



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



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

**Etude bibliographique sur l'utilisation du seuil cellulaire pour
déterminer le statut sanitaire du pis de vache**

Présenté par

BENHAMOU Anissa

Devant le jury :

Président :	KAIDI R	PROFESSEUR	ISV Blida
Examineur :	HADDOUM A	MCB	ISV Blida
Promoteur :	KEBBAL S	MCA	ISV BIDA
Co-promoteur :	BAAZIZE-AMMI D	MCA	ISV Blida

Année : 2021/2022



Institut des Sciences
Vétérinaires- Blida

Université Saad
Dahlab-Blida 1-



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

**Etude bibliographique sur l'utilisation du seuil cellulaire pour
déterminer le statut sanitaire du pis de vache**

Présenté par

BENHAMOU Anissa

Devant le jury :

Président :	KAIDI R	PROFESSEUR	ISV Blida
Examineur :	HADDOUM A	MCB	ISV Blida
Promoteur :	KEBBAL S	MCA	ISV BIDA
Co-promoteur :	BAAZIZE-AMMI D	MCA	ISV Blida

Année : 2021/2022

Remercîments

Avant tout, je remercie Dieu tout puissant de m'avoir donné la patience et la
force pour
Achever ce modeste travail.

- Aux membres du jury :
- Le président : Pr. KAIDI
 - Examineur : Dr. HADDOUM

De m'avoir honoré et accepter et de juger ce mémoire.

Mon promoteur Mr Kebbal et ma co-promotrice Mme Baaziz de me corriger

A Mr.ZAIDA qui m'a toujours ouvert la porte de sa ferme et m'a considéré
une des leurs

A toute personne qui a participé à ce travail de près ou de loin .

Dédicace

Je dédie ce travail en premier à mon grand-père BABA HADJ et mon cher oncle

MEHDIDOU qui auraient aimé me voir Dr vétérinaire (lah yrhamhoum)

A ma chère Maman qui a tout fait pour moi et qui ne m'a jamais privé de rien

A ma deuxième maman ma tante khaltii Laalia qui m'a toujours considéré

comme sa fille

A mon père

A toute ma famille maternelle NOUAR en particulier mes oncles

Pr. Ahmed & Pr. Cherif

A mes amis : Amine , Assia ,Aya ,Chakib , Fella , Haydi ,Imen , Sara de

m'avoir toujours encouragé et soutenu

A la femme qui m'a gardé étant jeune : Tata Nissa

A la famille ZAIDA : tonton Mohamed , Tata Zohra et Wassila

Résumé

La mammite est une inflammation de la mamelle rencontrée dans la plupart des élevages laitiers. Il existe 5 types de mammites mais les plus communes sont : les mammites clinique et sub-clinique, leur évolution se fait en trois phases : invasion, infection et inflammation ; la contamination se fait selon deux types de réservoirs : environnementale et mammaire. Le diagnostic se fait selon le type de la mammite ; pour les mammites cliniques : l'examen symptomatique, alors que les mammites sub-clinique on procède au diagnostic cellulaire, biochimique, bactériologique, immunologique, épidémiologique. La qualité du lait est classée selon les cellules du lait : Polynucléaires neutrophiles, Macrophages et Lymphocytes. Le but de l'utilisation et l'interprétation du seuil cellulaire qui a lieu en deux échelles : individuelle et du troupeau est de connaître la présence ou non d'une infection qui peut être la cause d'une éventuelle mammite. La concentration des cellules somatiques (CCS) constitue le premier indicateur fiable de l'état de santé des pis. En règle générale, les CCS inférieure à 200×10^3 cellules par ml reflètent une excellente santé du pis tandis que des comptages supérieurs à 500×10^3 révèlent un problème certain de mammite sub-clinique.

Les mots clés : mammites, sante, diagnostic, cellule du lait.

ملخص

التهاب الضرع هو التهاب يصيب الضرع في معظم مزارع الألبان. هناك 5 أنواع من التهاب الضرع ولكن الأكثر شيوعًا هي: التهاب الضرع السريري وشبه السريري، ويتم تطورها على ثلاث مراحل: الغزو والعدوى والالتهاب؛ يحدث التلوث وفقًا لنوعين من الخزانات: الخزانات البيئية والثديية. يتم التشخيص حسب نوع التهاب الضرع. في حالة التهاب الضرع السريري: يتم إجراء فحص الأعراض، بينما يتم إجراء التشخيص الخلوي والكيميائي الحيوي والبكتريولوجي والتشخيص المناعي والوبائي في حالة التهاب الضرع شبه السريري. تصنف جودة الحليب حسب خلايا الحليب: العدلات، الضامة والخلايا الليمفاوية. الغرض من استخدام وتفسير عتبة الخلية، والتي تحدث على مقياسين: الفرد والقطيع، هو معرفة وجود أو عدم هو أول مؤشر موثوق لصحة الضرع. (SCC) وجود عدوى قد تكون سببًا لاحتمال التهاب الضرع. تركيز الخلايا الجسدية كقاعدة عامة، تعكس الخلايا الجذعية السرطانية التي تقل عن 103×200 خلية لكل مل صحة الضرع الممتازة بينما تشير الأعداد التي تزيد عن 103×500 إلى مشكلة محددة من التهاب الضرع تحت الإكلينيكي

الكلمات المفتاحية: التهاب الضرع، الصحة، التشخيص، خلايا الحليب

Abstract

Mastitis is an inflammation of the udder encountered in most dairy farms .

There are 5 types of mastitis but the most common are: clinical and sub-clinical mastitis, their evolution is in three phases: invasion, infection and inflammation; contamination is done according to two types of reservoir: environmental and mammary .

Diagnosis is made according to the type of mastitis; for clinical mastitis: symptomatic examination, while sub-clinical mastitis is carried out cellular, biochemical, bacteriological diagnosis, immunological, epidemiological and other techniques such as PCR, ELISA, etc.

Milk quality is classified according to milk cells: Polynuclear neutrophils, Macrophages and Lymphocytes .

The purpose of the use and interpretation of the cell threshold that takes place on two scales: individual and herd is to know the presence or not of an infection that may be the cause of a possible mastitis

The cell threshold standards are classified according to the International Federation of Milk "FIL".

Keywords: mastitis, breeding, diagnosis, udder, milk cell .

Sommaire

Introduction	1
Chapitre 1 :Mammites.....	2
1.1 Définition	3
1.2 Types de mammites	3
1.2.1 Mammites clinique	4
1.2.2 Mammites sub-clinique.....	4
1.3 Evolution des mammites	6
1.3.1 Invasion	6
1.3.2 Infection	6
1.3.3 Inflammation.....	6
1.4 Voies d'infection de la mamelle	7
1.4.1 Source de contamination	7
1.4.1.1 Bactéries contagieuses (réservoir mammites)	7
1.4.1.2 Bactéries environnementales (réservoir environnementale)	9
1.4.2 Voie de contamination de la mamelle	10
1.4.2.1 Phase de rapprochement	11
1.4.2.2 Phase de contamination proprement dite	11
1.5 Mode de transmission des germes	12
Chapitre 2 :Méthodes de diagnostic des mammites	13
2.1 Diagnostics des mammites clinique	14
2.1.1 Examen symptomatique	14
2.1.1.1 Symptômes généraux	14
2.1.1.2 Symptômes locaux	14
2.1.2 Symptômes fonctionnels	15
2.1.2.1 Test du bol à fond noir / tasse-filter	15
2.1.2.2 Test d'homogénéité	15
2.2 Diagnostics des mammites sub-clinique	15
2.2.1 Diagnostic cellulaire	15
2.2.1.1 Direct : comptage cellulaire individuel CCI	16
2.2.1.2 Indirect california mastis test CMT	16
2.2.2 Diagnostic biochimique	17

2.2.2.1 Les protéines	17
2.2.2.2 Les enzymes	17
2.2.2.3 Le lactose	18
2.2.2.4 Les ions	18
2.2.3 Diagnostic bactériologique	18
2.2.3.1 Le choix du traitement anti-infectieux les plus adaptés	18
2.2.3.2 Le choix des mesures préventifs prioritaires	18
2.2.4 Diagnostic immunologique	19
2.2.5 Diagnostic épidémiologique (diagnostic opérationnel).....	19
2.2.6 Autres techniques de diagnostics	19
Chapitre 3 : Notion de seuil pour déterminer le statut sanitaire du pis de vache.....	21
3.1 Définition du seuil cellulaire	22
3.2 Définition des cellules du lait	22
3.3 Types des cellules du lait	23
3.4 Origine des cellules du lait	23
3.5 But du comptage des cellules du lait	24
3.6 Utilisation et interprétation du seuil cellulaire	24
3.6.1 L'échelle du troupeau / concentration du Tank.....	24
3.6.2 L'échelle individuelle / concentration cellulaire individuelle	25
3.7 Norme de seuil à l'échelle universelle	27
Conclusion	28
Références bibliographique	30

Liste des tableaux

Tableau 1 : types, cause, symptômes et aspect du lait	4
Tableau 2 : Voie d'infection de la mamelle.....	11
Tableau3 : Mécanismes de transmission des germes cours des traites	12
Tableau 4:Répartition (en%) des différents types cellulaires dans le lait de vache en l'absence et en présence d'infection mammaire	23
Tableau 5 : Estimation du niveau d'infection à partir du TCT	25
Tableau 6 : Normes tunisienne	26
Tableau 7 : Normes française	26
Tableau 8 : Normes canadienne	26
Tableau 9: Normes québécoises de qualité (cellules somatiques) versus normes de certains autres pays telles que publiées par la FIL en 2002 avec des données de 2000	27

Liste des figures

Figure1 : Les phases de la mammite	7
Figure 2 : Schéma récapitulatif sur la source de contamination.....	10

Liste des abréviations

CCI : concentration cellulaire individuelle

CCS : comptage cellulaire somatique

CCT : concentration cellulaire du tank

CMT : californie mastis test

TCT : taux cellulaire du tank

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les élevages laitiers essayent d'optimiser leur gain en faisant de leur mieux mais ils rencontrent souvent deux problèmes redoutables l'alimentation, et les mammites, ainsi notre travail est basé essentiellement sur l'utilisation des seuils cellulaires pour la détermination du statut sanitaire de la mamelle. Le comptage cellulaire permet la détermination des teneurs en cellules, renseigne sur l'état de santé du pis et de la qualité du lait (M'Sadak et al, 2013).

La présence de cellules somatiques, en nombre anormalement élevé, avec des modifications chimiques et biochimiques du lait reflète l'inflammation mammaire chez la vache ; qui continue à être la principale cause, loin devant la reproduction, de pertes économiques en élevage bovin laitier (Hänni et al., 2001 ; Dumas et al., 2004 ; Hoogeveen et al., 2011).

La numération des cellules somatiques du lait et la méthode de diagnostic de l'état sanitaire de la mamelle, est actuellement universellement utilisée comme méthode d'évaluation de la qualité sanitaire du lait, reconnue par tous les partenaires de la filière lait et inscrite dans les dispositifs réglementaires nationaux et internationaux (Schalm et al, 1968 : Centre de Référence en Agriculture et Agroalimentaire du Québec, 2004 ; Institut de l'Élevage, 2008).

Dans ce présent travail nous allons traiter les types des mammites, l'évolution, les sources de contamination et comment peut-on réaliser un bon diagnostic ainsi que l'utilisation du seuil cellulaire afin de déterminer le statut sanitaire du pis de vache ».

CHAPITRE 1

MAMMITES

CHAPITRE 1

MAMMITES

La mammite est une inflammation de la mamelle due à l'introduction d'une bactérie dans un quartier par le canal du trayon. Différents signes peuvent apparaître : Modification de la sécrétion lactée, symptômes cliniques fonctionnels, symptômes locaux ou /et signes généraux (ADAGE, 2016).

1.1 Définition

C'est l'état inflammatoire d'un ou de plusieurs quartiers de la mamelle quelle qu'en soit l'origine traumatique, chimique, physique ou biologique ; le degré de gravité clinique ou sub-clinique, l'évolution chronique, aiguë ou suraiguë (Hanzen, 2015-2016)

On peut aussi définir les mammites en fonction de leurs signes cliniques, et en les classant en cinq catégories :

- Une simple modification de la sécrétion (diminution de production et augmentation du nombre de cellules somatiques dans le lait) sans signes cliniques.
- Une modification de la sécrétion accompagnée de signes cliniques fonctionnels (grumeaux, sang ou caillots sanguins, pus dans le lait).
- Une modification de la sécrétion accompagnée de signes locaux (gonflement, chaleur, douleur et rougeur), sans signes fonctionnels.
- Une modification de la sécrétion plus des signes cliniques fonctionnels plus des signes locaux.
- Une modification de la sécrétion, accompagnée de signes cliniques fonctionnels, des signes locaux et de signes généraux (température \pm enlevée, avec/ sans appétit et, quelquefois de décubitus, d'un état de choc) (Rémy, 2010).

1.2. Type de mammites

Il y'a plusieurs types de mammites avec cause, symptômes et aspect de lait différents mais on parle essentiellement de deux type, car ce sont les plus rencontrés sur le terrain «les mammites clinique et sub-clinique».

1.2.1. Mammite clinique

Le lait est toujours modifié. Cela peut se traduire par la présence discrète de quelques grumeaux et peut aller jusqu'à une modification beaucoup plus grande, avec présence d'un liquide sérohémorragique (mélange d'eau et de sang), un aspect de bière, voire du pus en nature. A ce symptôme est associé le plus souvent, mais c'est loin d'être systématique, une atteinte inflammatoire du tissu mammaire. Cela se traduit par un gonflement du quartier qui s'accompagne fréquemment de douleur, d'augmentation de la chaleur ressentie à sa surface et, parfois, d'une congestion (couleur rougeâtre) du quartier atteint. Dans les cas les plus graves, on peut également observer une atteinte de l'état général de la vache avec fièvre, abattement, diminution, voire disparition de l'appétit, difficultés motrices et impossibilité à se relever, jusqu'à l'apparition possible d'un choc et la mort de l'animal (Rémy, 2010).

Les mammites cliniques sont classées selon 4 degrés :

- a. Chronique : la situation est récurrente ou continue.
- b. Clinique bénigne : sécrétions lactées modifiées sans inflammation du pis.
- c. Modérée : sécrétions lactées modifiées avec inflammation du pis.
- d. Sévère et toxique : présence de signes cliniques en dehors de la glande mammaire (fièvre, déshydratation de l'animal, une baisse ou un arrêt de l'appétit, de la faiblesse) (Erskine , 2004).

1.2.2. Mammite sub-clinique

L'état général est parfaitement normal, la mamelle cliniquement saine et le lait ne présente aucune modification macroscopique. Par contre, l'examen cytologique du lait met en évidence une augmentation parfois considérable du nombre de polynucléaires. De même, son analyse biochimique révèle la présence de modifications parfois très importantes de la composition du lait (Hanzen, 2015-2016)

La mammite sub-clinique peut être la résultante de deux phénomènes :

- D'une infection ayant entraîné une mammite clinique lors de la contamination d'un quartier et que le traitement n'a pas réussi à éliminer totalement
- De la contamination d'un quartier par un agent infectieux peu agressif et qui n'a pas occasionné de signes cliniques mais qui s'est installé durablement dans la mamelle (Rémy, 2010).

On résume tous les types de mammites dans le tableau ci-dessus :

Tableau 1 : types, cause, symptômes et aspect du lait (Hugron et *al.*, 2005 ; Patton, 2014).

Type de mammite	Germe(s) le plus souvent en cause	Symptômes	Aspect du lait
Clinique	<i>Streptococcus (uberis, dysgalactiae, et agalactiae)</i> <i>Entérobactéries</i>	Augmentation de la sensibilité et Inflammation +/- visible du quartier Parfois rétention du lait	Modifié
Aigüe	<i>E. Coli+++</i> Entérobacter Parfois Streptocoques	Abattement, anorexie Forte hyperthermie (40, 41 °C) Déshydratation Parfois décubitus (pronostic sombre)	Cidre , Odeur nauséabonde
Gangréneuse	<i>Staphylococcus aureus,</i> <i>Bacillus cereus,</i> <i>colibacilles</i>	Anorexie, abattement Déshydratation, hyperthermie, parfois décubitus Cyanose du quartier puis gangrène	Sérosité violacé
Pyogènes	<i>Arcanobacterium pyogens</i>	Anorexie,abattement Hyperthermie modérée, congestion marquée du quartier	Pus
Sub-clinique	<i>Staphylococcus aureus</i>	Pas de signe visible d'inflammation de la mamelle	Normale

1.3 Évolution des mammites

L'évolution des mammites se fait en trois phases : invasion, infection, inflammation

1.3.1 Invasion

Le canal de trayon constitue la première ligne de défense qui s'oppose aux infections de la mamelle, cette barrière est d'ordre anatomique (Boute et *al* ,2006) La dilatation de la partie proximale du canal, la capillarité et la diffusion dans la partie distale produisant un film permanent qui facilite la colonisation microbienne et le passage des germes vers la cavité du trayon (Weisen,1974).

1.3.2 Infection

La phase d'infection semble être une suite naturelle de l'invasion ; où les germes passent de la partie inférieure du sinus du trayon au sinus de la mamelle, aux canaux et canalicules lactifères, et finalement aux acinis mammaire, tout en se multipliant rapidement (Weisen,1974).

1. 3.3 Inflammation

Dans les tissus affectés, la repense inflammatoire va permettre l'augmentation de la perméabilité vasculaire et du flux sanguin. Il en résulte un afflux de cellules et de facteurs solubles indispensable au bon fonctionnement des défenses mammaires. Les macrophages mammaires agissent comme initiateurs de la repense inflammatoire ; suite à leurs activations lors de la phagocytose du pathogène. Ils libèrent des facteurs a activités chimiotactique pour les neutrophiles et amplifiant ainsi la repense inflammatoire (Weisen,1974).

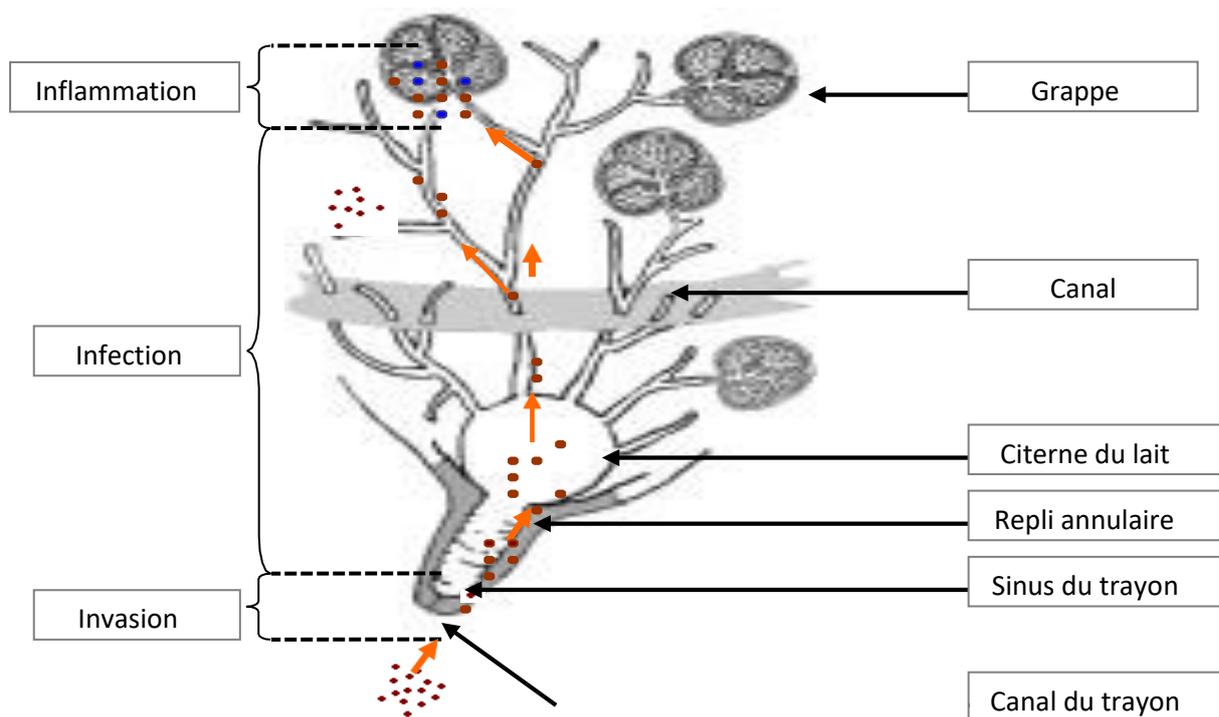


Figure1 : Les phases de la mammite (Wattiaux 2000) (Modifié par kebbal 2010).

1.4. Voies d'infection de la mamelle

1.4.1. Source de contamination

Les principales bactéries responsables des mammites peuvent être divisées en deux catégories : les bactéries contagieuses (réservoir mammaires) et les bactéries environnementales (réservoir environnementale).

1.4.1.1. Bactéries contagieuses (réservoir mammaire)

a. *Staphylococcus aureus*

Il s'agit d'une bactérie avec une très grande tendance à l'internalisation dans les tissus mammaires grâce à son système enzymatique très développé. Cette bactérie a la particularité de se mettre à l'abri dans des micro-abcès et dans les cellules, et de ne plus être excrétée dans le lait : sa recherche peut alors se révéler faussement négative. La pérennité de ce germe dans le troupeau est aussi assurée par les nombreuses plaies que l'on peut retrouver sur le trayon (ex :

crevasse) et sur la mamelle. Il s'agit d'un modèle contagieux, les animaux se contaminant à partir de vaches infectées pendant les opérations de traite ou à partir d'un trayon infecté (Rémy, 2010).

b. Staphylocoques à coagulase négative

Ces agents infectieux sont considérés comme mineurs du fait de leur moindre importance tant économique qu'épidémiologique. Néanmoins, certaines espèces dont les staphylocoques à coagulase négative (SCN) commencent à poser des problèmes en exploitation.

Ces staphylocoques à coagulase négative génèrent majoritairement des mammites sub-cliniques ; mais dans certains cas, des mammites cliniques parfois aiguës peuvent se déclarer. Plusieurs quartiers sont alors souvent atteints.

La prévalence des mammites à staphylocoques à coagulase négative est en augmentation à l'heure actuelle mais sans conséquence sanitaire ou économique notable pour l'instant. Les infections persistent pendant la lactation, et les guérisons spontanées (contrairement à celles provoquées par *Staphylococcus aureus*) sont nombreuses pendant le tarissement. Ces bactéries sont fréquentes sur les génisses (Rémy, 2010).

c. *Streptococcus agalactiae*

C'est une bactérie très contagieuse. Cette espèce ne peut survivre et se multiplier en dehors de la mamelle que très peu de temps (germe à réservoir intra-mammaire ou mammaire strict). *Streptococcus agalactiae* est responsable de mammites sub-clinique avec une forte augmentation de nombre de cellules et une diminution importante de production laitière toute faille dans l'hygiène et technique de traite lui est favorable (Rémy, 2010).

d. Mycoplasmes

Les mammites cliniques à mycoplasmes sont quelquefois liées à d'autres pathologies associées (kératites, arthrites, maladies respiratoires). La production laitière diminue énormément, parfois jusqu'au tarissement de la vache. Les traitements antibiotiques sont inefficaces. Ils sont facilement transmissibles, les réservoirs se situant dans les quartiers déjà infectés, l'appareil respiratoire ou génital de certaines vaches contaminées. La transmission lors de la traite est souvent très rapide puisque 80 % des animaux peuvent être touchés en quelques semaines. La grande taille des troupeaux est un facteur de risque majeur. La séparation des animaux infectés des animaux sains et le contrôle strict des entrées sont nécessaires, mesures qui demandent une grande rigueur et qui sont souvent difficiles à mettre en place (Rémy, 2010).

1.4.1.2. Bactéries environnementales (réservoir environnementale)

Elles se multiplient dans l'environnement de la vache : fumier, sol, litière, plantes, eau et la peau de la vache, il est difficile de les éliminer souvent l'infections survient dans les deux semaines suivant le tarissement ou dans les deux semaines qui précèdent le vêlage lorsque le système de défense naturelle de la vache est plus faible ; elles causent généralement des mammites cliniques (Durieux, 2015).

a. *Escherichia coli*

C'est une bactérie à gram -, à caractère poly ou multiclonal, son habitat est constitué par le logement des animaux. C'est une espèce peu contagieuse (le risque de contaminer un animal sain à partir d'un animal infecté est exceptionnel) (Rémy, 2010).

b. *Streptococcus uberis*

Il s'agit d'un germe ubiquitaire (qui se multiplie et survit partout). Il est présent sur la peau et les trayons de la mamelle, le pelage, les naseaux, la cavité buccale et l'intestin ainsi que dans les voies génitales. Ce germe peut même contaminer des prairies à forte densité d'animaux (ex : les parcs réserves aux vaches taries dans les élevages hors-sol). Il est responsable de la majorité des mammites dans les pays où l'élevage extensif domine (Rémy, 2010).

c. *Streptococcus dysgalactiae*

Ce germe est moins fréquemment rencontré que *Streptococcus uberis* mais il peut être responsable d'infections mammaires graves à sub-cliniques. Sur le plan écologique, *Streptococcus dysgalactiae* se comporte davantage comme un germe à réservoir mammaire que *Streptococcus uberis* dont la source principale reste la litière ou le pâturage. Un des réservoirs de *Streptococcus dysgalactiae* sont les trayons crevassés (comme *Staphylococcus aureus*). En revanche, en termes de pathogénicité, il donne souvent des mammites plus sévères que *Streptococcus uberis* (Rémy, 2010).

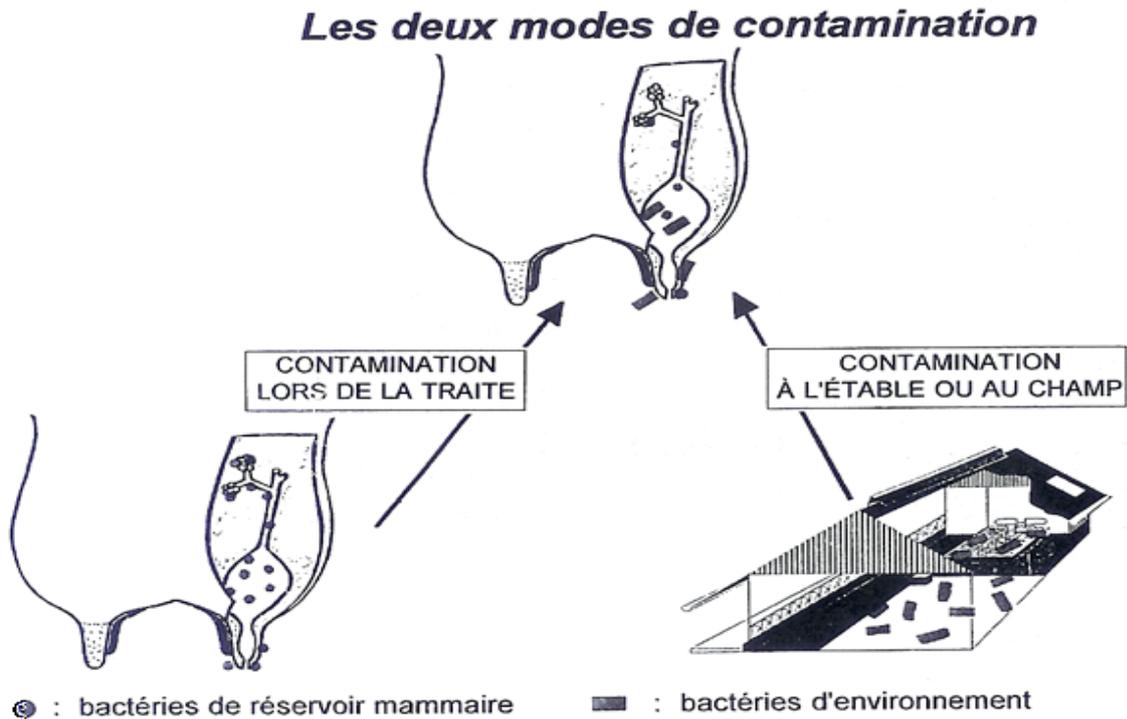


Figure 2 : Schéma récapitulatif sur la source de contamination (Rémy, 2002-2003)

1.4.2. Voie de contamination de la mamelle

Se fait pratiquement toujours par le canal du trayon. Une fois que le germe aura pénétré dans la mamelle, il va s'y développer par multiplication. Dans 20 % des cas, les défenses propres de la mamelle auront le dessus : les germes seront éliminés.

Dans les autres cas les germes parviendront à gagner la citerne puis les canaux et enfin les acini, l'augmentation du taux cellulaire est une réponse de la mamelle à deux types de forces agressives :

- Les contaminations sont imputables à une invasion microbienne. On les trouve dans l'environnement ou dans la machine à traire.
- Des irritations le plus souvent d'origine mécanique (stress de traite).

La contamination se fait en deux étapes la première permet au germe de se rapprocher de la mamelle dite « phase de rapprochement ». La seconde lui donne l'occasion de la contaminer « phase de contamination proprement dite » :

1.4.2.1 Phase de rapprochement

La préparation des mamelles pour la traite peut entraîner la contamination de la peau des trayons d'un animal sain. Les principaux véhicules de germes sont les mains du trayeur et les linges utilisés pour la préparation. Il existe différents degrés de contamination en fonction des méthodes utilisées. Certains micro-organismes puissent être transmis par des mouches il semble que le principal mécanisme de rapprochement entre les traites soit le contact direct des trayons avec la source de micro-organismes pathogènes c'est-à-dire la litière (Hanzen,2015-2016).

1.4.2.2 Phase de contamination proprement dite

Bien que certains germes tels que *Brucella* et les Mycobactéries peuvent atteindre la mamelle par voie sanguine ou lymphatique voire transcutanée dans le cas des *Pasteurella* et *Leptospire*s, la plupart d'entre eux atteignent le quartier par le canal du trayon. Ce franchissement peut se faire de manière active par multiplication ou passive et impliquer dans ce cas la machine à traire et/ou le trayeur (phénomène d'impact, reverse-flow, sur-traite, traitements intra-mammaires) (Hanzen, 2015-2016).

Tableau 2 : Voie d'infection de la mamelle (Hugron et *al.*, 2005)

	Localisation du germe	Type de réservoir	Implication mammites cliniques	Implication mammites sub-cliniques
<i>Staphylococcus aureus</i>	Parenchyme mammaire	Mammaire	+++	++
Autres staphylocoque	Parenchyme mammaire	Mammaire	+++	+
<i>Streptococcus uberis</i>	Canal et citerne +/- parenchyme	Environnementale	+	+++
Autres streptocoque	Canal et citerne	Mammaire + Environnementale	-	+++
<i>E. coli</i>	Canal et citerne +/- parenchyme +/- septicémie	Environnementale	+/_	+++
Autres entérobactéries	Parenchyme mammaire	Environnementale	+	+

Chapitre 2

METHODES DE DIAGNOSTIC DES MAMMITES

Chapitre 2

METHODES DE DIAGNOSTIC DES MAMMITES

2.1 Diagnostics des mammites cliniques

2.1.1 Examen symptomatique

Repose sur la mise en évidence des symptômes généraux, locaux et fonctionnels, caractéristiques de l'inflammation de la mamelle. Le rôle joué par l'éleveur dans le diagnostic précoce des mammites est primordial. Il dispose pour ce faire de différents moyens :

Examen des premiers jets, identification d'un changement de comportement de l'animal, palpation lors de la préparation de la glande mammaire avant la traite d'une modification de consistance d'un quartier (Hanzen,2015-2016)

2.1.1.1 Symptômes généraux

Présents lors de mammites aiguës et surtout suraiguës, les signes généraux sont d'intensité variable et vont de la simple baisse d'appétit, avec ou sans fièvre, à la prostration complète, voire au coma par intoxication (due à l'exotoxine staphylococcique ou à l'endotoxine colibacillaire) et parfois à la mort (Hanzen, 2015-2016).

2.1.1.2 Symptômes locaux

Mis en évidence par l'inspection et la palpation du pis et des trayons

A- L'inspection :

Recherche la taille, le siège et la forme de l'ensemble de la mamelle, de chaque quartier et des trayons par l'avant, le côté et l'arrière ; on examine également les modifications de la peau des trayons et de la mamelle (Rosenberger, 1979)

B- La palpation :

La palpation intéresse le canal, le sinus du trayon, la paroi, le sinus galactophore, le tégument et le parenchyme glandulaire du quartier. On palpe le trayon avec le bout des doigts d'une main ;

la mamelle, traite au préalable, avec les mains placées latéralement à plat, d'abord superficiellement puis profondément, en avançant progressivement du bas vers le haut. On palpe le canal du trayon en roulant son extrémité entre les doigts ; celle-ci est normalement ferme, identique pour les quatre trayons, de la grosseur d'un grain de riz. Pendant cette manipulation, s'intéresser à toute hypertrophie, blessure ou néoformation au niveau de l'extrémité ou de la lumière du canal, à une sensibilité ou chaleur anormales (Rosenberger,1979).

2.1.2 Symptômes fonctionnels

En générale quand l'inflammation est modérée, les signes généraux et locaux sont absents et seuls présents sont les signes fonctionnels, c'est-à-dire les modifications macroscopiques visibles dans le lait (modifications de l'aspect, la coloration et l'homogénéité du lait)

2.1.2.1 Test du bol à fond noir / tasse-filtre

La tasse-filtre ou le bol fond noir permettent d'examiner plus facilement les sécrétions lactées pour détecter des changements d'apparence. Elle est particulièrement intéressante pour les producteurs laitiers pour examiner le lait lors de la traite des vaches

2.1.2.2 Test d'homogénéité

Il suffit de recueillir quelques jets de lait dans un récipient en verre le laisser reposer quelques minutes, puis observer l'aspect, l'homogénéité et la coloration du produit (Hanzen,2015-2016).

2.2 Diagnostics des mammites sub-cliniques

2.2.1 Diagnostic cellulaire

C'est la mise en évidence des conséquences cellulaires de l'état inflammatoire de la mamelle ; en générale on utilise deux types : le direct « Comptage Cellulaire Individuel (CCI) » et l'indirect « California Mastitis Test (CMT) »

2.2.1.1 Directes : Comptage Cellulaire Individuel (CCI)

Celles-ci peuvent être effectuées en 2 niveaux :

- au niveau du quartier :

- Les numérations cellulaires du lait d'un quartier indemne d'infection peuvent varier de quelques milliers de cellules par ml à plus de 300 000 cellules par ml. Le seuil qui permet de discriminer un quartier sain d'un quartier infecté chez une primipare ou une multipare n'est pas situé au même niveau.

- Différents appareils permettent actuellement de mesurer directement le nombre de cellules somatiques à partir d'un échantillon de lait. Il existe des automates type « Fossomatic » (lait de mélange des « Cell Counter », et d'autres utilisables même à l'échelle d'un troupeau comme le « Porta scc milk test »). Enfin, des moyens de comptages cellulaires ont été développés pour des installations de robot de traite

- L'intérêt des comptages cellulaires pour suivre le statut d'infection d'une vache réside dans sa périodicité. C'est le suivi des numérations cellulaires mensuelles qui permet d'avoir une idée correcte de la dynamique des infections ; juger le statut infectieux d'une vache sur un seul comptage cellulaire est sujet à de très nombreuses erreurs et ne devrait pas être utilisé (Rémy,2010)

- au niveau de la vache :

- C'est la mesure classiquement employée lors du contrôle des performances avec 2 seuils classiquement retenus et encore utilisés comme seuils de référence

Le statut d'une vache ne se détermine donc pas avec une seule numération cellulaire : c'est la mesure régulière (un comptage mensuel) qui seule permet de connaître réellement si une vache est infectée de manière durable ou si elle est saine (Rémy, 2010).

2.2.1.2 Indirectes : California Mastitis Test (CMT)

La CMT est un test réalisable au chevet de l'animal. Il permet d'évaluer semi-quantitativement les cellules somatiques présentes dans le lait.

Pour le réaliser, il faut d'abord éliminer les premiers jets. Dans un plateau possédant quatre coupelles, il faut recueillir environ 2 ml de lait de chaque quartier puis ajouter l'équivalent du réactif. Ce réactif est composé d'un détergent (solution de Teepol à 10%) et d'un colorant (le pourpre de bromocrésol). Il va réagir avec l'ADN contenu dans les cellules somatiques.

Après agitation du mélange pendant quelques secondes, la lecture du résultat est effectuée en observant l'aspect du précipité (augmentation de la viscosité)

Ce test doit être utilisé pour :

- Le dépistage des mammites sub-cliniques par des tests à intervalles réguliers.
- Le dépistage du ou des quartiers infectés, après un CCSI douteux ou positif.
- Le contrôle des résultats d'un traitement.

Il faut garder en tête que des résultats faux-positifs peuvent apparaître avec le colostrum, des vaches âgées (plus de 5 ans) ou en fin de lactation (Bourachot, 2017)

2.2.2 Le diagnostic biochimique

Les modifications biochimiques de la composition du lait résultent d'une double modification de la fonction de synthèse et de filtration de la glande mammaire mais ces techniques sont difficilement utilisables en pratique (Hanzen,2015-2016).

2.2.2.1 Les protéines

L'état inflammatoire de la mamelle se traduit par une augmentation de la perméabilité vasculaire et une réduction de la capacité de synthèse protéique de la cellule mammaire (Hanzen,2015-2016).

2.2.2.2 Les enzymes

Ils proviennent des cellules mammaires, des cellules phagocytaires ou du sang. Leur diversité est réelle, la présence de NAGase (enzyme lysosomal de la cellule mammaire) dans le lait en traduit la lésion inflammatoire (Hanzen,2015-2016).

2.2.2.3 Le lactose

L'inflammation du quartier entraîne une diminution du taux de lactose dans le lait (Hanzen,2015-2016).

2.2.2.4 Les ions

L'inflammation du quartier entraîne une augmentation de sa concentration en ions Na et Cl et une diminution du K ; Il en résulte donc une augmentation de la conductivité qui varie également en sens inverse du taux butyreux (Hanzen,2015-2016).

2.2.3 Le diagnostic bactériologique

L'identification précise de la cause de l'infection mammaire a deux applications précises :

Le choix du traitement anti-infectieux le plus adapté et le choix des mesures préventives prioritaires.

2.2.3.1 Le choix du traitement anti-infectieux le plus adapté :

Le recours à l'examen bactériologique s'imposera lors d'échecs du traitement, c'est -à- dire lors de rechute d'une mammite clinique sur un même quartier dans les semaines suivant un premier épisode clinique ou, alors, de numérations cellulaires élevées persistantes après une mammite clinique. Il devra être entrepris systématiquement avant tout traitement de mammite sub-clinique en cours de lactation. En effet, pour avoir des chances correctes de succès et, donc, d'entreprendre une démarche économiquement rentable, le traitement en lactation des mammites sub-cliniques doit absolument être ciblé. La connaissance du germe en cause est alors essentielle. Enfin, lors d'élaboration de plan de traitement, l'identification des germes dominants en élevage permet de recourir aux molécules les plus adaptées(Rémy,2010).

2.2.3.2 Le choix des mesures préventives prioritaires :

Les conséquences de l'écologie microbienne dominante lors d'une épidémie de mammites cliniques ou lors de brusques montées des numérations cellulaires de tank, connaître les germes impliqués permet de sélectionner les mesures les plus fondamentales dans la maîtrise de ces infections (Rémy,2010).

2.2.4 Le diagnostic immunologique

Le diagnostic spécifique des mammites revêt une importance croissante dans les domaines de la santé animale (diagnostic des infections chroniques) deux éléments présents dans le lait et spécifiques du germe sont susceptibles d'être utilisés : la bactérie et les anticorps.

* la bactérie peut se faire sur la cellule bactérienne et les composants présents à sa surface ou libérés dans le lait ainsi que sur les acides nucléiques.

*Les anticorps sont sécrétés en réponse à une infection. Ils sont présents dans le sérum ou dans le lait à des concentrations variables selon le statut physiopathologique de la glande mammaire (Hanzen, 2015-2016).

2.2.5 Diagnostic épidémiologique (diagnostic opérationnel)

On entend par diagnostic opérationnel, appelé aussi diagnostic épidémiologique descriptif, l'identification de la bactérie responsable de la majorité des infections mammaires du troupeau, sachant que dans la plupart des cas, c'est l'absence de diagnostic qui prédomine.

Les vétérinaires interviennent dans 2 à 5 % des cas cliniques, essentiellement les cas graves ou récidivants. La majorité des traitements et le management du troupeau sont alors conduits par l'éleveur, généralement sans cadre bien défini. Les mesures de prévention sont de ce fait généralistes, et les traitements réalisés avec des antibiotiques large spectre supposés couvrir la grande partie des espèces bactériennes (Rémy,2010).

2.2.6 Autres techniques de diagnostic

D'autres tests ont été mis au point pour détecter les mammites. Par exemple, les protéines spécifiques de l'inflammation sont des marqueurs plus sensibles et plus fiables.

-Les cathélicidines sont des protéines inflammatoires sécrétées dans le lait lors de mammites. Un test ELISA cathélicidines a été mis au point chez la vache. Pour la détection de mammites sub-cliniques, La quantité de cathélicidines varie selon l'agent pathogène en cause.

-La Spectrométrie de masse de type MALDI-TOF (Matrix-assisted laser desorption/ionization time-of-flight) peut identifier les pathogènes responsables de mammites à partir des seuils

-La PCR (Polymerase chain reaction) multiplex est une technique intéressante. Elle permet une détection rapide et simultanée de multiples agents pathogènes ; les caractéristiques de ce test sont de 88% de sensibilité et de 98% de spécificité. Les agents pathogènes détectables par cette méthode sont les suivants : *Str. agalactiae*, *Str. dysgalactiae*, *Str. uberis*, *S. aureus*, *E. coli*, *S. haemolyticus*, *S. chromogenes*, *M. bovis* et *S. epidermiditis* (Bourachot,2017).

Chapitre 3

**NOTION DE SEUIL POUR DETERMINER LE STATUT
DU PIS DE VACHE**

Chapitre 3

NOTION DE SEUIL POUR DETERMINER LE STATUT DU PIS DE VACHE

L'analyse des cellules du lait ou le comptage des cellules somatique CCS est à la base de l'évaluation de la qualité du lait à la ferme. Les CCS sont également utilisés par plusieurs intervenants du milieu pour analyser les performances des troupeaux en termes de santé mammaire. Parfois même, ils servent à comparer les troupeaux entre eux, ils favorisent ou défavorisent une transaction d'achat ou de vente d'un animal et peuvent même être à la base d'un arrêt de collecte du lait. De ce fait, les comptages des cellules du lait jouent un rôle clef dans l'industrie laitière actuelle. Sert comme une évaluation de la validité de l'utilisation du CCS comme indicateur de qualité du lait et de santé du pis suivra ; une revue des différentes normes de références établies pour la comparaison, à l'aide des CCS, de la santé mammaire des troupeaux sera présentée (Fauteux , 2014).

3.1 Définition du seuil cellulaire

Ils permettent au niveau du troupeau d'estimer le nombre d'animaux infectés par un pathogène majeur à un instant T. - Ces seuils permettent, au niveau individuel et avec un historique, de préciser le statut infectieux de manière dynamique grâce à la classification SDI (FIDOCL,2015) :

S : animal sain

D : animal douteux

I : animal infecté

3.2 Définition des cellules du lait

Comme tout liquide biologique, le lait même normal, contient des cellules somatiques hétérogènes. Elles sont, en effet, essentiellement constituées de globules blancs (macrophages, polynucléaires neutrophiles et lymphocytes) de la circulation sanguine et de cellules épithéliales provenant de la desquamation des épithéliums des canaux galactophores, des acini et lors de l'érosion du tissu glandulaire (Badinand,1994 ; Lepage,1999).

3.3 Types des cellules du lait :

Plusieurs types cellulaires entrent dans la composition de ce qu'il est convenu d'appeler les cellules somatiques du lait. Cette appellation recouvre les cellules leucocytaires et les cellules du tissu mammaire qui peuvent être éliminées dans le lait, comme les cellules épithéliales mammaires (Schalm et Lasmanis, 1968). Les catégories cellulaires les plus représentées sont les macrophages, les lymphocytes et les granulocytes neutrophiles (autrement appelés polynucléaires à cause de leur noyau plurilobé) (Riollet et *al*, 2000). Ces cellules évoluent en nombre et en proportion suivent le stade physiologique de l'animal. En l'absence d'infection, les macrophages constituent le type cellulaire dominant et ce n'est qu'en cas d'infection du quartier que les polynucléaires neutrophiles affluent dans le lait où ils deviennent les plus nombreux. Quant aux autres types cellulaires, ils sont peu représentés, notamment les lymphocytes et les cellules épithéliales qui sont très peu nombreuses dans le lait des quartiers non infectés (Riollet C et *al*, 1999).

Tableau 4 : Répartition (en%) des différents types cellulaires dans le lait de vache en l'absence et en présence d'infection mammaire (Lee et Coll, 1980)

Type cellulaire	Mamelle	
	Saine	Infectée
Polynucléaires neutrophiles	0-11	50-90
Macrophages	66-88	0,2-2
Lymphocytes	10-27	2,8-5,1

3.4 Origine des cellules du lait

Les microbes responsables des mammites s'introduisent dans la mamelle par le sphincter des trayons : soit lorsque ceux-ci sont en contact avec une litière sale, surtout lorsqu'ils sont encore ouverts, c'est à dire juste après la traite (et cela d'autant plus qu'ils ne sont pas protégés par un désinfectant), soit lors de la traite, si les trayons sont sales ou que la machine à traire est mal réglée (Cauty et Perreau, 2003).

3.5 But du comptage des cellules du lait

Elles sont les témoins d'une infection mammaire puisqu'il s'agit des globules blancs du sang (leucocytes) qui ont servi à assurer la protection de la mamelle contre les infections. Ainsi à la différence des germes, les cellules présentes dans le lait proviennent toutes de la mamelle. Il n'y a pas de multiplication dans le lait après la traite. La numérotation cellulaire, c'est-à-dire le comptage de ces cellules, révèle le statut infectieux des mamelles des vaches laitières du troupeau. Leur présence en grand nombre témoigne donc d'une infection de la mamelle, c'est-à-dire d'une mammite. Les cellules seront d'autant plus nombreuses que l'attaque microbienne sera importante.

Mais, même en l'absence d'infection, ce taux ne sera jamais nul car étant donné l'irrigation sanguine très importante de la mamelle, il est normal que le lait compte des leucocytes (Cauty et Perreau, 2003)

3.6 Utilisation et interprétation du seuil cellulaire

L'utilisation des seuils cellulaire se fait selon 2 échelles :

3.6.1. L'échelle du troupeau /Concentration cellulaire de tank

La concentration cellulaire de tank CCT correspond au nombre de cellules somatiques dans un millilitre de lait prélevé dans le tank. Elle est récupérable sur les bordereaux de la laiterie (trois par mois) ou au contrôle laitier (mensuel) (Remy et *al* ;2004).

En suivant les normes ci-dessus

- Correct en dessous de 300 000 cellules / ml
- Critique à partir de 300 000 cellules / ml
- Très mauvais au-delà de 400 000 cellules / ml (Cauty et Perreau, 2003).

Le taux cellulaire de tank est très important pour l'éleveur puisqu'il est l'une des conditions de collecte et de paiement du lait ; La concentration cellulaire de tank reconnue depuis longtemps comme un indicateur majeur de la situation d'un élevage en matière de cellules somatiques n'est plus aujourd'hui un critère suffisant. En effet, il ne reflète pas le niveau d'infection d'un troupeau du fait de la possibilité de dévier le lait à cellules du tank. Aussi, les numérations cellulaires de troupeau et individuelles doivent être les critères de choix, même s'ils sont moins parlants pour les éleveurs Le niveau d'infection est le nombre de quartiers atteints dans le troupeau à un

instant donné, On l'estime grâce au taux cellulaire moyen du lait de tank (TCT) sur 6 mois (Guatteo, 2001)

Tableau 5 : estimation du niveau d'infection au niveau du TCT (Guatteo,2001)

Taux cellulaire du tank (cellule/ ml)	% des quartiers infectés (niveau d'infection)
200 000	3 à 7 %
400 000	8 à 12 %
800 000	20 à 25%

3.6.2 L'échelle individuelle / concentration cellulaire individuelle

La CCI correspond au nombre de cellules somatiques présentes dans un millilitre de lait Produit par vache donnée. La concentration cellulaire individuelle est déterminée chaque mois sur les échantillons prélevés dans le cadre du contrôle laitier (Dohoo; Leslie, 1991).

Lors d'infection, les lésions du tissu sécrétoire provoquent l'afflux massif de polynucléaires Neutrophiles sanguins dans la glande par diapédèse. Ces derniers deviennent alors le type de Cellule majoritaire dans le lait. Ils représentent de 50% des cellules lors d'une infection Modérée, à 90% lors de mammite aiguë. La numération de l'ensemble des cellules somatiques du lait constitue une bonne estimation du nombre de polynucléaires neutrophiles et donc de l'état inflammatoire de la glande mammaire (Guatteo, 2001).

Le suivi mensuel des comptages cellulaires individuels et l'enregistrement des mammites cliniques sont les meilleurs moyens pour connaître le niveau d'infection du troupeau et suivre ses variations (Vagneur,2002).

Les comptages cellulaires individuels (CCI) permettent de gérer les situations d'urgence au cours de la lactation et d'assainir le troupeau pendant la période sèche (Noireterre,2006). Le CCI est un témoin de l'état inflammatoire de la mamelle et indirectement de la présence d'une infection mammaire (Rupp et al, 2000).

La distribution des CCI selon trois normes disponibles dans la littérature. L'une, utilisée par la société de Promotion et d'Études (PROMET,2008), rappelant la norme ramenée par (Darraq ,1989) évoque la norme généralement appliquée en Tunisie ; l'autre, rapportée par (Fabre et al ,1996), rappelle la norme française et la dernière, appliquée par (Noireterre; 2006), indique la norme canadienne.

Tableau 6 : les normes Tunisienne (Darraq ,1989)

CCI (x 1000cellule / ml)	Etat de la mamelle
< 300	Mamelle saine
300-500	Mammite probable
500-800 (2 contrôles)	Mammite existante
>800 (2 lactations successives)	Mammite grave (vache à réformer)

Tableau 7 : les normes Française (Fabre et *al* ,1996)

CCI (x 1000cellule / ml)	Etat de la mamelle
<300	Mamelle saine
300 – 800	Mamelle douteuse
>800	Mamelle infecté

Tableau 8 : les normes Canadienne (Noireterre; 2006)

CCI (x 1000cellule / ml)	Etat de la mamelle
< 200	Lait normal
200-500	Mammite sub-clinique / traite irritante
500 -1000	Mammite sub-clinique / latente
1000 – 50000	Doute de mammite clinique
>5000	Mammite bien établie

3.7 Normes de seuil à l'échelle universelle

Normes de certains autres pays telles que publiées par la FIL en 2002.

Tableau 9 : Normes québécoises de qualité (cellules somatiques) versus normes de certains autres pays telles que publiées par la FIL en 2002 avec des données de 2000 (CRAAQ,2004)

	Comptage cellule somatique			Antibiotiques	Refroidissement
	Normes / ml	Fréquence de tests	Lait conforme	Dépistage	Réglementé
Québec	50000	1/ mois	98%	oui	Gouvernement
Argentine	Classe I -< 200 000 Classe II 200 000 -400 000 Classe III -500 000-600 000 Classe IV ->600 000	Aux 10 jours	Classe I 10% Classe II 42% Classe III 41% Classe IV 7%	Oui	Usines
Belgique	400 000	4/mois	96,60%	Oui	Gouvernement
Nouvelle zélande	Classe I -<400 000 Classe II -400 000 – 500 000 Classe III -500 000 -600 000 Classe IV -> 600 000	Quotidienne	Classe I et II 98,1%	Oui	Gouvernement
Japon	Classe I -< 100 000 Classe II 100 000 - 200 000 Classe III 200 000 -300 000 Classe IV 300 000 – 500 000 Classe V 500 000 – 1 000 000 Rejeté -> 1 000 000	3/mois	Classe I 10,2% Classe II 26,6% Classe III 25,4% Classe IV 24% Classe V 12%	oui	Non
Etats-unis	750 000			Oui	Gouvernement
Espagne	400 000	2-3/ mois		Oui	Gouvernement
Suisse	350 000		95,1%	Oui	Gouvernement
Portugal	Classe I -< 200 000 Classe II -< 400 000 Classe III -<600 000 Classe IV -< 800 000 Classe V-<1 000 000			Oui	Usines

CONCLUSION

CONCLUSION

A la fin de cette étude bibliographique sur l'utilisation du seuil cellulaire pour déterminer le statut sanitaire du pis de vache, il en résulte que les mammites existent en plusieurs types essentiellement clinique et sub-clinique.

L'évolution de l'infection mammaire se fait en 3 phases : invasion, infection, inflammation. La contamination a lieu par deux types de réservoirs différents : mammaire et environnementale.

Le diagnostic est réalisé selon le type de mammite, pour la clinique on procède par un examen symptomatique, quant à la mammite sub-clinique elle se fait par le diagnostic : cellulaire, biochimique, bactériologique, immunologique, épidémiologique.

L'utilisation et l'interprétation du seuil cellulaire se fait selon deux échelles :

- A l'échelle du troupeau qui est réalisée par la concentration cellulaire du tank CCT qui est l'indicateur majeur de la situation sanitaire de l'élevage ;
- A l'échelle individuelle qui correspond à la concentration cellulaire individuelle CCI qui est témoin de l'état sanitaire de la mamelle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

1. ADAGE 35.Agriculture Durable par l'Autonomie la Gestion et l'Environnement 2016.
<http://www.adage35.org/wp-content/uploads/2009/11/Observatoire.pdf> (consulté le 09 juillet 2022).
2. Badinad F , 1994 . Maitrise du taux cellulaire du lait . recueil med vet
3. Bourachot M , 2017 . Traitement des mammites chez la vache laitiere:l'aromatherapie , etat des lieux et prespectives . these : Dr vétérinaire . Lyon , compus vétérinaire de Lyon 111p
4. Boutet P, Bureau F, et Lexeux P, 2006. la mammite bovine : de l'initiation à la
5. Cauty I , Perreau JM, 2003 . La conduite du troupeau laitier . edition France agricole , Paris , France , 288p
6. CRAAQ ,2004 yposium sur les bovins laitiers 29 p
7. Darraq, 1989.Nature et rôle des cellules somatiques présentes dans le lait et facteurs de variations de leur concentration chez la vache laitière.
8. Dohoo I-R. , Meek A-H, 1982. Somatic cell counts in bovine milk. Can. Vet. J. 23eme ed pp 119-125.
9. Dohoo I-R., Leslie K-E, 1991. Evaluation of changes in somatic cell counts as
10. Erskine, R. 2004. Philosophical approach to antibiotic therapy : Know the cow, bug and drug. Proceedings of the annual meeting of the National Mastitis Council: 8-11.
11. Fabre J-M, Bazin S, FAROULT B, CAIL P, BERTHELOT X , 1996. Lutte contre les mammites. Résultats d'enquête réalisée auprès de 1038 élevages français. Bulletin des GTV 2. pp13-16 Faculté de Médecine, Nantes, 103p.
12. Fauteux V , 2014 . Prédiction de la violation d'un seuil de 400 000 cellules/mL au réservoir de lait à l'aide du portrait et de la dynamique de santé du pis des troupeaux laitiers québécois . mémoire , Dr.vétérinaire . Montréal , université de montréal , 102 p
13. FIDOCL. Conseil élevage 2015 <http://www.fidocl.fr/content/source-de-contamination-des-mamelles-et-facteur-de-risque> (consulté le 09 juillet 2022)
14. Guatteo R,2001 Maîtrise de la concentration en cellules somatiques du lait en
15. Hänni A, Reist M, Graber H-U., Hussy D, Steiner A. 2001. Lutte contre les mammites en Suisse : la situation actuelle et l'évolution future des diagnostics et des stratégies, Suisselab 6 p
16. Hanzen C , 2015-2016 Physioanatomie-Propédeutique et Pathologie mammaire bovine 170p

17. Harmon J ,2001. Somatic Cell Counts: A Primer. National Mastitic Council Proceedings, 9p
18. Hugron PY , Dussaux G , Barberet R , 2005 . mémonto de medecine bovine . 2eme edition . med'com , Paris ,France ,316p , 289-294.
19. indicators of new intramammary infections. Preventive Veterinary Medicine, 10eme ed , pp225-237.
20. Lee C.S., Wooding F.B.P., Kemp P. Identification properties and differential counts of cell populations using electron microscopy of dry secretions, colostrum and milk from normal cows. J. Dairy Research., 1980, 47, 39-50.
21. Lepage PH. Les cellulaires du lait et de la mamelle. J. N. G T V. I N R A., Nantes/ 26- 27-28 Mai 1999
22. M'sadak Y, Mighri L, Kraiem K ,2013. Étude des facteurs de variation des niveaux de comptage cellulaire individuel du lait chez des petits troupeaux bovins hors sol
23. Noireterre P-H ,2006. Suivi de comptages cellulaires et d'examens bactériologiques lors de mammites cliniques chez la vache laitière. Thèse, doctorat vétérinaire ,Lyon École Nationale Vétérinaire de Lyon, 98 p
24. PATTON.Clinique vétérinaire PATTON 2014. <https://patton.dr-veterinaire.com/fr/article/les-mammites> (consulté le 09 juillet 2022)
Polycopié. Ecole Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité Pédagogique de Reproduction ,113p
25. PROMET ,2008. Étude des déterminants de la qualité du lait. Rapport final. Société de Promotion et d'Études. Agence de Promotion des Investissements Agricoles (APIA),Ministère de l'Agriculture (Tunisie), 42 p.
26. Remy D , 2010 . les mammites . France Agricole , Paris , France , 259 p
27. REMY D, CHASTANT S, MIALOT J.P, 2004. Les mammites chez les bovins,
28. Reneau J-K,1986. Effective Use of Dairy Herd Improvement Somatic Cell Counts in Mastitis
29. resolution. Formation continue, articles de synthèse. med vet. 150
30. Riollet C., Rainard P., Poutrel B. Cinétique de recrutement cellulaire et demultiplication bactérienne après infection. J. N. G T V. I N R A., Nantes/ 26-27-28 Mai ,1999, 67-73.
31. Rosenberger G , 1979 . examen clinique des bovins . 2em edition , point vétérinaire , Maison Alfort , France , 526 p
32. Rupp R, Boichard D, Bertrand, Bazin S ,2000. Bilan national des numérations cellulaires dans le lait des différentes races bovines laitières françaises. INRAProd. Anim. (France) 13eme ed pp 257-267.
33. Schalm O-W,1968. The leucocytes: Origin and function in mastitis. Vet.Med., 153p

34. Schultz L-H , 1977. Dynamics and significance of coagulase-negative staphylococcal intramammary infections. J. Dairy Sci. 70 p
- troupeaux bovins laitiers : efficacité d'une démarche de correction des points de maîtrise identifiés par un audit spécifique : La démarche Querellait. Thèse de doctorat vétérinaire, Tunisie. Revue Nature & Technologie, B- Sciences Agronomiques et Biologiques (Algérie) n° 08/Janvier 2013:48-52.
35. Vagneur M ,2002 La visite de l'élevage bovin laitier : de la méthode au conseil. In : Journées nationales des GTV, Conduite à tenir : de l'animal au troupeau, du troupeau à l'animal, Tours, France, 29-31 mai 2002, pp 725-763.
36. Weisen JP ,1974. la prophylaxie des mammites . Vigot frères , Paris ,France , 142p.