéger et nous instruire.*

➤ *A mon frère Hamid et mes sœurs N, A, H, W, He, Z.*

➤ *A mon binôme Nadia.*

➤ *A mes très chers amis R, I, Dj*

➤ *A tous mes amis de la filière médecine vétérinaire et surtout Y, I, N, Nm, H, S.*

➤ *A mes amis(es) que je n'ai pu citer mais qui sont toujours dans mes pensées et mon cœur.*

➤ *A toute la promotion science vétérinaire 2015.*

*ANISSA*

## **REMERCIEMENT :**

Avant tout, nous remercions Dieux tout puissant de nous avoir donné la volonté et la force pour achever ce modeste travail

J'ai le plaisir d'exprimer mes vifs remerciements à Monsieur KELANAMER, pour sa bienveillance et sa disponibilité, car malgré ses occupations il a pu trouver le temps et l'énergie pour suivre de près le déroulement de mon stage

## LISTE DES ABREVIATIONS

**g** : gramme

**ml** : millilitre

**mg** : milligramme

**Kg** : Kilo gramme

**TB** : Taux butyreux

**TP** : Taux proteique

**UHT** : Ultra Haut Temperatureur

**Mg**: Magnésium

**Na**: Sodium

**K** : Potacium

**S** : Souffre

**P**: Phosphore

**µg** : Micro gramme

**N**: di-azote

**LMR** : limite maximale de résidus

**ANP**: Azote Non Protéique

**MAT** : matières azotées totale

**ArD**: *anterieur droit*

**ArG** :anterieur gauche

**PD** :posteriure droit

**PG** :posterieur gauche

**CMT** : Californien Mastitis Test

**Q**:Quartier

**Nb V**:nombre des vaches

**Nb Q**:nombre de quartier

## LISTE DES TABLEAUX

	<b>Page</b>
<b>Tableau 01:</b> Composition typique du lait de vache .....	05
<b>Tableau 02 :</b> Composition moyenne du lait en gramme par litre (vache).....	05
<b>Tableau 03 :</b> Composition globale de la matière grasse (en % de matière grasse).....	07
<b>Tableau04:</b> Constituants lipidiques du lait de vache et localisation dans les fractions physico-chimiques (g/100 g de matière grasse).....	07
<b>Tableau 05 :</b> Teneurs en phospholipides du lait de vache et de produits laitiers (g/kg).....	08
<b>Tableau 06 :</b> Composition moyenne et distribution des protéines du lait.....	11
<b>Tableau 07 :</b> Constituants majeurs des matières salines du lait de vache (g/L).....	13
<b>Tableau 08 :</b> Composition de la matière saline (en g par litre de lait).....	13
<b>Tableau 09 :</b> les propriétés physico-chimique du lait de vache.....	19
<b>Tableau 10:</b> Les principaux groupes bactériens du lait.....	20
<b>Tableau 11 :</b> Les différentes parties de la mamelle.....	24
<b>Tableau 12 :</b> Caractéristiques des différents types de mammites.....	26
<b>Tableau 13:</b> Principaux micro-organismes impliqués dans les infections mammaires, leurs caractéristiques et leur prévention.....	27
<b>Tableau 14:</b> Facteurs humains et production laitière.....	35
<b>Tableau 15:</b> Lecture et notation du CMT et relation entre notation, comptage cellulaire et lésions mammaires.....	38
<b>Tableau 16:</b> Interprétation du CMT.....	42
<b>Tableau 17:</b> Les résultats de dépistage par le CMT.....	43
<b>Tableau 18:</b> Les résultats de CMT par rapport à la race.....	47
<b>Tableau 19:</b> Les résultats de CMT par rapport à l'âge.....	48
<b>Tableau 20:</b> Les résultats de CMT par rapport Au numéro de lactation.....	49

## LISTE DES FIGURES

*Page*

---

<b>Figure 01 :</b> Compositions chimique globale du lait.....	06
<b>Figure 02 :</b> La structure de soutien de la mamelle.....	23
<b>Figure 03 :</b> Schéma de l'anatomie de la mamelle.....	23
<b>Figure 04 :</b> Recueillir le lait de chaque quartier.....	41
<b>Figure 05 :</b> mesuré la quantité du lait.....	41
<b>Figure 06 :</b> ajouter le CMT (2ml .4).....	41
<b>Figure 07 :</b> fait un mouvement circulaire sur le plan sur le plan horizontal .....	42
<b>Figure 08 :</b> représentation des résultats de CMT.....	46
<b>Figure 09 :</b> Représentation de nombre des vaches par rapports aux races.....	47
<b>Figure 10 :</b> Représentation de pourcentage des vaches en fonction de l'âge.....	48
<b>Figure 11 :</b> pourcentage des vaches par rapport aux rangs de lactation.....	49

## **RESUME :**

Les infections mammaires représentent un fléau majeur de l'élevage bovins à travers le monde ayant un impacte sanitaire ainsi qu'économique spécifiquement les mammites sub-cliniques car l'affection n'est pas apparente et elle est discrète aux éleveurs.

Notre étude est réalisé sur un terrain sur le dépistage des mammites sub-cliniques sur 60 vaches de différentes races, l'élevage dans la région de Tipaza à montre que 48% de l'effectif dépistée présentent un lait infecté dont 38% issu la mammite sub-clinique et 10% de la mammite clinique sur un ou plusieurs quartiers.

**Mots clés :** Vache, Mammite sub-clinique, CMT, Tipaza



## المخلص:

تمثل التهابات الثدي افة كبرى في المزارع في جميع أنحاء العالم مع تأثيرات صحية واقتصادية خاصة التهاب الضرع السريري لأنها غير واضحة .

دراسة منجزة لكشف التهاب الضرع تحت الاكلينيكي عند 60 من الابقار بسلاطات مختلفة .المزارع في منطقة تيبازة أظهرت أن 48% مصابة و%38 دون السريري و%10 من الالتهاب الضرع في واحد او اكثر من 4.

الكلمات المفتاح : البقر، التهاب الضرع شبه الإكلينيكي ، CMT ، تيبازة.

## SUMMARY

Breast infections are a major scourge of cattle farming around the world with specific health impacts and economic sub clinical mastitis because the mind is not apparent and is unobtrusive to farmers.

Conduct field study ou screening for sub clinical mastitis in cows of 60 different breeds, livestock in the Tipaza region chowed that the detected actual 48% have milk which infects 38% resulting from the sub clinical mastitis and 10% of clinical mastitis in one or quarties.

**Key words:** cow, mammite sub-private clinic, CMT, Tipaza

# SOMMAIRE

Pages

## PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

<b>Introduction</b> .....	01
<b>Historique</b> .....	02
<b>Dénomination</b> .....	03
<b>Chapitre 01</b> .....	04
1-Définition du lait.....	04
2-Aspect du lait.....	04
3-Composition du lait.....	04
A-Composition global.....	17
B-Composition de la matière sèche.....	17
B-1- La matière grasse (39 g.L <sup>-1</sup> ).....	17
1-Les lipides simples.....	17
2- les lipides complexes.....	18
3. stérols.....	19
B-2- Les glucides (49 g.L <sup>-1</sup> ) .....	19
B-3. Les matières azotées totales (MAT) (33 g/L).....	20
1-Composition chimique et origine des matières azotées totales du lait .....	20
a. Caséines.....	21
b. Protéines solubles ou protéines du lactosérum.....	21
c. Azote non protéique.....	22
2-Intérêt nutritionnel.....	22
B-4- La matière saline (9 g/L).....	23
1 .Calcium et phosphore.....	23
2 .Magnésium.....	24
3. Sodium, potassium et chlore.....	24
B-5- les oligo-éléments.....	24

B-6. Les vitamines .....	25
1-Vitamines hydrosolubles.....	25
2- Vitamines liposolubles.....	27
B-7-Les gaz dissous (5 % en volume).....	28
4-Caractéristiques du lait.....	28
A-propriétés physico-chimique de lait.....	28
B- les caractéristiques microbiologiques de lait.....	29
1-Flore originelle.....	29
2-Flore de contamination.....	29
5-Substances indésirables à la consommation de lait de vache.....	30
<b>Chapitre 02.....</b>	<b>31</b>
1-conformation de la mamelle.....	31
A-définition de la glande mammaire.....	31
B- Anatomie de la glande mammaire.....	31
B-1.La structure et développement de la glande.....	31
B-2 .Quartiers d'un pis.....	33
B-3. Les deux grands types de mamelle.....	33
C- Les différentes parties de la mamelle.....	33
<b>Chapitre 03.....</b>	<b>34</b>
1-Les mammites.....	34
A – Définition de la mammite.....	34
B - Types de mammites.....	34
C- Caractéristiques des différents types de mammites.....	35
D-Micro-organismes responsables de la mammite .....	35
E-Facteurs qui favorisent la mammite .....	37

<b>Chapitre 04</b> .....	43
<b>1-Dépistage des mammites sub-cliniques</b> .....	43
A-Mesure directe du taux cellulaire.....	43
a). comptage direct au microscope ou << Méthode de prescot et le breed >>.....	43
b).La technique DEFT (Direct Epi-Fluorescent Filtrer technique).....	43
c).Numération par compteur Coulter (Coulter counter) .....	43
d). Numération par fluoro-opto-électronique (Fossomatic).....	44
B- Mesure indirecte du taux cellulaire.....	44
a).Le Californian Mastitis teste ou test de Schalm et Noorlander (1957).....	44
b).La PCR.....	45
 <b>PARTIE EXPERIMENTALE</b> .....	 46
<b>1-Objectif</b> .....	46
<b>2-Condition expérimentale</b> .....	46
2.1. Lieu d'expérimentation.....	46
2.2. Matériel et Méthode.....	46
A- Le matériel utilisé (CMT).....	46
B-Méthodologie.....	47
B.1.La technique de test CMT.....	47
B.2.Mode d'emploi .....	48
<b>3- Résultat et discussion</b> .....	50
A-Discussion.....	57
B-Conclusion.....	58
C-Recommandation.....	59
D-Références bibliographique	

## **Introduction :**

Le lait de vache est un aliment très largement consommé sur l'ensemble de la planète, soit sous forme liquide proche du produit naturel, soit sous forme de produits transformés, soit encore sous forme d'ingrédients alimentaires (*Florence, 2010*).

Aujourd'hui, Plus de 770 Millions de tonnes en 2012 contre 728 millions de tonnes en 2011 (645 884 en 2007) soit 23 000 litres par secondes. C'est en Europe que l'on constate la plus forte consommation de produits laitiers par habitant.

Le lait de vache représente 83% de la production mondiale de lait. Le lait de bufflonne, avec plus de 80 millions de tonnes représente environ 12 % de la production mondiale. Il est suivi du lait de chèvre (environ 2%), du lait de brebis (un peu plus de 1 %) et de celui des autres mammifères (0,2%).

Parmi les 18 plus grands producteurs de lait, les trois premiers sont l'Inde (152 millions de tonnes), les Etats-Unis (87,3 millions de tonnes) et la Chine (45,8 millions de tonnes). (*OGM, 2012*).

Une production de 3,37 milliards de litres de lait en Algérie Au cours de l'année précédente loin de la demande nationale qui est estimée 5 milliards (*TAZEROUT, Mai 2014*), soit plus de 7,7 % en moyenne annuelle, est prévue dans le cadre de la mise en œuvre des programmes d'intensification des productions agricoles a été étalé entre 2009-2014 (*M.A*).

Un peu plus de la moitié 19,5 millions en 2006 seulement est collecté. Pourtant, ce pourcentage est en forte progression et surtout élevé à l'échelle de l'Algérie. En effet, la production nationale, qui a augmenté de façon notable au cours des années 2000 (*Bernard Griffoul, mai 2007*).

Le thème de notre travail à comme objectif :

\*Dépister par CMT d'une manier précoce les mammites sub-clinique.

\*Déterminer la propreté de lait de vache consommé au niveau familial.

## **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE:**

### **HISTORIQUE :**

Pendant des millions d'années, l'homme vécut de chasse et de cueillettes qui lui procuraient, entre autres, de la viande, des œufs, du miel et du poisson.

Il y a environ 10 000 ans, la découverte de l'agriculture et de l'élevage lui assurait une certaine sécurité alimentaire, un habitat fixe et ouvrait ainsi l'ère des grandes civilisations.

L'élevage des animaux laitiers qui date d'environ 8 000 ans a ouvert des perspectives alimentaires chaque jour plus prometteur.

Il est à noter que le culte du lait est imprégné de la vie religieuse de l'Inde ancienne. La conception de la sainteté de la vache était particulièrement puissante dans l'Antiquité en Egypte, en Iran et en Inde. On peut ainsi expliquer les tendances anti-carnivores et végétariennes de certains asiatiques.

En Europe, les moines, notamment les Bénédictins, sont au Moyen Age les principaux producteurs de fromages : le pont l'évêque, le munster.

Les seigneurs revenant des croisades leur apportent des recettes d'Orient qui enrichissent leurs créations.

Ainsi, avant la révolution scientifique et industrielle qui a eu lieu en Europe au cours du XIXe siècle, les techniques de fabrication de lait fermenté, de beurre, de fromage étaient déjà au point. (**KONTE 1999**).

Les produits laitiers sont connus depuis des millénaires, vraisemblablement depuis le Néolithique alors que les humains étaient toujours nomades. La domestication d'espèces pouvant produire du lait est attestée depuis 8 700 ans et il semble que les hommes de cette époque aient utilisé ces animaux pour la production de lait, comme en témoignent des récipients ornés<sup>2</sup>. Cependant, en 2010, la date de la première transformation du lait en produits laitiers comme le beurre ou le fromage n'est pas connue. Certains historiens suggèrent que les premières transformations fromagères appelé aujourd'hui caillé, faisselle, caillebotte, jonchée, cottage cheese, leben, raïb, kombucha, kefir pourraient dater du VII<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., issue directement des estomacs des animaux abattus. La légende comporte plusieurs variantes<sup>3,4</sup>. Les premiers moules ou formes à caillé connus ne date que du III<sup>e</sup> millénaire av. J.-C.. Des bas-reliefs sumériens datant du XXXVe siècle av. J.-C. représentent la traite des vaches et le caillage.

Après la Seconde Guerre mondiale, la production explose. Pierre Mendès France rend obligatoire en France la distribution du verre de lait sucré à l'école en 1954 pour des raisons hygiénistes mais aussi économiques afin d'assurer un débouché au « fleuve blanc ». Dans les années 1970, le cracking du lait permet à l'industrie laitière d'innover en créant de nouveaux produits (lait allégé en lactose, lait écrémé, lait demi-écrémé correspondant à cette époque à la mode de la lipophobe ) mais aussi de nouvelles demandes à coup de campagnes publicitaires coûteuses pour ce marché saturé<sup>7</sup>.

Au début du XXI<sup>e</sup> siècle, la Chine pressée de ressembler aux pays capitalistes commence à produire et consommer des produits laitiers, alors que cela ne faisait pas partie de leur culture (*ANONYME*).

**Dénomination :**

Le décret du 25 mars 1924 précise « La dénomination « lait » sans indication de l'espèce animale de provenance, est réservée au lait de vache. Tout lait provenant d'une femelle laitière autre que la vache doit être désigné par la dénomination « lait » suivie de l'indication de l'espèce animale dont il provient : « lait de chèvre », « lait de brebis », « lait d'ânesse », etc. [...] (*Dehove, 1984*).



## CHAPITRE 1 :

### 1-Définition du lait :

Selon le congrès international pour la répression des fraudes alimentaire en 1909 « le lait est le produit intégrale de la traite totale interrompue d'une femelle laitière bien portante, bien nourrie et non surmené. il doit être recueillie et ne pas contenir de colostrum. (**BOUDIER et LUQUET 1981 LUQUET 1990**).

Le lait est caractérisé par différentes phases en équilibre instable :

- une phase aqueuse contenant en solution des molécules de sucre, des ions et des composés azotés;
- des phases colloïdales instables, constituées de deux types de colloïdes protéiniques; des globules gras en émulsion dans la phase aqueuse. (**ANONYME**).

### 2-Aspect du lait:

Il apparaît comme un liquide opaque blanc mat, plus ou moins jaunâtre selon la teneur en  $\beta$ -carotène de la matière grasse, deux fois plus visqueux que l'eau, de saveur légèrement sucrée. Il a une odeur peu marquée mais reconnaissable. Schématiquement, on peut considérer le lait comme une émulsion de matière grasse dans une solution aqueuse comprenant de nombreux éléments dont les uns sont à l'état dissous et les autres sont la forme colloïdale. (**LUPIEN, 1995**).

### 3-compositions du lait :

✓ Le lait est un mélange complexe constitué à 90% d'eau et qui comprend :

•une solution vraie contenant les sucres, les protéines solubles, les minéraux et les vitamines hydrosolubles.

•une solution colloïdale contenant les protéines, en particulier les caséines .

•une émulsion de matières grasses dans l'eau.

✓ La densité du lait est de 1,030 à 1,034 g/mL.

Le pH du lait est proche de la neutralité : 6,6 à 6,8. (**Dulion, 2010**)

❖ Le lait de consommation contient :

- 3,2 g de protéines pour 100 ml,

- 4,6 g de glucides pour 100 ml,

- peu de lipides (3,5 g pour 100 ml dans le lait entier, et 0,1 g dans le lait écrémé),

- du calcium,

- du magnésium,
- du phosphore (jusqu'à 170 mg pour 100 ml),
- du sodium (50 mg pour 100 ml),
- de nombreux oligo-éléments comme le fer, le fluor ou le zinc,
- et bien sûr de nombreuses vitamines (B1, B2, B9, B12, A et D). (*Dulion, 2010*)

Un litre de lait pèse environ 1.032 grammes. Il est constitué principalement d'eau, de lactose, de matières grasses, de protéines et de sels minéraux. (*Fagot 2014*).

- ✓ Plusieurs recherches ont montré que les valeurs de ces composants varient selon plusieurs facteurs en particulier, la race bovine (facteur génétique). (*ADRIAN 1975*) et (*LUPIEN 1995*).

Tableau 1: composition typique du lait de vache (*Alais et Liden, 1997*)

Constituants	Concentration (g/l)
Eau	905
Glucides : lactose	49
Lipides	35
Matière grasse proprement dite	34
Lécithine (phospholipide)	0,5
Partie insaponifiable (stérols, carotène, tocophérols)	0,5
Protides	34
Caséines	27
Protéines solubles (Globulines, Albumines)	5,5
Substances azotés non protéiques	1,5
Sels	9
De l'acide citrique	2
De l'acide phosphorique	2,6
De l'acide chlorhydrique (Na Cl)	1,7
Vitamines, enzymes, gaz dessous	Traces
Extrait sec total	127
Extrait sec non dégraissé	92

Tableau 2 : Composition moyenne du lait en gramme par litre (vache) (*[PDF] 2014*)

Composition moyenne du lait en gramme par litre							
Eau	Extrait sec	Matière grasse	Matières azotées			Lactose	Matières minérales
			Totales	caséine	albumine		
900	130	35-40	30-35	27-30	3-4	45-50	8-10

### A-Composition globale :

La composition globale du lait (voir diagramme 1) ne fait apparaître que les grandes catégories de ses constituants et les valeurs données sont des valeurs moyennes. On remarque immédiatement que le constituant principal du lait est l'eau avec  $902 \text{ g.L}^{-1}$  tandis que la matière sèche ne représente que  $130 \text{ g.L}^{-1}$ .

Diagramme 1 : Composition chimique globale du lait (en g par litre de lait)

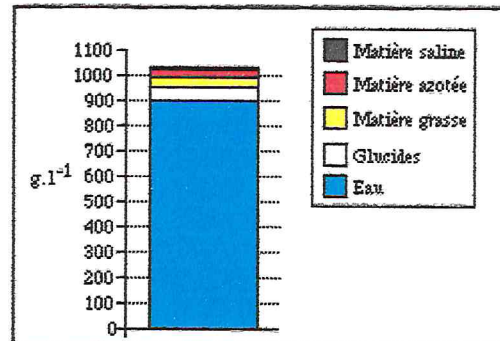


Figure 1 : composition chimique globale du lait (en g par litre de lait)

### B-Composition de la matière sèche :

#### B-1- La matière grasse ( $39 \text{ g.L}^{-1}$ ) :

Les matières grasses sont présentes dans le lait sous forme d'une émulsion de globules gras. La teneur en matières grasses du lait est appelée taux butyreux (TB).

(ANONYME)

Les termes «matières grasses» et «lipides» ne sont pas synonymes. En effet, la matière grasse obtenue par des moyens mécaniques (produit de l'écémage obtenu par centrifugation) représente le contenu du globule gras. De ce fait, elle ne contient pas les lipides polaires ou complexes (phospholipides, etc.), mais contient par contre des composés liposolubles qui ne sont pas des lipides au sens strict et que l'on nomme «substance lipoïde». Il s'agit essentiellement d'« hydrocarbures » (dont le carotène), d'alcools (dont le cholestérol et la vitamine E) et de vitamines liposolubles (A, D, K). Cette fraction encore appelée insaponifiable regroupe donc des composés variés et nombreux qui, en raison de leur importance et de leur rôle, seront étudiés séparément, même s'ils représentent moins de 1% de la matière grasse totale du lait.

Les lipides (fraction saponifiable) constituent donc l'essentiel de la matière grasse (>98%).

De tous les composants du lait de vache, les lipides sont ceux qui, quantitativement et qualitativement, varient le plus. Les taux moyens précisés dans la littérature (35 g/litre) peuvent être retenus en pratique industrielle lorsque le lait est un mélange provenant de plusieurs animaux.

**Tableau 3 :** Composition globale de la matière grasse (en % de matière grasse) (*Florence, 2010*)

Composés lipidiques (99,5 %)	Lipides simples (98,5 %)	Glycérides	Triglycérides (95-96%)
			Di-glycérides (2-3%)
		Chole stérides (esters d'acides gras et cholestérol) (0,03 %)	
Lipides complexes (1 %)			
Composés liposolubles (0,5 %)	Cholestérol, acides gras libres et hydrocarbures divers		
	Vitamines	Vit. E : 1,7 à 4,2 mg. (100 g) <sup>-1</sup> Vit. A : 0,6 à 1,2 mg. (100 g) <sup>-1</sup> Vit. D : 10 à 20 mg. (100 g) <sup>-1</sup> Vit. K : traces	

**Tableau 4:** Constituants lipidiques du lait de vache et localisation dans les fractions physico-chimiques (g/100 g de matière grasse), (*FAO, 2009*)

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

La composition lipidique du lait comprend deux grands groupes :

- les lipides simples (les glycérides) .
- les lipides complexes (les phospholipides) Lors de l'homogénéisation du lait, le nombre de globules gras augmente et leur diamètre diminue très sensiblement (moins de 1 micron). De ce fait, la surface de contact augmente de 20 fois environ. Cette modification prévient la remontée de la matière grasse (dans les laits de longue conservation) et favorise sa digestion.

### 1-Les lipides simples :

Les lipides simples sont essentiellement constitués de glycérides (98% de la matière grasse) avec, en faibles quantités, des stérides et des cérébrosides. Les glycérides (lipides neutres) sont constituées par des triglycérides (plus de 98%), des di glycérides (de 0,2 à 1,5%) et des mono-glycérides (traces). Pondéralement, les acides gras glycériques représentent près de 90% de la matière grasse. Si plus de 400 composés ont été identifiés dans le lait de vache, 15 d'entre eux seulement sont présents en quantités notables (> 1%des lipides totaux).

Les acides gras du lait sont très variés. Le lait contient des acides gras à chaîne courte de C4 à C8 (C4 : %, C6: 2,5%, C8 : 1%).

- acides gras à chaîne moyenne C8 à C14 (C8 : 1%, C10: 3%, C12 : 3%, C14 : 12%).
- acides gras à chaîne longue (C16 : 25% à 35% et stout C18 : 40 à 45%).

Les acides gras saturés de faible poids moléculaire (C4-C12), notamment les acides gras courts C4 et C6, sont présents en quantités modestes (de 6 à 8% des acides gras totaux), mais nettement supérieures à celles trouvées dans n'importe quelle autre graisse animale ou végétale.

Les acides gras insaturés sont très variés, le plus important étant l'acide oléique (de 25 à 30% de l'ensemble des acides gras). Les acides gras polyinsaturés n'existent qu'en proportions faibles comparativement aux autres matières grasses (<8%).

Il en découle que les acides gras essentiels sont peu représentés dans le lait de vache (de l'ordre de 3%). L'acide linoléique (C18:2) ne s'y retrouve qu'à raison de 2% contre 13% pour le lait humain.

Enfin, il convient de noter chez la vache (comme chez les autres ruminants) non seulement une richesse du lait en acides gras courts, mais aussi en acides gras mineurs (impairs et ramifiés) et, au contraire, une pauvreté extrême en acides gras très longs et polyinsaturés.

Le lait contient aussi de très faibles taux d'acides gras libres (<1 m Eq /litre). Leur présence donne au lait une saveur rance quand, sous l'effet d'une lipolyse spontanée, leur taux dépasse 2mEq/litre, surtout s'il s'agit d'acides butyrique, caproïque et caprylique (*Florence, 2010.*)

## 2- les lipides complexes :

Ces lipides sont complexés avec du phosphore et/ou de l'azote. Les plus importants sont les phospholipides, qui ne représentent que 1% à peine de la matière grasse (de 0,3 à 0,5 g/L), mais jouent le rôle de constituant du globule gras et déstabilisant de l'émulsion. Leurs caractéristiques à la fois lipophile et hydrophiles leur permettent de former des ponts entre phases grasse et aqueuse.

On en retrouve donc tant dans la crème (environ 60%) et le beurre que dans le lait écrémé (40%) ou le babeurre. Les phospholipides forment trois groupes principaux : lécithines, céphalines et sphingomyélines. Environ 85% des acides gras constituant des phospholipides sont des acides gras à chaîne longue.

D'autres lipides complexes sont présents à des taux mineurs : les ganglio-sides, les glycolipides et les glyco-sphingolipides (*Florence, 2010.*)

Tableau 5 : Teneurs en phospholipides du lait de vache et de produits laitiers (g/kg)

Produits laitiers	Phospholipides
Lait entier	0,30-0,50
Lait écrémé	0,14-0,23
Petit lait	1.03-1.91
Crème	1,00-5,00
Beurre	1,00-2,50
Fromage	1,00-2,00

### 3. stérols :

Les stérols (non saponifiables) sont présents à l'état libre (>80%) ou estérifiés par des acides gras. Ils représentent de 0,3 à 0,4% de la matière grasse totale du lait (environ 0,1 g/L). Le cholestérol en est le constituant majeur (70 mg/L). Son taux n'accuse pas de variation saisonnière.

Les stérols entrent surtout dans la composition de la membrane lipoprotéique du globule gras (de 0,3 à 3,5% des lipides membranaires) et ils contribuent à la stabilité de l'émulsion.

L'apport en cholestérol des produits lactés est modeste en comparaison des autres matières grasses d'origine animale. Il est bon de rappeler que les végétaux contiennent surtout des phyto- stérols qui sont métabolisés comme le cholestérol (*Florence, 2010*).

#### ➤ Variation de la teneur en matière grasse (variation du TB) :

Pour le lait de vache, le taux butyreux se situe en moyenne, entre 35 à 45 g/L.

Le TB varie :

- en fonction de la race et de la génétique de la vache. Par exemple, le lait des vaches Normandes est plus riche que le lait des Prim ' Holstein.
- en fonction du stade de lactation. Au cours d'une lactation, le taux butyreux varie en sens inverse de la quantité journalière de lait produit.
- au cours de la traite, c'est pourquoi la définition légale du lait précise que le lait est le produit de la traite intégrale.
- en fonction de la photopériode. Le taux butyreux est plus faible en été lors des jours les plus longs.
- Et enfin en fonction de l'alimentation :
  - tous les facteurs alimentaires qui peuvent conduire à une acidose ruminale (excès d'amidon, déficit en cellulose brute (<17%), défaut de fibrosité, défaut de transition alimentaire) peuvent provoquer une chute du taux butyreux.
  - les aliments riches en sucres simples (betteraves, mélasse, lactosérum, et dans une moindre mesure l'ensilage de maïs), s'ils ne sont pas distribués en excès (ce qui provoquerait une acidose) augmentent la production ruminale de butyrate, ce qui est très favorable à de bons TB.
  - les suppléments lipidiques de la ration des vaches laitières ont un effet variable dont nous parlerons en troisième partie. (*Florence, 2010*).

### B-2- Les glucides (49 g.L<sup>-1</sup>) :

Le lactose, disaccharide composé de glucose et de galactose, est le seul glucide libre du lait présent en quantités importantes, sa teneur est très stable entre 48 et 50 g/L. Cette teneur présente de faibles variations à la différence du taux butyreux. Il est synthétisé par la glande mammaire à partir du glucose prélevé dans le sang. Sa faible contribution à l'apport énergétique du lait (30%), ne fait pas de ce dernier un aliment équilibré en termes de

répartition calorique (les recommandations théoriques prônent un apport de 50 à 60% de calories glucidiques).

Le lactose joue un rôle nutritionnel particulier et intervient également comme élément de fermentescibilité. Il peut être hydrolysé par les acides forts, mais surtout par la lactase.

La saveur sucrée du lactose est faible; lorsqu'on impute au saccharose une valeur arbitraire de 100%, celle du lactose atteint environ le tiers (de 27 à 39%).

Le lactose est le seul sucre qui puisse être utilisé correctement par le jeune animal car son tube digestif possède une lactase mais ne possède ni saccharase, ni maltase, ni amylase. Les capacités lactasiques diminuent avec l'âge et certaines personnes peuvent présenter des difficultés à digérer le lactose par défaut d'activité enzymatique, c'est l'intolérance au lactose, que nous détaillerons plus tard.

Le lait contient en quantités souvent négligeables (0,1g/L) d'oligosaccharides notamment du glucose et du galactose issus de la dégradation du lactose. (*Chetel et Cheftel, 1997*)

La teneur en glucides variable au cours de la lactation est différente selon l'espèce prise en compte. (*Pougheon et Goursaud 2001*).

### **B-3. Les matières azotées totales (MAT) (33 g/L) :**

La dénomination « matières azotées totales » regroupe les protéines (Taux Protéique), ainsi que l'azote non protéique (dont l'urée). Le TP est une caractéristique importante du lait. Comme le taux butyreux, le TP conditionne la valeur marchande du lait, plus le TP sera élevé par rapport à une référence et plus le lait sera payé cher au producteur (paiement du point de TP). En effet plus le taux protéique (TP) est élevé et plus le rendement de transformation fromagère sera bon. La teneur totale avoisine 34 à 35 g/L. (*Florence, 2010*).

#### **1-Composition chimique et origine des matières azotées totales du lait :**

Les protéines du lait représentent 95% des matières azotées totales.

Les 5% restants sont constitués :

- d'acides aminés libres et de petits peptides
- d'azote non protéique, essentiellement de l'urée (0,3 à 0,4 g/L) mais aussi de la créatinine, de l'acide urique, ... Les protéines sont constituées soit d'acides aminés seulement ( $\beta$ -lactoglobuline,  $\alpha$ -lactalbumine), soit d'acides aminés et d'acide phosphorique (caséines  $\alpha$  et  $\beta$ ) avec parfois encore une partie glucidique (caséine k). Une vingtaine d'acides aminés interviennent dans la composition de ces protéines, leur séquence conférant à chaque protéine des propriétés propres. C'est sur la base de la précipitation à pH 4,6 (à 20°C) ou sous l'action de la présure qu'on sépare deux constituants : la ou plutôt les caséines ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et k) et les protéines solubles ou protéines du lactosérum.

Les protéines du lait forment un ensemble assez complexe constitué de :

- 80% de caséines,

- 20% de protéines solubles : lactalbumines, lacto-globulines, sérum albumines, Immuno-globulines...

Ces protéines ont des origines différentes :

- 90% des protéines du lait sont synthétisées par la mamelle (et sont spécifiques du lait), les caséines sont entièrement synthétisées par la mamelle, les lacto-globulines sont des protéines sanguines modifiées par la mamelle.
- 10% des protéines du lait (sérum albumines, immunoglobulines) proviennent directement du sang (*Florence, 2010*).

Tableau 6 : Composition moyenne et distribution des protéines du lait. (*Veisseyre, 1975*)

Moyennes absolues (g/L)	Moyennes relatives(%)	Matières azotées totales
34	10	Protéines
32	94	Protéines non solubles ou caséine entière
26	82	Protéines solubles
6	18	$\alpha$ -lacto-globuline
2,7	45	$\beta$ -lactalbumine
1,5	25	Sérum-albumine
0,3	5	Globulines immunes
0,7	12	Protéoses peptones
0,8	13	Substances azotées non protéiques

#### **a. Caséines :**

Les caséines sont des polypeptides phosphorés associés à des constituants minéraux, en particulier le calcium, mais aussi le phosphore, le magnésium et le citrate, de manière à former des micelles de phospho-caséinate de calcium. En présence de calcium, elles forment des unités qui agrègent plusieurs milliers de molécules, constituant les micelles de caséine dispersés dans la phase hydrique du lait (diamètre variant de 100 à 250  $\mu\text{m}$ ). Cette configuration spatiale permet aux enzymes hydrolytiques (carboxypeptidases) une digestion plus aisée. (*Florence, 2010*), Il existe 4 types de caséines. (*Cayot et Lorient 1998*).

#### **b. Protéines solubles ou protéines du lactosérum :**

Les protéines solubles représentent environ 20% des protéines totales du lait de vache. Elles flocculent difficilement en présence d'acide ou de présure. Par contre, à l'exception des protéoses-29 peptones, elles sont dénaturées par la chaleur et sont entraînées lors de la coagulation de la caséine sous l'action de la présure. Un chauffage à 80°C pendant une minute en dénature environ 20%, mais, lors de la pasteurisation UHT (72°C pendant 15 à 20 secondes), la dénaturation est négligeable. Son constituant essentiel (50-55%) est la  $\beta$ -lacto-globuline bovine, totalement absente du lait humain. Son rôle n'est pas connu. La deuxième protéine soluble (20-25%) du lait bovin est, par ordre d'importance, l' $\alpha$ -lactalbumine. Elle est présente dans le lait de tous les mammifères qui sécrètent du lactose puisque cette protéine est partie intégrante de l'enzyme de synthèse du lactose. Parmi les protéines solubles restantes



certaines, comme la sérum-albumine, ont une faible valeur nutritionnelle. D'autres comme les immunoglobulines et la lacto-ferrine n'en ont pas du tout.

Le taux de lacto-ferrine est très bas dans le lait de vache (0,2 g/litre). La lacto-ferrine bovine est nettement plus saturée en fer que la lacto-ferrine humaine (environ 30% contre 5%) et ce fer lié est peu bio-disponible pour l'absorption digestive tant chez l'enfant que chez l'adulte.

Les protéines du lactosérum ont une valeur nutritive majeure en nutrition humaine, car elles sont riches en acides aminés essentiels. Les protéines des laits de vache et de femme ont un profil en acides aminés différent. En conséquence, lorsqu'une formule lactée adaptée au lait maternel (laits infantiles dits «à prédominance ou enrichis en lactalbumines») est choisie pour alimenter un enfant, les protéines du lactosérum induisent dans le plasma du nourrisson un profil en acides aminés tout différent de celui obtenu par l'administration d'un lait de vache non modifié. (Florence, 2010).

**c. Azote non protéique :**

Le taux d'urée du lait de vache est bas et ceux de taurine et de carnitine sont faibles. (Florence COURTET LEYMARIOS, 2010).

➤ Variation de la teneur en matière protéique (TP) :

Le taux protéique (TP) varie essentiellement :

- en fonction de la race. (le lait des vaches Normandes est plus riche que le lait des Prim'Holstein).

- en fonction de la génétique,

- en fonction de la photopériode, le TP est plus faible en été lors des jours longs.

- en fonction de l'alimentation :

- le principal facteur alimentaire est l'apport d'énergie. Si les besoins énergétiques de l'animal ne sont pas couverts, il y a une diminution du taux protéique. Une sous-alimentation totale ou protéique provoque une chute du taux protéique (TP) en plus d'une chute de la production laitière dans toutes les espèces.

- chez la vache laitière, si la ration est riche en énergie, la synthèse protéique est stimulée. Par contre, un excès de protéines alimentaires n'augmente pas le taux protéique (TP) mais augmente le taux d'azote non protéique en particulier le taux d'urée. Le taux d'urée du lait est identique à celui du sang de la vache et peut être utilisé comme un indicateur d'une surnutrition ou sous-nutrition protéique.

- chez les vaches laitières très hautes productrices, l'apport d'acides aminés limitant ( lysine, méthionine le plus souvent) protégés des dégradations ruminales (tourteaux tannés, acides aminés de synthèse protégés) peut permettre une augmentation modérée du taux protéique (environ 1 g/kg). (Florence, 2010).

**3-Intérêt nutritionnel :**

Qualitativement, les protéines de lait ont une efficacité nutritionnelle élevée, elles ont :

- une bonne valeur biologique c'est-à-dire un bon équilibre en acides aminés indispensables.

•une digestibilité très élevée (90 à 96% pour leur coefficient de digestibilité apparente).

Les protéines du lait sont particulièrement bien adaptées à la croissance rapide, ce qui est le cas des très jeunes animaux. Les caséines sont pauvres en acides aminés soufrés, ce qui est compensé par la richesse en ces acides aminés de la lacto-globuline et de la lactalbumine.

Malheureusement ces deux dernières protéines constituent la « peau » du lait que l'on chauffe et sont éliminées quand on filtre le lait. Les acides aminés soufrés deviennent donc le facteur limitant. Comme tous les autres aliments d'origine animale, le lait de vache est riche en lysine. Celle-ci est en revanche rapidement dénaturée par la chaleur et particulièrement lors de l'ébullition (*Florence, 2010*).

#### **B-4- La matière saline (9 g/L):**

Les minéraux (ou matières salines) sont présents dans le lait à hauteur de 7g/litre environ. Les plus représentés en quantité sont le calcium, le phosphore, le potassium et le chlore

On retrouve ces matières salines soit en solution dans la fraction soluble, soit sous forme liée dans la fraction insoluble (ou colloïdale). Certains minéraux se trouvent exclusivement à l'état dissous sous forme d'ions (sodium, potassium et chlore) et sont particulièrement bio-disponibles. Les autres (calcium, phosphore, magnésium et soufre) existent dans les deux fractions.

Dans la fraction soluble, ils existent en partie sous forme libre (calcium et magnésium ionisés), en partie sous forme saline (phosphates et citrates) non dissociée (calcium et magnésium), ou encore sous forme complexe (esters phosphoriques et phospholipides). Dans la fraction colloïdale, les minéraux (calcium, phosphore, soufre et magnésium) sont associés ou liés à la caséine au sein des micelles (*Florence, 2010*).

Tableau 7 : Constituants majeurs des matières salines du lait de vache (g/L) (*Alais, 1984*)

Minéraux : totaux (g/L)	7
calcium (g)	1,25
phosphore (g)	1,00
magnésium (g)	0,12
sodium (g)	0,50
potassium (g)	1,25
chlore (g)	1,00
autres (soufre, citrate ....)	1,8 31

Tableau 8 : composition de la matière saline (en g par litre de lait)

Mg	Na	Ca	K	S	P	Cl	Citrates
0,12	0,58	1,23	1,41	0,30	0,95	1,19	1,6

#### **1. Calcium et phosphore :**

Le taux moyen de calcium est de 1,25 g/L le taux moyen de phosphore est de 1 g/L, le rapport phosphocalcique proche de 1,4 est de loin supérieur à celui des autres denrées alimentaires, faisant du lait une excellente source de calcium et un bon correctif des rations pauvres en calcium.

Les teneurs en calcium et en phosphore sont indépendantes de l'alimentation. Environ 65% du calcium se trouve au sein des micelles de caséines (fraction colloïdale) où cet ion bivalent assure un pontage entre les micelles de caséines, le tiers résiduel étant présent soit sous forme de sels (>20%) soit à l'état libre (>10%). Pour ce qui est du phosphore, 20% est lié aux acides aminés de la caséine (sérine, thréonine), plus de 60% est présent sous forme de phosphate inorganique et le reste se partage entre les phospholipides et les esters hydrosolubles.

Facilement assimilé par l'organisme grâce à une bonne biodisponibilité le calcium laitier aide à préserver le capital osseux. A certains moments de la vie comme l'adolescence, une grossesse ou la ménopause, les apports doivent être particulièrement importants et toute carence compromet la bonne santé du squelette. Le calcium a par ailleurs un rôle clef dans la coagulation sanguine, l'activité musculaire, certaines fonctions hormonales... Ceci explique les besoins importants en calcium tout au long de la vie. Si l'alimentation ne couvre pas ces besoins, le corps puise dans sa seule réserve : le squelette et les dents (environ 1kg à l'âge adulte) [10]. La consommation d'un bol de lait (250 ml) en apporte environ 300 mg de calcium et couvre en moyenne 37,5% des besoins de la majorité de la population [9]. *(Florence, 2010).*

### 2. Magnésium :

La teneur en magnésium du lait de vache est de l'ordre de 120 mg/L. Le magnésium est essentiellement en solution (environ 70%) et une fraction seulement est liée à la caséine en suspension colloïdale.

Certains industriels ont pris le parti de compléter leur lait en magnésium [9]. Il est recommandé de consommer quotidiennement 360 mg de magnésium pour une femme adulte, 420 mg pour un homme adulte et 400 mg pour une femme enceinte. Cependant, selon la cohorte SUVIMAX (étude sur 5 000 sujets participants) 18% des hommes et 23% des femmes ont des apports inférieurs aux deux tiers des Apports Nutritionnels Conseillés (ANC), cela entraîne un risque de déficit en magnésium. Une consommation de 250 ml de ce lait participe à la couverture des besoins nutritionnels en magnésium *(Florence, 2010).*

### 3. Sodium, potassium et chlore :

Sodium, potassium et chlore présentent des teneurs non négligeables dans le lait de vache, ils sont quasiment exclusivement en solution donc très disponibles. Chez le nourrisson et l'enfant, une attention particulière doit être portée à la concentration sodique élevée du lait de vache.

Comparé au lait maternel, celui-ci en contient trois à quatre fois plus, et des apports sodés excessifs semblent impliqués dans la pathogénie de l'hypertension chez l'adulte *(Florence, 2010).*

### B-5. Les oligo-éléments :

Leurs teneurs en oligo-éléments dans le lait varient fortement mais, au-delà de certaines limites, elles sont l'indice d'une contamination du lait et présentent un caractère toxique pour la santé et/ou nuisible en technologie laitière. Les teneurs en oligo-éléments du lait données

dans la littérature sont seulement indicatives, dans la mesure où elles subissent l'influence de divers facteurs (alimentation, stade de lactation, etc.) et dépendent aussi des méthodes utilisées.

D'une manière générale, le lait constitue pour l'homme une mauvaise source d'oligo-éléments. Ils s'y trouvent le plus souvent à des taux relativement modestes, et lorsque les taux semblent plus proches des besoins, ils sont présents sous forme inorganique (de moindre biodisponibilité). C'est le cas notamment du cuivre et du manganèse, très liés aux groupements phosphates de la caséine. Dans une certaine mesure le zinc (et le fer) font exception à cette règle.

- Le lait est pauvre en fer (0,6 mg/kg), c'est donc pour l'homme une mauvaise source de fer, moins en raison de sa teneur (comparable à celle du lait humain) qu'en raison de sa biodisponibilité.

Le fer du lait de vache est lié à la caséine pour 60% environ. La teneur en fer du lait ne couvre pas les besoins du jeune dans toutes les espèces.

- Le zinc se trouve dans le lait de vache à des taux et sous forme nettement plus favorables pour la nutrition humaine. Il est fortement lié à la caséine (80%) mais aussi aux immunoglobulines (20%).

- Le cuivre est très peu abondant dans le lait de vache et est lié aux protéines. Sous régime lacté strict, des enfants ont présenté des carences cupriques.

- L'iode, le fluor et le brome : Ils ne sont trouvés dans le lait que dans la mesure où l'eau et le sol en sont pourvus. L'iode est surtout lié aux protéines, mais existe aussi sous forme libre. L'iode et le brome sont plus abondants dans les régions côtières puisque ces éléments sont apportés par les embruns et les pluies marines.

- Le sélénium

La teneur en sélénium reflète la consommation par le cheptel d'herbes produites sur un sol sélénifère. Les carences se rencontrent chez l'animal comme chez l'homme dans les régions où le sol en est particulièrement dépourvu (Nouvelle-Zélande, Chine, etc.) .

- Le cobalt et le manganèse

C'est le constituant de la vitamine B12. Le manganèse est seulement présent dans le lait à des concentrations faibles (*Florence, 2010.*)

### **B-6. Les vitamines :**

Toutes les vitamines connues sont présentes dans le lait de vache. Les techniques de traitement du lait peuvent modifier sensiblement les taux, surtout pour la vitamine C (tableau 10). (*Florence, 2010.*)

Elles sont en quantité variable dépendant de facteurs exogènes (race, alimentation, radiation solaire). (*Mahaut, Jeantet, Bruleg, et Schuch 2000*) .

## **1-Vitamines hydrosolubles :**

Ces vitamines se trouvent dans le colostrum à des taux transitoirement (environ 14 jours) deux fois plus élevés que dans le lait mature avant d'atteindre des taux stables.

### **•Thiamine B1**

Dans le lait de vache, la thiamine (vitamine B1) est en partie libre et en partie liée aux protéines ou phosphorylée. Elle est vulnérable à la chaleur (chauffage long à haute température), mais résiste à des chauffages forts (145-150°C) et brefs (stérilisation UHT).

### **•Riboflavine B2**

Le lait de vache constitue une source alimentaire importante de riboflavine (vitamine B2) pour l'homme. Elle s'y trouve à l'état libre ou associée à des protéines et des phosphates à la surface des globules gras. Cette vitamine intervient dans les phénomènes d'oxydoréduction. Elle est très photosensible et, après quelques heures d'exposition au soleil, le lait peut avoir perdu 50 à 80% de son activité vitaminique. Cependant, elle résiste bien à la chaleur et la stérilisation classique du lait provoque une perte ne dépassant pas 10% de l'activité initiale.

### **•Niacine B3 ou PP (= acide nicotinique)**

La vitamine PP (vitamine antipellagreuse ou niacine) ne se trouve qu'en faibles quantités dans le lait de vache et entièrement à l'état libre. Par contre, on y trouve en abondance du tryptophane, un précurseur de la niacine. Cette vitamine est stable à l'air et à la lumière et peu sensible à la chaleur .

### **•Acide pantothénique**

Le lait de vache est riche en acide pantothénique.

Cette vitamine s'y trouve presque totalement à l'état libre et est un facteur de croissance pour divers micro-organismes, dont les lactobacilles. Elle est stable à l'air et à la lumière mais, par contre, très sensible à la chaleur et aux modifications du Ph.

### **•Pyridoxine B6**

La teneur en vitamine B6 est de cinq à dix fois plus élevée dans le lait bovin que dans le lait humain. Elle s'y trouve essentiellement à l'état libre. La pasteurisation et la stérilisation UHT du lait la laissent intacte, mais la stérilisation classique en détruit 50%. Une carence prolongée peut être la cause de convulsions chez le nourrisson ;

### **•Acide folique**

L'acide folique se trouve dans le lait de vache à des concentrations très variables et est lié aux protéines. Facteur de croissance pour divers micro-organismes, il est sensible à la lumière et à l'oxygène, mais stable à la chaleur et à des pH supérieurs à 4.

### **•Biotine**

La biotine se trouve totalement à l'état libre, mais en faibles quantités dans le lait. Elle est stable à la chaleur et à la lumière, mais sensible à l'air.

### **•Cyan cobalamine B12**

Le lait contient peu de vitamine B12

, mais son activité est considérable. Elle est liée au lactosérum (95%) et est stable à l'air, mais sensible à la lumière et au chauffage, surtout lorsqu'il n'est pas effectué à l'abri de l'air. La pasteurisation UHT n'en détruit que 10%, mais la stérilisation classique 90%.

En revanche dans le lait, cette vitamine est liée faiblement ce qui la rend facilement disponible, et environ 55% de la vitamine B12 du lait passe dans le torrent sanguin.

Les auteurs concluent qu'il est nécessaire d'effectuer de plus amples études cliniques avant de donner des recommandations nutritionnelles mais encourage à adopter une alimentation équilibrée riche en vitamine B12 avec notamment plus de produits laitiers.

#### •Acide ascorbique C

En comparaison des fruits ou légumes qui en fournissent jusqu'à 100 fois plus, le lait ne représente pas une bonne source de vitamine C. Celle-ci existe sous forme libre uniquement. Elle est très fragile, sensible à l'air, à la lumière et au chauffage (perte de 50% en stérilisation classique,

10% en pasteurisation). Le stockage et l'agitation du lait en tanks réfrigérés (2 à 4°C) pendant 36 heures détruit plus de la moitié de l'acide ascorbique (*Florence, 2010*).

## **2. Vitamines liposolubles :**

Les taux de vitamines A, D, E et K du lait dépendent de nombreux facteurs. Leur teneur est maximale pendant la saison de pâturage. Comme ces vitamines sont dissoutes dans la matière grasse, elles passent lors de l'écémage dans la crème et le beurre, elles sont peu présentes dans les produits à base de lait écrémé.

#### •Vitamine A

Le lait contient beaucoup de vitamine A (et de précurseurs caroténoïdes : 30% de l'activité vitaminique A totale) lorsque la nourriture des animaux est riche en fourrage vert et en carotène. De ce fait, il contient, en été, d'une fois et demie à deux fois plus de carotène et de rétinol qu'en hiver. Le carotène est le colorant de la matière grasse du lait.

#### •Cholécalciférol D

Le lait de vache ne contient de la vitamine D (vitamine D3 ou cholécalciférol, essentiellement en tant que sulfate) qu'en faibles quantités (de 1 à 50 ng/L). La vitamine D existerait aussi sous forme hydrosoluble à des concentrations parfois importantes (de 3 à 4 µg/L), mais seulement en relation étroite avec les protéines solubles, et ceci avant de gagner la membrane des globules gras. La teneur lactée varie en fonction du temps d'exposition de l'animal à la lumière solaire et aussi de l'alimentation consommée, en d'autres termes selon les régions et les saisons.

Parmi les vitamines liposolubles, la vitamine D forme un couple idéal avec le calcium dont elle améliore la fixation osseuse. Elle participe ainsi à la structure osseuse et dentaire.

C'est une des rares vitamines qui ne soit pas apportée exclusivement par l'alimentation. L'organisme la synthétise lorsque à l'exposition solaire par l'action des rayons UV sur la peau : 15 minutes environ par jour, même sans soleil direct suffisent. Toutefois, la synthèse de vitamine D peut ne pas être suffisante pour couvrir les besoins de l'organisme.

Par mesure de santé publique, le lait et les produits laitiers sont utilisés en France comme vecteur d'enrichissement en vitamine D avec l'objectif de réduire le déficit d'apport en cette vitamine et d'augmenter l'efficacité d'absorption du calcium [12,13], ainsi certains produits laitiers sont complémentés en vitamine D.

•Tocophérol E :

La vitamine E (de 2 à 5 mg par 100 g de matières grasses) est un antioxydant qui protège les lipides des altérations oxydatives. Plus de 95% de la vitamine E est de l' $\alpha$ -tocophérol, le composé biologique le plus actif, le reste étant composé de  $\gamma$ -tocophérol.

•La vitamine K :

Synthétisée dans le rumen, la vitamine K se trouve toujours dans le lait en quantités faibles, mais suffisantes pour l'homme (de 0,1 à 0,5 mg par 100 g de lipides). (*Florence, 2010*).

**B-7-Les gaz dissous (5 % en volume) :**

Le lait contient des gaz dissous, essentiellement du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), du di-azote (N<sub>2</sub>) et du dioxygène (O<sub>2</sub>) (*Florence, 2010*).

**4-*Caractéristiques du lait :***

**À la production**

Pour un éleveur, les deux caractéristiques principales qui font la qualité du lait de ses vaches sont<sup>2</sup> :

- le taux de matière azotée totale également appelé taux protéique ou TP ;
- le taux de matière grasse également appelé taux butyreux ou TB

Ces taux varient en fonction des races, et par exemple :

le lait de la Prim'Holstein (première race en France avec environ 80 % de la production) présente, en moyenne, un taux de matière grasse de 39,7 pour 1 000 et un taux de matière azotée de 31,9 pour 1 000 (habituellement en masse, soit en grammes par kilogramme)<sup>3</sup>.

Le lait de la Normande présente, en moyenne, un taux de matière grasse de 42,8 pour 1 000 et un taux de matière azotée de 34,5 pour 1 000.

Cette deuxième race est moins productif mais son lait plus riche est vendu plus cher et est apprécié pour la production de fromage.

Ces taux sont variables en fonction De la race, et de différents facteurs comme l'alimentation, la photopériode ou la période de lactation.

L'éleveur est payé en fonction de la qualité du lait (TP et TB), et aussi en fonction de critères microbiologiques (nombre de germes totaux par ml, nombre de cellules somatiques).

La densité du lait de vache est comprise entre 1,030 et 1,034.

#### **A-propriétés physico-chimique de lait :**

Tableau 9: les propriétés physico-chimique du lait de vache. (*Lupien, 1995*)

Densité du lait à 20°C	1,028-1,034
Densité de lait écrémé	1,035-1,036
Densité de la matière grasse	0,92-0,94
Point de congélation	0,530-0,555
PH à 20°C	6,6-6,8
Acidité titrable	14-17 °D
Activité de l'eau à 20°C	0,9

#### **B- les caractéristiques microbiologiques de lait :**

Du fait de sa composition physico-chimique, le lait est un excellent substrat pour la croissance microbienne. De ce fait on trouve que le lait comporte une flore originelle et une flore de contamination. (*BORDJAH AKLI M<sup>me</sup> BEDOUI NORA 2011*).

##### **1-Flore originelle :**

Le lait contient peu de Microorganismes lorsqu'il est prélevé dans de bonnes conditions, à partir d'un animal sain (moins de 103germes /ml). Il s'agit essentiellement des germes saprophytes de pis et des canaux galactophores : microcoques, streptocoques lactiques, lactobacilles. Des germes pathogènes et dangereux du point de vue sanitaire peuvent être présents lorsque le lait est issu d'un animal malade (Streptocoque pyogène, carynebactéries pyogènes, des staphylocoques) qui sont des agents des mammites et peut s'agir aussi de germes d'infection générale Salmonella, Brucella, et exceptionnellement listeria monocytogene, mycobactérie, Bacillus anthracis et quelque virus (*Guiraud, 2003*).

##### **2-Flore de contamination:**

Le lait peut se contaminer par des apports microbiens divers:

Fèces et téguments de l'animal : Coliformes, Entérocoques Clostridium, Salmonella. Sol: Streptomyces, Listeria, bactéries sporulés, spores fongiques.

L'air et l'eau : Flores diverses, bactéries sporulés. (*Guiraud, 2003*).



Tableau 10: Les principaux groupes bactériens du lait. (Alais, 1984).

	Groupes	Caractères
<b>-Bactéries «Gram +»</b>	1-bactéries lactiques	Activité biologique : fermentation du lactose
	2-Microcoques	* Flore banale de contamination du lait *Activité enzymatique réduite
	3-Staphylocoques	*Anaérobies facultatifs, fermentent le lactose exemple : <i>Staphylococcus aureus</i> *Développement dans le lait à 15°C pendant plusieurs heures
	4-Bacillaceae.	*Mésophiles, inhibées à 45°C, * Absentes dans le lait crus et les produits laitiers qui n'ont pas été chauffés, *Responsables des altérations des laits insuffisamment stérilisés.
<b>-Bactéries «Gram-»</b>	1-Entérobactéries.	*Des coliformes, fermentent le lactose *Leur présence est lié à une contamination fécale *Moins abondantes dans le lait par rapport à d'autres Gram (-), *Ces espèces résistent aux antibiotiques, se développent à des températures très différentes.
	2-Achromobactériaceae	*Ces microorganismes forment l'essentiel de la flore psychrotrophe * Ne fermentent pas les sucres.
	3- Bactéries divers.	Les plus importantes Pseudomonas véhiculées par les eaux non potables et brucella pathogènes.

### 5-Substances indésirables à la consommation de lait de vache :

La mamelle est un émonctoire et le lait peut contenir des substances ingérées ou inhalées par l'animal, sous la forme soit du constituant original, soit de composés dérivés métabolisés. Les substances étrangères peuvent provenir des aliments (engrais et produits phytosanitaires), de l'environnement (pesticides, éléments radioactifs), de traitements prescrits à l'animal (produits pharmaceutiques, antibiotiques, hormones).

Ces contaminations posent des problèmes particuliers, parce qu'il est souvent difficile d'en apprécier les conséquences à long terme sur la santé. Les mesures de prévention restent la pratique la plus logique et la plus efficace, que l'anxiété des médecins ou du public soit justifiée ou non. En France, c'est le rôle de l'AFSSA d'évaluer le risque constitué par ces contaminations. Les services vétérinaires jouent également un rôle clef dans les contrôles effectués régulièrement pour s'assurer de l'absence de résidus à des taux toxiques ([PDF] 2014).

#### •Pesticides

Ces produits sont destinés à détruire les insectes qui attaquent le bétail, les cultures et les récoltes. Tous présentent un degré de toxicité pour l'homme.

#### •Antibiotiques

Leur usage chez l'animal en fait des constituants sporadiques du lait, et donc une source de sélection de souches résistantes et d'accidents allergiques pour le consommateur. Pour ces substances comme pour tous les médicaments vétérinaires des Limites Maximales de Résidus

(LMR) sont définies pour chaque principe actif afin de définir un temps d'attente pendant lequel la commercialisation du lait est interdite.

•***Nitrates et nitrosamines***

La fabrication de certains produits laitiers s'accompagne d'une addition de nitrate dans le lait à cailler. Ceux-ci s'accumulent surtout dans le lactosérum. De fait, on peut trouver dans les produits secs, des nitrates en concentrations très élevées.

Les nitrates peuvent former des liaisons avec divers composants du lait. Les nitrites qui découlent de la conversion des nitrates peuvent former des nitrosamines, dont certaines sont cancérigènes.

•***Métaux et polychlorobiphényles***

Parmi les métaux susceptibles de contaminer le lait à des taux inquiétants pour la santé, on peut citer le sélénium, l'arsenic, le plomb, le mercure et le cadmium.

## **CHAPITRE 2 :**

### **1-conformation de la mamelle :**

#### **A-définition de la glande mammaire :**

La glande mammaire est une glande sudoripare modifiée, caractéristique des mammifères, elle n'entre normalement en fonction qu'à la fin de la gestation ; leur développement dépendant des hormones génitales. Sa fonction se caractérise par la production successive de deux sécrétions différentes : colostrum et le lait destinés à la nourriture du nouveau-né, indispensables à la survie de la descendance des espèces. (*Fourar, 2007*).

#### **B- Anatomie de la glande mammaire :**

L'anatomie de la glande mammaire, varie beaucoup selon les espèces. Le nombre de glandes et de rayons ne sont pas les mêmes chez la vache, la truie ou la jument. Cependant, l'anatomie microscopique est très semblable chez ces animaux. (*DELAVAL BENELUX, 2011*).

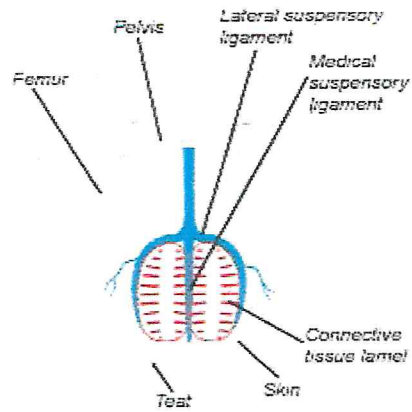
#### **B-1.La structure et développement de la glande :**

Le développement de la glande mammaire débute au niveau du fœtus. Dès le deuxième mois de la gestation, la formation des trayons commence et le développement continue jusqu'au sixième mois de gestation. Lorsque le fœtus a six mois, la mamelle est presque totalement développée. Elle comporte quatre glandes séparées, un ligament médian, des trayons et des glandes citernes.

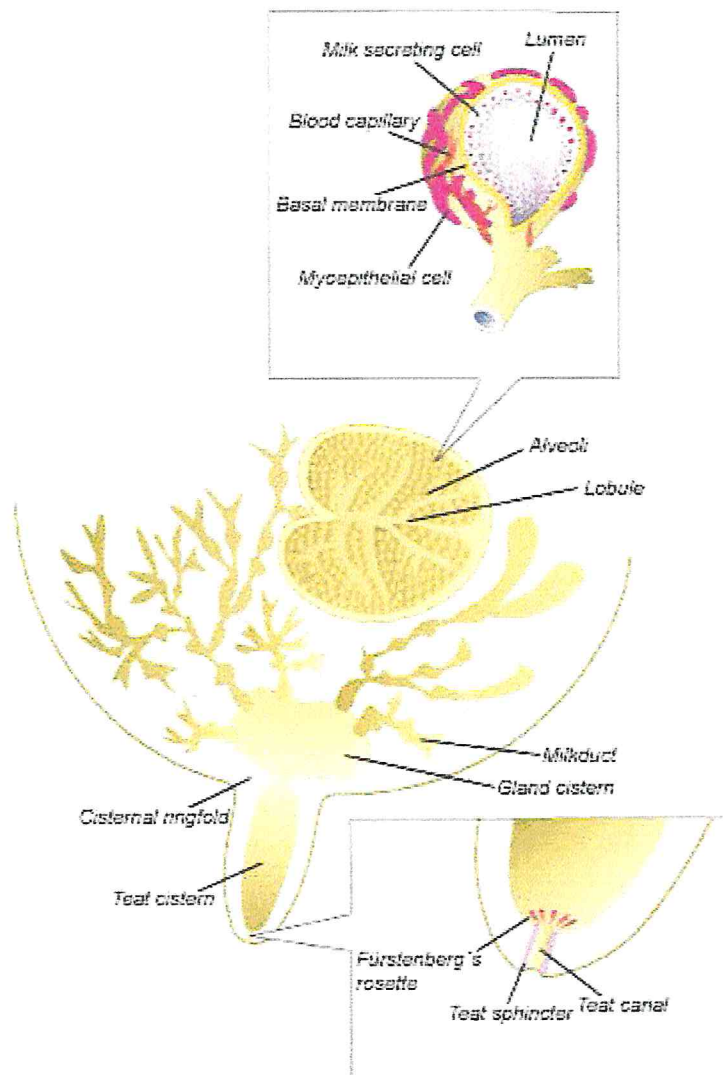
Les conduits de lait et les tissus de sécrétion se développent entre le vêlage et la puberté. La taille et le nombre de cellules continuent d'augmenter pendant les cinq premières lactations. La capacité de production de lait augmente de façon similaire. Ceci n'est pas toujours utilisé puisque, aujourd'hui, la vie productive de bien des vaches se limite à aussi peu que 2.5 lactations. La mamelle de la vache laitière est constituée de quatre glandes séparées et comportant chacune un rayon. Le lait sécrété dans une des glandes ne peut pas passer par une autre glande. Les côtés gauche et droit sont aussi séparés par un ligament médian tandis que les quartiers avant et arrière sont moins clairement séparés.

La mamelle est un très gros organe pesant environ 50 kg (incluant le sang et le lait). Étant donné que des poids de 100 kg peuvent être atteints, il est toutefois capital que la mamelle soit très bien attachée au squelette et aux muscles.

La mamelle est composée de tissus de sécrétion et de tissus conjonctifs. La quantité de tissus de sécrétion ou le nombre de cellules sécrétrices est le facteur limitant la production laitière de la glande mammaire. Il est généralement admis que les grosses glandes mammaires sont associées à une haute production de lait. Ceci n'est pas tout à fait vrai en réalité puisqu'une grosse mamelle peut être constituée de beaucoup de tissus conjonctifs ou adipeux (*Dérivaux et Ectors, 1980*).



**Figure 2 : La structure de soutien de la mamelle (ANONYME)**



**Figure 3 : Schéma de l'anatomie de la mamelle (ANONYME)**

### **B-2 .Quartiers d'un pis :**

Il y a un ou plusieurs systèmes de cavités dans lesquelles le lait s'accumule avant d'être expulsé, appelée citerne de lait. Mais le lait peut aussi s'accumuler dans la citerne du trayon et dans les canaux galactophores. L'extrémité du trayon est formée par le canal du trayon dont l'intérieur est tapissé de cellules qui secrètent la kératine, une substance qui empêche les microbes de passer et qui peut même tuer les microbes. La partie externe du canal du trayon est fermée par un petit muscle lisse et élastique appelé sphincter. La vitesse de traite est reliée en grande partie au diamètre du canal du trayon et à l'élasticité du sphincter. Le canal du trayon, la kératine et le sphincter représentent les premières lignes de défense naturelle de la vache contre l'invasion des microbes d'où l'obligation de les garder en bon état (**DELAVAL, 2011**).

### **B-3. les deux grands types de mamelle :**

**Les mamelles simples :** comme celles de la vache, la brebis, la chèvre comportent une seule glande par quartier avec un seul canal excréteur vers l'extérieur ainsi que des citernes du trayon et de la glande. Ces citernes permettent le stockage du lait entre les traites ou les tétées (**BENELUX, 2011**).

**Les mamelles composées :** sont plus fréquentes que les simples. C'est le cas des rongeurs, des primates mais aussi de la chienne, de la chatte, de la jument. Elles sont constituées de lobes simples. Chaque lobe a son individualité sécrétrice et débouche par un canal galactophore dans l'axe du mamelon par autant de canaux excréteurs qu'il y a de glandes élémentaires dans la mamelle composée. Par exemple la jument possède 2 canaux excréteurs par mamelon (**BENELUX, 2011**).

### **Est-il possible d'influencer la composition et le rendement du lait?**

Il est bien connu que la quantité de lait à être produite est grandement influencée par la quantité d'aliments donnée aux animaux. Il est aussi possible d'influencer en partie la composition du lait par l'alimentation, spécialement avec la composition des fourrages. Les régimes faibles en fibres ou à forte teneur en concentrés riches en amidon peuvent par exemple occasionner une baisse du taux de gras dans le lait. Ces régimes peuvent altérer la composition des acides volatiles dans le rumen, qui influencent le métabolisme du gras dans la mamelle. Il est cependant plus difficile d'altérer la composition en protéines par la composition de l'alimentation. La possibilité d'altérer la composition du lait par la traite est aussi évidente (**DELAVAL BENELUX, 2011**).

### **c- Les différentes parties de la mamelle :**

Tableau 11 : Les différentes parties de la mamelle (**Princesse-lavache.com, 2014**)

1-Attache mammaire arrière	3-Quartier arrière gauche	5-Sillon inter-mammaire	7-Trayon arrière droit	9-Attache mammaire avant
2-Ligament suspenseur	4-Quartier arrière droit	6-Trayon arrière gauche	8-Quartier avant gauche	10-Veines mammaires (fontaines du lait)

## **CHAPITRE 3 :**

### **1-Les mammites:**

#### **A – Définition de la mammite :**

La mammite est un état inflammatoire de la mamelle qui est caractérisé par la présence de germes pathogènes dans le lait, la présence de cellules, dites somatique, en nombre anormalement élevé et de modifications chimiques du lait. *(Weisen, 1974)*.

Elle peut se définir par l'état inflammatoire d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle quelle que soit l'origine : traumatique, physique ou biologique. *(Hanzen, 2000)*.

Le terme générique « mammite » se porte à l'inflammation de la glande mammaire quelle que soit la cause, mais la cause la plus fréquente est l'invasion de la glande mammaire par les bactéries ou d'autres micro- organisme. *(Michel.Wattiau, 2006)*.

Les modifications les plus importantes du lait comprennent un changement de couleur, la présence de caillé et d'un grand nombre de leucocytes. Alors que le plus souvent la maladie s'accompagne de gonflement, de douleur et d'induration de la glande mammaire, il est indéniable qu'un certain nombre de glande atteintes de mammites ne sont pas aisément détectables ni par palpation ni par l'examen du lait dans le bol de traite. *(Readostis, 1994)*.

#### **B - Types de mammites :**

Comme la mammite est une maladie qui s'exprime à divers degrés d'intensité et qui peut être provoquée par différents organismes, il existe tout un jargon qui se rapporte à la maladie. On parle trop souvent de LA mammite alors qu'on devrait plutôt parler DES mammites. Il est donc important de pouvoir reconnaître les différents types de mammites car cela va déterminer les actions à prendre autant au niveau de la prévention que des traitements. Afin de clarifier les termes qui sont employés tout au long de ce texte, le tableau 1 présente les définitions et caractéristiques des différents types de mammite. *(Jean Duval 1967)*.

### C- Caractéristiques des différents types de mammites :

Tableau 12 : Caractéristiques des différents types de mammites. (Noireterre Philippe, 2006)

Type de mammite	Symptômes caractéristiques ou définition
Clinique aiguë	Inflammation de la mamelle, fièvre de plus de 39C, sujet faible et déprimé, manque d'appétit. Rendement laitier baisse drastiquement. Suit souvent le vêlage et, de façon moins grave, le tarissement.
Clinique suraiguë	Quartier enflé, chaud, rouge, douloureux. Le lait passe difficilement. Fièvre de plus de 41C, la vache n'a pas d'appétit, frissonne et perd du poids rapidement. La lactation est souvent interrompue.
Clinique subaiguë	Aucun changement apparent du pis, présence de caillots dans le lait, surtout dans les premiers jets. Sujet bien portant.
Infra clinique	Aucun symptôme. 15 à 40 cas pour un cas clinique. Le lait est d'apparence normale. Le seul changement est la détection de l'agent pathogène à l'analyse et l'accroissement du compte somatique. Surtout causée par <i>Staphylococcus aureus</i> .
Chronique	Attaques cliniques répétées mais peu fortes, généralement sans fièvre. Lait grumelleux, quartiers enflés parfois. Le quartier peut devenir dur (indurations fibreuses). Les traitements antibiotiques ne fonctionnent souvent pas.
Gangréneuse	Le quartier affecté est bleu et froid au toucher. La décoloration progresse du bas vers le haut. Les parties nécrotiques tombent du corps. La vache en meurt souvent.
Contagieuse	Mammite provoquée par des bactéries comme <i>Staphylococcus aureus</i> et <i>Streptococcus agalactiae</i> , dont les vaches infectées sont la source principale.
Environnementale	Mammite provoquée par des bactéries comme les coliformes ( <i>E. coli</i> , etc.), dont la source principale est un environnement contaminé le plus souvent par du fumier.

### D-Micro-organismes responsables de la mammite :

On peut retrouver sur et dans le pis de la vache un grand nombre de microorganismes. Watts (1988) a identifié 137 espèces et sous-espèces de microbes qui peuvent être associés à la glande mammaire de la vache. Plusieurs d'entre eux font partie de la flore bactérienne normale et ne causent pas, sauf exception, de mammites. Ils peuvent même au contraire protéger le pis des infections de bactéries pathogènes.

Plusieurs autres micro-organismes peuvent par contre provoquer l'infection des glandes mammaires. Les plus fréquemment rencontrés, ceux qui causent environ 90% des mammites, sont présentés au tableau 2. On distingue les micro-organismes contagieux et les micro-organismes environnementaux. Les micro-organismes contagieux, qui survivent et prolifèrent sur la peau et les blessures aux trayons, ont comme source principale les vaches infectées. Il s'agit de *Streptococcus agalactiae*, *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus dysgalactiae*. Les micro-organismes environnementaux (*Escherichia coli* et autres coliformes, *Streptococcus uberis*) ne sont que de passage sur le trayon. Leur présence reflète plutôt un haut niveau de contamination du sol, de la litière, de l'eau, par du fumier surtout. Pour qu'un micro-organisme cause une infection dans un quartier, il faut d'abord qu'il envahisse ce quartier et que la vache ne puisse s'en débarrasser avant qu'il ne se multiplie. Voici un scénario typique qui mène à l'apparition d'une mammite.

**1. Contact avec le microbe:** Le nombre de microorganismes s'accroît près de l'orifice (ou sphincter) d'un ou plusieurs trayons. C'est là que l'hygiène et les procédures de traite ont un

rôle important à jouer pour éviter que ces microbes pénètrent le quartier.

**2. Entrée du microbe dans le trayon:** Cette entrée peut être forcée par la trayeuse mécanique, surtout en fin de traite. Les trayons endommagés (blessures, kératine abimée à l'intérieur du trayon) ou trop ouverts vont être plus facilement envahis. C'est à ce niveau que l'ajustement des trayeuses et la prévention des blessures est critique.

**3. Réponse immunitaire de la vache:** la première ligne de défense de la vache consiste à envoyer plus de globules blancs (leucocytes) pour éliminer les microbes qui ont pénétré dans le trayon. Si cette réponse est insuffisante, le microbe se multiplie et la vache montre d'autres réponses immunitaires comme la fièvre. L'efficacité du système immunitaire de la vache dépend d'un grand nombre de facteurs. A ce niveau aussi, le vacher peut faire beaucoup pour assurer une bonne réponse immunitaire. (*Jean Duval 1967*).

**Tableau 13** - Principaux micro-organismes impliqués dans les infections mammaires, leurs caractéristiques et leur prévention (*Guérin, 2007*)

Espèce	Source principale	Milieu de vie	Facteurs de propagation	Symptômes	Traitement préventif
<i>Streptococcus agalactiae</i>	Vaches infectées	Quartier infecté et pis seulement	Utilisation d'une guenille commune.	Fièvre peu forte d'environ 24 heures.	Bain de trayon après la traite réduit le problème de 50%  Réforme des vaches infectées
<i>Staphylococcus aureus</i>	Vaches infectées	Sur trayon anormal et pis, trayeuses, vagin, amygdales	Transmis par mains ou guenilles, pénètre durant la traite.	Souvent très aiguë quelques jours après le vêlage. Peut être fatale. Le quartier enfle et devient mauve. Affecte tout le système rapidement. Dans la forme chronique, durcissement du pis, sécrétion aqueuse, atrophie éventuelle du quartier. Forme intermédiaire avec sécrétion grumeleuse. Lait plus chaud que normale.	
<i>Streptococcus dysgalactiae</i>	Vaches infectées	Quartier infecté, blessé.		Enflamment prononcé du ou des quartiers infectés. Lait très anormal. Fièvre forte dans un cas grave.	
<i>Streptococcus uberis</i>	Environnement contaminé	Sur la peau de la vache, la bouche, le sol	Lave-pis négligé, séchage insuffisant, manque de litière, parc boueux.	Enflamment prononcé du ou des quartiers infectés. Lait très anormal. Fièvre forte dans un cas grave  Affecte surtout les vaches tarées et les génisses.	Lave-pis: laver les trayons seulement, bien sécher avec papier jetable pour chaque vache.
<i>Escherichia coli</i>	Environnement contaminé	Sol, litière (copeaux et bran de scie), fumier, eau,	Stalle de vêlage sale, manque de litière, lave-pis inadéquat.	Souvent très grave. Peut mener à la perte du quartier et parfois à la mort. Les sécrétions sont maigres et jaunes, contiennent des grumeaux semblables à du son. Fièvre élevée souvent.	Litière abondante.
<i>Corynebacterium pyogènes</i>	Certains insectes	Vallées humides, boisés		Réaction systémique prononcée à cause des toxines produites par la bactérie. Souvent plus d'un quartier est affecté. Ils deviennent durs, donnent une sécrétion épaisse et puante semblable à du fromage et difficile à sortir. Abscesses par après qui crèvent et déchargent un pus crémeux et perte de tissus.	



### E-Facteurs qui favorisent la mammite :

Le problème de la mammite est difficile à cerner. Il s'agit d'une maladie causée par plusieurs facteurs. Les micro-organismes sont responsables de l'infection, mais pour que ceux-ci entrent dans les glandes mammaires et qu'ils s'établissent au point de provoquer une infection, une foule de facteurs peuvent intervenir. Ces facteurs (hygiène, stabulation, climat, trayeuses, alimentation, génétique, etc.) sont nombreux et agissent tous en même temps. Il est de plus difficile de généraliser quant à l'importance relative de chacun de ces facteurs, certains facteurs affectant certains microorganismes en particulier. *Klastrup et al. (1987)* évaluent que 25 % de la susceptibilité aux infections sont attribuables aux facteurs environnementaux, 20 % aux facteurs génétiques, et 50 % à la régie de troupeau. (*Jean Duval 1967*).

#### ➤ *Facteurs environnementaux*

##### Climat

Le climat peut avoir une influence directe ou indirecte sur l'apparition de la mammite. Les auteurs anciens (*Eckles, 1913; Sheldon, 1880*) insistent beaucoup sur le fait que l'exposition au froid intense, aux courants d'air, à une humidité excessive ou à une chaleur extrême prédispose à la mammite.

Tout comme ils favorisent nos rhumes, on peut comprendre que des changements rapides de température seraient favorables à l'incidence de la mammite. D'après la revue de littérature de *Klastrup et al. (1987)*, les recherches sur l'influence de la température sur l'incidence de la mammite indiquent que les extrêmes de température interagissent avec d'autres facteurs pour favoriser l'apparition de la mammite mais vont rarement à eux seuls entraîner son apparition. Les extrêmes de température peuvent aussi affecter le nombre de cellules somatiques. On peut donc parler de tendance à la mammite lorsque les températures sont extrêmes. Ainsi, en Floride, une plus grande fréquence de mammite clinique a été notée 3 années sur 7 pendant les périodes très chaudes et très humides (*Morse, 1988*).

Un type particulier de mammite souvent appelée mammite d'été, est provoquée par des insectes piqueurs qui contaminent le pis avec la bactérie *Corynebacterium pyogenes* et autres bactéries anaérobiques. La fréquence de ce type de mammite varie selon les régions, les vallées humides étant souvent les plus propices. Le climat peut aussi avoir une influence indirecte. Par exemple, des conditions boueuses à l'extérieur provoquées par des pluies abondantes vont faire en sorte que certains microorganismes vont prospérer et donc augmenter les chances d'infection.

##### Stabulation

Le seul fait de garder les vaches à l'intérieur accroît l'incidence de la mammite. Lorsque les vaches sont à l'intérieur, les chances de blessures au pis augmentent. On rencontre aussi des microorganismes dont les populations sont généralement moins concentrées à l'extérieur. En Australie, où les vaches ne vont à l'intérieur que pour la traite, il est rare de voir des mammites causées par les coliformes.

Bien que la question soit souvent débattue, il semble que la mammite est moins fréquente en stabulation libre qu'en stabulation entravée. On pourrait penser que les mammites sont plus fréquentes dans les systèmes à stabulation libre parce que les microbes sont plus facilement

transmis d'une vache à l'autre. Par contre, les vaches sont habituellement plus «heureuses» en stabulation libre, ont moins de chance de se blesser ou d'être en contact avec de la litière souillée et sont donc moins sujettes aux mammites. L'ajustement social des vaches dans le troupeau est aussi beaucoup plus clair en stabulation libre. D'après une étude serbe (*Milojevic, 1988*), il y aurait 27% moins de cas de mammite infra-clinique et 42% moins de cas de mammites cliniques dans les troupeaux en stabulation libre que dans les troupeaux en stabulation entravée.

En stabulation entravée, certains types de stalles seraient plus propices à l'incidence de la mammite. Plus la stalle est longue et large, plus la vache est libre de ses mouvements, moins grand est le nombre de blessures et l'incidence de la mammite (*Keller, 1977*). Ce qui nuit le plus, c'est ce qui restreint les mouvements verticaux de l'animal, particulièrement lorsqu'il se lève et se couche. Une partition entre les stalles réduit l'incidence de la mammite en prévenant les mouvements brusques des voisines et les chances d'écrasement des trayons.

### Qualité de l'air à l'intérieur

Des courants d'air, beaucoup d'humidité et des changements fréquents de températures dans une étable sont des facteurs qui contribuent à la fréquence de la mammite. Comme nous l'avons vu à la page précédente, la question de l'effet indirect sur l'immunité de l'animal n'est pas très bien étudiée. Par contre, l'effet sur la concentration des pathogènes dans l'étable l'est plus. Par exemple, la bactérie *Klebsiella pneumoniae* cause plus d'infection quand l'humidité relative est basse (*Turner et Salmonsén, 1973*), tandis que le nombre d'infections causées par *E. coli* ne varie pas en fonction de l'humidité relative.

### Litière

Qu'on soit en stabulation libre ou en stabulation entravée, la litière a un rôle important à jouer dans l'incidence de la mammite. Lorsqu'on pense au lait mammitique qui tombe par terre, à l'humidité qui favorise le développement microbien sur la litière et au fait qu'il est commun pour une vache de passer 14 heures sur 24 en contact avec la litière, on comprend facilement cette importance. Dans une expérience où des vaches étaient gardées avec ou sans litière, le taux de mammites était plus du double sans litière. De la litière insuffisante dans un élevage en stabulation libre, surtout dans un grand troupeau, peut mener à des situations graves dans le cas des mammites contagieuses.

Différents matériaux utilisés comme litières peuvent affecter la croissance de différents microorganismes. La paille est le matériau le plus recommandable en général. La paille d'avoine coupée et le bran de scie de cèdre sont moins favorables au développement rapide des microorganismes pathogènes que le papier journal (*Brim et Timms, 1989*). La paille coupée est par contre plus favorable aux *Klebsiella* que le bran de scie (*Hogan, 1989*). Le bran de scie et les copeaux, surtout s'ils ont chauffé, encouragent le développement rapide des coliformes en général et sont souvent responsables des «épidémies» de mammites à coliformes (*Philpot, 1978*).

### Stress

Plus un animal subit du stress dans son environnement, moins son système immunitaire est efficace, et moins il résiste aux invasions microbiennes. Donc, plus il y a de stress, plus les chances de mammites augmentent (*Giesecke, 1985*). Giesecke a même démontré que le stress

affecte l'intégrité des cellules intra-mammaires, ce qui est un facteur de plus qui favorise la mammite. Voici quelques exemples de sources de stress:

- Une densité excessive d'animaux. La proximité des vaches favorise les échanges microbiens et les relations tendues entre les animaux;
- L'irrégularité dans la régie, l'imprévisibilité du comportement du vache.
- Le bruit peut être une cause de stress;
- Les tensions parasites.

### ➤ *Facteurs génétiques*

Il s'est fait beaucoup de recherches dernièrement sur l'influence des facteurs héréditaires sur la susceptibilité à la mammite. Les différentes races de bovins laitiers ne sont pas toutes également susceptibles à la mammite. Les grosses productrices ont plus tendance à être atteintes. La sélection dirigée uniquement vers la production laitière est sans doute un facteur important dans le fait que la fréquence des mammites soit plus haute. Selon différentes sources, les facteurs héréditaires comptent pour 12 à 20% dans la susceptibilité à la mammite dans une même race.

Les vaches sélectionnées pour plusieurs traits ont de plus haut décompte somatique (meilleure réponse immunitaire), nécessitent près de deux fois moins de traitement et on jette moitié moins de leur lait que les vaches sélectionnées pour un seul trait, qui par contre produisent plus de lait (*Vaamonde et Adkinson, 1989*).

Au niveau génétique, il y a une corrélation entre le pourcentage de gras du lait et l'incidence de mammites cliniques. Plus une lignée de vache donne du lait gras, plus elle est susceptible aux mammites. Il est donc important de ne pas sélectionner seulement sur cette base.

### ➤ *Facteurs nutritionnels*

Malgré plusieurs études sérieuses sur le sujet, les liens entre l'alimentation et la mammite soulèvent encore des interrogations dans les milieux scientifiques. Deux pratiques qui accroîtraient les risques de mammite sont les changements rapides dans l'alimentation et l'excès ou le déséquilibre des différentes composantes de la ration.

#### *Azote et protéines*

Un excès azoté ou protéique dans l'alimentation est souvent cité comme un des facteurs favorisant la mammite. Selon une étude danoise, il n'y a toutefois pas de lien définitif entre la teneur en protéines de la ration et l'incidence de la mammite. (*Madsen et Nielsen, 1981*). Par contre, les preuves sont plus abondantes en ce qui concerne l'effet néfaste de l'azote qui n'est pas sous forme de protéines (urée et ammoniac) sur l'incidence de la mammite.

Les rations riches en azote non protéique (ANP) sont particulièrement dures pour les globules blancs ou leucocytes qui protègent le pis. Des changements brusques de ration vers des rations à base de maïs humide ou d'ensilage de luzerne, riches en ANP, sont à éviter. Un accroissement même modeste du taux d'ammoniaque dans le sang a des répercussions sur le métabolisme. Si de telles rations sont utilisées, il faut veiller à donner assez de fibres pour nourrir les microorganismes du rumen qui vont convertir l'azote non protéique en protéines bactériennes.

Selon des chercheurs allemands (*Emmert et Wendt, 1991*), il y a une relation significative entre le taux d'urée dans le sang et la colonisation bactérienne du pis. Dans une autre expérience, l'ajout d'urée à la ration a augmenté la susceptibilité à l'infection et a accru de plus de 16% le nombre d'infection (*Sterk et al, 1978*). L'effet sur le système immunitaire est surtout évident lorsque l'urée est donnée en grandes quantités (plus que 180g/jour de plus que les besoins en azote) selon (*Bargeloh et Thomas 1976*).

### Concentrés et énergie

Il est généralement recommandé de diminuer la quantité de concentrés donnée à une vache atteinte de mammite. Il semble que cela soit aussi vrai pour prévenir la mammite selon une étude allemande (*Klug et al, 1989*) réalisée sur 1038 vaches de première lactation et 572 vaches des lactations suivantes. En effet, lorsque la ration de vaches contenait 25% de concentrés plutôt que 40%, l'incidence de la mammite était de 6,8% en comparaison de 35,7% pour les vaches en première lactation et de 18,9% en comparaison de 36,8% pour les autres vaches.

La même étude comparait aussi différents taux d'énergie dans la ration. Une haute teneur énergétique dans la ration avait pour effet d'augmenter l'incidence de la mammite chez les vaches en première lactation alors que l'effet inverse était observé chez les autres vaches.

### Rapport calcium-phosphore

Un rapport calcium-phosphore inadéquat dans la ration amène des problèmes de fièvre du lait au vêlage (*Radostits, 1961*). Dans de gros troupeaux, jusqu'à 50% des animaux qui manquent de calcium dans leur ration vont développer une mammite à coliformes en quelques heures après le vêlage. Cette hypocalcémie provient généralement d'une ration au rapport calcium-phosphore inadéquat pendant la période de tarissement. Pour plus de détail sur la ration pendant le tarissement, voir la page 20.

### Ensilage et foin

Les ensilages de mauvaise qualité sont très néfastes pour le système immunitaire. Les protéines et les glucides surchauffés peuvent tuer les globules blancs qui protègent le pis. Les vaches nourries au foin et au grain ont de toute façon une plus grande résistance à plusieurs pathogènes que des vaches nourries à l'ensilage (*Pounden et al, 1952*). En certains cas, les pseudomonades et les Proteus sont les seuls microorganismes qui survivent aux hautes

températures produites lors de l'ensilage. Les ensilages ainsi contaminés peuvent donc être la source des mammites, quand même plutôt rares, causées par ces organismes. Le foin moisi et les mycotoxines sont aussi nuisibles aux globules blancs et donc affaiblissent le système immunitaire.

### Luzerne et autres légumineuses

Les légumineuses, et particulièrement la luzerne, contiennent des substances oestrogéniques dont la concentration varie avec la maturité de la plante. Le fait d'ensiler ces légumineuses ne diminue pas leurs propriétés oestrogéniques. Par un mécanisme physiologique encore mal expliqué, ces substances oestrogéniques externes (c'est-à-dire qui ne sont pas produites par la vache elle-même) ont tendance à favoriser la mammité. Plusieurs études indiquent que l'inclusion de luzerne à la ration de vaches atteintes de mammité chronique exacerbe l'infection. Le fait le plus important à retenir est de ne pas donner des foin ou ensilages riches en légumineuses aux taures et génisses. Cet apport oestrogénique encourage un développement prématuré du pis et favorise l'incidence de mammité environnementale selon les travaux de Bushnell cités par (*Klastrup, 1987*).

### Sélénium et vitamine E

Dans les dix dernières années, plusieurs chercheurs se sont penchés sur l'utilisation de suppléments et le rôle du sélénium et de la vitamine E dans la prévention et le traitement de la mammité. Le maintien d'un taux adéquat de sélénium dans l'organisme permet de prévenir la mammité, de rendre l'infection moins forte et de la faire durer moins longtemps lorsqu'elle a lieu. Le sélénium permettrait de renforcer la réponse du système immunitaire en accroissant la décharge d'un plus grand nombre de leucocytes et en augmentant l'efficacité des phagocytes (*Erskine, 1989*). Le sélénium et la vitamine E travaille ensemble dans l'organisme. Ainsi, un supplément seul de vitamine E de 1000 IU/jour réduit le compte somatique mais pas l'incidence de la mammité (*Batra, 1992*). Avec la supplémentât en sélénium et vitamine E, on peut s'attendre à des réductions de 42% pour les infections au vêlage, de 59% pour la durée de l'infection et de 32% pour les mammites cliniques. Le rôle du sélénium est considéré comme plus important dans le cas des mammites infra cliniques (*Ndiweni, 1991*). La supplémentassions en sélénium jouerait un rôle particulièrement important dans le cas des mammites provoquées par *E. coli*. Par exemple, les vaches qui reçoivent un supplément de sélénium de 0,35 mg/kg de matière sèche résiste mieux aux mammites provoquées par des bactéries de type *E. coli* (*Maddox, 1991*). (*Erskine, 1989*) ont constaté que ce type de mammité dure encore moins longtemps lorsque des vaches reçoivent 2 mg de sélénium par jour par kilo de ration.

Les taux sanguins recommandés sont de 0,2-1,0 g/ml pour le sélénium et plus que 4 g/ml pour la vitamine E. La ration devrait fournir 3 mg de sélénium par jour dans le cas des vaches tarées et 6 mg/jour pour les vaches en production. La ration devrait fournir 1000 IU de vitamine E par jour pour les deux catégories de vache (*Smith, 1989*). La supplémentassion avec de la vitamine E a plus d'effet pour les vaches tarées que pour les vaches en lactation.

Pour ces dernières, une bonne partie des suppléments de vitamine E est évacuée dans le lait. **Important:** Il est inutile et même néfaste de donner uniquement (c'est-à-dire sans supplément de vitamine E) de grosses doses de sélénium, car celui-ci peut être toxique. Ainsi, une dose de sélénium de 16 mg/jour résulte en plus de mammite sauf si des suppléments de vitamine E sont donnés en même temps (*Weiss, 1990*).

### Silice

Des chercheurs finlandais (*Parantainen, 1987*) ont noté que le taux de silice dans le lait mammitique n'était que de 0,39 mg/litre tandis qu'il est de 0,81 mg/litre dans le lait normal. De même, le taux de silice dans le sérum sanguin de vaches atteintes de mammite est de 1,02 mg/litre plutôt que de 1,63 mg/litre pour les vaches non atteintes. La silice, dont le rôle est semblable à celui du sélénium, a un effet marqué sur la formation de radicaux libres, la peroxydation des lipides et l'activité macrophage. On peut accroître la quantité de silice dans la ration en donnant des aliments riches en silice comme les pailles de céréales.

### Autres facteurs nutritionnels

Les rations déficientes en vitamines A réduisent l'immunité. Un chercheur italien a expérimenté la supplémentation de vitamine A et de bêta-carotène pour contrôler la mammite. (*Grandini, 1984*).

Selon *Katholm (1983)*, le fer joue aussi un rôle important dans la prévention de la mammite. Il est relié à la protéine lactoferrine.

#### ➤ *Facteurs physiques et éthologiques*

### Besoin du veau

La célèbre phytothérapeute animale Juliette De (*Bairacli-Levy, 1973*) croit que l'une des causes principales de la mammite est l'empêchement pour la vache de pouvoir profiter du plaisir et du stimulus de laisser téter son veau. Elle distingue donc dans le fait de l'allaitement du veau un facteur «psychologique» et un facteur physique. On observe souvent qu'une vache qui a récemment vêlé et qui est séparé de son veau, le cherche et l'appelle. On peut bien sûr débattre du fait que la vache vit alors une «émotion» pénible. Mais si on admet cette hypothèse, on pourrait être porté à croire que certaines vaches, qui vivent plus difficilement la séparation de leur veau, développent plus facilement des mammites.

Au niveau physique, un veau tète sa mère plus souvent qu'elle n'est traite. Les microorganismes qui envahissent un quartier n'ont que très peu de temps pour se développer. Devrait-on traire les vaches plus souvent en début de lactation? Des chercheurs slaves (*Tsolov, 1989*) ont constaté que la durée et la fréquence de la mammite étaient plus faibles dans les deux mois qui suivaient le vêlage pour les vaches qui nourrissaient leur veau pendant 6 à 10 jours plutôt qu'une heure, 2 jours ou 4 jours.

### **Hiérarchie du troupeau**

En stabulation libre ou au pâturage, il se crée une hiérarchie dans le troupeau, phénomène encore plus apparent chez la chèvre que chez la vache. Il est possible que les dernières vaches dans la hiérarchie du troupeau, qui sont souvent harassées par les autres, aient plus tendance à développer des maladies. La stabulation libre a l'avantage d'établir clairement les relations hiérarchiques entre les vaches. Des vaches en stabulation entravées peuvent vivre comme un stress important le fait de se retrouver soudain dans un parc d'exercice où les relations ne sont pas claires entre les vaches.

### **Utérus-glandes mammaires**

Il est démontré que les vaches qui ont une rétention placentaire ont plus souvent des mammites que celles qui n'en ont pas (*Heinonen et Heinonen, 1989*). Elles auraient jusqu'à 3 fois plus de chances de faire une mammite (*Schukken, 1989*). La mammite est clairement associée à la rétention du placenta dans le cas des mammites causées par *Actinomyces pyogènes* selon des chercheurs allemands (*Zdunczyk, 1992*), ce genre de mammite représentant 17% des cas en Allemagne. Souvent, les mammites qui apparaissent dans les deux mois qui suivent le vêlage sont associées à un utérus mal nettoyé. Les décharges de matières purulentes souillent la queue, l'arrière de l'animal et le sol, ce qui favorise la contamination de l'environnement et, par la suite, du pis. Certains vétérinaires vont plus loin en disant que les organes reproducteurs peuvent servir de réservoir d'infection. Les pathogènes voyageraient alors dans le sang jusqu'aux glandes mammaires. De toute façon, méfiez-vous des rétentions placentaires!

### **Rumen-glandes mammaires**

Le rumen est un organe très important de la vache, et la santé des autres organes dépend souvent de ce qui s'y passe. Lorsqu'une acidose se produit dans le rumen (trop de grain dans la ration par exemple), cela favorise les bactéries comme *Streptococcus bovis* et éventuellement les levures comme *Candida albicans*. Or, bien que ce soit rare, les toxines de ces dernières peuvent voyager dans tout le corps et entretenir les bactéries gram-positives qui envahissent le pis (*Whittaker, 1985*).

#### ➤ **Facteurs humains**

La plupart des études en laboratoire regardent les facteurs de façon isolés. Dans la recherche sur la mammite, on retrouve aussi quantité d'études basées sur ce qui se fait sur les fermes. Ces études s'appuient sur des questionnaires adressés aux fermiers, aux résultats d'analyse de troupeau, etc. L'une de ces études, particulièrement originale, a été réalisée dans l'est de l'Irlande (*Tarabla et Dodd, 1988*), et intégrait les facteurs humains avec des facteurs de gestion de troupeau. Les résultats sont exposés dans le tableau suivant. Fait à noter, l'âge du

fermier et le lavage des trayons ne sont jamais apparus comme des facteurs déterminants de l'incidence de la mammite au cours de l'étude. (*Jean Duval 1967*)

Tableau 14 : Facteurs humains et production laitière

<b>Caractéristique</b>	<b>Facteurs associés</b>
Compte somatique bas	Position géographique de la ferme, traitement des vaches tarées, production à la ferme des sujets de remplacements, attitude positive en rapport à la traite, travail en famille
Compte somatique élevé	Petit troupeau, examen irrégulier de l'équipement de traite, manque de litière sur plancher de béton, lave-pis sur les vaches sales seulement, peu d'ambition
Compte bactérien bas	traitement des vaches tarées
Compte bactérien élevé	stabulation entravée, équipement de traite vétuste, période de retrait courte après un traitement antibiotique, faible tendance à chercher de l'information
Rendement laitier élevé	Troupeau moyen, traitement des vaches tarées, tendance moyenne à chercher de l'information, élimination des vaches trop susceptibles
Rendement laitier bas	manque d'eau chaude au lieu de traite, utilisation d'un seul linge pour toutes les vaches, faible fréquentation des rencontres de fermiers, forte volonté de continuer la tradition fermière de la famille, pas de vacances



## **CHAPITRE 4 :**

### **1-Dépistage des mammites sub-cliniques :**

La détection des mammites sub-cliniques revêt une importance considérable pour plusieurs raisons (Guéri, 2007).

- Elles contribuent à élever les taux cellulaires du lait de mélange.
- Elles constituent des sources de contagion pour les quartiers sains.
- Elles peuvent passer du stade sub-clinique au stade clinique.

Il existe deux méthodes : méthodes (mesures) directes et méthodes indirectes.

#### **A-Mesure directe du taux cellulaire :**

##### **a)Le comptage direct au microscope ou << Méthode de prescot et breed >>.**

Elle est considérée comme référence et est basée sur le comptage au microscope d'un film de lait préalable séché sur lame et colore au bleu de méthylène. (Prescott et breed, 1970).

Elle est aussi utilisée pour l'étalonnage et le calibrage périodique des appareils de comptages cellulaire électronique, lus 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 (prélèvement mensuels) ou dans le cadre d'un plan de prophylaxie des mammites. (Leary et Trossat, 1996).

##### **b) La technique DEFT (Direct Epi-Fluorescent Filtrer technique) :**

la technique DEFT développée en 1980 pour le dénombrement de la flore totale du lait, a ensuite été adoptée pour la numération cellulaire du lait. Son principe repose sur la concentration des cellules, par filtration sur une membrane de façon à augmenter le seuil de lecture, et sur la coloration des cellules par un fluoro-chrome pour le comptage au microscope (Dasen A et coll, 1989).

##### **c)Numération par compteur Coulter (Coulter conter) :**

Le compteur Coulter est un appareil qui enregistre les modifications de résistance électrique proportionnelle aux diamètres des particules du lait passant au travers d'un orifice calibré situé à l'extrémité d'un renferment deux électrodes. Il est possible de calibrer l'appareil pour dénombrer les cellules qui ont un diamètre supérieur à une valeur minimal (> à 5 microns). Pour rappel, les polynucléaires ont un diamètre de 12 à 15 microns, les macrophages de 25 microns et les lymphocytes de 6 à 15 microns. Ce système suppose au préalable le traitement du lait pendant 16 à 26 heures en moyen suppose au permettre aux cellules de résister à l'action d'un agent tensio-actif qui va dissoudre la matière grasse du lait (Grappin et Jeunet, 1974).

Lorsqu'une particule passe par cet orifice, elle déplace son propre volume d'un liquide fortement conducteur. L'augmentation de la résistance fait monter la tension, produisant une impulsion de courant proportionnelle au volume de la particule. Le nombre d'impulsions obtenues indique le nombre des particules passant par l'orifice. Les particules dont la taille est inférieure au seuil ne peuvent pas être comptées. Avec un volume de mesure de 0,1 ml de lait dilué dans 10ml de mélange électrolytique émulsionnant, la concentration en cellules somatique est exprimée directement en milliers de cellules par millilitre de lait (**Grappin et Jeunet, 1974**).

Il semble bien, que pour des numérations supérieures au million de cellules, le compteur conter donne des résultats plus faibles que le fossomatic. L'inverse est vrai pour des concentrations inférieures à 500 000' cellules. La mesure du compteur courtier est moins spécifique que celle du fossomatic qui ne compte que les cellules dont le noyau est intact et donne néglige les poussières et particules diverses qui peuvent se mêles à l'échantillon lors de son prélèvement (**Lutz, 1975**).

#### **d) Numération par fluoro-opto-électronique (Fossomatic) :**

Ce test est fondé sur la coloration préalable de l'ADN des noyaux d'un colorant fluorescent, le bromure d'éthilium. 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'éthilium. 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 (**Grappin et Jeunet, 1974**).

### **2- Mesure indirecte du taux cellulaire :**

#### **a) *Le Californian Mastitis teste «CMT» ou test de Schalm et Noorlander (1957) :***

Le Californian Mastitis Test (CMT) encore appelé Schalm test est le plus pratique et le plus répandé. Il est basé sur le mélange à parties égales d'un agent tensioactif (solution de Na-Teepol renformant 96 g de Na-Lauryl-sulfate 15 litres) et de lait provoquant la lyse des cellules du lait et la libération de l'ADN de leurs noyaux. L'ADN, constitué de longs filaments, forme alors un réseau qui enrobe les globules gras ainsi que d'autres particules sont nombreuses, plus le réseau est dense et plus l'aspect du floccula pris par le mélange est intense. L'addition au Teepol d'un indicateur de pH coloré (pourpre de bromocresol ) facilite la lecture de la réaction (**Radostis, 1997**).

#### **Pratique du test :**

Après lavage, essuyage et extraction des premiers jets du lait des quatre trayons, l'opérateur remplit chaque coupelle d'un plateau qui en comporte quatre, avec 2 ml du lait et 2 ml de Teepol à 10% (une coupelle par trayon). Il mélange les deux liquides par un mouvement de rotation du plateau dans un plan horizontal. La lecture doit être immédiate.

Tableau 15: lecture et notation du CMT et relation entre notation, comptage cellulaire et lésions mammaires (sur lait individuel) (Schalm OW, Noorlanrer DO. 1957).

Réaction	Couleur	Score	Résultat		Mamelle	
			PH	Taux Cellule/m	Intensité de L'inflammation	Lésion Mamelle
Aucun Flocculat	Gris	0 ou-	6,5-6,5	200	Néant	Infection latente
Léger Flocculat transitoire	Gris	1 ou +/-	6,6-6,7	200-500	Inflammation Légère	Mamelle Normale chez Une vache à Sa septième lactation

**b) La PCR :**

Au profil de la polymérase Chain Réaction (PCR), on peut mettre en évidence les infections latentes de la glande mammaire. La PCR a l'avantage d'être rapide et spécifique : mais, elle est encore couteuse et ne fait pas partout. L'interprétation des PCR peut être délicate car elle est très sensible aux contaminations, notamment lors du prélèvement et peut donc être faussement positive. (Frencoz, 2004).

## **PARTIE EXPERIMENTALE :**

### **1-Objectif :**

Les mammites sub-cliniques représentent une menace précocement des premières semaines de la mise-bas dans la plupart des cas, L'infection passe d'une manière inaperçue. Pour prévenir ces menaces et avoir une idée sur les terrains on a réalisé le travail suivant ans le but :

- 1) Dépistage par le CMT d'une manier précoce les mammites sub-clinique de la vache et ces variations en fonction de l'âge, race et rang de lactation, pourvoir est ce gue ?
  - Le lait sain (consommable)
  - Le lait atteint (inconsommable)
- 2) Avoir une idée sur le taux de vaches touchées par :
  - mammites clinique
  - mammites sub-cliniques

### **2- Lieu d'expérimentation :**

L'étude expérimentale a été réalisée durant la période 10/10 /2014 jusqu'au 30/03/15 dans la région de Tipaza, elles ont climat méditerranéen avec un accès suffisant en eau, ce sont des régions rural, agricole et industrielle proches de la mère.

### **3- Matériel et Méthode :**

Le travail a été réalisé a partir des élevages soit familiale ou des petits exploitations privé.

Sur un effectif de 60 vaches laitières âgées de 02-13 ans

Le type de stabulation est varie d'un éleveur a l'autre, les types de traite aussi varie, sont des traites par chariot-trayeur ou manuelle.

#### **A- Le matériel utilisé (CMT) :**

- Plateau contenant quatre coupelles.
- CMT (flacon contenant le réactif de Teepol).
- Des seringues.
- Flacon a prélèvement.
- Eau de Javel + eau.
- Eau oxygénée.
- Récipient pour éliminer les premiers jets

## ***B- Méthodologie :***

La détermination des vaches qui possèdent des mammites cliniques, sub-clinique ou sain il est nécessaire de passé par les étapes d'examens suivants :

- Examen clinique (diagnostiquer les mammites cliniques).
- Le CMT (dépister des mammites sub-cliniques).

### ***B.1.La technique de test CMT :***

Le CMT (California Mastitis Test) ou appelé aussi test de Teepol.

1. Laver toute la mamelle avec ces extrémités (trayons) bien avec l'eau plus un désinfectant (eau de javel).
2. Séché à l'aide d'une serviette individuel et propre.
3. Après l'élimination des premiers jets de lait, on prélève 2 ml du lait de chaque quartier dans une coupelle correspondante.
4. Rajouter une quantité de 2 ml de teepol.
5. Agiter le plateau par des mouvements circulaires sur un plan horizontal pendant quelque secondes.
6. Noter le degré de gélification (l'intensité du précipité) de chaque quartier.

Il faut désinfecter le plateau a chaque utilisation (vider le flocculat obtenu et rincer le plateau à l'eau chaude pour éliminer les résidus de lait et de détergent).

### ***B.2 Recommandations et Mode d'emploi :***

#### ***Recommandations :***

Il est recommandé d'utiliser ce test :

Quand on introduit dans le cheptel un animal dont le statut mammaire est inconnu.

Pour confirmer l'infection chez une vache dont le taux cellulaire a augmenté.

Pour déterminer le ou les quartiers infectés en cas de mammite.

Chaque fois que vous avez un doute sur l'état d'un quartier.

De façon routinière 6 à 7 jours après la mise-bas.

Pour connaître le statut du pis avant un traitement au tarissement.

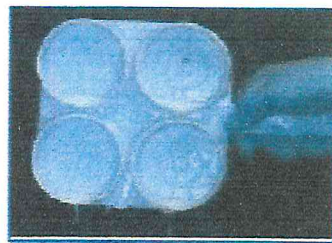
***Mode d'emploi :***

- Éliminer les premiers jets.
- Recueillir quelques jets de chaque quartier dans le godet correspondant.
- Éviter de mélanger le lait de 2 quartiers.



***Figure 4:*** Recueillir le lait de chaque quartier (LEVESQUE, 2006)

- Incliner la palette afin de ne conserver que la quantité nécessaire de lait, à savoir environs 2 ml (jusqu'à ce que le trait horizontal soit visible).



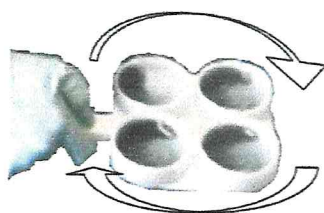
***Figure 5 :*** mesuré la quantité du lait (2ml .4 de lait) (ANONYME ,1993)

- Ajouter de réactif qu'il n'y a de lait, soit environs 2 ml.



***Figure 6 :*** ajouter le CMT (2ml .4) (ANONYME, 1993)

-Agiter la solution par de petits mouvements circulaires du poignet, en laissant bien la palette à l'horizontale.



*Figure 7* : fait un mouvement circulaire sur le plan sur le plan horizontal (ANONYME, 1993)

-Lire les résultats après 10 secondes selon la grille en annexe.

Il est également utile lors de la lecture d'incliner la palette pour visualiser comment le lait s'écoule.

**Comment interpréter les résultats de CMT :**

Voir le degré de gélification (formation des flocculat par précipitation du lait) du lait mélangé avec le réactif teepol.

- Aucun flocculat donc (-)
- Léger flocculat transitoire donc 1 ou +/-
- Léger flocculat persistant donc 2 ou +
- Flocculat épais adhérent donc 3 ou ++
- Flocculat type blanc d'œuf ou gélification donc 4 ou +++ (Les résultats au tableau 20)

Tableau 16: Interprétation du CMT (BOUDRY, 2005).

	Description	Observations	Interprétation (cellules 1000/ml)
Négatif	Le mélange demeure liquide et bleuté	La cellule se vide goutte à goutte	0 – 200
Traces	Le mélange devient légèrement visqueux, mais la viscosité a tendance à disparaître		150 – 500
1	Le mélange devient visqueux sans formation de gel au centre et la viscosité persiste	Le mélange quoique épaissi se vide graduellement	400 – 1500
2	Formation de gel qui tend à se retrouver au centre de la cellule avec la portion liquide du mélange autour	La masse gélatineuse qui tombe au début laisse une certaine trace	800 - 5000
3	Formation d'un gel au centre de la coupe. Il n'y a pas d'évidence de liquide dans la cellule.	La masse gélatineuse tombe en un seul coup et ne laisse aucune trace	5000<

### 3- Résultat et discussion :

#### **Résultat :**

Tableau 17 : les résultats de dépistage par le CMT

L'immatriculation de la vache et date	la Race	Age / année	saison	Numéro de lactation	Résultat CMT par vache	Résultat par quartier	
						AG	AD
						PG	PD
63445	Braunvieh	6	Hiver	3	+	-	-
						-	+
21047	Braunvieh	6	Hiver	3	-	-	-
						-	-
57372	Braunvieh	6	Hiver	2	+	+	+
						-	-
40413	Braunvieh	6	Hiver	3	+	-	-
						-	+
55440	Braunvieh	6	Hiver	3	+	+	-
						+	-
62331	Braunvieh	6	Hiver	3	+	+	+
						-	-
17305	Montbéliarde	4	Hiver	2	+	-	-
						+	-
21991	Montbéliarde	8	Hiver	5	+	+	+
						+	-
66611	Montbéliarde	4	Hiver	2	-	-	-
						-	-
71657	Montbéliarde	5	Hiver	2	-	-	-
						-	-
21991	Montbéliarde	5	Hiver	2	+	+	-
						-	-
92144	Montbéliarde	3	Hiver	1	+	-	+
						-	-
	Montbéliarde	8	Hiver	7	+	-	-
						+	+
	Montbéliarde	12	Hiver	6	-	-	-
						-	-
83101	Montbéliarde	4	Hiver	2	+	-	+
						-	+
64705	Montbéliarde	4	Hiver	2	+	-	-
						+	-
08479	Montbéliarde	3	Hiver	1	-	-	-
						-	-
88600	Montbéliarde	4	Hiver	2	-	-	-
						-	-



9254	Montbéliarde	4	Hiver	2	+	-	-
						+	-
12021	Montbéliarde	4	Hiver	2	-	-	-
						-	-
27058	Montbéliarde	5	Hiver	3	+	+	+
						-	-
	Holstein	4	Hiver	2	-	-	-
						-	-
	Holstein	5	Hiver	3	-	-	-
						-	-
	Holstein	7	Hiver	5	-	-	-
						-	-
	Holstein	6	Hiver	4	-	-	-
						-	-
	Holstein	8	Hiver	2	+	+	-
						+	+
	Holstein	6	Hiver	2	+	-	-
						-	+
	Holstein	9	Hiver	6	-	-	-
						-	-
	Holstein	4	Hiver	1	+ MC	+	+
						+++	+
	Holstein	4	Hiver	2	+ MC	+	++
						+	+
	Holstein	8	Hiver	5	+ MC	+++	+
						-	+
	Holstein	12	Hiver	12	-	-	-
						-	-
	Holstein	10	Printemps	5	+	-	-
						+	-
3503495	Croisé	5	Printemps	3	-	-	-
						-	-
	Croisé	4	Printemps	3	-	-	-
						-	-
	Croisé	12	Printemps	6	+	+	+
						-	+
	Croisé	2	Printemps	1	-	-	-
						-	-
	Croisé	5	Printemps	2	-	-	-
						-	-
	Croisé	7	Printemps	4	-	-	-
						-	-
	Croisé	4	Printemps	3	-	-	-
						-	-
	Croisé	5	Printemps	2	-	-	-
						-	-

	Croisé	2	Printemps	1	-	-	-
						-	-
	Croisé	5	Printemps	3	-	-	-
						-	-
	Croisé	2	Printemps	1	-	-	-
						-	-
	Croisé	5	Printemps	2	-	-	-
						-	-
	Croisé	3	Printemps	2	-	-	-
						-	-
	Croisé	4	Printemps	2	+	-	+
					MC	-	++
	Croisé	7	Printemps	4	+	-	+
						+	-
	Fleckvieh	6	Printemps	4	+	-	++
					MC	++	++
	Fleckvieh	2	Printemps	1	+	-	+
					MC	+++	++
	Fleckvieh	6	Printemps	4	-	-	-
						-	-
	Fleckvieh	7	Printemps	4	-	-	-
						-	-
	Suisse	2	Printemps	1	-	-	-
						-	-
	Suisse	6	Printemps	4	+	+	+
						+	-
	Brune des Alpes	7	Printemps	4	-	-	-
						-	-
	Brune des Alpes	2	Printemps	1	+	+	-
						+	-
	Brune des Alpes	5	Printemps	3	+	+	+
						+	-
	Brune des Alpes	6	Printemps	3	-	-	-
						-	-
	Brune des Alpes	6	Printemps	4	+	+	-
						-	+
	Brune des Alpes	6	Printemps	3	+	-	+
						+	-

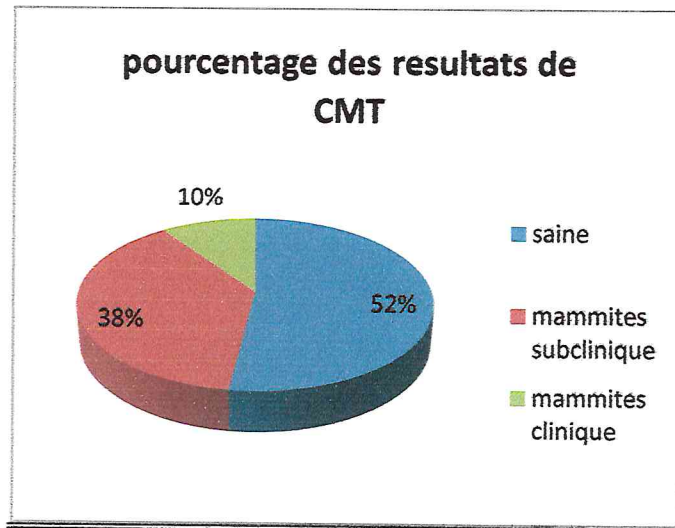


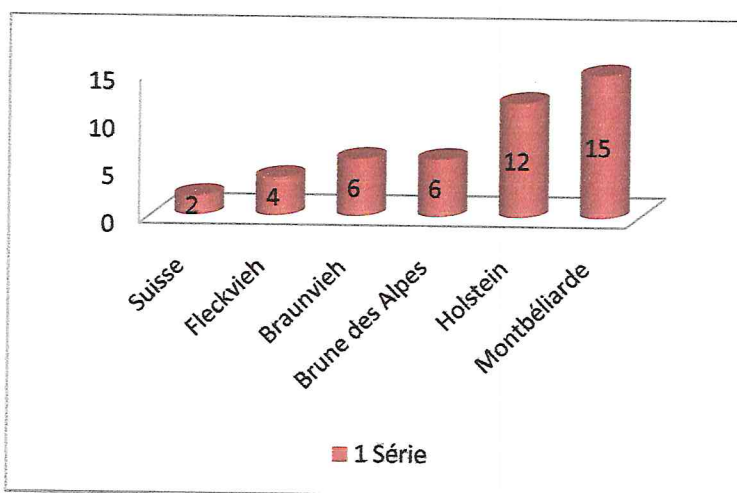
Figure8 : représentation des résultats de CMT

- ✓ D'après les résultats obtenus on remarque un taux élevé de mammites (48%) dont (38%) sont des mammites sub-cliniques, ce qui fait sur (50%) de vaches au niveau familial souffrant des infections mammaires.

**Résultats par rapports aux races :**

**Tableau 18 : Résultats de CMT par rapports à la race**

La race	Le Nombre	Nb v saines	Mammite sub-clinique			Mammite clinique			
			Nb Q		Nb V	Nb Q			Nb V
			-	+		-	+	++	
Braunvieh	6	1	13	7	5	0	0	0	0
Montbéliarde	15	6	22	14	9	0	0	0	0
Holstein	12	6	7	5	3	1	8	3	3
Croisé	15	13	1	3	1	2	1	1	1
Fleckvieh	4	1	2	2	1	2	1	5	2
Suisse	2	1	1	3	1	0	0	0	0
Brune des Alpes	6	3	5	7	3	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>60</b>	<b>31</b>	<b>51</b>	<b>41</b>	<b>23</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>6</b>



**Figure 9: Représentation de nombre des vaches par rapports aux races**

- ✓ Les résultats montrant une variation de taux d'infection en fonction de race et on trouve que la race Montbéliarde est la plus sensible à l'infection de la mamelle.

**Résultats par rapports à l'âge :**

Tableau 19 : Résultats de CMT par rapports à l'âge

L'âge	Le Nombre	Nb V saine	Mammite sub-clinique			Mammite clinique			
			Nb Q		Nb V	Nb Q			Nb V
			-	+		-	+	++	
2-4	22	12	16	8	6	3	8	5	4
5-8	33	16	31	29	15	4	3	1	2
8 et +	5	3	4	4	2	0	0	0	0
Total	60	31	51	41	23	5	10	9	6

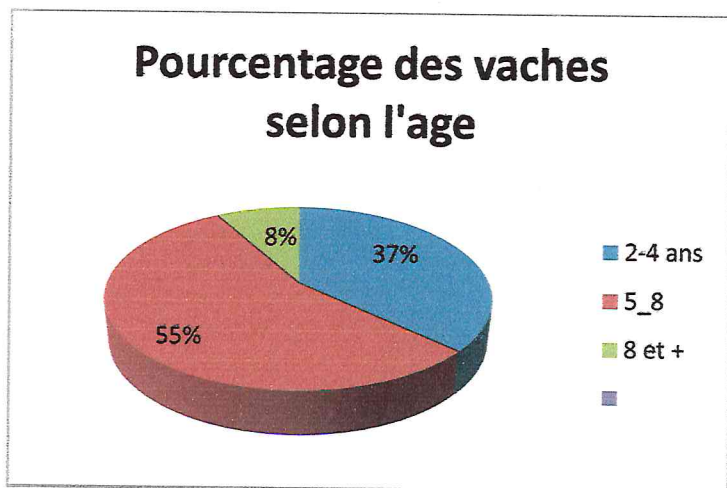


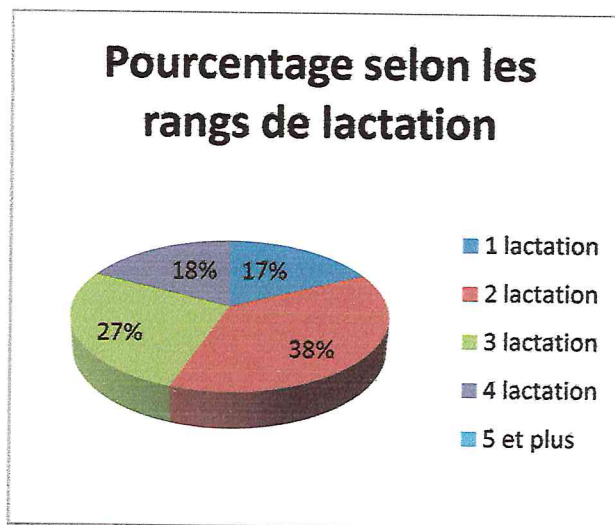
Figure10 : Représentation de pourcentage des vaches en fonction de l'âge

- ✓ D'après les résultats on constate que les vaches âgées de 5-8ans sont les plus exposée à l'infection.

**Résultats par rapports au numéro de lactation :**

**Tableau 20 :** Résultats de CMT par rapport au Numéro de lactation

Numéro de lactation	Nb V	Nb V sain	Mammite sub-clinique			Mammite clinique			
			Nb Q		Nb V	Nb Q			Nb V
			-	+		-	+	++	
1-2	28	14	25	15	10	3	8	5	4
3-4	23	13	19	17	9	1	0	3	1
5 et +	9	4	7	9	4	1	2	1	1
Total	60	31	51	41	23	5	10	9	6



**Figure 11 :** Représentation de pourcentage des vaches par rapport aux rangs de lactation

- ✓ 65% des vaches qui sont entre la 3ème- 5ème sont touchées par les mammites sub-cliniques.

**Conclusion :**

50% de lait consommées au niveau familial sont infectées.

## **DISCUSSIONS :**

L'infection de la mamelle chez la vache en lactation représente une menace majeure et elle est considérée comme pathologie majeure chez la vache.

Nos résultats montrent que 48% de vaches sont affectées dont 38% sont sub-clinique, nos résultats sont comparable ceux déclaré par (**WATTIAUX ; 2000**) ou déclare que 41% de vaches souffrent de mammite sub- clinique contre 3% de mammite clinique, nos résultats sont proche à ceux déclare par **HADDADI ,2008**(boumerdes), dont 39% mammite sub-clinique et 7% de mammite clinique.

Il semble que la race présente un facteur favorisant des mammites, nos résultats montrent que la race monbeliarde est plus sensible aux mammites cela peut être explique par la forte production laitière, par contre la race flekviek est moins sensible à cette affection et cela revient toujours a la production laitière (faible production).

Les mêmes observations à été faite par (**MUNGUB ,2005**), la prévalence des mammites augmente en fonction journalière de lait.

L'âge, d'après nos résultat semble a un effet sur l'apparition de l'infection mammaire, les mammites touchent toute les catégories avec des taux élevés pour la classe d'âge de 5-8 ans ou la majorité des vaches sont entre 3eme-5eme rang de lactation. La même observation a été faite par (**CRAPLET. 1993**) ou il déclaré que les vaches de différent classe d'âge sont touchée par l'infection.

Le pic de la production laitière chez la vache est atteint entre le 2eme et 3eme rang de la lactation, en 1ere rang, la production laitière est limitée par la conformation de la mamelle et sa préparation à la production laitière, la production n'augmente qu'apartir du 2eme rang pour attendre son pic en 3eme rang de lactation, a partir du 5eme rang la vache est exposée a différents facteurs qui limitent sa production telque l'affaiblissement du système immunitaire et le relâchement des ligaments suspenseur ce qui entraine des défauts de conformation mammaire.

## **CONCLUSION :**

La glande mammaire touchée par l'infection sub-clinique, en Algérie pose un problème majeur dans la production laitière par une baisse quantitative et qualitative de la production laitière.

La consommation direct de lait de vache au niveau familiale sans passage au contrôle peut engendrer d'apparition d'un risque à la sante de consommateur.

Le test CMT est l'un des tests les plus importants dans le but de dépistage des mammites sub-cliniques, permet de diagnostiquer les infections mammaires précoces qui nous permettent d'intervenir par un traitement prophylactique de l'animal à fin de protéger le consommateur.

Il ressort de notre étude sur le terrain que 48% des vaches tests par CMT présentent un lait infecté.



## **Recommandation :**

On terme de cette étude nous proposons certains recommandation :

### 01. surveillance de cheptel :

-réaliser un dépistage systématique à l'aide de CMT ou papier PH ou autre méthodes de dépistage (rapide et simple).

-lors de dépistage positif il faut traiter la mammite sub-clinique dans le but d'empêcher l'évolution à une mammite clinique.

### 02. conseille pour l'éleveur :

-pour éviter les germes il faut respecter les mesures d'hygiène et les stress de Traite a fin d'éviter la rétention de lait mammaire.

-Débarrassez régulièrement les mamelles de la matière fécale dans les couloirs.

-Eviter l'accumulation de flaques d'urine.

-offrez aux vaches des litières sèches et propres.

-Evitez une densité animale.

p342.

23. . **Emmert et Wendt, 1991**: [Correlations between feeding-related metabolic Disorder and damage to udder health in dairy cows]. Monatshefte für Veterinärmedizin 46(15):538-542.
24. **FAO**, organisation mondial d'alimentation d' agriculture, 2009 p272.
25. **Fagot 2014** : ferme FAGOTIN, dossier sur le lait de vache.
26. **F.Derzelle, OGM, 2012** : centre canadien d'information laitière, chiffre 2004.
27. **Florence COURTET LEYMARIOS, 2010** : qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras, voies d'amélioration par l'alimentation, thèse pour le doctorat vétérinaire, Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort.
28. **Fourar ,2007 ; Dérivaux et Ectors, 1980** : physiologie de la gestation
29. . **Guiraud003** : Microbiologie alimentaire, DUNOD, Paris, p652 Obstétrique Vétérinaire, les éditions points vétérinaire
30. **Guérin, 2007** : les mammites de la vache laitière, Laboratoire Microbiologique et Immunologique Faculté Médecine Vétérinaire. P11-14/17-35/50-53.
31. . **Giesecke, 1985**: The effect of stress on udder health of dairy cows. Onderstepoort Journal of Veterinary Research, 52:175 193
32. **Grandini, 1984**: [Vitamin A and beta-carotene in the control of mastitis]. Informatore Zootecnico, 31(20):34-35.
33. **Hanzen,2000** : Propédeutique et pathologie de la reproduction de la glande mammaire, Ed OC université de Liège.
34. **Hogan, 1989**: Bacterial counts in bedding materials used on nine commercial dairies. Journal of Dairy Science, 72(1):250-258.
35. **Heinonen et Heinonen, 1989** : Retained placenta in cattle: the effect of treatment or nontreatment on puerperal diseases and subsequent fertility. Acta Veterinaria Scandinavica, 30(4):425-429.
36. **Jean Duval 1967**: Decades of Experience, Leading Brand of Grain Silo Sources Proceedings of a seminar on Agricultural Buildings, As, Norvège, Section II pages 118 à 124.
37. **Katholm 1983**: the influence of iron on infection . *vètrinaertidsskrift, (1983) , 66(1) :2-6*
38. **KONTE 1999** : le lait, produit laitiers
39. **55. Klug, 1989**: [Effects of level of nutrition during early lactation on health and conception rate of group-fed dairy cows]. Tierzucht, 43(2):56-57.
40. **Klastrup, 1987** : Environmental influences on bovine mastitis, Bulletin of the international dairy federation, N217, 37 pages.
41. . **Keller, 1977**: The influence of the environment on the health of cows in cubicle stalls.
42. **Lupien 1995** : le lait et produits laitiers dans la nutrition humain, roue.
43. **M.A** : Ministère de l'Agriculture et du Développement rural.
44. **Mahaut M, Jeantet R, Bruleg G, et Schuch P 2000** : les produits industriel laitiers, Ed, Lavoisier, Tec et Doc ; Paris, 35-62
45. **35. Michel A.Wattiaux ,2006** : institut Bab cook pour la recherche et le développement international du secteur laitière. Université du Wisconsin à Madison.
46. **Morse, 1988**: Climatic effects on occurrence of clinical mastitis. Journal of Dairy Science, 71(3):848-853.

47. **Milojevic , 1988:**[Effect of various management systems on udder infections
48. **Madsen, Nielsen, 1981:** The influence of udder health by feeding different level protein. In Proceedings of IVth International Symposium on Mastitis Control, II:463-476.
49. **Ndiweni , 1991:** The relationship between vitamin E-selenium status and the incidence of mastitis in dairy herds near Harare. Zimbabwe Veterinary Journal, 22(4):101-109.
- Noireterre Philippe, 2006 :** suivis de comptages cellulaires et d'examen bactériologiques lors de mammites cliniques chez la vache laitière. Etude expérimentale au centre d'élevage lucien bazet de poisy, thèse de doctorat vétérinaire (Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon).
50. **[PDF] 2014 :** lait de vache, Année économique laitière 2011 p.27.
51. **Pougheon S et Goursaud J 2001 :** le lait et ca constituants: caractère - physico chimique. In : lait, nutrition et santé, Ed Tec et Doc, Paris, P 44.
52. **Philpot, 1978:** Large dairy herd management. University of Florida, Gainesville, Floride. 1046 pages.
53. **Pounden, 1952:** The activity of *Streptococcus agalactiae* in milk possibly influenced by the ration. American Journal of Veterinary Research, 13:486-49
54. **Parantainen, 1987:** Milk and blood levels of silicon and selenium status in bovine mastitis. Vet. Res. Comm., 11(5):467-477.
55. **56. Radostits, 1961:** Coliform mastitis in cattle . Canadian Veterinary Journal, 2:201-206.
56. **36. Radostits, blood, Gay, 1994:** *Vétèrinary medicine a textbook of the disease sof cattle, sheep, pigs, goats and horses 8th Edition. English language book society. P566-597.*
57. **Sterk, 1978:** [Effect of method of feeding on the defence capacity of the
58. **Smith et al, 1989:** « Vet. Rec. 81, 504».
59. **Schukken, 1989:** A hospital-based study of the relationship between retained placenta and mastitis in dairy cows. Cornell Veterinarian, 79(4):319-326.
60. **TAZEROUT, Mai 2014 :** Article du quotidien : "augmentation de la production laitière de lait ."
61. **Tarabla et Dodd, 1988 :**Bovine mastitis: human and management factors. Associations with milk yield and milk quality. Acta Veterinaria Scandinavica Supp. 84:116-118.
62. **Turner, Salmonsens, 1973:** The effect of relative humidity on the survival of three serotypes of *Klebsiella*. Journal of Applied Bacteriology, 36:497-499.
63. **Tsolov, 1989:** [Effect of suckling a calf on the frequency of mastitis]. Veterinarna Sbirka, 87(9):6-11.
64. **Vaamonde, Adkinson, 1989:** Somatic cell count score associated with Clinical mastitis, number of antibiotic treatments and duration of clinical episode in single and multiple trait selected lines of Holstein cattle. Journal of Dairy Science, 72(suppl. 1)85- 86.
65. **Vignola C.L :** science et technologie du lait : transformation du lait, Ecole Polytechnique de Montréal, p1-73.
66. **Veisseyre R 1975 :** technologie du lait constitution, récolte, traitement et transformations du lait, 3ème Ed, la maison rustique, Paris, p4-363.
67. **Weisen , 1 janvier 1974 :** la prophylaxie des mammites (livre) 2eme Ed, p55 .
68. **Weiss et al, 1990:** « prophylaxie des mammites Ed frères ». P40-42
69. **Whittaker 1985:** Seeking the nutrition factor in mastitis. Acres USA, 15 (11):41.
70. **Zdunczyk et al., 1992:**[Relationship between bovine clinical mastitis occuring at calving .