



HAL
open science

Les mammites subcliniques en élevage bovin laitier : antibiothérapie et alternatives

Constance Rattez

► **To cite this version:**

Constance Rattez. Les mammites subcliniques en élevage bovin laitier : antibiothérapie et alternatives. Sciences pharmaceutiques. 2017. dumas-01643830

HAL Id: dumas-01643830

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01643830>

Submitted on 21 Nov 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITE DE ROUEN
UFR DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2016-2017

N°

THESE
pour le DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement le 20 juin 2017

par

Constance RATTEZ

Née le 5 mars 1991 à Rouen (76)

**Les mammites subcliniques en élevage bovin
laitier : antibiothérapie et alternatives**

Président du jury :

M. Michel GUERBET

Professeur en toxicologie

Membres du jury :

Mme Marie-Laure GROULT

Maître de conférences en Botanique et Mycologie

M. Frédéric CASTETS

Docteur en Pharmacie

M. Yves DESCELERS

Docteur en Médecine vétérinaire

UNIVERSITE DE ROUEN
UFR DE MEDECINE ET DE PHARMACIE

Année 2016-2017

N°

THESE
pour le DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN PHARMACIE

Présentée et soutenue publiquement le 20 juin 2017

par

Constance RATTEZ

Née le 5 mars 1991 à Rouen (76)

**Les mammites subcliniques en élevage bovin
laitier : antibiothérapie et alternatives**

Président du jury : M. Michel GUERBET

Professeur en toxicologie

Membres du jury : Mme Marie-Laure GROULT

Maître de conférences en Botanique et Mycologie

M. Frédéric CASTETS

Docteur en Pharmacie

M. Yves DESCELERS

Docteur en Médecine vétérinaire

Remerciements

Je souhaite remercier, tout d'abord, mon directeur de thèse, **Monsieur le Docteur Frédéric Castets**, qui m'a soutenu dans ce travail, et qui a toujours répondu présent particulièrement dans les moments de doute.

Je remercie également **Madame le Docteur Marie-Laure Groult**, qui a accepté de codiriger cette thèse et qui a fait preuve d'une grande patience envers moi.

Tous mes remerciements à **Monsieur le Professeur Michel Guerbet**, qui a accepté de présider ce jury, malgré un emploi du temps des plus chargés.

Un immense merci à **Monsieur le Docteur Yves Desceliers**, qui, après m'avoir emmené dès petite, observer des césariennes sur les vaches, a accepté de faire partie de ce jury. J'en suis très émue.

A mon **Papa** et ma **Maman**, qui m'ont offert ces belles études et qui ont surtout supporté mon stress et mes « ça va pas aller » pendant toutes ces années de pharmacie : je vous aime très fort.

A **Mathilde** et **Eléonore**, mes deux sœurs adorées, l'échappatoire de mes années concours et de mes périodes de partiels.

A mon **Grand-père** chéri, qui malgré son âge et ses treize petits enfants, a su prier et penser à moi à chaque examen.

A notre indispensable **Dada**, qui après m'avoir appris à lire, a corrigé l'orthographe de cette thèse en un temps record.

A mon **Louis**, qui m'a soutenu tendrement et patiemment pendant ces derniers mois de travail.

A mes amis : **Aude**, **Cécile**, **Maxence** et **Justine**, les plus belles rencontres de mes années pharma. Merci pour tous ces merveilleux moments passés ensemble.

Enfin, à ma **Bonne-Maman**, que j'aime et admire depuis toute petite et qui m'a transmis l'amour du métier de pharmacien. Je lui dédie cette thèse.

« L'Université de Rouen et l'UFR de Médecine et de Pharmacie de Rouen n'entendent donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions sont propres à leurs auteurs. »

ANNÉE UNIVERSITAIRE 2016 – 2017

U.F.R. DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE ROUEN

DOYEN : **Professeur Pierre FREGER**

ASSESEURS : **Professeur Michel GUERBET**
Professeur Benoit VEBER
Professeur Pascal JOLY
Professeur Stéphane MARRET

I – MÉDECINE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mr Frédéric ANSELME	HCN	Cardiologie
Mme Isabelle AUQUIT AUCKBUR	HCN	Chirurgie plastique
Mr Fabrice BAUER	HCN	Cardiologie
Mme Soumeya BEKRI	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Ygal BENHAMOU	HCN	Médecine interne
Mr Jacques BENICHOU	HCN	Bio statistiques et informatique médicale
Mr Olivier BOYER	UFR	Immunologie
Mr François CARON	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Philippe CHASSAGNE (<i>détachement</i>)	HCN	Médecine interne (gériatrie)
Mr Vincent COMPERE	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mr Jean-Nicolas CORNU	HCN	Urologie
Mr Antoine CUVELIER	HB	Pneumologie
Mr Pierre CZERNICHOW (<i>surnombre</i>)	HCH	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Nicolas DACHER	HCN	Radiologie et imagerie médicale
Mr Stéfan DARMONI	HCN	Informatique médicale et techniques de communication
Mr Pierre DECHELOTTE	HCN	Nutrition
Mr Stéphane DERREY	HCN	Neurochirurgie
Mr Frédéric DI FIORE	CB	Cancérologie
Mr Jean DOUCET	SJ	Thérapeutique - Médecine interne et gériatrie
Mr Bernard DUBRAY	CB	Radiothérapie
Mr Philippe DUCROTTE	HCN	Hépto-gastro-entérologie
Mr Frank DUJARDIN	HCN	Chirurgie orthopédique -Traumatologique
Mr Fabrice DUPARC	HCN	Anatomie - Chirurgie orthopédique et traumatologique
Mr Eric DURAND	HCN	Cardiologie
Mr Bertrand DUREUIL	HCN	Anesthésiologie et réanimation chirurgicale
Mme Hélène ELTCHANINOFF	HCN	Cardiologie

Mr Thierry FREBOURG	UFR	Génétique
Mr Pierre FREGER	HCN	Anatomie - Neurochirurgie
Mr Jean François GEHANNO	HCN	Médecine et santé au travail
Mr Emmanuel GERARDIN	HCN	Imagerie médicale
Mme Priscille GERARDIN	HCN	Pédopsychiatrie
Mr Michel GODIN (<i>surnombre</i>)	HB	Néphrologie
M. Guillaume GOURCEROL	HCN	Physiologie
Mr Dominique GUERROT	HCN	Néphrologie
Mr Olivier GUILLIN	HCN	Psychiatrie Adultes
Mr Didier HANNEQUIN	HCN	Neurologie
Mr Fabrice JARDIN	CB	Hématologie
Mr Luc-Marie JOLY	HCN	Médecine d'urgence
Mr Pascal JOLY	HCN	Dermato - Vénérologie
Mme Annie LAQUERRIERE	HCN	Anatomie et cytologie pathologiques
Mr Vincent LAUDENBACH	HCN	Anesthésie et réanimation chirurgicale
Mr Joël LECHEVALLIER	HCN	Chirurgie infantile
Mr Hervé LEFEVRE	HB	Endocrinologie et maladies métaboliques
Mr Thierry LEQUERRE	HB	Rhumatologie
Mme Anne-Marie LEROI	HCN	Physiologie
Mr Hervé LEVESQUE	HB	Médecine interne
Mme Agnès LIARD-ZMUDA	HCN	Chirurgie Infantile
Mr Pierre Yves LITZLER	HCN	Chirurgie cardiaque
Mr Bertrand MACE	HCN	Histologie, embryologie, cytogénétique
M. David MALTETE	HCN	Neurologie
Mr Christophe MARGUET	HCN	Pédiatrie`
Mme Isabelle MARIE	HB	Médecine interne
Mr Jean-Paul MARIE	HCN	Oto-rhino-laryngologie
Mr Loïc MARPEAU	HCN	Gynécologie - Obstétrique
Mr Stéphane MARRET	HCN	Pédiatrie
Mme Véronique MERLE	HCN	Epidémiologie
Mr Pierre MICHEL	HCN	Hépto-gastro-entérologie
Mr Benoit MISSET	HCN	Réanimation médicale
Mr Jean-François MUIR (<i>surnombre</i>)	HB	Pneumologie
Mr Marc MURAINÉ	HCN	Ophthalmologie
Mr Philippe MUSETTE	HCN	Dermatologie – Vénérologie
Mr Christophe PEILLON	HCN	Chirurgie générale
Mr Christian PFISTER	HCN	Urologie
Mr Jean-Christophe PLANTIER	HCN	Bactériologie – Virologie
Mr Didier PLISSONNIER	HCN	Chirurgie vasculaire
Me Gaëtan PREVOST	HCN	Endocrinologie
Mr Jean-Christophe RICHARD (<i>détachement</i>)	HC	Réanimation médicale - Médecine d'urgence
Mr Vincent RICHARD	UFR	Pharmacologie
Mme Nathalie RIVES	HCN	Biologie du développement et de la reproduction
Mr Horace ROMAN	HCN	Gynécologie – Obstétrique
Mr Jean-Christophe SABOURIN	HCN	Anatomie – Pathologie
Mr Guillaume SAVOYE	HCN	Hépto-gastrologie
Mme Céline SAVOYE-COLLET	HCN	Imagerie médicale
Mme Pascale SCHNEIDER	HCN	Pédiatrie
Mr Michel SCOTTE	HCN	Chirurgie digestive
Mme Fabienne TAMION	HCN	Thérapeutique
Mr Luc THIBERVILLE	HCN	Pneumologie
Mr Christian THUILLEZ (<i>surnombre</i>)	HB	Pharmacologie
Mr Hervé TILLY	CB	Hématologie et transfusion

Mr Gilles TOURNEL	HCN	Médecine légale
Mr Olivier TROST	HCN	Chirurgie Maxillo Faciale
Mr Jean-Jacques TUECH	HCN	Chirurgie digestive
Mr Jean-Pierre VANNIER (<i>surnombre</i>)	HCN	Pédiatrie génétique
Mr Benoît VEBER	HCN	Anesthésiologie – Réanimation chirurgicale
Mr Pierre VERA	CB	Biophysique et traitement de l’image
Mr Eric VERIN	HB	Service Santé Réadaptation
Mr Eric VERSPYCK	HCN	Gynécologie obstétrique
Mr Olivier VITTECOQ	HB	Rhumatologie
Mr Jacques WEBER	HCN	Physiologie

MAITRES DE CONFÉRENCES DES UNIVERSITÉS – PRATICIENS HOSPITALIERS

Mme Noëlle BARBIER-FREBOURG	HCN	Bactériologie – Virologie
Mme Carole BRASSE LAGNEL	HCN	Biochimie
Mme Valérie BRIDOUX HUYBRECHTS	HCN	Chirurgie Vasculaire
Mr Gérard BUCHONNET	HCN	Hématologie
Mme Mireille CASTANET	HCN	Pédiatrie
Mme Nathalie CHASTAN	HCN	Physiologie
Mme Sophie CLAEYSSENS	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mr Moïse COEFFIER	HCN	Nutrition
Mr Manuel ETIENNE	HCN	Maladies infectieuses et tropicales
Mr Serge JACQUOT	UFR	Immunologie
Mr Joël LADNER	HCN	Epidémiologie, économie de la santé
Mr Jean-Baptiste LATOUCHE	UFR	Biologie cellulaire
Mr Thomas MOUREZ	HCN	Virologie
Mme Muriel QUILLARD	HCN	Biochimie et biologie moléculaire
Mme Laëtitia ROLLIN	HCN	Médecine du travail
Mr Mathieu SALAUN	HCN	Pneumologie
Mme Pascale SAUGIER-VEBER	HCN	Génétique
Mme Anne-Claire TOBENAS-DUJARDIN	HCN	Anatomie
Mr David WALLON	HCN	Neurologie

PROFESSEUR AGREGE OU CERTIFIE

Mr Thierry WABLE	UFR	Communication
-------------------------	-----	---------------

II – PHARMACIE

PROFESSEURS

Mr Thierry BESSON	Chimie Thérapeutique
Mr Jean-Jacques BONNET	Pharmacologie
Mr Roland CAPRON (PU-PH)	Biophysique
Mr Jean COSTENTIN (Professeur émérite)	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr Loïc FAVENNEC (PU-PH)	Parasitologie
Mr Jean Pierre GOULLE (Professeur émérite)	Toxicologie
Mr Michel GUERBET	Toxicologie
Mme Isabelle LEROUX – NICOLLET	Physiologie
Mme Christelle MONTEIL	Toxicologie
Mme Martine PESTEL-CARON (PU-PH)	Microbiologie
Mme Elisabeth SEGUIN	Pharmacognosie
Mr Rémi VARIN (PU-PH)	Pharmacie clinique
Mr Jean-Marie VAUGEOIS	Pharmacologie
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique

MAITRES DE CONFERENCES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et Minérale
Mr Jérémy BELLIEN (MCU-PH)	Pharmacologie
Mr Frédéric BOUNOURE	Pharmacie Galénique
Mr Abdeslam CHAGRAOUI	Physiologie
Mme Camille CHARBONNIER	Statistiques
Mme Marie Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation pharmaceutique et économie de la santé
Mme Elizabeth CHOSSON	Botanique
Mme Cécile CORBIERE	Biochimie
Mr Eric DITTMAR	Biophysique
Mme Nathalie DOURMAP	Pharmacologie
Mme Isabelle DUBUC	Pharmacologie
Mme Dominique DUTERTE- BOUCHER	Pharmacologie
Mr Abdelhakim ELOMRI	Pharmacognosie
Mr François ESTOUR	Chimie Organique
Mr Gilles GARGALA (MCU-PH)	Parasitologie
Mme Najla GHARBI	Chimie analytique
Mme Marie-Laure GROULT	Botanique
Mr Hervé HUE	Biophysique et mathématiques
Mme Laetitia LE GOFF	Parasitologie – Immunologie
Mme Hong LU	Biologie
Mme Marine MALLETER	Biologie cellulaire
Mme Sabine MENAGER	Chimie organique
Mme Tiphaine ROGEZ-FLORENT	Chimie analytique
Mr Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Malika SKIBA	Pharmacie galénique
Mme Christine THARASSE	Chimie thérapeutique
Mr Frédéric ZIEGLER	Biochimie

PROFESSEURS ASSOCIES

Mme Cécile **GUERARD-DETUNCQ**

Pharmacie officinale

Mr Jean-François **HOUIVET**

Pharmacie officinale

PROFESSEUR CERTIFIE

Mme Mathilde **GUERIN**

Anglais

ASSISTANT HOSPITALO-UNIVERSITAIRE

Mme Sandrine **DAHYOT**

Bactériologie

ATTACHES TEMPORAIRES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE

Mme Hanane **GASMI**

Galénique

Mme Benedetta **CORNELIO**

Chimie organique

LISTE DES RESPONSABLES DES DISCIPLINES PHARMACEUTIQUES

Mme Cécile BARBOT	Chimie Générale et minérale
Mr Thierry BESSON	Chimie thérapeutique
Mr Roland CAPRON	Biophysique
Mme Marie-Catherine CONCE-CHEMTOB	Législation et économie de la santé
Mme Elisabeth CHOSSON	Botanique
Mr Jean-Jacques BONNET	Pharmacodynamie
Mme Isabelle DUBUS	Biochimie
Mr Loïc FAVENNEC	Parasitologie
Mr Michel GUERBET	Toxicologie
Mr François ESTOUR	Chimie organique
Mme Isabelle LEROUX-NICOLLET	Physiologie
Mme Martine PESTEL-CARON	Microbiologie
Mme Elisabeth SEGUIN	Pharmacognosie
Mr Mohamed SKIBA	Pharmacie galénique
Mr Rémi VARIN	Pharmacie clinique
Mr Philippe VERITE	Chimie analytique

III – MEDECINE GENERALE

PROFESSEUR

Mr Jean-Loup **HERMIL**

UFR Médecine générale

PROFESSEURS ASSOCIES A MI-TEMPS

Mr Emmanuel **LEFEBVRE**

UFR Médecine générale

Mme Elisabeth **MAUVIARD**

UFR Médecine générale

Mr Philippe **NGUYEN THANH**

UFR Médecine générale

MAITRE DE CONFERENCES ASSOCIE A MI-TEMPS

Mr Pascal **BOULET**

UFR Médecine générale

Mr Emmanuel **HAZARD**

UFR Médecine générale

Mme Lucile **PELLERIN**

UFR Médecine générale

Mme Yveline **SEVRIN**

UFR Médecine générale

Mme Marie Thérèse **THUEUX**

UFR Médecine générale

ENSEIGNANTS MONO-APPARTENANTS

PROFESSEURS

Mr Serguei FETISSOV (med)	Physiologie (ADEN)
Mr Paul MULDER (phar)	Sciences du Médicament
Mme Su RUAN (med)	Génie Informatique

MAITRES DE CONFERENCES

Mr Sahil ADRIOUCH (med)	Biochimie et biologie moléculaire (Unité Inserm 905)
Mme Gaëlle BOUGEARD-DENOYELLE (med)	Biochimie et biologie moléculaire (UMR 1079)
Mme Carine CLEREN (med)	Neurosciences (Néovasc)
Mr Sylvain FRAINEAU (phar)	Physiologie (Inserm U1096)
Mme Pascaline GAILDRAT (med)	Génétique moléculaire humaine (UMR 1079)
Mr Nicolas GUEROUT (med)	Chirurgie Expérimentale
Mme Rachel LETELLIER (med)	Physiologie
Mme Christine RONDANINO (med)	Physiologie de la reproduction
Mr Antoine OUVRARD-PASCAUD (med)	Physiologie (Unité Inserm 1076)
Mr Frédéric PASQUET	Sciences du langage, orthophonie
Mme Isabelle TOURNIER (med)	Biochimie (UMR 1079)

CHEF DES SERVICES ADMINISTRATIFS : Mme Véronique DELAFONTAINE

HCN - Hôpital Charles Nicolle

CB - Centre Henri Becquerel

CRMPR - Centre Régional de Médecine Physique et de Réadaptation SJ – Saint Julien Rouen

HB - Hôpital de BOIS GUILLAUME

CHS - Centre Hospitalier Spécialisé du Rouvray

Sommaire

Table des figures	17
Glossaire	19
Abréviations	22
Introduction	24
Chapitre I- La mamelle : un organe à haute production sensible aux mammites	26
1- Lait de vache et santé humaine	26
1-1- La composition du lait de vache	26
1-2- Le contrôle laitier	29
1-2-1- Limites Maximales de Résidus (LMR) - Temps d'attente	29
1-2-2- Pénalités cellules	31
1-2-3- Présence de germes dans le lait	32
1-3- Contamination bactérienne du lait	32
2- Etiopathogénie des mammites rencontrées en élevage bovin laitier	35
2-1- Les différentes mammites rencontrées en élevage bovin laitier	35
2-1-1- Les mammites latentes	35
2-1-2- Les mammites subcliniques	35
2-1-3- Les mammites cliniques	36
2-2- Etiologie des mammites subcliniques rencontrées en élevage bovin laitier	37
2-2-1- Pathogènes majeurs des mammites subcliniques	37
2-2-1-1- <i>Staphylococcus aureus</i> ou Staphylocoque doré	37
2-2-1-2- <i>Streptococcus agalactiae</i>	38
2-2-1-3- <i>Streptococcus dysgalactiae</i>	39
2-2-1-4- <i>Streptococcus uberis</i>	39
2-2-1-5- <i>Escherichia coli</i>	39
2-2-2- Modèle épidémiologique des principaux pathogènes impliqués dans les mammites subcliniques.....	40
2-2-2-1- Modèle mammaire ou modèle contagieux	40
2-2-2-2- Modèle environnemental	42
2-2-2-3-Modèle mixte	43
2-2-3- Détermination du modèle épidémiologique et de la bactérie dominante dans un élevage	43
2-2-3-1- Détermination du modèle épidémiologique de l'élevage	43
2-2-3-2- Détermination de la bactérie dominante	44
3-Physiologie de la mamelle	45
3-1- Anatomie de la mamelle	45
3-2- Physiologie de la lactation	47
3-3- Mécanismes de défense de la mamelle	48
3-3-1- Mécanisme de défense bas ou immunité de barrière	48
3-3-2- Mécanismes de défense hauts	50
3-3-2-1- Immunité naturelle ou innée	51
3-3-2-2-Immunité acquise ou mémoire	53
3-4- Colonisation de la mamelle	54
3-4-1- Pénétration des bactéries	54
3-4-1-1- La traite	54
3-4-1-2- La période post-traite	54

3-4-1-3- Les traitements intramammaires	55
3-4-2- Contamination du quartier	55
3-4-2-1- La multiplication active	55
3-4-2-2- Le transport passif	55
3-5- Guérison ou persistance de l'infection	56
3-5-1- Guérison spontanée	56
3-5-2- Equilibre entre bactéries et polynucléaires neutrophiles	56
3-5-3- Internalisation profonde	56
3-5-4- Victoire des bactéries sur les polynucléaires neutrophiles	56
4- Diagnostic des mammites subcliniques en élevage bovin laitier	57
4-1- Le TCT ou Taux Cellulaire du Tank	57
4-2- Le CCSI ou Comptage Cellulaire Somatique Individuelle	57
4-3- Le test CMT ou Test de Mammite de Californie	58
4-3-1- Matériel	58
4-3-2- Méthode	59
4-3-3- Résultats	60
4-3-4- Objectifs	60
4-4- Mesure de la conductivité électrique du lait	61
4-5- Diagnostic bactériologique	63
Chapitre II- Traitements des mammites subcliniques	65
1- Obligations réglementaires en élevage bovin laitier	65
1-1- Le registre d'élevage	65
1-2- La Visite Sanitaire Obligatoire (VSO)	65
1-3- Prescription en l'absence d'examen clinique	66
2- Antibiothérapie des mammites subcliniques	67
2-1- Antibiothérapie des mammites subcliniques en lactation	67
2-1-1- Objectif d'une antibiothérapie en lactation	67
2-1-2- Sélection des vaches à traiter	67
2-1-3- Antibiotiques utilisables en lactation	68
2-1-4- Contrôle de l'efficacité du traitement	69
2-2- Antibiothérapie au tarissement	70
2-2-1- Définition du tarissement	70
2-2-2- Objectif d'une antibiothérapie au tarissement	70
2-2-3- Sélection des vaches à traiter	71
2-2-4- Antibiotiques utilisables au tarissement	72
2-3- Choix de la voie d'administration	75
2-3-1- La voie injectable	75
2-3-2- La voie intramammaire	76
2-3-3- Utilisation simultanée de la voie intramammaire et de la voie injectable ..	78
2-4- Antibiorésistance	78
2-5- Coût des mammites subcliniques pour l'éleveur	82
3- Alternatives aux antibiotiques dans les mammites subcliniques	85
3-1- Cahier des charges de l'agriculture biologique en élevage bovin laitier	85
3-1-1- Conversion à l'agriculture biologique	85
3-1-2- Habitat des vaches laitières	85
3-1-3- Alimentation des vaches laitières	86
3-1-4- Traitements	86
3-2- L'homéopathie	87
3-2-1- Principes de l'homéopathie	87

3-2-2- Choix du remède	87
3-2-3- Hauteur de dilution	88
3-2-4- Rythme des prises	89
3-2-5- Formes et voies d'administration	89
3-2-6- Principaux remèdes utilisés dans le traitement des mammites subcliniques ..	90
3-2-7- Principaux remèdes utilisés au tarissement	91
3-2-8- Isothérapie	91
3-2-8-1-Principe	91
3-2-8-2-Souches utilisables	92
3-2-8-3-Préparation	92
3-2-8-4-Préscription	92
3-2-9- Drainage	93
3-2-9-1- Souches utilisables	93
3-2-9-2- Prescription	93
3-3- Phytothérapie	94
3-3-1- Principe	94
3-3-2- Formes d'utilisation et voies d'administration des plantes médicinales	94
3-3-2-1- Les formes totales	94
3-3-2-2- Les formes extractives	95
3-3-3- Principales plantes médicinales utilisées pour traiter les mammites subcliniques en lactation	96
3-3-4- Principales plantes médicinales utilisées au tarissement	97
3-4- Aromathérapie	98
3-4-1- Principe	98
3-4-2- Toxicité des huiles essentielles	99
3-4-3- Mécanisme d'action antibactérienne des huiles essentielles	99
3-4-4- L'aromatogramme	104
3-4-5- Les voies d'administration des huiles essentielles	105
3-4-6- Principales huiles essentielles utilisées pour traiter les mammites subcliniques en lactation	106
3-4-7-Principales huiles essentielles utilisées au tarissement	107
3-5-Autres thérapeutiques alternatives aux antibiotiques	107
3-5-1-Les obturateurs au sous-nitrate de bismuth	107
3-5-2-Les apports en oligoéléments, minéraux et vitamines	108
3-5-2-1-Les apports en oligoéléments	109
3-5-2-2-Les apports en minéraux	110
3-5-2-3-Les apports en vitamines	113
Chapitre III - Prévention des mammites subcliniques	115
1- Biosécurité	115
2- Pratique de la traite	117
2-1- La préparation de la salle de traite	117
2-2- L'hygiène du trayeur	118
2-3- La préparation de la mamelle	118
2-3-1- Les lavettes individuelles	119
2-3-2- La douche	120
2-3-3- Le pré-trempage ou pré-moussage	120
2-3-4- La serviette désinfectante	121
2-4-Techniques de traite	122
2-4-1-Les différentes salles de traite	122

2-4-1-1- La salle de traite en épi	122
2-4-1-2- La salle de traite TPA	123
2-4-1-3- Le roto-tandem	124
2-4-2- Le robot de traite	126
2-4-3- Réalisation de la traite en modèle salle de traite	127
2-4-4- Rôle de la machine à traire dans la contamination des trayons	128
2-4-4-1- Transmission des germes de vaches à vaches	129
2-4-4-2- Transmission des germes de trayon à trayon sur une même vache	129
2-5- Contrôle des installations de traite	130
2-5-1- Respect de la durée de vie des manchons trayeurs	130
2-5-2- Bonne position de la griffe sous la mamelle	131
2-5-3- Lutte contre le phénomène de « reverse-flow »	132
2-5-4- Nombre de glissements ou de chutes du faisceau trayeur	133
2-5-5- Temps de traite	134
2-5-6- Dépose du faisceau trayeur en fin de traite	135
2-5-7- Soustraite et surtraite	135
2-5-8- Retrait des bouses pendant la traite	135
2-6- Soins post-traite	136
2-6-1- Examen des trayons	136
2-6-1-1- Présence de troubles circulatoires	136
2-6-1-2- Présence d'anneaux de compression	137
2-6-1-3- Présence d'hyperkératose	137
2-6-1-4- Présence de crevasses	138
2-6-2- Désinfection et soin des trayons	139
2-7- Nettoyage de la machine à traire et du tank à lait	139
2-8- Nettoyage des locaux de traite	140
3- Hygiène et ambiance dans les bâtiments	141
3-1- Hygiène des animaux	141
3-2- Hygiène des locaux	142
3-2-1- Différents types de stabulations	142
3-2-1-1- La stabulation libre	143
3-2-1-2- La stabulation à logettes	144
3-2-2- Différents types de sols et de litières	146
3-2-3- Entretien des stabulations	148
3-2-4- Entretien et emplacement des abreuvoirs et mangeoires	149
3-2-5- Accès à la salle de traite et maintien debout à la sortie	150
3-2-6- Désinfection des locaux d'élevage	151
3-3- Gestion des effluents et pâturage	152
3-4- Conditions d'ambiance	153
3-4-1- Respect de la densité animale	153
3-4-2- Ventilation et hygrométrie du bâtiment	154
3-4-3- Zone de confort thermique	155
3-4-4- Luminosité du bâtiment	156
3-4-5- Diagnostic d'ambiance du bâtiment	156
4- Prévention concertée avec le vétérinaire	157
4-1- Réforme des vaches incurables	157
4-2- Prévention des mammites par les traitements alternatifs	158
4-3- Prévention des mammites par sélection génétique	160
4-4- La vaccination « anti-mammite »	161

Conclusion	163
Table des annexes	164
Bibliographie	215
Sitographie	218

Table des figures

<u>Figure 1</u> : Photo microscopique de <i>Staphylococcus aureus</i>	37
<u>Figure 2</u> : Photo microscopique de <i>Streptococcus agalactiae</i>	38
<u>Figure 3</u> : Image en 3 dimensions d' <i>Escherichia coli</i>	40
<u>Figure 4</u> : Modèle contagieux et modèle environnemental	41
<u>Figure 5</u> : Le système de support du pis de la vache	45
<u>Figure 6</u> : Système canaliculaire	46
<u>Figure 7</u> : Schéma de la glande mammaire	47
<u>Figure 8</u> : Neurostimulation de la lactation et de l'éjection du lait	48
<u>Figure 9</u> : Mécanismes de défenses bas de la mamelle	49
<u>Figure 10</u> : Réaction inflammatoire et phagocytose	52
<u>Figure 11</u> : Test au teepol®	58
<u>Figure 12</u> : Plateau avec 2mL de lait de chacun des quartiers	59
<u>Figure 13</u> : Agiter 10 secondes le mélange lait + réactif	59
<u>Figure 14</u> : Test CMT positif	60
<u>Figure 15</u> : Pompe Na/K ⁺ -ATP-ase au pôle apical	62
<u>Figure 16</u> : Augmentation de la conductivité électrique du lait sur l'un des quartiers	62
<u>Figure 17</u> : Prélèvement aseptique d'un échantillon de lait en vue d'une analyse bactériologique	64
<u>Figure 18</u> : Injection intramammaire réalisée dans des conditions d'asepsie	77
<u>Figure 19</u> : <i>Persicaria senegalensis</i> Meisn.	96
<u>Figure 20</u> : <i>Phytolacca americana</i> L.	97
<u>Figure 21</u> : <i>Arundo donax</i> L.....	98
<u>Figure 22</u> : Structure chimique du thymol et du carvacrol	100
<u>Figure 23</u> : Structure chimique de l'eugénole	100

<i>Figure 24</i> : Structure chimique du cinnamaldéhyde	101
<i>Figure 25</i> : Structure chimique du para-cymène	101
<i>Figure 26</i> : Structure chimique du limonène	102
<i>Figure 27</i> : Structure chimique du γ -terpinène	102
<i>Figure 28</i> : Structure chimique du linalol	103
<i>Figure 29</i> : Structure chimique de l' α -terpinéol	103
<i>Figure 30</i> : Structure chimique de l'eucalyptol	104
<i>Figure 31</i> : Aromatogramme et potentiel inhibiteur des huiles essentielles sur la croissance bactérienne.....	105
<i>Figure 32</i> : Modèle d'une salle de traite en épi avec angle de 30°	122
<i>Figure 33</i> : Modèle d'une salle de traite TPA	123
<i>Figure 34</i> : Modèle de roto-tandem intérieur	124
<i>Figure 35</i> : Modèle de roto-tandem extérieur	125
<i>Figure 36</i> : Le robot de traite de Delaval®	126
<i>Figure 37</i> : Phénomène d'impacts	132
<i>Figure 38</i> : Phénomène de « reverse-flow »	133
<i>Figure 39</i> : Présence de troubles circulatoires	136
<i>Figure 40</i> : Présence d'un anneau de compression	137
<i>Figure 41</i> : Présence d'une hyperkératose	138
<i>Figure 42</i> : Grille de notation de la propreté des bovins selon l'institut de l'élevage	141
<i>Figure 43</i> : Photo d'une stabulation libre	143
<i>Figure 44</i> : Photo d'une stabulation à logettes	144
<i>Figure 45</i> : Schéma d'une logette	145
<i>Figure 46</i> : Schéma de l'effet cheminée	154
<i>Figure 47</i> : Schéma de l'effet vent	155

Glossaire

Antibiogramme : Examen bactériologique destiné à établir la sensibilité d'une bactérie à différents antibiotiques.

Antibiorésistance : Capacité d'une bactérie à devenir résistante à un antibiotique auquel elle était autrefois sensible.

Antibiotiques critiques : Les antibiotiques critiques sont définis par l'ANSM comme les antibiotiques à hauts risques de résistances bactériennes, ainsi que les antibiotiques dits de dernier recours c'est à dire réservés en médecine humaine aux échecs thérapeutiques. Ils concernent principalement les céphalosporines de 3^{ème} et 4^{ème} générations, et les fluoroquinolones.

Bidon de dérivation : Bidon utilisé en salle de traite pour collecter le lait des vaches en traitement et le séparer immédiatement du lait collecté pour la consommation.

Biothérapie : Un biothérapie est un médicament homéopathique, qui selon la Pharmacopée « est produit à partir de souches non chimiquement définies, sécrétions, excréments pathologiques ou non, certains produits d'origine microbienne ».

Caséine : Protéine majoritaire du lait.

CCSI : La Concentration Cellulaire Somatique Individuelle correspond au nombre de cellules somatiques retrouvé par millilitre de lait chez une vache donnée.

CCST : La Concentration Cellulaire Somatique du Tank, également appelé TCT, correspond au nombre de cellules somatiques retrouvé par millilitre de lait dans le tank. Elle correspond en fait à la moyenne des CCSI du troupeau laitier.

Chimiokine : Protéine du système immunitaire permettant le recrutement et l'accumulation des lymphocytes, monocytes et polynucléaires.

Cholagogue : Facilitant l'élimination de la bile contenue dans la vésicule biliaire vers le duodénum.

Cholérétique : Augmentant la sécrétion biliaire.

CMI : La Concentration Minimale Inhibitrice correspond à la quantité minimale d'antibiotique nécessaire pour inhiber la croissance d'une bactérie.

Cornadis : Dispositif installé devant les mangeoires pour réduire les mouvements des vaches pendant qu'elles s'alimentent.

Curage : Action de racler le sol de la stabulation pour le débarrasser de son fumier.

Cytokines : Glycoprotéines synthétisées par le système immunitaire et assurant la communication entre les cellules. Parmi elles, le TNF- α , les interférons, les chimiokines et les interleukines.

Décoction : Procédé pharmaceutique consistant à porter à ébullition un mélange de plantes médicinales et d'eau puis à le maintenir à ébullition pendant 10 minutes.

Délai d'attente : Délai à respecter entre la dernière administration d'un médicament et la remise du lait en tank.

Drainage homéopathique : Procédé homéopathique consistant à faciliter l'élimination des déchets et toxines par les émonctoires, avant d'entreprendre un traitement homéopathique ou après un traitement allopathique.

Emonctoires : Nom donné aux organes permettant l'élimination des sécrétions et toxines du corps. Parmi eux, le foie et les reins.

Erythème : Rougeur cutanée localisée ou non.

Fumier : Matière organique composée d'un mélange d'excréments, d'urines et de paille.

Génisse : Nom attribué à une vache n'ayant encore jamais vêlée.

Hygrométrie : Quantité d'eau contenue dans l'air.

Infusion : Procédé pharmaceutique consistant à verser de l'eau frémissante (90°C) sur des plantes médicinales, puis à laisser en contact l'ensemble pendant 15 minutes.

Isothérapique : En homéopathie, produit non chimiquement défini, préparé extemporanément à partir d'une souche fournie par la vache elle-même (lait mammitieux, excréments pathologiques ou non ...)

Lactoduc : Canalisation conduisant le lait de la salle de traite au tank.

Lisier : Mélange d'excréments et d'urines, pratiquement sans résidus de litière.

LMR : La Limite Maximale de Résidus correspond au taux maximal de médicaments vétérinaires acceptable dans une denrée alimentaire. Au delà, l'aliment n'est plus consommable.

Macération : Procédé pharmaceutique consistant à mettre en contact de l'eau à température ambiante et des plantes médicinales pendant une journée.

Monoclonal : Présence d'une seule souche bactérienne dans l'exploitation.

Obturateur de trayon : Sous-nitrate de bismuth remplaçant le bouchon de kératine pendant la période de tarissement.

Oligoclonal : Présence de peu de souches bactériennes dans l'exploitation.

Péritriche : Qui a des flagelles tout autour.

Pétéchie : Tâche cutanée rouge-violacé correspondant à une infiltration de sang sous la peau.

Polyclonal : Présence de plusieurs souches bactériennes dans l'exploitation.

Prescription uniciste : Prescription homéopathique préconisant un traitement par un seul remède à la fois.

Prescription complexiste : Prescription homéopathique préconisant un traitement par plusieurs remèdes à la fois.

Prévalence : Nombre de cas atteints sur le nombre total de l'effectif étudié.

Réforme : Fait d'écarter définitivement une vache du troupeau laitier.

Remède homéopathique : Médicament obtenu à partir de souches homéopathiques selon un procédé de fabrication homéopathique.

Simillimum : Remède homéopathique à la maladie qu'il provoque à forte dose.

Souche homéopathique : Substance utilisée comme matière première homéopathique

Spectre d'activité : Ensemble des bactéries sur lesquelles un antibiotique est actif.

Sténose : Rétrécissement du diamètre d'un vaisseau sanguin ou d'un canal de l'organisme

Tarissement : Arrêt total de la sécrétion lactée jusqu'à la prochaine mise-bas.

TCT : Le Taux Cellulaire du Tank, également appelé CCST, correspond au nombre de cellules somatiques retrouvé par millilitre de lait dans le tank. Elle correspond en fait à la moyenne des CCSI du troupeau laitier.

Véhicule : Substance associée au principe actif pour permettre l'administration, la conservation et le transport du principe actif dans l'organisme, plus connu sous le nom d'excipient.

Volume de distribution : Espace de dilution d'un médicament dans l'organisme.

Abréviations

AIC : Antibiotique d'Importance Critique

AJR : Apports Journaliers Recommandés

ALEA : Animal Level of Exposure to Antimicrobials (Indicateur d'exposition des animaux aux antibiotiques)

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

AMV : Aliments Minéraux Vitaminés

ANSES : Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

ASDA : Attestation Sanitaire à Délivrance Anticipée

BLSE : β -Lactamase à Spectre Etendu

BSE : Bilan Sanitaire d'Elevage

CCSI : Concentration Cellulaire Somatique Individuelle

CCST : Concentration Cellulaire Somatique du Tank

CMH : Complexe Majeur d'Histocompatibilité

CMI : Concentration Minimale Inhibitrice

DDPP : Direction Départementale de Protection des Populations

DDSV : Direction Départementale des Services Vétérinaires

DGAL : Direction Générale de l'Alimentation

FAO : Food and Agriculture Organization (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)

GBPH : Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène

GIEE : Groupement d'Intérêt Economique et Environnemental

IPLC : Institut Professionnel du Lait de Consommation

ISU : Index de Synthèse Unique

LMR : Limites Maximales de Résidus

OIE : Office International des Epizooties (Organisation mondiale de la santé animale)

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

ONERBA : Observatoire National de l'Epidémiologie de la Résistance Bactérienne aux Antibiotiques

PAC : Politique Agricole Commune

PAMP : Pathogen Associated Molecular Patterns

PNNS : Plan National de Nutrition et Santé

PRR : Pattern Recognition Receptors

RCP : Résumé des Caractéristiques du Produit

SARM : *Staphylococcus aureus* Résistance à la Méricilline

SNG : Système National d'information Génétique

TB : Taux Butyreux

TCT : Taux Cellulaire du Tank

TIAC : Toxi-infection Alimentaire Collective

TP : Taux Protéique

TPA : Traite Par l'Arrière

VSO : Visite Sanitaire Obligatoire

WCS : Wildlife Conservation Society

INTRODUCTION

Selon les conclusions d'une étude britannique sur l'antibiorésistance, menée par Jim O'Neill, secrétaire d'Etat au commerce, et publiée le 19 mai 2016 : si aucune mesure n'est prise, l'antibiorésistance coûtera, à l'horizon 2050, la vie à 10 millions de personnes par an dans le monde, contre 700 000 actuellement. Les conséquences économiques s'élèveraient quant à elles, d'ici à 2050, à plus de 100 000 milliards de dollars.

La lutte contre l'antibiorésistance doit donc devenir « une priorité pour tous les chefs d'Etat » (100).

En 2004, la WCS (Wildlife Conservation Society), en français la société de conservation de la faune sauvage, lance le concept : « One World - One Health », qui prône une prise en compte simultanée des santés humaines et animales ainsi que de l'environnement.

En 2010, l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), l'OIE (Organisation mondiale de la santé animale) et le FAO (Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture), reprennent le concept et lance l'objectif « **One Health** » : **une seule santé pour l'homme et l'animal** (Roussel, 2014) (70).

En France, le nombre de décès liés à l'antibiorésistance se situe actuellement autour de 12 500 par an.

Depuis plusieurs années déjà, l'Etat s'inquiète du mésusage des antibiotiques et de ses conséquences sur la santé publique. De nombreux efforts ont d'ores et déjà été entrepris en médecine humaine : sensibilisation du grand public à travers des campagnes d'information (« les antibiotiques c'est pas automatique »), multiplication et actualisation des recommandations de prescription des antibiotiques, formation continue des professionnels de santé. Ce n'est cependant que très récemment, et depuis la lancée du concept « One Health », que la France s'est rendue compte du danger pour la santé publique de l'usage abusif des antibiotiques en médecine animale, particulièrement dans les élevages. La législation a donc évolué en conséquence et de nombreux textes ont été votés et publiés afin de diminuer les risques d'émergence de souches bactériennes résistantes aux antibiotiques (84).

Deux textes réglementaires retiennent particulièrement notre attention pour cette étude :

-Tout d'abord **l'article 49** de la **loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt** (*Annexe 2*), du 13 octobre 2014, qui vise des « objectifs de réduction du recours aux antibiotiques d'importance critique en vue de permettre, au plus tard le 31 décembre 2016, une réduction de 25 % par rapport à l'année 2013 de l'utilisation des substances antibiotiques appartenant à chacune des trois familles des fluoroquinolones et des céphalosporines de troisième et de quatrième générations, tous les acteurs sont sensibilisés aux risques liés à l'antibiorésistance ; les bonnes pratiques d'élevage et les bonnes pratiques de prescription et d'utilisation de ces substances sont privilégiées, ainsi que le développement des alternatives permettant d'en éviter le recours. A l'issue de cette période, une évaluation de la réduction est réalisée et un nouvel objectif est défini (60). »

-Puis **l'axe 3** du **plan Ecoantibio 2012-2017** (*Annexe 1*), qui reprend ce leitmotiv dans ses mesures 26 : « Limiter la prescription des antibiotiques critiques dont il faut prioritairement préserver l'efficacité pour l'homme » et 28 : « Améliorer l'encadrement de la prescription

sans examen clinique préalable des antibiotiques, dans le cadre du protocole de soins, d'une part, et dans le cadre des programmes sanitaires d'élevage, d'autre part (2). »

De nombreuses études commandées par l'ANSES ont démontré la transmission de résistances bactériennes entre l'animal et l'homme, par contact direct entre homme et animal, par voie environnementale, et par le biais de l'alimentation (73).

Avec, selon l'Institut Professionnel du Lait de Consommation (IPLC), plus de 53 litres consommés par an et par habitant, le lait de vache constitue un aliment de base pour les français. A cela s'ajoutent, d'après la Direction Générale de l'Alimentation (DGAL), une moyenne consommée de 38 Kg par an et par habitant de produits laitiers issus de la vache, ainsi que 11 Kg de crème et de beurre (54).

Les produits laitiers, en tant que principale source de calcium possible pour l'organisme, ont été intégrés dès 2001, au Plan National de Nutrition et Santé (PNNS). Ce dernier recommande la consommation d'un produit laitier par repas, soit de 3 produits laitiers par jour (27).

D'après la Maison du lait, les troupeaux bovins, de part leur importante production, proche des 6 800 litres par vache et par an, génèrent 97% du lait produit en France.

Mais leurs mamelles, hautes productrices et très sollicitées, sont souvent fragiles. Les pathologies mammaires constituent un fléau important pour les élevages laitiers ; avec en première position, les mammites qui touchent d'après l'Institut de l'élevage plus de 40% des vaches laitières en production (Institut de l'élevage, 2008) (65).

Notre étude portera donc, sur l'utilisation des antibiotiques dans le traitement des mammites subcliniques de la vache laitière, et sur les principales alternatives disponibles afin d'en limiter l'usage dans les élevages bovins.

Pour cela, nous étudierons dans un premier temps, les différents points de contrôle du lait destiné à la consommation humaine, ainsi que la clinique des mammites, principalement subcliniques.

Dans la deuxième partie de cette étude, nous nous intéresserons aux différents traitements utilisables dans les mammites subcliniques : l'antibiothérapie représentant le traitement dit « conventionnel » d'une part, et les traitements alternatifs dits « non conventionnels » d'autre part.

Enfin, nous nous pencherons dans le dernier chapitre de cette thèse, sur les mesures de prévention de ces mammites subcliniques, meilleur moyen de lutte contre l'antibiorésistance.

Chapitre I - LA MAMELLE : UN ORGANE À HAUTE PRODUCTION SENSIBLE AUX MAMMITES

1- Lait de vache et santé humaine

La France est le 2^{ème} producteur laitier d'Europe (après l'Allemagne), et le 8^{ème} producteur mondial. Sa production laitière annuelle représente 25,3 milliards de litres, dont 97% sont issus de la vache.

La Maison du lait estime que 75% de cette production française est destinée à l'alimentation humaine, tandis que les 25% restant sont affectés à l'industrie pharmaceutique et chimique (65).

Le lait de vache est donc un produit sanctuarisé, dont la qualité dépend entièrement de ses conditions de production. Notons qu'actuellement, seul 2,1% du lait de vaches collecté en France est issu de l'Agriculture Biologique (Quartier, 2016).

1-1- La composition du lait de vache

Le lait d'une vache est composé à 90% d'eau. Les 10% restants sont représentés par des matières grasses, des protéines, des glucides et des minéraux (38).

- Les matières grasses

La concentration en matière grasse dans le lait est mesurée par le **Taux Butyreux (TB)** et varie de **35 à 45 g/L** suivant différents facteurs :

- La race de la vache productrice
- Le stade de lactation de la vache productrice
- La saison (le TB étant plus faible en été qu'en hiver du fait de l'augmentation de la photoexposition)
- L'alimentation du troupeau laitier

Bien que les **lipides** représentent plus de 98% de la matière grasse du lait, le terme de « matière grasse » regroupe également :

- Les **hydrocarbures** représentés majoritairement par le carotène
- Les **alcools** avec principalement le cholestérol mais aussi la vitamine E

-Les **vitamines liposolubles** c'est à dire les vitamines A, D et K (Courtet Leymarios, 2010) (38).

- Les protéines

La concentration en protéines du lait est mesurée par le **Taux Protéique (TP)**, et est comprise entre **34 à 35 g/L**.

Les **caséines** représentent 80% des protéines du lait de vache, les 20% restants étant des **protéines** dites « **solubles** » comme par exemple les immunoglobulines.

Dans le lait les caséines forment des micelles stabilisés entre eux par des ponts de calcium.

Le TP est, comme le TB, variable selon différents critères :

-La race de la vache productrice

-Le patrimoine génétique de la vache productrice (d'où le grand intérêt porté à la sélection génétique)

-La saison (le TP étant plus faible en été qu'en hiver du fait de l'augmentation de la photoexposition)

-L'alimentation du troupeau laitier (Courtet Leymarios, 2010) (38)

- Les glucides

Les glucides du lait sont pratiquement entièrement représentés par le **lactose** ; un disaccharide composé d'une molécule de galactose, et d'une autre de glucose.

La concentration en lactose dans le lait de vache est très stable au cours de la lactation et est comprise entre **48 et 50 g/L** (Courtet Leymarios, 2010) (38).

- Les minéraux

Les minéraux ne représentent que **7 g/L** de lait de vache produit, mais assurent cependant des propriétés nutritionnelles majeures.

Parmi les principaux minéraux rencontrés on peut citer :

-Le **calcium** concentré à **1,25 g/L**

-Le **potassium**, également concentré à **1,25 g/L**

-Le **phosphore** concentré à **1 g/L**

-Le **chlore**, également concentré à **1 g/L**

-Le **sodium** concentré à **0,5 g/L**

-Le **magnésium** concentré **0,12 g/L**

Le rapport phosphocalcique du lait de vache, proche de 1,4, fait de cet aliment une excellente source de calcium pour l'organisme (Courtet Leymarios, 2010) (38).

- Les vitamines

F. Courtet-Leymarios signale que « toutes les vitamines connues sont présentes dans le lait de vache » mais à des taux plus ou moins intéressants pour l'homme d'un point de vue nutritionnel.

Notons que la concentration en vitamine A dans le lait peut être importante si le troupeau laitier reçoit une alimentation riche en fourrages et carotènes, donc principalement pendant la saison estivale.

Signalons également, la faible teneur du lait de vache en vitamine D, ayant conduit les autorités sanitaires à autoriser l'industrie laitière à supplémenter artificiellement le lait de vache en cette vitamine (Courtet Leymarios, 2010) (38).

Comme nous l'avons évoqué plus haut, la composition du lait de vache n'est pas constante tout au long des 10 mois de lactation.

On distingue ainsi trois grandes phases :

- La phase colostrale

Elle s'étend des quelques jours avant la mise-bas aux quelques jours qui la suivent.

Pendant cette période, la mamelle synthétise le colostrum, un lait très riche en immunoglobulines.

Pendant cette phase, on observe donc une augmentation de la concentration en protéines solubles parallèlement à une diminution des concentrations en caséine.

Globalement le **TP augmente**.

La sécrétion de colostrum ne dure que très peu de temps après le vêlage, et a seulement pour objectif de transmettre les anticorps maternels au veau.

- La phase ascendante

Elle s'étend de la fin de la phase colostrale au pic de lactation ; le pic de lactation correspondant au volume maximal de lait excrété par une vache au cours des 10 mois de sa lactation.

Pendant cette phase, le volume de lait produit quotidiennement augmente et le **TB** et le **TP diminuent**.

- La phase descendante

Elle s'étend du pic de lactation au tarissement de cette dernière.

Pendant cette phase, le volume de lait produit quotidiennement diminue, et le **TB** et le **TP augmentent** (38).

Il existe également des modifications pathologiques de la composition du lait.

Lors d'une **mammite**, l'inflammation et les éventuelles toxines bactériennes conduisent à une augmentation de la perméabilité vasculaire, et à des dommages cellulaires, de même qu'à une diminution de la production laitière.

Globalement, on observe une **diminution** du **TB**, ainsi que des concentrations en **lactose** et **caséine**, par passage dans le compartiment sanguin. Parallèlement on constate une **augmentation** des concentrations en protéines dites non solubles, c'est à dire de l'**albumine sérique** et des **immunoglobulines**, ainsi que des **minéraux** principalement des ions chlorures et sodiums (Courtet Leymarios, 2010).

1-2- Le contrôle laitier

Le 1^{er} août 1905, une première loi sur la « répression des fraudes dans la vente des marchandises et des falsifications des denrées alimentaires et des produits agricoles » est publiée. Jusqu'à cette date, le lait de consommation était très souvent mélangé à de l'eau ; eau dont les qualités sanitaires étaient souvent déplorables (Courtet Leymarios, 2010).

Le 3 janvier 1969, la **loi Godefroy** est publiée au journal officiel de la République Française. Celle-ci stipule dans son article 2, que « le lait est payé aux producteurs en fonction de sa composition et de sa qualité hygiénique et sanitaire. Des critères relatifs aux propriétés du lait en vue de sa transformation et aux caractéristiques des produits susceptibles d'être obtenus à partir de ce lait peuvent en outre être utilisés pour la détermination du prix s'ils permettent de caractériser la qualité du lait au départ de l'exploitation » (58).

Depuis ces cinquante dernières années, les exigences et les efforts quant à la qualité du lait n'ont cessé d'augmenter ; l'objectif étant d'obtenir une valorisation financière du lait selon l'élevage où il est produit.

1-2-1- Limites maximales de résidus (LMR) - Temps d'attente

La réglementation européenne impose des **Limites Maximales de Résidus (LMR)** dans toutes les denrées alimentaires (viande, lait et œufs) pour tous les principes actifs (y compris non antibiotiques) (72).

Deux objectifs appliqués aux antibiotiques de ces Limites Maximales de Résidus :

- Prévenir les phénomènes d'antibiorésistance chez les consommateurs de viande, lait et œufs.
- Permettre la transformation industrielle des produits laitiers (car la présence de résidus d'antibiotiques dans le lait entraîne un ralentissement de la fermentation microbienne et un retard de coagulation).

Les laboratoires doivent donc déterminer un **temps d'attente** pour chacune de leur spécialité à partir des LMR fournis par la réglementation.

L'article L5143-4 du Code de la Santé Publique définit le **temps d'attente** comme étant « le délai à observer entre la dernière administration du médicament à l'animal dans des conditions normales d'emploi, et l'obtention de denrées alimentaires provenant de cet animal » (Institut de l'élevage, 2008).

Cela signifie, que la viande, le lait et les œufs ne peuvent pas être consommés pendant toute la durée du traitement, mais aussi pendant toute la durée du temps d'attente.

Par exemple, si le délai d'attente est de 3 jours, il faudra attendre encore 3 jours après la fin du traitement pour pouvoir livrer le lait.

A l'inverse si le temps d'attente est nul, le lait peut être livré immédiatement après l'arrêt du traitement, et si le délai d'attente est « sans objet », le lait est livrable même pendant le

traitement.

Notons cependant, que si le délai d'attente pour la vache laitière n'est pas spécifié dans le RCP (Résumé des Caractéristiques du Produit) du médicament, le principe actif ne peut pas être administré, sauf en cas de nécessité absolue. Dans ce cas, le vétérinaire imposera un temps d'attente standardisé de 7 jours (Remy, 2010).

Il est important de souligner que le temps d'attente est déterminé pour une spécialité donnée ; ainsi deux spécialités pourront avoir des temps d'attente différents même si leur principe actif est identique ; de même, le temps d'attente est fonction d'une posologie, d'où l'importance d'un respect strict de la prescription.

Des seuils réglementaires de résidus d'antibiotiques dans le lait sont fixés et réactualisés tous les 3 ans, mais ils sont dans tous les cas toujours inférieurs aux LMR (72).

Les laiteries surveillent très régulièrement les taux de résidus présents dans les laits récoltés, à partir d'échantillons prélevés à la sortie du tank.

En cas de positivité aux antibiotiques, la citerne sera détruite, et l'éleveur percevra un malus représentant 125% du prix total de son tank (Cuminet, 2014).

La positivité aux antibiotiques d'un tank est généralement due à une erreur de traite ; celle-ci doit être rapidement retrouvée pour éviter d'être réitérée.

Elle correspond la plupart du temps à l'une des situations suivantes :

- La traite d'une vache tarie
- Un tarissement trop court (c'est à dire au non respect du délai d'attente de l'antibiothérapie préventive injectée à la fin de la lactation)
- Le non respect de la période colostrale (pas de livraison du lait les 7 jours suivants le vêlage)
- Un défaut d'identification d'une vache traitée
- Un défaut de communication entre trayeurs.
- La présence de lait résiduel contaminé par les antibiotiques dans une griffe
- Des bidons de dérivation trop petits
- Une mauvaise utilisation du traitement antibiotique (Cuminet, 2014)

Afin d'éviter des pertes économiques importantes et inutiles, l'éleveur doit se soumettre à quelques règles de bonnes pratiques :

- Les vaches en cours de traitement doivent être marquées d'un signe distinctif.
- Les vaches en cours de traitement doivent être traitées les dernières.
- Les bidons de dérivations doivent être nombreux et vidangés à chaque traite.
- La griffe ayant servi à traire une vache sous antibiotique doit être rincée.
- Les changements de trayeur sont à éviter.
- En cas de double antibiothérapie les délais d'attente doivent être additionnés.
- Les recommandations du RCP, notamment la posologie et le délai d'attente, doivent être respectées.
- Les vaches tariées doivent être marquées et séparées du reste du troupeau laitier (Hue, 2014).

1-2-2- Pénalités cellules

D'après la note de service DGAL/SDSSA/2014-599 publiée par la direction générale de l'alimentation le 21/07/2014, « une situation **hors norme en cellules** se caractérise par un lait présentant une première moyenne géométrique trimestrielle **supérieure à 400 000 cellules/mL, non suivie d'un retour en conformité dans les trois mois** qui suivent l'information donnée au producteur » (72).

On entend par « hors normes en cellules », une concentration anormale de cellules somatiques dans le lait, c'est à dire une concentration trop élevée en cellules épithéliales mais surtout en leucocytes. Bien que les leucocytes soient naturellement présents dans la mamelle pour lutter contre les infections, leur forte augmentation dans le lait signe une mammite. Le Taux Cellulaire du Tank ou TCT représente le nombre de cellules somatiques par millilitre de lait, déterminé à partir d'un échantillon prélevé dans le tank. Il correspond à la moyenne des taux cellulaires de chaque vache du troupeau laitier. Un TCT trop élevé révèle donc une mauvaise santé mammaire du troupeau.

Devant « une situation hors norme en cellules », deux possibilités s'offrent à l'éleveur :

-Il s'engage dans un « plan cellules » à ses frais, ce qui le dispense d'une suspension de collecte de son lait pendant les six prochains mois.

-Il ne s'engage pas dans un « plan cellules », et la collecte de son lait sera interrompue si la prochaine moyenne trimestrielle des TCT n'est toujours pas inférieure à 400 000 cellules/mL. Dans ce cas la collecte sera dans un premier temps suspendue pendant 6 jours, renouvelable une fois, puis interrompue pour une durée indéterminée, jusqu'à présentation par l'éleveur d'un résultat conforme (40).

Les laiteries ont cependant pris le pas sur ces seuils légaux, puisqu'elles pratiquent elles même ce que l'on appelle des « **pénalités cellules** ».

Ainsi, elles réalisent une moyenne mensuelle des TCT, et appliquent bonus ou malus suivant les résultats (72).

Entre **250 000** et **300 000** cellules/mL, l'éleveur se situe dans le **seuil de référence** et sera rémunéré pour son lait au **prix normal**.

En dessous de ce seuil, l'éleveur percevra un bonus c'est à dire qu'il sera mieux rémunéré.

A l'inverse, au dessus de ce seuil, l'éleveur percevra des malus, c'est à dire qu'il sera moins bien rémunéré.

Au delà d'une moyenne mensuelle de 400 000 cellules/mL, les sanctions financières sont sévères (*Annexe 6*).

En France, les pénalités cellules imposées par les laiteries représentent plus de 70 millions d'euros par an (29).

On comprend mieux la tentation de certains éleveurs d'utiliser des filtres à lait.

Ces systèmes, installés directement en salle de traite, microfiltrent le lait à 8µm, ce qui assure une rétention de 50 à 60% des cellules somatiques.

Ces filtres coûtent environ 3000€ et sont actuellement interdits en France pour cause de falsification de denrée alimentaire : le taux cellulaire du lait étant en effet un reflet de sa qualité (Gremy, 2015).

1-2-3- Présence de germes dans le lait

Quatre bactéries sont à rechercher **obligatoirement** par les laiteries dans le lait : *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* et les **salmonelles**. Par ailleurs, la quantité de germes par millilitre de lait à 30°C, ne doit pas dépasser 100 000.

Ainsi, d'après la note de service DGAL/SDSSA/2014-599 publiée par la direction générale de l'alimentation le 21/07/2014, « une situation **hors norme en germes** se caractérise par un lait présentant une première moyenne géométrique bimestrielle **supérieure à 100 000** germes par mL **non suivie d'un retour en conformité dans les trois mois** qui suivent l'information donnée au producteur ».

Dans ce cas, l'éleveur est frappé par une suspension de collecte de son lait pendant 12 jours. A l'issue de ces 12 jours, la laiterie reprend sa collecte et pratique un nouveau contrôle des germes dans le tank : si la situation est encore « hors norme » la collecte sera suspendue pour 30 jours minimum et cette fois-ci ce sera à l'éleveur de présenter une analyse conforme à la laiterie (72).

Comme pour les cellules, les laiteries appliquent, à partir des moyennes mensuelles de la quantité de germes/mL, des pénalités de dépassement.

Le lait n'est donc **payé normalement** à l'éleveur que si la quantité de germes présents est **inférieure** ou **égale à 50 000/mL**.

Entre 50 000 et 100 000 germes/mL, l'éleveur est moins bien rémunéré, et au delà de 100 000 germes/mL, les sanctions financières sont sévères (*Annexe 6*).

1-3- Contamination bactérienne du lait

De nombreuses bactéries sont présentes dans le lait, certaines appartiennent à sa flore commensale tandis que d'autres sont des agents contaminants.

Ces agents contaminants peuvent induire des pathologies parfois sévères chez le consommateur, en particulier chez les personnes à risques (femmes enceintes, jeunes enfants, immunodéprimés, personnes âgées ...).

Ce risque est aggravé par la consommation de lait cru (Institut de l'élevage, 2008).

- *Staphylococcus aureus*

S. aureus est un agent courant des mammites, qui peut donc se retrouver dans le lait des vaches atteintes. Un élément rassurant cependant, seuls 10% des staphylocoques dorés impliqués dans les infections de la mamelle sont toxiques pour l'homme.

Mais *S. aureus* est aussi régulièrement retrouvé sur la peau des trayons et les mains des éleveurs, pouvant ainsi entraîner une contamination du lait pendant ou juste après la traite ; c'est donc également un « pathogène du lait » (Institut de l'élevage, 2008).

Le staphylocoque doré représente la **deuxième cause** de **TIAC** (Toxi-infection Alimentaire Collective) en France, mais sa fréquence est vraisemblablement sous-estimée.

A l'origine de l'infection, l'ingestion d'un aliment contaminé par une entérotoxine sécrétée par certaines souches de *S. aureus*. La toxine étant déjà produite dans le lait, le délai d'incubation (c'est à dire le temps écoulé entre l'ingestion et l'apparition des premiers signes cliniques) est très court : 2 à 4h en moyenne.

L'intoxication provoque une diarrhée non fébrile, due à une sécrétion active d'eau et d'électrolytes, mais l'intensité des symptômes dépend de la quantité de toxines absorbées.

Le danger est que ces entérotoxines sont thermostables, puisqu'elles résistent 50min à 110°C, et une conservation trop longue des aliments, ainsi qu'une mauvaise réfrigération, favorisent leur multiplication.

- *Listeria monocytogenes*

Listeria monocytogenes contamine le tube digestif de 10 à 30% des bovins en France.

Les animaux s'infectent en ingérant de l'ensilage de mauvaise qualité ou de l'eau polluée, et deviennent ensuite, dans la plupart des cas, porteurs asymptomatiques.

Cette bactérie est un « pathogène du lait », puisqu'elle le contamine pendant ou juste après la traite via les trayons souillés par les fèces, voir les mains de l'éleveur.

Une origine intramammaire à cette bactérie est également possible mais extrêmement rare (mammite à *Listeria monocytogenes*) (Institut de l'élevage, 2008).

Les conséquences d'une listériose chez les personnes à risques (immunodéprimés, jeunes enfants et personnes âgées) peuvent être extrêmement graves.

La bactérie pénètre par voie digestive suite à l'ingestion de lait ou de produits laitiers non pasteurisés, puis envahit activement l'épithélium intestinal.

Les formes invasives prennent alors en quelques semaines, un aspect de bactériémie (dans les deux tiers des cas) ou de méningite, qui entraînera la mort du consommateur dans 20 à 30% des cas.

Chez la femme enceinte, l'infection à *Listeria monocytogenes* provoquera un avortement ou un accouchement prématuré. Dans ce dernier cas, le nouveau-né présentera une forme septique précoce ou une forme méningée retardée de la maladie.

- *Salmonella sp*

Les salmonelles sont des « pathogènes du lait ». Leur origine intramammaire est également possible bien que très rare.

Environ 10% des élevages français présentent des bouses positives aux salmonelles. Les bovins s'infestent en consommant de l'eau contaminée (mare, citerne, ruisseau ...) ou en pâturant dans des herbages ayant souffert d'épandages sans précautions.

Suivant la dose infestante ingérée, l'animal développera une salmonellose ou deviendra un porteur asymptomatique (Institut de l'élevage, 2008).

Les salmonelles sont la **première cause** de **TIAC** en France puisqu'elles représentent plus de 50% des intoxications alimentaires.

La bactérie est ingérée par l'intermédiaire d'un aliment contaminé, et adhère à la bordure en

brosse des entérocytes, dans lesquels elle pénètre puis survit.

Après 12 à 24h, le consommateur présente des symptômes de gastro-entérite aiguë plus ou moins fébrile.

- *Escherichia coli*

E. coli est un « pathogène du lait », naturellement excrété dans les bouses des bovins puisqu'appartenant à la flore commensale du tube digestif.

Cette bactérie est également un agent de mammites, mais seules 3% des souches responsables de mammites sont aussi responsables d'intoxications alimentaires chez l'homme (Institut de l'élevage, 2008).

La bactérie est ingérée par le consommateur via un aliment contaminé.

Une fois dans l'intestin, elle synthétise des entérotoxines, qui, bien qu'elles n'entraînent pas de destruction des entérocytes, provoquent une diarrhée par déshydratation des tissus environnants et excès d'eau.

Contrairement aux idées reçues, **les mammites ne sont que pour très peu responsables de la contamination bactérienne du lait.**

Hormis *Staphylococcus aureus*, toutes les bactéries présentées ci-dessus contaminent le lait à partir du milieu extérieur par un **défaut d'hygiène**.

On comprend donc toute l'importance de la mise en place de mesures préventives (hygiène de la traite, désinfections et soins des trayons, ambiance des bâtiments, qualité de l'eau d'abreuvement et de l'alimentation) pour lutter non seulement contre les mammites, mais aussi contre les risques de contamination bactérienne du lait.

Ces mesures préventives seront abordées dans la troisième partie de cet exposé (Remy, 2010).

Notons bien que le risque de contamination bactérienne de l'entourage de l'éleveur par contact direct, peut être très important si celui-ci n'observe pas une hygiène rigoureuse : ses vêtements de travail devront être nettoyés quotidiennement et séparément du reste du linge, et il devra se laver et se désinfecter les mains dans une pièce séparée de son habitation (9).

2- Etiopathogénie des mammites rencontrées en élevage bovin laitier

2-1- Les différentes mammites rencontrées en élevage bovin laitier

Une mammite est une inflammation de la mamelle induite généralement par la pénétration d'une bactérie dans l'un des quartiers, via le canal du trayon (Remy, 2010). Différentes évolutions sont possibles allant de la mammite latente à la mammite suraiguë.

2-1-1- Les mammites latentes

Lors d'une mammite latente, la vache n'exprime pas de signe clinique et son lait n'est pas modifié. En effet, malgré la présence du pathogène la mamelle ne réagit pas.

Ces mammites sont pourtant extrêmement dangereuses puisqu'elles peuvent entraîner rapidement une contamination de tout le troupeau laitier sans que l'éleveur ne s'en aperçoive (Remy, 2010).

2-1-2- Les mammites subcliniques

La mammite subclinique est une évolution de la mammite latente, mais elle peut aussi correspondre à une mammite clinique traitée mais dont le traitement n'a pas réussi à éliminer totalement le pathogène.

La vache n'exprime toujours pas de signe clinique mais on observe une diminution de la production laitière simultanément à une variation de la composition du lait du quartier atteint, ainsi qu'une élévation de sa numération cellulaire avec prédominance des leucocytes et principalement des polynucléaires neutrophiles.

Le comptage cellulaire dans le lait dépasse alors **300 000 cellules/mL** contre moins de 150 000 cellules/mL chez une primipare saine et moins de 200 000 cellules/mL chez une multipare saine.

Les variations sont uniquement microscopiques et la mammite reste asymptomatique (Institut de l'élevage, 2008 ; Remy, 2010).

2-1-3- Les mammites cliniques

A ce stade, les signes cliniques apparaissent : le tissu mammaire subit une atteinte inflammatoire, le quartier est congestionné, rouge, chaud et sensible.

La présence d'un grand nombre de germes et de cellules sanguines et épithéliales entraîne une dénaturation du lait ; la sécrétion lactée est alors extrêmement modifiée, pouvant prendre un aspect séro-hémorragique quand des capillaires ont été rompus, de pus en nature ou de grumeaux.

La présence de fibroblastes signe quant à elle, une fibrose comprimant les régions voisines et donc une rétention lactée : les quartiers sains ne sécrètent plus de lait tant que l'inflammation est significative.

Il existe deux types de mammites cliniques : les mammites aiguës et les mammites suraiguës (104).

- **Les mammites aiguës**

La douleur et la chaleur associées au quartier caractérisent les douze premières heures de l'infection.

Vingt quatre heures après l'entrée des germes, apparaît l'altération du lait et du tissu mammaire : un œdème interstitiel dû aux toxines et à la migration leucocytaire se forme.

On note par ailleurs une hyperthermie modérée autour de 39-39,5°C (Institut de l'élevage, 2008 ; Remy, 2010).

- **Les mammites suraiguës**

Elles sont rares mais généralement mortelles.

Elles apparaissent d'emblée presque sans prodrome, et correspondent à une intoxication extrêmement grave suivi d'une nécrose du tissu mammaire.

La mamelle est dans un premier temps très rouge, brillante et chaude pour devenir en quelques heures très sombre et froide. On observe à ce moment là, un tarissement de la sécrétion lactée qui se transforme en pus.

Le quartier touché est alors irrémédiablement perdu, les quartiers sains étant épargnés grâce au sillon disjoncteur.

On note, par ailleurs, une altération intense et rapide de l'état général avec abattement, perte d'appétit, difficultés motrices, impossibilité de se lever, hyperthermie puis très vite une hypothermie (<37,5°C) synonyme de choc.

Le pronostic devient alors très réservé, et la mort est possible en 24 à 72h (Institut de l'élevage, 2008 ; Remy, 2010 ; Watremez, 2014).

Il est important de noter qu'une mammite subclinique peut devenir clinique si l'immunité de la vache ne parvient plus à assurer une stase bactérienne.

De même une mammite clinique peut devenir subclinique si le traitement administré ne parvient pas à éliminer la totalité des pathogènes impliqués (Remy, 2010).

Dans cette étude, seules les mammites subcliniques seront abordées.

2-2- Etiologie des mammites subcliniques rencontrées en élevage bovin laitier

Les mammites sont presque exclusivement d'origine bactérienne. Exceptionnellement, elles peuvent être causées par des champignons, des parasites, des agents chimiques, un traumatisme (comme un choc violent ou une agression de la peau du quartier ou du trayon), ou une sténose (engendrée par un dysfonctionnement de la machine à traire ou un papillome) (Remy, 2010).

2-2-1- Pathogènes majeurs des mammites subcliniques

Cinq espèces bactériennes sont responsables à elles seules de 90% des infections mammaires.

Les mammites subcliniques sont principalement causées par des **staphylocoques** et des **streptocoques** donc par des bactéries à Gram-positif (Institut de l'élevage, 2008).

2-2-1-1- *Staphylococcus aureus* ou Staphylocoque doré

C'est un **cocci Gram-positif**.

Cette espèce bactérienne prend l'aspect de coques d'environ 1µm de diamètre souvent regroupées en amas irréguliers et non mobiles, comme le montre la photo de la *Figure 1*.

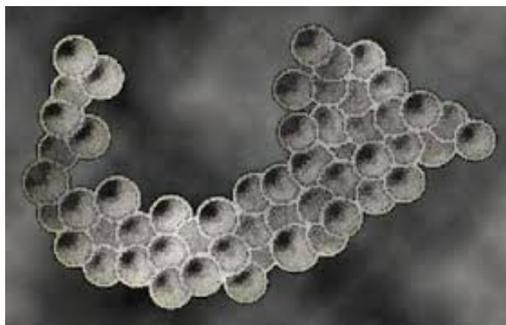


Figure 1 - Photo microscopique de *Staphylococcus aureus* (61)

Elle possède une coagulase, c'est à dire une enzyme provoquant une coagulation du plasma, ce qui la distingue de la plupart des autres espèces de staphylocoques.

La paroi de *S. aureus* présente une protéine A ayant la capacité de fixer les immunoglobulines G, ce qui interfère avec leur action opsonisante.

De plus, cette bactérie contient un récepteur à la fibronectine et des adhésines, qui favorisent son adhésion aux tissus.

Enfin, cette souche est capable de produire de nombreuses toxines.

Son équipement enzymatique performant assure sa pénétration profonde et son internalisation dans le tissu mammaire. Ainsi, à l'abri dans les micro-abcès et les cellules, *S. aureus* n'est plus excrété dans le lait et entraîne donc des bactériologies faussement négatives.

Le Staphylocoque doré a un caractère **monoclonal** (une seule souche de *S. aureus* est retrouvée dans le troupeau) ou **oligoclonal** (un petit nombre de souches de *S. aureus* est retrouvé dans le troupeau); ainsi une à deux souches de *S. aureus* peuvent représenter 80% des infections à staphylocoque doré du cheptel (Remy, 2010).

2-2-1-2- *Streptococcus agalactiae*

C'est un **cocci Gram-positif**.

Cette espèce bactérienne prend l'aspect de coques d'environ 1µm de diamètre qui forment de longues chaînes, comme sur la photo de la *Figure 2*.



Figure 2 - Photo microscopique de *Streptococcus agalactiae* (15)

C'est un Streptocoque β -hémolytique (ou pyogène) appartenant au groupe B de la classification de Lancefield.

La bactérie possède une capsule polysaccharidique ayant un effet anti-phagocytaire, bien que cet effet puisse être inhibé par des anticorps spécifiques.

Elle se fixe directement à l'épithélium des canaux lactifères.

S. aureus et *S. agalactiae* constituent les deux germes les plus souvent rencontrés dans les **mammites subcliniques** (Remy, 2010).

2-2-1-3- *Streptococcus dysgalactiae*

C'est un **cocci Gram-positif**.

Cette espèce bactérienne prend l'aspect de coques d'environ 1µm de diamètre qui forment des chaînettes.

C'est un Streptocoque α - ou β -hémolytique, appartenant au groupe C ou G de la classification de Lancefield, suivant les sous-espèces bactériennes.

Il se fixe directement à l'épithélium des canaux lactifères.

Notons que cette espèce bactérienne a pratiquement disparu en France depuis l'apparition des traitements antibiotiques systématiques au tarissement (Remy, 2010).

2-2-1-4- *Streptococcus uberis*

C'est un **cocci Gram-positif**.

Cette espèce bactérienne prend l'aspect de coques d'environ 1µm de diamètre qui forment des chaînettes.

C'est un Streptocoque non groupable qui se fixe à l'épithélium des canaux lactifères.

Cette bactérie peut présenter un caractère **oligoclonal** (un petit nombre de souches de *S. uberis* est retrouvé dans le troupeau) ou au contraire **polyclonal** (un grand nombre de souches de *S. uberis* est retrouvé dans le troupeau), ce qui fait de cette bactérie le pathogène majeur rencontré dans les pays où l'élevage extensif domine (Remy, 2010).

2-2-1-5- *Escherichia coli*

E. coli, également appelé colibacille appartient à la famille des Entérobactéries.

C'est un **bacille Gram-négatif** mobile grâce à une ciliature péritriche, vivant isolé ou groupé par paire comme sur la *Figure 3*.

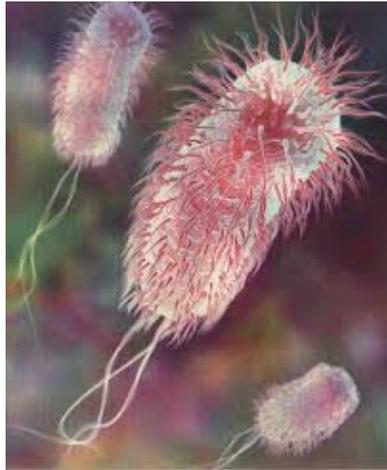


Figure 3 - Image en 3 dimensions d'*Escherichia coli* (69)

Sa capsule polysaccharidique rend la phagocytose plus difficile et inhibe l'action du complément. Certaines souches sont par ailleurs sécrétrices de toxines, renforçant ainsi le pouvoir pathogène du colibacille.

La présence d'adhésines, nommées fimbriae, permet à *E. coli* d'adhérer aux cellules épithéliales et de résider ainsi dans la lumière des canaux lactifères.

La multiplication de cette bactérie est extrêmement rapide bien qu'elle soit en partie éliminée pendant la traite ; ainsi en 8h une bactérie en produit 16 millions.

E. coli présente un caractère **polyclonal net** (un grand nombre de souches d'*E. coli* est retrouvé dans le troupeau).

C'est une bactérie peu contagieuse, parfois non retrouvée sur les analyses bactériologiques car elle est excrétée en petite quantité et par intermittence (Remy, 2010).

E. coli occasionne des mammites cliniques ; si le traitement antibiotique réalisé pour traiter ces dernières ne permet pas d'éliminer totalement le pathogène, la mammite deviendra subclinique, comme nous l'étudions ici.

2-2-2- Modèle épidémiologique des principaux pathogènes impliqués dans les mammites subcliniques

2-2-2-1- Modèle mammaire ou modèle contagieux

Dans le modèle mammaire, les trayons des vaches infectées constituent le **réservoir primaire** des germes.

Pendant la traite, les pathogènes passent de quartiers à quartiers ou de mamelles à mamelles via l'intermédiaire des **réservoirs secondaires** (lavettes, manchons trayeurs, mains de

l'éleveur) de plaies ou à cause du mauvais fonctionnement de la machine à traire, comme sur la Figure 4 (Institut de l'élevage, 2008).

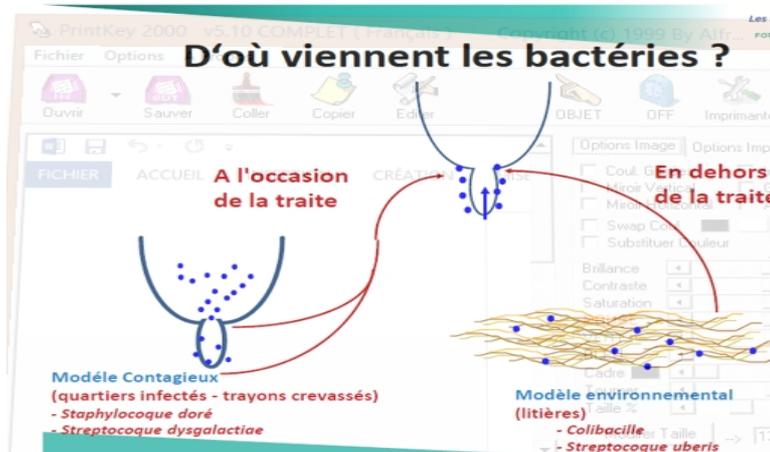


Figure 4 - Modèle contagieux et modèle environnemental (37)

Les bactéries concernées par ce modèle contagieux présentent un caractère **oligoclonal** c'est à dire qu'une à deux souches seulement sont retrouvées dans le troupeau, d'où une très grande contagiosité.

La prévalence, soit le nombre de vaches atteintes, est élevée ; et l'incidence, soit le nombre de nouveaux cas, est stable tout au long de la lactation.

Les germes concernés induisent des **mammites subcliniques** ou des **mammites chroniques**, avec de temps en temps (mais non systématiquement) l'émergence de signes cliniques (Remy, 2010).

Les principales bactéries impliquées dans le modèle mammaire sont *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus agalactiae* et *Streptococcus dysgalactiae*.

- *Staphylococcus aureus*

S. aureus présente un caractère **oligoclonal** d'où sa très grande contagiosité. Cette bactérie se localise en de nombreux endroits : le lait, les micro-abcès, les cellules phagocytaires, les cellules épithéliales mammaires et la surface du tissu épithélial mammaire.

- *Streptococcus agalactiae*

S. agalactiae appartient à la flore commensale de la mamelle et survit peu dans le milieu extérieur.

Il se développe principalement dans le lait des quartiers contaminés, mais peut également être retrouvé sur les crevasses des trayons et les mamelles des génisses.

Si une génisse est contaminée par *S. agalactiae*, elle conservera la bactérie jusqu'à son vêlage.

- *Streptococcus dysgalactiae*

S. dysgalactiae se développe principalement sur les lésions des trayons, mais peut aussi être retrouvé sur les pis et les poils mammaires.

Même si la principale source de contamination reste la traite, ce germe a aussi la particularité d'être transmissible par certains insectes lors d'une piqûre sur la mamelle.

On retrouve souvent une **co-infection** *S. dysgalactiae* - *S. aureus* (Institut de l'élevage, 2008).

2-2-2-2- Modèle environnemental

Dans ce mode de contamination, les bâtiments d'élevage, et très principalement la litière, fournissent le **réservoir primaire** aux bactéries.

La transmission se fait alors par contact direct entre les mamelles et cette litière lors des périodes de couchage de la vache, comme le montre la *Figure 4*.

Les bactéries concernées par ce modèle environnemental présentent un caractère **multiclonal**, c'est à dire qu'un grand nombre de souches sont retrouvées dans l'élevage, et sont donc peu contagieuses.

La prévalence est généralement faible, mais peut varier au cours de l'année suivant l'évolution des conditions de logement.

Les germes impliqués induisent des **mammites cliniques**, majoritairement au moment du vêlage, même si certaines espèces peuvent subsister au traitement et conduire à des mammites subcliniques (Institut de l'élevage, 2008).

La principale bactérie retrouvée dans le modèle environnemental est *Escherichia coli*. Il s'agit d'une bactérie commensale du tube digestif, peu contagieuse de par son caractère **multiclonal**. Elle est excrétée quotidiennement dans les bouses, et se retrouve donc systématiquement dans la litière.

Les signes cliniques induits par *E. coli* varient en fonction de la souche.

Ainsi la contamination pendant la lactation provoque des **mammites cliniques** pouvant être très sévères voire à des bactériémies, tandis que la contamination pendant la période sèche conduit généralement à des **mammites latentes** (Remy, 2010).

2-2-2-3- Modèle mixte

Certaines bactéries peuvent provenir initialement de l'environnement et se transmettre ensuite pendant la traite : c'est le modèle mixte.

Dans cette situation, il y a enchaînement ou coexistence dans un même élevage du modèle contagieux et du modèle environnemental.

La bactérie revêt alors à la fois un caractère **oligoclonal** et **multiclonal**.

Streptococcus uberis appartient à ce modèle mixte ; ce germe ubiquitaire survit partout et se multiplie activement dans les conditions qui lui sont favorables.

La bactérie appartient à la flore commensale de la peau des trayons et de la mamelle, du pelage, des nasaux, de la cavité buccale, des intestins et des voies génitales. Elle est donc excrétée dans les bouses et les sécrétions vaginales, et se retrouve ponctuellement dans la litière et les herbages surpâturés : l'environnement est donc une première cause d'infection. La bactérie présente alors son caractère **multiclonal** qui conduit à des **mammites cliniques**.

La traite peut, par ailleurs, propager l'infection : la bactérie revêt alors son caractère **oligoclonal**. Dès le début de l'infection, la bactérie s'internalise profondément dans le tissu mammaire et provoque des **mammites subcliniques**.

Ces deux modèles de transmissions se succèdent, comme énoncé ci-dessus, ou cohabitent (Remy, 2010).

2-2-3- Détermination du modèle épidémiologique et de la bactérie dominante dans un élevage

2-2-3-1- Détermination du modèle épidémiologique de l'élevage

Les mammites d'un troupeau laitier sont toutes reliées entre elles et constituent ce que l'on appelle un **modèle épidémiologique**.

Ce modèle renseigne sur la source de contamination et les modes de transmission, ce qui permet à l'éleveur de mieux appréhender la prise en charge aussi bien préventive que curative. Il est cependant important de souligner qu'un modèle épidémiologique n'est pas stable dans le temps et peut varier d'une année sur l'autre : il est donc important de réactualiser le diagnostic tous les ans. Cette évaluation devra également être renouvelée en cas de changement important dans le cheptel au cours de l'année.

Pour déterminer le modèle épidémiologique d'un élevage, il faut se baser sur les **CCST** (Concentrations Cellulaires Somatiques du Tank) également appelées **TCT** (Taux Cellulaire du Tank) qui sont fournis par les documents du contrôle laitier.

Le TCT correspond à la concentration cellulaire par millilitre d'un échantillon de lait prélevé au moins une fois par semaine directement dans le tank. Il reflète donc le taux cellulaire moyen du troupeau laitier.

Si le TCT est **supérieur** à **200 000** cellules/mL il s'agit très probablement d'un **modèle mammaire** ou **contagieux**.

Si le TCT est au contraire **inférieur** à **200 000** cellules/mL il s'agit vraisemblablement plutôt d'un **modèle environnemental** (Remy, 2010).

Ce diagnostic a une importance majeure sur la prévention, puisqu'il déterminera si l'éleveur doit plutôt améliorer sa technique de traite ou modifier les conditions de logement de ses vaches laitières.

2-2-3-2- Détermination de la bactérie dominante

La détermination du modèle épidémiologique de l'élevage permet déjà d'affiner le choix de la bactérie dominante.

S'il s'agit d'un modèle mammaire, les bactéries peuvent être *S. aureus*, *S. uberis*, *S. dysgalactiae* ou *S. agalactiae*.

S'il s'agit au contraire du modèle environnemental, il ne peut être question que de *E. coli* ou de *S. uberis*.

L'étude de l'ensemble des documents d'élevage (registre d'élevage, documents du contrôle laitier ...) permet ensuite d'affiner la décision :

-Pour commencer, on étudie les **CCSI** (Concentrations Cellulaires Somatiques Individuelles) des vaches atteintes, et plus précisément la **durée d'élévation** de ces CCSI **au dessus de 300 000** cellules/mL.

- Si cette période est longue (**plus de 4 mois**), il s'agit très probablement d'infections à **staphylocoques**.
- Si cette période dure **3 à 4 mois**, il s'agit généralement d'infections à **streptocoques**.
- Enfin, si cette période est courte (**1 à 2 mois**), les infections sont dues à des **entérobactéries**.

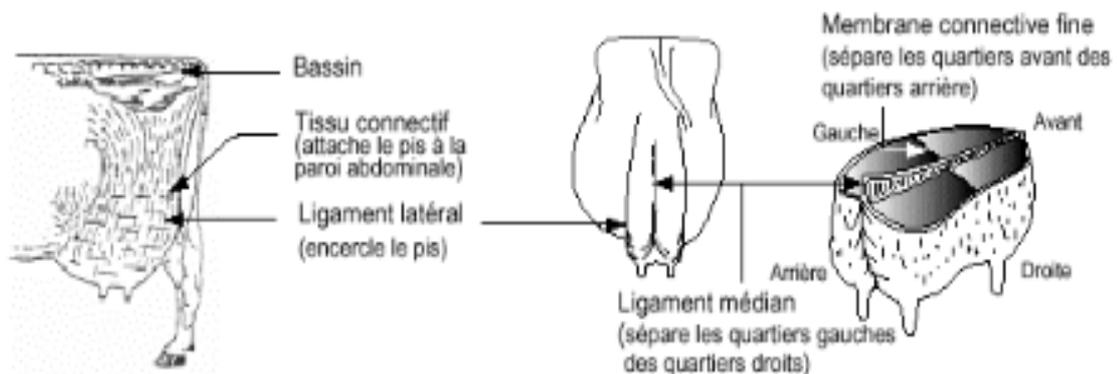
-En cas de doutes, on pourra compléter cette étude par des **bactériologies** (Remy, 2010).

Cette détermination est capitale pour la prise en charge thérapeutique des mammites, puisqu'elle permet de cibler le traitement.

3- Physiologie de la mamelle

3-1- Anatomie de la mamelle

La mamelle est un organe très lourd, 50kg en moyenne chez une vache en lactation, pouvant parfois atteindre les 100kg. Elle est donc solidement attachée aux muscles et au squelette par différents ligaments: d'une part les **ligaments médians** composés de tissu fibreux élastique et d'autre part les **ligaments latéraux** formés de tissu conjonctif moins élastique, comme le montre la *Figure 5*. Une fragilité de ces ligaments suspenseurs, liée principalement à l'âge ou à un œdème important, peut conduire à la rupture et un décrochement de la mamelle (Remy, 2010) (105).



La mamelle d'une vache se compose de **quatre quartiers** séparés physiquement les uns des autres par différentes structures (*Figure 5*), notamment par les ligaments médians et une membrane conjonctive. Cette séparation entraîne des différences de production laitière (aussi bien qualitative que quantitative) entre les quartiers. Les quartiers contiennent chacun des **acini mammaires**, appelés également alvéoles glandulaires, tapissés à l'intérieur de **lactocytes** qui synthétisent le lait, comme le représente la *Figure 6* (Remy, 2010) (105).

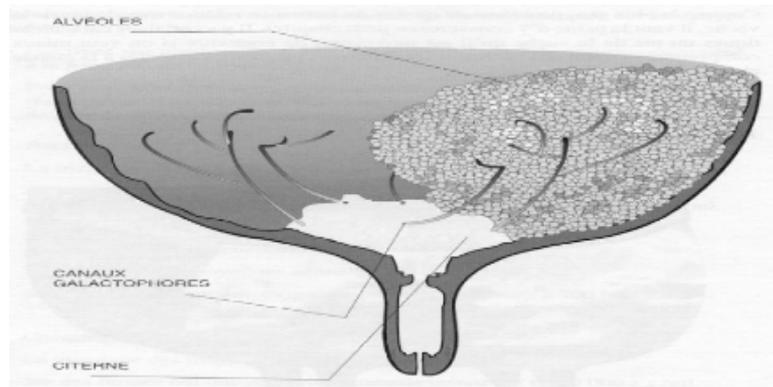


Figure 6 - Système canaliculaire (67)

Ces acini mammaires sont recouverts extérieurement par un tissu conjonctif et adipeux extrêmement irrigué : le **stroma** ; en effet, la production d'1L de lait nécessite le passage de 500L de sang circulant. C'est sur cette dernière structure que se greffe un réseau de **canaux galactophores** (*Figure 6*), qui auront pour rôle d'acheminer le lait produit, vers la **citerne du pis** (Remy, 2010) (105).

Le stockage du lait dans les différentes structures anatomiques présentées ci-dessus est ainsi fait :

- 60%** dans les **acini mammaires**
- 20%** dans les **canaux galactophores**
- 20%** dans la **citerne du pis**

Chacun des quatre quartiers possède un **trayon** ; certaines génisses affichent cependant des trayons supplémentaires, généralement inutilisables, qui devront être supprimés afin d'éviter une augmentation du risque de mammites.

Le quartier et le trayon sont séparés l'un de l'autre par un **repli annulaire** : un tissu érectile gênant l'excrétion du lait en fin de traite.

Le trayon est une structure cylindrique, creuse, d'une longueur de 5 à 7 cm et d'un diamètre de 2 à 4 cm. Sa paroi fibro-élastique, riche en fibres musculaires lisses, assure, par sa souplesse, une facilité de traite. Elle est recouverte à l'extérieur par une peau glabre, dépourvue de glandes (sébacées ou sudoripares), et à l'intérieur par un épithélium stratifié kératinisé (Remy, 2010) (105).

Le lait stocké dans la citerne du pis est évacué vers le **sinus du trayon**, comme le montre la *Figure 7*, puis acheminé dans le **canal du trayon**.

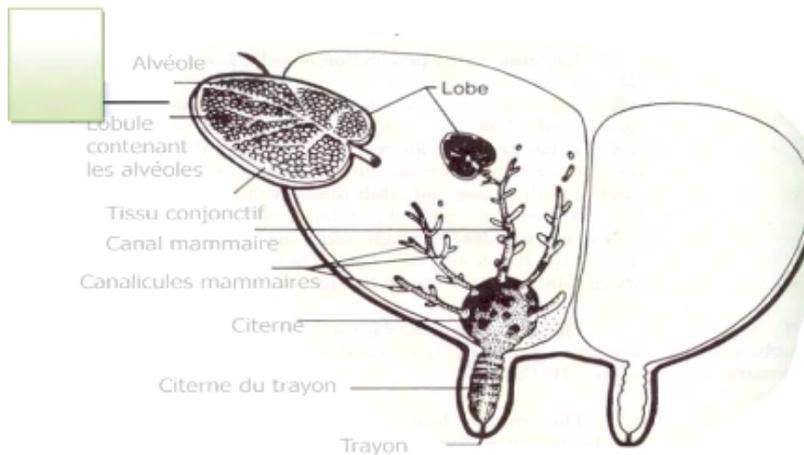


Figure 7 - Schéma de la glande mammaire (67)

Ce canal, situé au centre du trayon, est haut d'environ 1 cm, et est recouvert de nouveau par un épithélium stratifié kératinisé.

L'extrémité du trayon découvre, finalement, un **sphincter** musculaire excréteur de lait vers le milieu extérieur au cours de la traite. Il s'agit de la seule porte d'entrée possible dans la mamelle pour les pathogènes, et nécessite donc une surveillance toute particulière (Remy, 2010) (105).

3-2- Physiologie de la lactation

On distingue trois phases dans la lactation d'une vache :

- La **lactogénèse** qui correspond au déclenchement de la lactation.
- La **galactopoïèse** qui correspond à l'entretien de la lactation.
- L'**involution** qui correspond au repos de la mamelle et donc à la période de tarissement de la lactation.

A la mise-bas, la chute brutale du taux de progestérone sanguin entraîne une augmentation de la sécrétion de **prolactine**. Cette hormone agit directement sur les cellules lactocytaires, comme le présente la *Figure 8*, et entraîne la synthèse de lait par la mamelle ; son action est renforcée par les glucocorticoïdes, l'insuline, et l'hormone de croissance (GH).

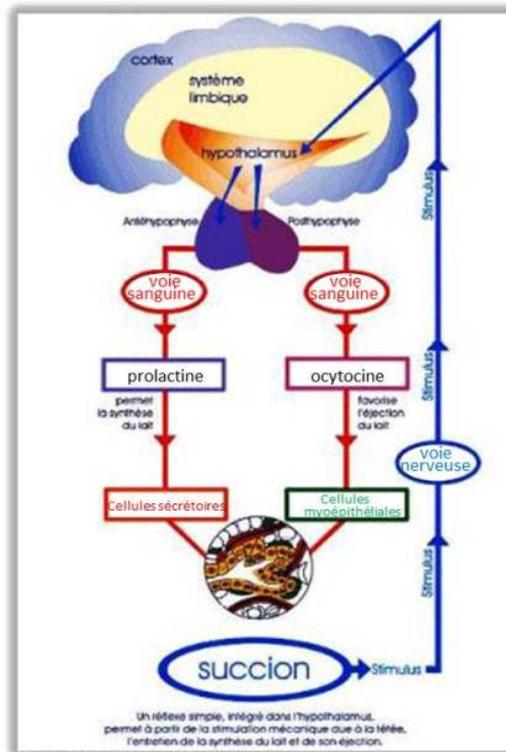


Figure 8 - Neurostimulation de la lactation et de l'éjection du lait (46)

Comme l'indique la *Figure 8*, la succion du veau, ou le massage des trayons lors de la préparation de la mamelle ainsi que les différentes stimulations sensorielles (telles que la salle de traite) déclenchent la libération rapide d'**ocytocine** par l'hypophyse. L'ocytocine permet alors la contraction des cellules myoépithéliales entraînant l'éjection du lait vers la citerne du pis.

La libération d'ocytocine au moment de la tétée entraîne un rétrocontrôle positif sur la prolactine, l'hormone de croissance (GH), la thyroïdostimuline (TSH) et l'hormone corticotrope (ACTH). Ce sont ces hormones qui permettent l'entretien de la lactation chez la vache laitière.

Les caséines contenues dans le lait, exercent quant à elles un rétrocontrôle négatif sur la lactogénèse afin d'éviter tout phénomène d'engorgement de la mamelle (33).

3-3- Mécanismes de défense de la mamelle

3-3-1- Mécanismes de défenses bas ou immunité de barrière

Les différentes structures anatomiques de la mamelle constituent à elles seules un premier rempart contre les infections.

- La hauteur d'implantation du trayon

La hauteur d'implantation du trayon a une importance capitale : celui-ci doit être situé au dessus de la ligne du jarret, et son sphincter doit être séparé du sol d'au moins 53cm. Un trayon implanté trop bas entraîne une augmentation importante des risques de mammites par facilitation des colonisations bactériennes.

Le respect de ce critère anatomique important est maintenu par sélection génétique (Remy, 2010) (105).

- Le sphincter du trayon

Le sphincter du trayon est constitué de fibres musculaires lisses, de fibres élastiques et de collagène. Son rôle est d'assurer une parfaite étanchéité du canal du trayon et d'empêcher la pénétration des germes (Remy, 2010) (105).

- Le canal du trayon

Le canal du trayon empêche la diffusion des pathogènes de deux manières : anatomique et physiologique.

Le diamètre original du canal, plus large dans sa partie haute que dans sa partie basse, confère dans un premier temps un obstacle physique à la diffusion des germes, comme le représente la *Figure 9* (Remy, 2010) (105).

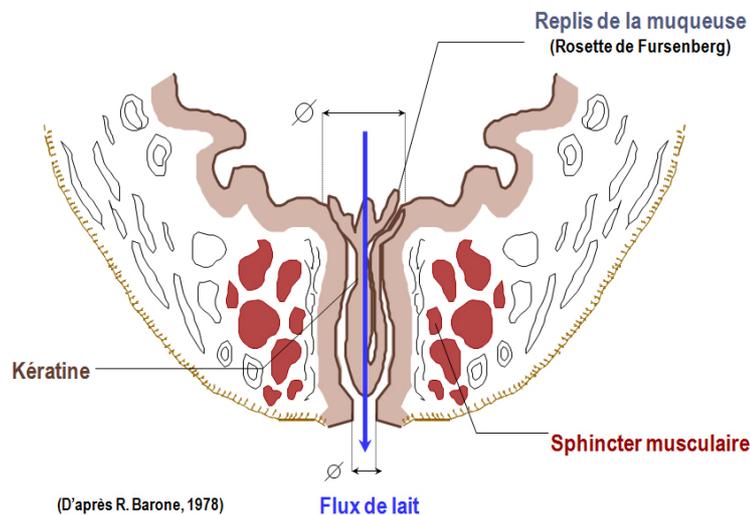


Figure 9 - Mécanismes de défenses bas de la mamelle (49)

Par ailleurs, la **kératine** recouvrant le canal du trayon (*Figure 9*), en plus de piéger les bactéries, exerce une action bactériostatique, grâce à sa composition particulière en acides

gras (acides laurique et oléique) et protéines (défensines et xanthine-oxydase). Elle est ensuite éliminée pendant la traite.

Notons, qu'au tarissement, le canal du trayon se remplit de ce que l'on appelle un **bouchon de kératine** permettant de protéger la mamelle contre les bactéries pendant la période sèche (Remy, 2010) (105).

- La peau du trayon

Comme nous l'avons vu précédemment, la peau du trayon est totalement dépourvue de glandes sébacées et sudoripares ce qui la rend fragile et surtout très sensible aux variations du milieu extérieur (température - luminosité - hygrométrie).

L'éleveur devra prêter une attention toute particulière à l'hydratation des trayons de ses vaches, puisqu'une peau bien hydratée assure non seulement une barrière de colonisation naturelle mais également l'élasticité nécessaire à la traite ainsi qu'une facilité de nettoyage (Remy, 2010) (105).

- Le flux laitier

Le flux de lait observé à chaque traite (*Figure 9*) inhibe la fixation des bactéries sur les muqueuses. Les germes sont ensuite éliminés du quartier par ce que l'on nomme « l'effet chasse-lait » (Remy, 2010) (105).

- La séparation physique des quartiers

La séparation physique des quatre quartiers de la mamelle (comme nous l'avons évoquée plus haut dans la partie 3-1 du chapitre I) garantit une circonscription de l'infection à un seul quartier, en évitant la contamination de quartier à quartier (Remy, 2010) (105).

- La rosette de Fürstenberg

La rosette de Fürstenberg est un ensemble de replis muqueux située dans le sinus du trayon, juste à l'entrée du canal (*Figure 9*).

Elle constitue une voie d'accès majeure pour les leucocytes ; c'est pourquoi leur concentration est si élevée dans le trayon (Remy, 2010) (105).

3-3-2- Mécanismes de défense hauts

Lorsqu'un agent infectieux parvient malgré tout à dépasser le canal du trayon, des défenses actives se mettent en place.

3-3-2-1- Immunité naturelle ou innée

- L'activation du complément

Le repérage de certains composants de la surface bactérienne, appelés **PAMP** (Pathogen Associated Molecular Patterns) par les **PRR** (Pattern Recognition Receptors) circulants de la vache, entraîne l'activation du complément par l'une des trois voies connues :

- La **voie classique** passant par le C1q
- La **voie alterne** passant par le C3b
- La **voie de la lectine liant le mannose**

Cette activation a un rôle majeur dans la lutte contre les infections puisqu'elle provoque : une réaction inflammatoire, l'opsonisation par les phagocytes des bactéries marquées et la lyse directe des bactéries à Gram-négatif (30) (104).

- La réaction inflammatoire

La réaction inflammatoire peut être induite d'une part, par le complément comme nous l'avons vu précédemment, et d'autre part, par les **cytokines pro-inflammatoires** (IL-1, IL-6, IL-8, IL-12, IL-18 et TNF α) synthétisées suite au repérage des bactéries par les cellules immunitaires (macrophages et cellules dendritiques).

Les cytokines ont alors deux effets :

- L'augmentation de la perméabilité vasculaire et du flux sanguin conduisant à un afflux de cellules et de facteurs solubles notamment de peptides antimicrobiens : les **défensines**, les **cathélicidines** et les **lactoferrines**.
- La diminution de la thermolyse et l'augmentation de la thermogénèse, par action sur l'hypothalamus, permettant le ralentissement du développement bactérien.

Quatre symptômes sont caractéristiques de l'inflammation:

- La **rougeur** due à la dilatation des vaisseaux et donc à l'afflux sanguin.
- Le **gonflement** dû à l'infiltration intratissulaire de lymphes et qui conduit à un œdème.
- La **chaleur** induite à la fois par l'afflux sanguin et les cytokines.
- La **douleur**, conséquence de l'œdème, des toxines bactériennes et des substances libérées par les cellules lésées.

La réponse inflammatoire a pour but de circonscrire l'infection à la mamelle et dépend en partie de l'alimentation de la vache. Cependant, si elle prend des proportions démesurées elle entraîne une altération de l'organe et des tissus atteints (Grosmond, 2012) (104).

- La phagocytose

Les cytokines pro-inflammatoires recrutent des **polynucléaires neutrophiles** qui arrivent en 4 à 6h sur le lieu de l'infection.

Dans un premier temps, la bactérie est englobée par le polynucléaire neutrophile grâce à l'émission de pseudopodes, le tout facilité par des molécules d'adhésion : les **opsonines**, comme le représente la *Figure 10*.

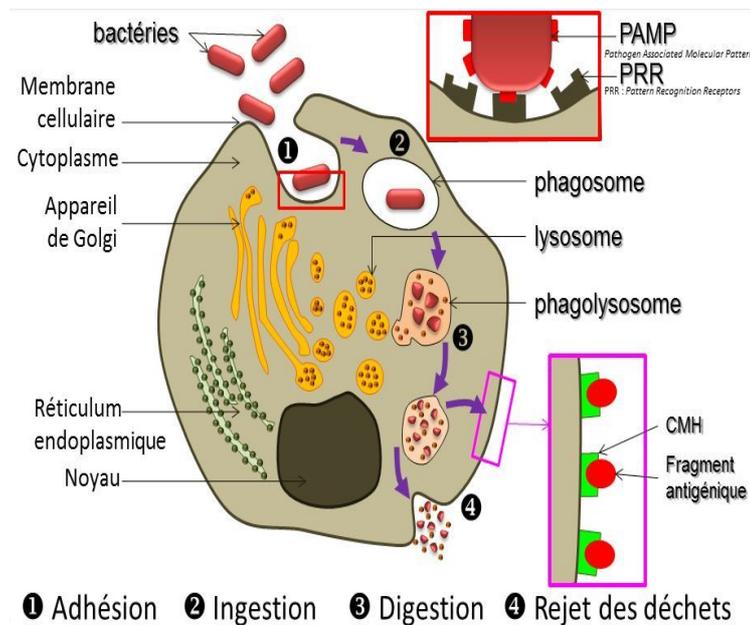


Figure 10 : Réaction inflammatoire et phagocytose (83)

Se forme alors une vacuole de phagocytose appelé phagosome : c'est l'**endocytose** (*Figure 10*). Intervient ensuite une lyse bactérienne à partir de composés oxygénés très réactifs contenus dans les lysozymes : c'est le **burst oxydatif**. Ce dernier entraîne la formation de radicaux libres pariétaux extrêmement agressifs pour la paroi des leucocytes.

Deux situations se profilent alors :

-Le leucocyte ne parvient pas à maîtriser le développement de ces radicaux libres pariétaux et meurt. En mourant, il libère ces molécules extrêmement agressives qui vont alors endommager d'autres tissus et d'autres leucocytes.

-Le leucocyte parvient à maîtriser la diffusion de ces radicaux libres grâce à son équipement efficace en enzymes antioxydantes : la **superoxyde dismutase** et la **gluthathion peroxydase**. Il y a alors reprise des mécanismes de défense (Grosmond, 2012) (104).

L'alimentation influe directement sur le destin des leucocytes puisque l'efficacité des enzymes antioxydantes dépend des apports en **Manganèse, Cuivre, Zinc et Sélénium** (Brulle, 2008).

3-3-2-2- Immunité acquise ou mémoire

- Immunité humorale

Les anticorps interviennent dans la lutte contre les pathogènes extracellulaires. Chaque jour, la moelle osseuse synthétise un grand nombre de **lymphocytes B** prêts à reconnaître les pathogènes : par contact direct via les **cellules présentatrices d'antigènes** ou par l'intermédiaire des **lymphocytes T**.

Après détection de l'antigène, les lymphocytes B se différencient en **plasmocytes** qui vont synthétiser et libérer des anticorps, également appelés immunoglobulines.

Il existe deux types d'anticorps :

- Les **anticorps facilitants**

Ils représentent la majorité des anticorps totaux.

Leur rôle premier est de faciliter le contact de l'antigène et du phagocyte, en fixant leur fraction anticorps sur la bactérie, et leur fragment Fc sur la cellule phagocytaire. Mais ces anticorps facilitants, après détection de l'antigène, ont également la capacité d'activer le système du complément d'où leur action bactériolytique et opsonisante.

- Les **anticorps neutralisants**

Ils représentent moins de 10% des anticorps totaux.

Ils exercent une action neutralisante c'est à dire qu'ils détruisent directement les toxines protéiques sécrétées par les bactéries (Grosmond, 2012) (104).

- Immunité à médiation cellulaire

L'immunité à médiation cellulaire est représentée par les **lymphocytes T**.

Ces derniers sont sécrétés par le thymus et assurent deux rôles : un rôle de mémoire et un rôle de reconnaissance de l'antigène.

Contrairement aux lymphocytes B, les lymphocytes T ne reconnaissent les pathogènes que s'ils sont liés au **CMH** (Complexe Majeur d'Histocompatibilité).

Il existe deux sous-populations de lymphocytes T suivant leurs marqueurs de surface :

- Les **lymphocytes T CD4+** ou **lymphocytes T helper**

Ils détectent uniquement les antigènes liés aux molécules de classe II du CMH.

Ils assurent des fonctions auxiliaires via la synthèse de cytokines et de chimiokines. Parmi elles, la maturation des lymphocytes B, l'activation des fonctions bactéricides des macrophages, l'inflammation locale ainsi que l'accumulation de macrophages et de lymphocytes sur le lieu de l'infection.

- Les **lymphocytes T CD8+**

Ils détectent uniquement les antigènes liés aux molécules de classe I du CMH.

Ils exercent un rôle majeur dans la lutte contre les germes intracellulaires, via leurs propriétés cytotoxiques (Grosmond, 2012) (104).

3-4- Colonisation de la mamelle

3-4-1- Pénétration des bactéries

La colonisation du quartier par les pathogènes du milieu extérieur se fait par passage des bactéries dans le canal du trayon. Or, ce canal est fermé par un sphincter étanche assurant une première barrière naturelle de protection contre les infections. La colonisation ne peut donc avoir lieu que pendant les phases d'ouverture de ce sphincter.

Trois phases critiques ont été identifiées : la traite, la période post-traite et l'administration de traitements intramammaires (Institut de l'élevage, 2008).

3-4-1-1- La traite

La traite est une étape propice à la dissémination des germes. La pénétration des bactéries dans le canal du trayon se fera soit par **phénomène d'impact** soit par le **phénomène de « reverse-flow »**. Nous détaillerons ces deux derniers dans la partie 2-5-2 du Chapitre III (Institut de l'élevage, 2008).

3-4-1-2- La période post-traite

La période post-traite est une phase critique puisque le sphincter du canal du trayon ne se referme entièrement qu'après deux heures.

Un rapprochement direct des trayons et de la litière, notamment quand la vache se couche, entraîne une pénétration du fumier et des germes qu'il contient, dans le canal du trayon, par capillarité.

Il est cependant important de souligner que la traite n'est pas la seule cause d'ouverture du sphincter, puisque l'augmentation de pression intramammaire à l'approche de la mise-bas ou au tarissement entraîne, elle aussi, une légère ouverture du sphincter. Par ailleurs, le diamètre du canal du trayon augmente avec l'âge de la vache, c'est pourquoi les laitières âgées sont plus sensibles aux infections. Enfin, les lésions du trayons (gerçures, blessures, verrues ...) sont une source importante de contamination puisqu'elles permettent une multiplication des bactéries de la flore commensale et environnementale (Institut de l'élevage, 2008).

3-4-1-3- Les traitements intramammaires

Si la mise en place d'un traitement intramammaire ou d'un sondage du canal du trayon n'est pas réalisée dans des conditions appropriées d'hygiène, elle entraînera une contamination bactérienne. Les germes sont directement injectés par les embouts des seringues ou des sondes dans le sinus du trayon (Institut de l'élevage, 2008).

3-4-2- Contamination du quartier

A chaque traite, les bactéries ayant réussi à pénétrer dans le quartier sont normalement éliminées par l'effet chasse-lait comme nous venons de l'évoquer dans la partie 3-3-1 de ce chapitre.

Certaines vont pourtant réussir à atteindre le quartier pour s'y multiplier ; elles emprunteront pour cela l'une des voies suivantes : la **multiplication active** ou le **transport passif** (104).

3-4-2-1- La multiplication active

La multiplication active est la méthode de passage majoritaire des bactéries du canal du trayon au quartier.

Certains germes, comme *E. coli*, ont des capacités de multiplication telles, qu'ils peuvent provoquer une **mammite clinique**, puisque la traite ne parvient plus à éliminer toutes les bactéries présentes. L'infection engendre alors la synthèse de toxines bactériennes qui lèseront les tissus et modifieront la composition du lait (104).

3-4-2-2- Le transport passif

Le transport passif s'effectue via le lait. Ce dernier lait constitue en effet un milieu nutritif idéal pour les bactéries, et leur permet rapidement d'atteindre les canaux galactophores. A ce niveau, certaines d'entre elles parviennent à s'attacher à l'épithélium via leurs adhésines et ne peuvent alors plus être éliminées par le flux laitier : c'est le cas de *S. aureus*. La bactérie subsiste alors intimement dans le quartier et provoque une **mammite subclinique** (104).

3-5- Guérison ou persistance de l'infection

3-5-1- Guérison spontanée

Il est possible, suivant l'état immunitaire de la vache, d'obtenir une guérison spontanée de l'infection. Les polynucléaires neutrophiles prennent ainsi le dessus sur les bactéries dans **20%** des cas (Remy, 2010).

3-5-2- Equilibre entre bactéries et polynucléaires neutrophiles

Cette situation correspond à la **mammite subclinique**. Il y a un équilibre entre les forces bactériennes et les cellules du système immunitaire de la mamelle, d'où l'absence de signes cliniques et l'augmentation du comptage cellulaire. En cas de rupture de cet équilibre suite à un stress, les bactéries l'emportent sur les polynucléaires neutrophiles et une mammite clinique se déclare (Remy, 2010).

3-5-3- Internalisation profonde

Certains germes vont s'internaliser profondément dans le tissu mammaire et provoqueront alors des **mammites chroniques**. Pour tenter de limiter l'infection, le parenchyme se fibrose de plus en plus autour des foyers infectieux, formant des nodules durs, détectables à la palpation du quartier. Ces micro-abcès seront alors hors d'atteinte de tout antibiotique, et il faudra songer à réformer la vache (Remy, 2010).

3-5-4- Victoire des bactéries sur les polynucléaires neutrophiles

Selon la virulence de la bactérie et l'état du système immunitaire de la vache, la mamelle peut se faire déborder. Le pathogène atteint alors les acini mammaires et une **mammite clinique** se déclare. Si la bactérie est sécrétrice de toxines, on observa la destruction des épithéliums mammaires, conduisant à l'introduction de la bactérie dans le parenchyme et éventuellement dans le sang et la lymphe : c'est la **bactériémie** ou **septicémie** avec un risque mortel pour la vache (Remy, 2010).

4- Diagnostic des mammites subcliniques en élevage bovin laitier

4-1- Le TCT ou Taux Cellulaire du Tank

Le **Taux Cellulaire du Tank** donne une idée de la situation sanitaire du troupeau laitier. Il correspond en quelque sorte à une moyenne des Concentrations Cellulaires Somatiques Individuelles (CCSI) des vaches du troupeau.

Il se détermine à partir d'un échantillon de lait prélevé directement à la sortie du tank, et est réalisé au minimum légal d'une fois par mois ; une détermination hebdomadaire (étant préférable) est souvent privilégiée par les laiteries.

Seuls des laboratoires reconnus par le préfet régional et contrôlés par le Laboratoire National de Référence, sont habilités à fournir ces résultats (Noireterre, 2006) (40).

L'analyse des cellules somatiques donne à l'éleveur une idée du nombre de quartiers infectés dans son troupeau.

Ainsi, au seuil de **200 000** cellules/mL de lait on considère que **3 à 7%** des quartiers sont infectés ; à **400 000** cellules/mL, **8 à 12%**, et **au delà de 800 000** cellules/mL, **20 à 25%**.

Suite à ces résultats, l'éleveur peut décider d'une recherche plus approfondie par l'intermédiaire des CCSI (Concentrations Cellulaires Somatiques Individuelles), qui lui permettront de repérer les vaches en situation de mammites subcliniques et d'envisager des mesures correctives (Noireterre, 2006 ; Remy, 2010).

4-2- Le CCSI ou Comptage Cellulaire Somatique Individuelle

Le **Comptage Cellulaire Somatique Individuelle** correspond à la moyenne des taux cellulaires des quatre quartiers d'une vache.

Contrairement aux TCT qui sont obligatoires, les CCSI sont uniquement fournis aux adhérents au contrôle laitier, à raison d'une fois par mois, à partir d'un échantillon de lait. Les laboratoires reconnus procèdent à l'analyse par Fossomatic[®], une technique de cytométrie en flux. Un agent intercalant, le bromure d'éthidium, est ajouté à l'échantillon de lait qui est ensuite soumis à une longueur d'onde comprise entre 450 et 530 nm. Les noyaux des cellules du lait deviennent alors fluorescents, ce qui permet leur comptage. Ce procédé automatisé permet l'analyse de 500 échantillons/heure, et est très proche de celui utilisé pour la mesure des TCT.

Avec l'apparition des robots de traite, des logiciels spécialisés ont vu le jour. Le One line Cell Counter de Delaval[®] permet ainsi une mesure automatique des CCSI pour chaque vache, et ce directement chez l'éleveur (Noireterre, 2006 ; Pezon & Gremy, 2015).

Il est important de souligner qu'un résultat unique n'a pas de valeur puisque seul l'ensemble des résultats d'une année permet de tirer des conclusions.

Ainsi, une vache est considérée comme « **saine** » lorsque **l'ensemble** de ses CCSI est **inférieur** à **300 000** cellules/mL.

A l'inverse, il suffit de **deux résultats** annuels **supérieurs** à **800 000** cellules/mL pour considérer la vache comme « **infectée chronique** ».

Les vaches présentant au **moins une fois** dans l'année un CCSI **supérieur** à **300 000** cellules/mL sont quant à elles considérées comme « **douteuses** » (Institut de l'élevage, 2008).

4-3- Le test CMT ou Test de Mammite de Californie

Le test CMT est également appelé test au teepol[®] ou Leucocyttest.

C'est un test très simple, directement réalisable en salle de traite par l'éleveur et peu onéreux. Le résultat est lisible à l'œil nu et n'est donc pas quantitatif contrairement au TCT et aux CCSI (Dudouet, 2004 ; Salat, 2014).

4-3-1- Matériel

Pour réaliser un test CMT il faut une palette à quatre cupules et du réactif teepol[®] à 10%, comme dans la *Figure 11*.



Figure 11 - Test au teepol[®] (31)

Ce réactif est en fait de l'alkyl-aryl-sulfonate de sodium, qui en bon détergent, entraîne une lyse cellulaire et une libération d'ADN. Le teepol[®] réagit ensuite avec l'ADN pour former un gel (Dudouet, 2004 ; Salat, 2014).

4-3-2- Méthode

Ce test est à réaliser avant la traite mais après la préparation de la mamelle. Il faut, dans un premier temps, vider la citerne du trayon des quatre quartiers en éliminant les premiers jets de lait. On place ensuite la palette sous la mamelle, la poignée en direction des postérieurs ou dans le sens spécifié par le schéma de la palette, comme le représente la *Figure 12*. Cette position est déterminante puisqu'elle permettra de repérer les éventuels quartiers infectés (Dudouet, 2004 ; Salat, 2014).



Figure 12 - Plateau avec 2mL de lait de chacun des quartiers (34)

Puis, on récupère 2 mL de lait dans chacune des cupules correspondant à chaque quartier (un trait est indiqué sur la palette) comme dans la *Figure 12*, et on y ajoute une quantité égale de réactif teepol[®], comme dans la *Figure 13*. Il est nécessaire pour cela de se munir d'un doseur (Dudouet, 2004 ; Salat, 2014).

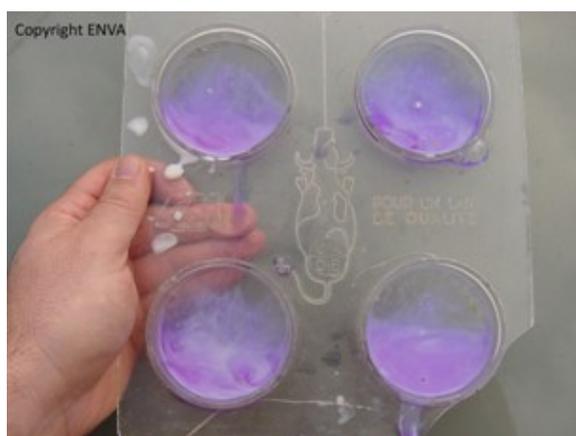


Figure 13 - Agiter 10 secondes le mélange lait + réactif (35)

Enfin, on agite circulairement la palette (*Figure 13*) pendant une dizaine de secondes avant d'observer le résultat (Dudouet, 2004 ; Salat, 2014).

4-3-3- Résultats

Le résultat du test est visible à l'œil nu et doit être interprété immédiatement après le mélange.

Le résultat est fiable dans la mesure où l'on interprète le test de manière **qualitative**, comme dans la *Figure 14*, c'est à dire :

-**Négatif** : Absence totale de précipité - Pas d'infection subclinique

-**Positif** : Formation d'un précipité même léger -Infection subclinique voir clinique



Figure 14 - Test CMT positif (93)

Certes, la viscosité du gel est fonction du nombre de cellules somatiques présentes, mais l'interprétation des degrés de viscosité, et donc des paliers de concentrations en cellules somatiques, est délicate et demande une grande expérience.

Pour information cependant, on peut admettre :

-**Léger précipité** : 150 000 à 500 000 cellules somatiques/mL

-**Précipité mais pas de gel** : 400 000 à 1 500 000 cellules somatiques/mL

-**Mixture épaisse** : 800 000 à 5 000 000 cellules somatiques/mL

-**Gel** : > 5 000 000 cellules somatiques/mL

Il est à préciser que deux situations peuvent conduire à des **faux-positifs** :

-La réalisation du test dans la semaine suivant le vêlage car le colostrum est extrêmement riche en cellules.

-La faible production laitière en fin de lactation qui entraîne une concentration des cellules (Dudouet, 2004 ; Salat, 2014).

4-3-4- Objectifs

Le test CMT n'a pas pour vocation de remplacer les CCSI qui sont la base de toute surveillance, mais il permet d'apporter une aide précieuse dans différentes situations.

- Il permet de **repérer le ou les quartiers infectés** chez une vache présentant une CCSI élevée.
- Il permet d'**évaluer les chances de guérison** de la laitière en cas d'atteinte subclinique, puisque si un seul quartier est touché, la vache guérira dans 79% des cas, contre 44,4% et 14,3% si deux ou trois quartiers sont atteints. Notons que si les quatre quartiers sont touchés la vache n'a aucune chance de guérir et il faut la réformer.
- Il permet de **confirmer la présence d'une mammite clinique** en cas d'alerte de conductivité, comme nous l'étudierons dans le partie 4-4 de ce chapitre 1.
- Il permet de **vérifier l'efficacité d'un traitement** 15 jours après la fin de ce dernier (Dudouet, 2004 ; Salat, 2014).

4-4- Mesure de la conductivité électrique du lait

La conductivité électrique du lait est son aptitude à laisser ses charges électriques circuler de manière à produire un courant : elle dépend donc de la concentration du lait en électrolytes. Les cations se déplacent dans le sens du courant c'est à dire de la borne + vers la borne -, tandis que les anions se dirigent dans le sens inverse du courant c'est à dire vers la borne +.

A l'état physiologique, le lait est plus concentré en K^+ et lactose qu'en Na^+ et Cl^- , alors que le sang et les liquides extracellulaires sont plus concentrés en Na^+ et Cl^- qu'en K^+ et lactose (Jacquinet, 2009).

Comment expliquer ces différences de concentration ? Il pourrait sembler logique que les molécules traversent les membranes cellulaires dans le sens de leur gradient de concentration, c'est à dire du compartiment où elles sont le plus concentrées vers le compartiment où elles le sont le moins. Or, la perméabilité de la membrane cellulaire varie d'une molécule à l'autre, et ce phénomène de diffusion passive n'est observable que pour les molécules hydrophobes, ce qui n'est pas le cas des ions Na^+ , K^+ et Cl^- .

La *Figure 15* nous montre que les chlorures passent vers le compartiment extracellulaire par **diffusion facilitée**, en empruntant des canaux ioniques très spécifiques, qui sont en fait des protéines transmembranaires de transport. C'est pourquoi leur concentration est plus élevée dans le sang que dans le lait.

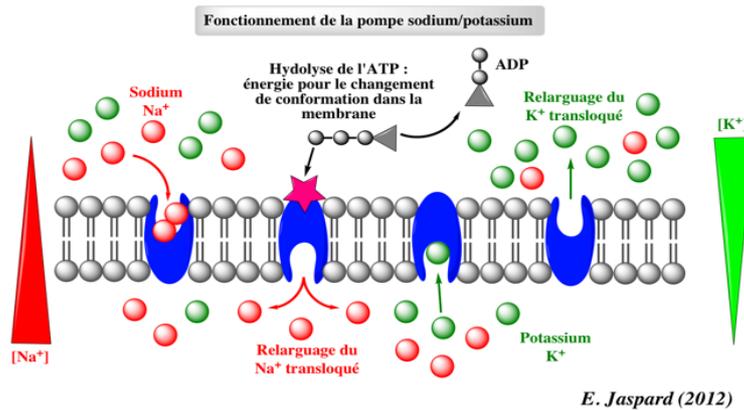


Figure 15 - Pompe Na/K⁺-ATP-ase au pôle apical (103)

Au pôle apical des cellules, d'autres protéines transmembranaires dites pompes Na/K⁺ ATPase (*Figure 15*), assurent un **transport actif** des ions sodium dans le sang et les liquides extracellulaires, et des ions potassium vers le lait et les liquides intracellulaires, contre leur gradient de concentrations. On observe ainsi : 3Na⁺ pour 1K⁺ dans le sang et 3K⁺ pour 1Na⁺ dans le lait.

Lors d'une mammite, l'inflammation et les éventuelles toxines bactériennes conduisent à une augmentation de la perméabilité vasculaire et à des dommages cellulaires, parmi eux l'atteinte des jonctions serrées et des protéines transmembranaires (canaux ioniques et pompes Na/K⁺ ATPase). Les ions diffusent alors passivement d'un compartiment à l'autre dans le sens de leur gradient de concentration : les concentrations en Na⁺ et Cl⁻ dans le lait augmentent fortement d'où une amplification brutale de la conductivité électrique, comme le souligne la *Figure 16* (Jacquinet, 2009).



Figure 16 - Augmentation de la conductivité électrique du lait sur l'un des quartiers (108)

Il est important de souligner que la conductivité électrique physiologique du lait est variable d'une vache à l'autre. Une mesure ne peut donc être comparée qu'à une mesure

antérieure effectuée sur une même vache. En effet, bien que les protéines et les matières grasses constituent la phase non conductrice du lait, on a observé une influence de la phase grasse sur la conductivité électrique. Un lait très riche aura donc une conductivité électrique plus faible qu'un lait moins gras. En suivant cette logique, on constate également des variations de conductivité non seulement d'une vache à l'autre, mais aussi d'un quartier à l'autre (Jacquinet, 2009).

Pour mesurer ces variations de conductivité électrique, il existe actuellement plusieurs outils de mesure appelés **conductimètres**.

Le plus performant est le conductimètre de Delaval® qui est directement intégré au robot de traite. Après identification électronique de la vache, il mesure la conductivité électrique du lait quartier par quartier. En cas de variations par rapport aux mesures précédemment enregistrées, le logiciel du robot envoie un signal à l'éleveur, qui pourra alors pratiquer un test CMT.

Pour les élevages non robotisés, un système de mesure proche existe. Le conductimètre est alors directement fixé au système de traite, et le logiciel enregistre les conductivités, vache par vache. L'inconvénient majeur de cet appareil est qu'il ne fournit qu'une moyenne de la conductivité électrique des quatre quartiers, ce qui rend plus compliqué l'interprétation des résultats.

Enfin, il existe des conductimètres portables, que l'éleveur peut déplacer à sa guise, mais qui ne permettent pas une mesure automatique et systématique à chaque traite (Jacquinet, 2009).

En conclusion, la mesure de la conductivité électrique du lait est une technique peu fiable, qu'il est nécessaire de compléter par un CMT voir une CCSI. Son avantage réside dans la précocité de sa variation puisque l'augmentation de la conductivité électrique apparaît avant l'augmentation des CCSI.

C'est donc un mauvais outil diagnostic des mammites mais un très bon signal d'alerte.

4-5- Diagnostic bactériologique

L'examen bactériologique systématique d'un échantillon de lait devrait être la base de tout diagnostic. Il permet en effet d'établir avec précision l'espèce bactérienne impliquée et donc de mettre en place le traitement antibactérien adapté.

Or, cet examen étant coûteux et contraignant à mettre en place, il n'est en fait que très peu utilisé sur le terrain. Les résultats ne sont de plus fournis par le laboratoire que 48h après le prélèvement. Les éleveurs pratiquent donc une **antibiothérapie probabiliste** et n'utilisent cet examen que lors d'**échecs thérapeutiques** (Remy, 2010).

L'examen bactériologique doit être réalisé sur chacun des quatre quartiers de la vache atteinte par une mammite subclinique. Le prélèvement se réalise en salle de traite. Dans un premier temps, il est nécessaire de se laver les mains et d'enfiler des gants. Après avoir nettoyé la mamelle à l'eau et au savon, on sèche les trayons avec une feuille de papier, puis on désinfecte les quatre trayons à l'alcool ou à l'aide d'une serviette désinfectante. On élimine

ensuite les premiers jets de lait, puis, on recueille dans un flacon stérile tenu horizontalement le ou les deux jets suivants, comme présenté dans la *Figure 17* (Remy, 2010).

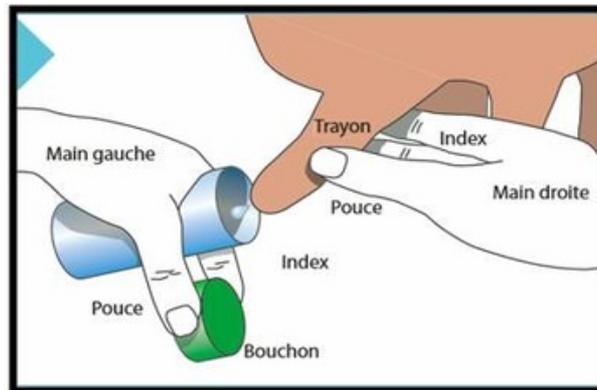


Figure 17 - Prélèvement aseptique d'un échantillon de lait en vue d'une analyse bactériologique (17)

Ceci doit représenter environ 1 mL de lait. Il est inutile de chercher à en recueillir plus, au contraire, plus le prélèvement est long, plus on court le risque d'une contamination. De même, il est important d'éviter tout contact entre l'extrémité du trayon et le flacon stérile (*Figure 17*). On referme finalement le flacon qui doit être immédiatement identifié avec le numéro de la vache et la désignation du quartier prélevé. La même opération doit être réitérée pour chacun des quartiers, avec à chaque fois un nouveau flacon stérile.

Les résultats ne doivent mettre en évidence qu'une seule espèce bactérienne (éventuellement deux). Au delà, il s'agit d'une contamination du prélèvement, et l'examen bactériologique est à refaire ; d'où l'importance de travailler dans de bonnes conditions d'asepsie (Remy, 2010).

Concrètement, le diagnostic bactériologique est utilisé pour déterminer une antibiothérapie ciblée lors d'échec thérapeutique, ou pour mettre en place des mesures préventives en cas de situation d'endémie dans l'élevage.

Il peut également permettre de confirmer un sous-modèle épidémiologique, déterminé grâce aux CCSI, comme nous l'avons vu en partie 2-2-3-2 de ce chapitre I (Remy, 2010).

Chapitre II -

TRAITEMENTS DES MAMMITES SUBCLINIQUES

1- Obligations réglementaires en élevage bovin laitier

1-1- Le registre d'élevage

Depuis l'an 2000, chaque éleveur est légalement obligé de tenir un registre d'élevage. Ce dernier comprend un certains nombres d'éléments (*Annexe 3*):

- Une description précise de l'exploitation, le nom du propriétaire des animaux ainsi que les coordonnées des vétérinaires sanitaire et traitant.
- Une identification de tous les animaux du cheptel ainsi que le détail de leurs mouvements (certificats d'euthanasie et d'équarrissage, preuves d'achats ou de ventes ...)
- Un carnet sanitaire
- Un classement des ordonnances et des résultats d'analyses, ainsi qu'un archivage des déclarations d'avortements et des comptes rendus des visites vétérinaires (Visite Sanitaire Obligatoire et autres bilans sanitaires)
- Une traçabilité de tous les aliments distribués au troupeau (conservation des étiquettes des produits, noms des fournisseurs ...)

Toute administration de médicament, quel qu'il soit doit être signifiée dans le carnet sanitaire : posologies et éventuels délais d'attente.

Les ordonnances sont ensuite à conserver pendant 5 ans, et seront à fournir à l'acquéreur en cas de cession d'un animal (Remy, 2010) (25).

1-2- La Visite Sanitaire Obligatoire (VSO)

La Visite Sanitaire Obligatoire de l'élevage a été instaurée en 2005, et s'effectue actuellement une fois par an.

Elle est entièrement prise en charge par l'état, et est effectuée par un vétérinaire sanitaire habilité par la DDPP (Direction Départementale de Protection des Populations).

Ce dernier se rend sur l'exploitation, et complète un questionnaire type pendant environ une heure, ce qui lui permet d'établir un classement du risque sanitaire de l'élevage (*Annexe 4*).

Les informations sont ensuite conservées dans le registre d'élevage pendant 5 ans, et retransmises à la DDSV (Direction Départementale des Services Vétérinaires). Cette remontée de l'information n'a pas de vocation punitive mais permet d'établir un réseau départemental d'épidémiosurveillance.

Le vétérinaire sanitaire en profitera pour fournir à l'éleveur des conseils de prévention adaptés à sa situation (Mezine, 2006 ; Institut de l'élevage, 2008).

1-3- Prescription en l'absence d'examen clinique

L'arrêté du 6 mai 2007 « relatif à la surveillance sanitaire et aux soins régulièrement confiés au vétérinaire » autorise la prescription sans que le vétérinaire ait à pratiquer systématiquement un examen clinique.

Cet avantage de **prescription à distance** ne peut s'obtenir qu'à quatre conditions :

-Le vétérinaire doit être le **vétérinaire traitant** et pratiquer des soins réguliers au sein de l'élevage.

-L'éleveur doit se soumettre à un **BSE** (Bilan Sanitaire d'Elevage) annuel (*Annexe 5*).

Au cours d'une visite dédiée et prévue, l'éleveur et son vétérinaire réfléchissent aux différents points sanitaires à améliorer et établissent un schéma de prévention.

-A la fin du BSE, le vétérinaire traitant doit rédiger un **protocole de soins** : pour chaque pathologie référencée, il précise la conduite à tenir par l'éleveur et le « seuil critique » à partir duquel il devra être contacté.

-Le vétérinaire traitant doit ensuite effectué au moins une **visite de suivi** de l'élevage par an (78).

2- Antibiothérapie des mammites subcliniques

2-1- Antibiothérapie des mammites subcliniques en lactation

Il y a encore quelques années, seules les mammites cliniques étaient traitées en lactation. Il fallait donc attendre le tarissement pour pouvoir traiter les mammites subcliniques.

On observe de nos jours une évolution de ces pratiques avec des antibiothérapies destinées à traiter des mammites subcliniques en pleine lactation (A.C., 2014).

2-1-1- Objectifs d'une antibiothérapie en lactation

L'objectif prioritaire est de diminuer le Taux Cellulaire du Tank, car un TCT trop élevé peut conduire à des sanctions financières de la part des laiteries, voire même, dans les cas les plus graves, à une suspension de collecte.

En outre, certaines bactéries comme *Staphylococcus aureus*, sont très contagieuses et se transmettent rapidement à tout le troupeau laitier; c'est pourquoi, certains éleveurs soucieux de l'état sanitaire global de leur cheptel, préfèrent enrayer l'infection dès son début.

Enfin, il peut être utile de traiter une mammite subclinique en lactation, afin d'éviter un passage de l'infection à la chronicité.

Dans la réalité des faits, l'éleveur estime le coût d'un tel traitement (prix du médicament, lait non commercialisé, temps perdu ...) avant de décider s'il est rentable pour lui ou non de le mettre en place (47).

2-1-2- Sélection des vaches à traiter

La logique voudrait que soient traitées prioritairement les vaches présentant les CCSI les plus élevées : les résultats sont immédiats, le TCT baisse et le lait peut de nouveau être collecté (ou les sanctions financières être levées).

Or, cette stratégie de traitement ne correspond pas à un modèle d'élevage raisonné, puisque les vaches aux CCSI les plus élevées sont généralement incurables. Certes les CCSI vont diminuer pendant l'antibiothérapie, mais l'infection ne sera pas guérie pour autant : la seule solution pour ces vaches est la réforme.

Le mauvais usage des antibiotiques mis en évidence dans ce cas de figure favorise par ailleurs l'émergence de souches bactériennes résistantes (47).

Tout l'intérêt d'une antibiothérapie en lactation (en dehors de la présence de signes cliniques) repose sur une vision à long terme de la gestion du troupeau laitier : les vaches intéressantes à traiter sont donc les **vaches atteintes d'une mammite subclinique ayant une bonne chance de guérison**.

Les vaches ayant une bonne chance de guérison doivent au maximum présenter deux quartiers atteints, prioritairement les quartiers antérieurs ; elles doivent avoir moins de 5 ans et la mammite subclinique doit être récente.

Si au moins deux quartiers sont touchés, notamment les quartiers postérieurs, que la vache a plus de 5 ans et que les CCSI sont supérieurs à 300 000 cellules/mL, la vache a peu de chance de guérison (Remy, 2010).

Notons qu'il est indispensable de déterminer le ou les quartiers atteints par la mammite subclinique, via un test CMT, avant d'entamer toute antibiothérapie.

Le test CMT nous aidera, par ailleurs, à l'évaluation des chances de guérison de la laitière citée ci-dessus (Remy, 2010).

2-1-3- Antibiotiques utilisables en lactation

Le traitement antibiotique mis en place pour traiter une mammite subclinique en lactation doit être impérativement **ciblé**. D'un point de vue scientifique, il paraît évident qu'un traitement mal conduit favorisera l'émergence de souches bactériennes résistantes, mais ce qui sera sans doute plus motivant pour l'éleveur, est qu'une antibiothérapie non ciblée conduira potentiellement à un échec thérapeutique et donc à une perte économique.

L'éleveur doit donc réaliser une **bactériologie** selon la méthode décrite en 4-5 du Chapitre I, et idéalement demander un antibiogramme. Les résultats sont obtenus en 48h ce qui ne pose pas de problème ici, puisque, devant l'absence de signes cliniques, il n'y a pas d'urgence à débiter l'antibiothérapie (47).

Il existe actuellement trois spécialités antibiotiques destinées au traitement des **mammites subcliniques en lactation** sur le marché :

- **Stop M[®]**

C'est une spécialité à base de Pénéthamate, une **pénicilline G**.

Il s'agit du seul antibiotique par **voie injectable** ayant l'AMM dans cette indication.

Le spectre de cet antibiotique est **étroit** puisqu'il ne couvre que les streptocoques et quelques rares souches de *S. aureus* encore sensibles.

Le traitement se réalise sur 3 jours, à posologie dégressive à raison d'un flacon de 30 mL le premier jour, puis d'un demi-flacon, soit 15 mL, les deux jours suivants ; ce qui ne pose pas de problème puisque la solution une fois reconstituée se conserve 48h.

Le délai d'attente est ensuite de 4 jours.

Au total le lait ne peut pas être livré pendant 7 jours (Petit, 2013).

- Pirsue[®]

Il s'agit d'une spécialité à base de Pirlimycine, un macrolide apparenté appartenant à la famille des **lincosamides**.

Le spectre de cet antibiotique est **étroit** : *E. coli* est naturellement résistant.

Le traitement dure 7 jours, à raison d'une seringue **intramammaire** toutes les 24h, soit un total de 8 seringues.

Le délai d'attente avant remise du lait en tank, est ensuite de 5 jours.

Au total le lait ne peut pas être livré pendant 12 jours (Petit, 2013).

- Gentamam[®]

Cette spécialité correspond à l'association de deux antibiotiques : la Gentamicine (un **aminoside**) et la Cloxacilline (une **pénicilline M**).

Cette association a un spectre **extrêmement large**, couvrant les streptocoques, *E. coli* et certaines souches de *S. aureus* (puisque certains staphylocoques dorés sont devenus résistants).

L'administration du produit se fait par voie **intramammaire**.

Le traitement se réalise sur 24h, à raison d'une seringue intramammaire toutes les 12h soit trois administrations, et le délai d'attente est ensuite de 4 jours.

Au total le lait ne peut pas être livré pendant 5 jours (Petit, 2013).

En conclusion, une mammitte subclinique à *E. coli* en lactation ne pourra être traitée que par **Gentamam**[®], car la bactérie est naturellement résistante aux deux autres antibiotiques proposés.

Devant la multiplication des résistances acquises par *S. aureus*, il est nécessaire de réaliser un **antibiogramme** avant tout traitement, sous peine d'échec thérapeutique et de mésusage de l'antibiotique.

2-1-4- Contrôle de l'efficacité du traitement

L'efficacité de l'antibiothérapie en lactation ne peut pas s'observer à la résolution des signes cliniques, comme pour les mammites cliniques.

Le succès de l'antibiothérapie, est en fait délicat à évaluer, puisqu'il nécessite d'observer l'évolution des CCSI des vaches traitées, sur les mois suivants le traitement.

Il est à préciser, que plus l'antibiothérapie aura été longue, plus les CCSI vont diminuer, et ce même si l'infection n'est pas résolue ; c'est pourquoi, il est impératif de bien sélectionner les vaches au départ et de réaliser des bactériologies avant tout traitement, sinon l'éleveur n'aura que l'illusion d'une guérison (47).

2-2- Antibiothérapie au tarissement

2-2-1-Définition du tarissement

Le tarissement correspond à l'arrêt de la sécrétion lactée. Chez la vache laitière, il dure entre **40** et **60 jours**, et constitue une période propice au renouvellement cellulaire et au remaniement du tissu mammaire. Il s'étend de la dernière traite à la mise-bas, et est indispensable pour la prochaine lactation. En dessous de 40 jours ou au dessus de 60, les performances à la lactation suivante diminuent : dans le premier cas par insuffisance de renouvellement cellulaire, dans le second par engraissement de l'animal.

Afin de préparer au mieux le tarissement, il faut d'abord supprimer l'ensilage et réduire la quantité fourragère. Une semaine après le début de ces restrictions, la vache peut être tarie. L'éleveur pratiquera alors une dernière traite, puis séparera la vache du reste du troupeau laitier.

Pendant la période sèche, on observe physiologiquement une **involution de la mamelle**, c'est à dire une diminution de son volume, simultanément à la formation d'un **bouchon de kératine**, qui remplira, à la fin de sa synthèse toute la longueur du canal du trayon. A l'approche du vêlage, la mamelle synthétisera le colostrum (Institut de l'élevage, 2008 ; Remy, 2010).

2-2-2-Objectifs d'une antibiothérapie au tarissement

L'antibiothérapie au tarissement a deux objectifs : d'une part un objectif **curatif** et d'autre part un objectif **préventif**.

Le tarissement est la **période idéale pour traiter une mammite subclinique**. L'absence de lait dans la mamelle favorise en effet la diffusion de l'antibiotique dans les tissus mammaires.

On observe un **taux de guérison** proche de **90%** pour les vaches infectées par un **streptocoque**, contre un taux de guérison **inférieur à 70%** pour les vaches infectées par un **staphylocoque doré**, puisque ce dernier s'internalise très profondément dans le tissu mammaire, ce qui le rend difficile d'accès pour l'antibiotique.

En cas d'absence de guérison de la mammite subclinique à la fin du tarissement, la vache sera à considérer comme **incurable** et devra être réformée.

Mais la période sèche est également une **période à haut risque de contamination bactérienne**. Tout d'abord, la synthèse complète du bouchon de kératine n'est pas immédiate (il faut attendre 7 à 10 jours), et il a été constaté que certains canaux des trayons ne s'obstruaient que partiellement voire même pas du tout. La mamelle se retrouve alors sans défense face à une colonisation bactérienne. Par ailleurs, les bactéries ayant réussi à franchir

le canal du trayon, ne peuvent plus être éliminées par le flux laitier comme pendant la lactation. Enfin, la synthèse du colostrum à l'approche du vêlage conduit à une augmentation de la pression intramammaire et donc à une légère ouverture du sphincter.

Notons que *S. aureus* contamine surtout la mamelle au cours des 15 premiers jours, tandis que *S. uberis* et *E. coli* sont susceptibles de contaminer la mamelle à n'importe quel moment de la période sèche.

En agriculture conventionnelle, cette technique d'antibiothérapie systématique au tarissement pour, si ce n'est guérir, au moins prévenir, s'est généralisée. Le problème est que l'efficacité de l'antibiotique est présente au début de la période sèche, c'est à dire quand le risque d'infections est peu élevé, mais que son activité a disparu à l'approche du vêlage, lorsque le risque de contamination est maximal. C'est pourquoi, certains éleveurs décident d'administrer un obturateur de trayon juste après l'intramammaire d'antibiotique ; l'idée étant de traiter la mammite subclinique grâce à une antibiothérapie ciblée, puis de prévenir les risques de nouvelles infections par l'obturateur. Avec ce protocole on obtient, , un pourcentage de nouvelles infections à la fin de la période sèche inférieur à celui obtenu avec le protocole classique (intramammaire antibiotique seule) (Remy, 2010).

2-2-3- Sélections des vaches à traiter

En suivant ce principe d'antibiothérapie systématique au tarissement, il est nécessaire de pratiquer une différenciation des vaches laitières en deux catégories : celles qui recevront uniquement un traitement préventif et celles qui recevront un traitement curatif.

Ainsi, si les CCSI des trois derniers mois sont **inférieurs** à **200 000** cellules/mL, on peut se contenter d'un traitement **préventif**.

A l'inverse, si ne serait ce qu'une CCSI est **supérieure** à **200 000** cellules/mL sur les trois derniers mois, ou si la vache a subi au moins **deux mammites cliniques** pendant sa lactation, il faudra employer un traitement **curatif** (Remy, 2010).

Mais dans tous les cas de figure, la vache doit recevoir une antibiothérapie ; c'est pourquoi Matthieu Roland, chef de produits bovins au laboratoire Boehringer-Ingelheim, signale que si dans un élevage « 40 à 50% des vaches souffrent de mammites, il y autant de tubes intramammaires vendus que de vaches dans le cheptel : ce qui prouve une mauvaise utilisation des antibiotiques en élevage avec de nombreuses rechutes liées à la persistance des germes » (102).

Dans un souci d'élevage raisonné, il semblerait judicieux de pratiquer une **sélection au tarissement**, entre les vaches qui auront absolument besoin d'une antibiothérapie (curative ou préventive) et celles qui peuvent s'en passer.

C'est dans ce sens qu'a travaillé l'Institut de l'élevage, qui a établi une classification permettant de guider les éleveurs dans leur choix de traiter par antibiothérapie ou non.

Recevront donc un antibiotique :

-Les **primipares** à **haute production laitière**

-Les vaches ayant subi une **mammite clinique** pendant la période de lactation

-Les vaches **prédisposées** aux infections de par leur morphologie (décrochement de la mamelle, sphincter en dessous de la ligne du jarret ...)

-Les vaches dites « **douteuses** » c'est à dire ayant présenté au moins une CCSI supérieure à 300 000 cellules/mL pendant leur lactation.

-Les vaches dites « **infectées** », c'est à dire ayant présenté au moins deux CCSI supérieures à 800 000 cellules/mL pendant leur lactation.

Attention cependant, car l'institut de l'élevage précise que **cette sélection n'est possible que si les TCT sur 1 an n'ont pas dépassé 250 000 cellules/mL**, que la **bactérie dominante n'est pas *S. uberis*** et que **le risque de développer une nouvelle infection pendant la période sèche est faible** (Institut de l'élevage, 2008).

Autrement dit, seules les laitières des élevages répondant à cette description, n'ayant présenté que des CCSI inférieures à 200 000 cellules/mL sur les trois derniers mois, et une absence de mammite clinique pendant leur lactation, seront épargnées par l'antibiothérapie au tarissement. Dans tous les autres cas, une antibiothérapie systématique au tarissement est mise en place.

A l'heure actuelle, certaines institutions comme l'Orne conseil élevage voudraient faire diminuer les seuils cellulaires de détection des vaches « saines » en dessous de 100 000 cellules/mL, au motif qu'une augmentation de la production laitière dilueraient les cellules. Ce nouveau système induirait donc une augmentation importante des traitements antibiotiques curatifs au tarissement ; mais le système de paliers cellulaires présenté par l'Institut de l'élevage (dans la partie 2-1-2 du Chapitre I) reste pour l'instant le système officiel des laiteries et des vétérinaires (Hue, 2015).

Quel que soit le mode de traitement choisi, il sera impératif de connaître le statut infectieux de chaque vache, en se basant sur ses dernières CCSI, puis de pratiquer un test CMT afin de repérer les éventuels quartiers infectés.

2-2-4- Antibiotiques utilisables au tarissement

Si la vache est considérée comme « **saine** » : elle recevra soit un obturateur de trayon soit une antibiothérapie préventive. L'antibiotique devra alors être choisi en fonction du **modèle épidémiologique** et de la **bactérie dominante** de l'élevage.

Pour les vaches « **douteuses** » et « **infectées** », l'antibiothérapie se devra d'être **ciblée** et il faudra donc pratiquer une **bactériologie**.

Il existe actuellement un grand nombre de spécialités antibiotiques sur le marché ayant l'AMM pour le traitement des mammites subcliniques au tarissement et la prévention de nouvelles infections de la période sèche mais toutes se présentent sous forme de seringues **intramammaires**.

De nombreuses classes d'antibiotiques sont utilisées :

- **Les pénicillines M**

Parmi ces spécialités on trouve : Cloxamam[®], Cloxine HL[®], Diclomam[®], Orbenin HL[®], Orbenor HL[®] et Tarigermel[®].

Elles sont toutes à base de **Cloxacilline**.

Le spectre de cet antibiotique est **étroit** : les streptocoques y sont sensibles ainsi que certaines souches de *S. aureus*. *E. coli* présente quant à lui, une résistance naturelle à l'antibiotique et il est à souligner que de nombreuses souches de *S. aureus* présentent maintenant une résistance acquise à la Cloxacilline.

Le spectre étroit de ces spécialités, fait d'elles des traitements **curatifs** plutôt que préventifs (Petit, 2013).

- **Les céphalosporines de premières générations**

Parmi ces spécialités on trouve : Cefovet HL[®], Facel HL[®] et Rilexine HL[®].

Leur spectre est proche de celui des pénicillines M : il couvre donc les streptocoques et certaines souches de *S. aureus* mais n'intègre pas *E. coli*.

Ces spécialités sont donc également à utiliser en traitement **curatif** après réalisation d'une bactériologie (Petit, 2013).

- **Les céphalosporines de deuxièmes générations**

On retrouve une seule spécialité : le Cepravin[®] à base de **Céfalonium**.

Cet antibiotique présente un spectre **élargi** puisqu'il intègre, en plus des streptocoques et de *S. aureus*, *E. coli*. Cet antibiotique est également résistant aux β -lactamases, ce qui augmente considérablement son efficacité sur le staphylocoque doré.

Ce spectre large lui confère des vertus à la fois **préventives** et **curatives** (4).

- **Les céphalosporines de dernières générations**

On y rencontre deux spécialités : le Virbactan[®] et le Cobactan[®], tous deux à base de **Cefquinone**.

Il s'agit d'une céphalosporine de quatrième génération, au spectre **extrêmement large**, renfermant donc les principales bactéries impliquées dans les mammites subcliniques (à savoir *S. uberis*, *S. aureus* et *E. coli*) (Petit, 2013).

Cet antibiotique est utilisé au tarissement pour **prévenir** les nouvelles infections de la période sèche, mais aussi pour **traiter** une potentielle mammitte subclinique.

Notons qu'en médecine humaine, ces céphalosporines de dernières générations sont réservées à l'usage hospitalier, afin de préserver leur efficacité !

- Les ansamycines

Une seule spécialité représente cette famille : le Fatrox[®] à base de **Rifaximine**. Cet antibiotique possède un spectre **assez étroit** comprenant les streptocoques et *S. aureus*. *E. coli* présente une résistance naturelle à cet antibiotique.

Le Fatrox[®] est administré au tarissement pour **traiter** une mammites subclinique, après réalisation d'une bactériologie (Petit, 2013).

- Les aminosides

On trouve actuellement sur le marché de l'antibiothérapie au tarissement, des **associations** d'antibiotiques, toutes à base d'aminosides.

Parmi elles, une association avec un macrolide (Speciorlac[®]), et quatre associations synergiques avec des pénicillines (Cloxagel[®], Mastitar HL[®], Nafpenzal T[®] et Ubrostar[®]).

Ces associations présentent un **spectre extrêmement large** intégrant les streptocoques, *E. coli* et certaines souches de *S. aureus* (puisque certains staphylocoques dorés sont devenus résistants) (Petit, 2013).

Les aminosides présentent un effet **post-antibiotique** prolongé vis à vis des bacilles à Gram-négatifs (donc *E. coli*) et dose-dépendant : ils sont donc très utilisés à des fins **préventives** bien qu'ils soient aussi curatifs.

Or, en médecine humaine, les aminosides sont strictement réservés à l'usage hospitalier, afin de préserver leur efficacité et d'éviter les mésusages !

Quelle que soit la spécialité utilisée, la posologie est toujours identique : injection du contenu complet de la seringue intramammaire dans chacun des quartiers, juste après la dernière traite. Après la mise en place du traitement, les vaches tarées doivent être marquées et séparées du reste du troupeau afin d'éviter une erreur de traite qui conduirait à la contamination du tank. Le délai d'attente légal avant la remise du lait en tank est ensuite de 7 jours après la mise-bas, de façon à respecter la période colostrale, sauf en cas de vêlage prématuré (c'est à dire intervenant dans les 6 semaines après l'administration) où un délai d'attente supplémentaire, variable d'une spécialité à l'autre, devra être respecté.

Le traitement au tarissement correspond à une administration unique d'antibiotique, dans chacun des quatre quartiers, qui ne peut en aucun cas être renouvelé. Une exception cependant à cette règle : en cas de perte lactée juste après l'administration, il faudra refaire le traitement antibiotique et utiliser ensuite un obturateur de trayon (Petit, 2013).

2-3- Choix de la voie d'administration dans le traitement des mammites subcliniques

Pour traiter une mammite subclinique, un antibiotique doit pouvoir **atteindre le lieu de l'infection** à **concentration efficace**, et ce, pendant un **temps suffisant**.

La capacité d'un antibiotique à atteindre le lieu de l'infection dépend majoritairement de sa voie d'administration, mais également de ses caractéristiques physico-chimiques.

La concentration efficace est obtenue grâce aux CMI (Concentrations Minimales Inhibitrices) déterminées en laboratoire pour chaque antibiotique en fonction de la bactérie à éliminer. Elles correspondent à la concentration antibiotique la plus faible, capable d'inhiber la croissance d'une bactérie donnée.

Le temps de contact entre antibiotique et bactérie dépend, quant à lui, de la galénique du produit administré (Remy, 2010) (47).

2-3-1-La voie injectable

La voie injectable est une voie d'administration **peu utilisée** pour le traitement des mammites subcliniques car il est difficile pour l'antibiotique de rejoindre la mamelle.

En effet, le sang et le lait sont deux compartiments distincts séparés par des membranes cellulaires. Pour passer de l'un à l'autre, l'antibiotique doit traverser la couche phospholipidique par **diffusion passive**, c'est à dire dans le sens de son gradient de concentration. Or, la capacité pour un antibiotique à diffuser à travers une membrane lipidique dépend de plusieurs facteurs :

- **Sa taille**

Plus le principe actif est petit meilleure sera sa diffusion membranaire.

- **Sa lipophilie**

Les membranes cellulaires étant de nature lipidique, la lipophilie du principe actif conditionne son passage dans la mamelle.

- **Son état d'ionisation**

Les antibiotiques étant des bases faibles ou des acides faibles, ils se dissocient en phase aqueuse, en une forme ionisée et une forme non ionisée. La proportion en chacune de ces formes dépend de la différence entre le pH environnant et le pKa du principe actif. A pH égal au pKa, il y a autant de formes ionisées que de formes non ionisées. Or, seule la fraction non ionisée de l'antibiotique est lipophile, et a donc la capacité de traverser les membranes cellulaires par diffusion.

Prenons pour exemple la spécialité Stop M[®], seul antibiotique ayant pour l'instant l'AMM dans le traitement des mammites subcliniques par voie injectable.

Le Pénéthamate est une base faible. Sa fraction non ionisée est très faible dans les conditions de pH où il est administré, car le pKa du Pénéthamate est proche de 8,5, tandis que le pH sanguin est proche de 7,4, et celui du lait proche de 6,6. Mais la grande liposolubilité de la forme non ionisée assure cependant au Pénéthamate un passage efficace des membranes phospholipidiques et sa bonne diffusion dans le lait (47).

2-3-2-La voie intramammaire

La voie intramammaire est **la voie à privilégier** pour traiter une mammite subclinique, en lactation comme au tarissement, puisqu'elle assure l'administration directe de l'antibiotique sur le lieu de l'infection (Remy, 2010).

Les **streptocoques** vivent généralement en suspension dans le lait et sont donc éliminés facilement si l'antibiothérapie est administrée par voie intramammaire.

Le **staphylocoque doré**, à l'inverse, peut s'internaliser profondément dans le parenchyme mammaire. Pour être efficace, l'antibiotique doit alors traverser les membranes cellulaires phospholipidiques par diffusion passive.

La galénique a donc créé de nouvelles spécialités capables d'améliorer la pénétration du principe actif antibiotique dans le parenchyme mammaire : ce sont les **formes micronisées**. Deux spécialités sont actuellement référencées sur le marché : le Cobactan[®] (Cefquinone) et l'Orbenor[®] (Cloxacilline).

La pharmacocinétique particulière de ces deux produits, doit les faire réserver exclusivement au **traitement des mammites subcliniques documentées au tarissement**. En aucun cas, ils ne doivent être utilisés en tant qu'antibiothérapie préventive de la période sèche (47).

Bien qu'il soit possible de traiter une mammite subclinique en lactation, notons que les taux de guérison sont meilleurs lorsque l'antibiothérapie est administrée au tarissement.

Tout d'abord, l'arrêt de la sécrétion lactée permet d'obtenir une meilleure concentration d'antibiotique sur le lieu de l'infection.

Par ailleurs, l'involution et la régénération de la mamelle pendant la période sèche permettent une pénétration profonde de l'antibiotique dans les tissus sous-jacents (Remy, 2010).

Pour obtenir une **prévention** efficace pendant la période de tarissement, il est nécessaire de conserver une CMI (Concentration Minimale Inhibitrice) dans la mamelle la plus longue possible : les laboratoires ont donc créé des formes **LP** dites à **Libération Prolongée**. Le principe actif est emprisonné dans un excipient huileux, non soluble dans le lait, et associé à des adsorbants et à des sels à effet retard, permettant une libération lente de l'antibiotique.

Malgré cette intéressante forme retard, l'antibiothérapie de couverture ne protège pas toute la période sèche. Aucun renouvellement du traitement n'est cependant possible, car il induirait, cette fois, un délai d'attente qui se prolongerait bien au delà de la mise bas, engendrant donc

de grosses pertes économiques pour l'éleveur par non commercialisation du lait des vaches traitées (47).

Ironiquement, la moitié des mammites cliniques retrouvées dans les 100 premiers jours de lactation sont dues à des germes introduits au tarissement lors de l'administration intramammaire de l'antibiotique.

Le germe le plus souvent impliqué est *E. coli*, or, cette bactérie est naturellement résistante à la plupart des antibiothérapies préventives utilisées.

On comprend donc l'importance de réaliser l'**injection intramammaire** dans des conditions strictes d'**hygiène** et de **calme**.

A la dernière traite, l'éleveur, après avoir bien nettoyé et séché les trayons, examine les premiers jets du lait et réalise éventuellement un test CMT ; puis il traite la vache. La peau des quatre trayons doit ensuite être désinfectée consciencieusement à l'aide d'une serviette désinfectante. L'antibiotique (ou l'obturateur) peut ensuite être introduit dans le canal du trayon par une canule, comme le montre la *Figure 18* (Remy, 2010).



Figure 18 - Injection intramammaire réalisée dans des conditions d'asepsie (64)

Celle-ci doit être aussi courte que possible afin de ne pas léser le trayon. Enfin, il est absolument nécessaire de pratiquer un post-trempage soigneux pour éliminer toute bactérie résiduelle, et le port de gants est vivement recommandé.

Il est important de toujours garder à l'esprit que les bactéries introduites ne pourront plus être éliminées à la prochaine traite (Remy, 2010).

2-3-3-Utilisation simultanée de la voie intramammaire et de la voie injectable

L'utilisation simultanée de la voie intramammaire et de la voie injectable, est une pratique très courante en élevage bovin laitier. Cette technique permet d'**augmenter les chances de guérison** d'une mammites subclinique, et est principalement observée au tarissement (47).

L'éleveur administrera, en plus de l'antibiothérapie intramammaire, une des deux antibiothérapies par voie générale suivante :

➤ **Spiramycine** (Suanovil[®] - Spirovet[®])

Une injection le jour du tarissement et une seconde 72h après, à raison de 30 000 UI/Kg soit 5 mL pour 100 Kg de poids.

Notons que les spécialités se présentent sous forme de flacons de 50, 100 ou 250 mL et que l'injection intramusculaire ne doit pas représenter plus de 15 mL par site. Au besoin l'injection pourra être réalisée en deux sites différents (6) (16).

➤ **Tilmicosine** (Axentyl[®] - Tylan[®])

Une injection unique le jour du tarissement, à raison de 5 à 10 mg/Kg soit 2,5 à 5 mL pour 100 Kg de poids.

Notons que les spécialités se présentent sous forme de flacons de 50, 100 ou 250 mL et que l'injection intramusculaire ne doit pas représenter plus de 15 mL par site. Au besoin l'injection pourra être réalisée en deux sites différents (7) (66).

Ces antibiotiques sont des bases faibles présentant un pourcentage de formes non ionisées peu élevé, mais extrêmement liposoluble, ce qui assure leur bonne diffusion dans le tissu mammaire. Sur place, l'arrêt de la sécrétion lactée les maintient ensuite à concentration efficace pendant une semaine (47).

Ces antibiotiques permettent de **traiter** les **mammmites subcliniques** à **streptocoques** et à **certaines souches de *S. aureus***.

2-4- Antibiorésistance

L'antibiorésistance est devenue un enjeu majeur de santé publique.

Chaque année dans le monde, 700 000 personnes trouvent la mort par échec d'antibiothérapie et impasse thérapeutique, dont 50 000 en Europe et aux Etats-Unis.

D'après S.Vaux, de l'Institut de veille sanitaire, il y a actuellement « une augmentation des souches d'*E. coli* productrices de BLSE (β -lactamases à Spectre Étendu) et donc de la résistance aux céphalosporines de 3^{ème} génération. Ainsi en 2003, seules 1% des souches d'E.

coli étaient résistantes aux céphalosporines de 3^{ème} génération, alors que dix ans après, 9,5% des souches sont devenues résistantes » (84).

Mais l'inquiétude pour l'avenir ne s'arrête pas là, puisque la diffusion de souches d'*E. coli* productrices de BLSE favorise l'émergence de nouvelles souches résistantes, parmi elles des souches productrices de carbapénémases.

Trois modes de **transmissions des résistances bactériennes de l'animal à l'homme** ont été établis :

- La transmission par **contact direct**

Cette transmission peut avoir lieu dans les deux sens c'est à dire de l'animal vers l'homme mais aussi de l'homme vers l'animal. On a ainsi retrouvé des SARM hospitaliers (*Staphylococcus aureus* Résistants à la Méricilline) chez des animaux d'élevage (9).

- La transmission **environnementale**

Ce mode de transmission est fréquent.

Les résidus d'antibiotiques et les bactéries résistantes sont éliminés dans les fèces des animaux et viennent ensuite polluer le sol et les cours d'eau (soit directement, soit après épandage des effluents).

Escherichia coli est particulièrement concernée par ce mode de transmission (9).

- La transmission par voie **alimentaire**

Les aliments d'origine animale, tels la viande et le lait, peuvent être pollués par des bactéries, si l'animal producteur est lui-même contaminé, ou si la traite ou l'abattage ne se font pas dans des conditions rigoureuses d'hygiène. Les bactéries peuvent ensuite être transmises à l'homme, lors de la préparation ou de la consommation d'un repas.

Cette transmission est heureusement quantitativement peu importante et concerne surtout les bactéries du genre *Salmonella* et *Campylobacter* (9) (12).

En France, deux réseaux sont actuellement chargés de surveiller l'émergence des bactéries résistantes :

-Le réseau **Résapath** chez les animaux

-Le réseau **Medqual** chez l'humain.

Devant l'ampleur de l'évolution de l'antibiorésistance, les deux réseaux ont été regroupés au sein d'une même structure : l'**ONERBA** (Observatoire National de l'Epidémiologie de la Résistance Bactérienne aux Antibiotiques), afin de croiser leurs résultats (Roussel, 2014), mais l'observation des résistantes bactériennes reste bien plus compliquée chez l'animal que chez l'homme du fait du très grand nombre d'espèces (8) (26) (70).

Pour **lutter concrètement** contre ces phénomènes d'**antibiorésistance**, trois mesures phares ont été mises en place ces dernières années :

- Le **paquet hygiène**
- La **loi d'avenir** pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt
- Le **plan ecoantibio**

- Le paquet hygiène

Adoptée depuis le 1^{er} janvier 2006, cette législation européenne a pour objectif de prévenir les contaminations bactériennes (de l'animal au produit fini) et donc la transmission des résistances par voie alimentaire.

Il se décompose en quatre grandes lignes directrices :

- La circulation sûre des denrées alimentaires dans l'Union européenne
- La protection du consommateur
- La traçabilité des denrées alimentaires
- L'intégration de toute la chaîne alimentaire « de l'étable à la table » et « de la fourche à la fourchette » (13) (71).

- La loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt

La loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt a été adoptée le 14 octobre 2014 et comporte 96 articles.

Deux mesures importantes sont à retenir pour cette étude :

-« **L'interdiction** [selon la définition de l'ANSES] **de toutes espèces de remises**, pour tous les acteurs, du fabricant à l'acheteur final, sur l'achat d'antibiotiques, que l'objectif soit défini en progression en volume acheté, ou encore sous la forme de remise d'unités gratuites. [...] Les contrats de collaboration commerciale relatifs aux antibiotiques [sont] également interdits afin d'éviter la rémunération des prestations annexes liés à la prescription d'antibiotiques. »

Cette mesure a pour but d'éviter toute incitation à la vente d'antibiotiques vétérinaires, et a conduit en quelque sorte, à la mise en place d'un **prix unique**, quel que soit le nombre d'unités achetées ou vendues (Hue, 2015).

-L'autorisation de création des **GIEE** (Groupements d'Intérêt Economique et Environnemental) qui prône un engagement des agriculteurs dans l'agroécologie (60) (74).

- Le plan ecoantibio

Lancé le 18 novembre 2011 par le ministère de l'agriculture, le plan ecoantibio 2012-2017 constitue un « plan national de réduction des risques d'antibiorésistance en médecine vétérinaire ».

Son objectif est de **diminuer de 25% sur 5 ans**, l'intensité d'exposition des animaux aux antibiotiques, en centrant particulièrement les efforts sur les **AIC** : les Antibiotiques d'Importance Critique.

Notons que l'ANSES entend par AIC :

- « Les Fluoroquinolones et Céphalosporines de 3^{ème} et 4^{ème} générations autorisées dans des médicaments vétérinaires. »
- « Les AIC pour la santé humaine autorisés uniquement dans des médicaments à usage humain. »
- « Les Fluoroquinolones et les Céphalosporines de 3^{ème} et 4^{ème} générations autorisées uniquement dans des médicaments à usage humain. »

Ce plan se décompose en 40 mesures regroupées en 5 axes (*Annexe 1*):

- L'axe 1 concerne la sensibilisation aux **risques** de l'**antibiorésistance**.
- L'axe 2 développe les **alternatives** aux **antibiotiques**.
- L'axe 3 est une partie réglementaire encadrant les **pratiques commerciales** et les règles de **prescription** des antibiotiques.
- L'axe 4 vise, quant à lui, un **suivi** de l'**antibiorésistance** et des **consommations** d'antibiotiques vétérinaires.
- Enfin, l'axe 5 vise la **promotion** du **plan ecoantibio** à l'échelle européenne puis internationale.

Une directive retrouvée en annexe est particulièrement intéressante, puisqu'elle vise la « promotion des pratiques de traitement différencié au tarissement (réservant l'antibiothérapie aux animaux dépistés infectés ou aux animaux à risques particuliers de nouvelle infection pendant le tarissement)» (2).

Depuis le décret n° 2016-317 du 16 mars 2016 relatif « à la prescription et à la délivrance des médicaments utilisés en médecine vétérinaire contenant une ou plusieurs substances antibiotiques d'importance critique », il est **interdit** aux vétérinaires de prescrire des AIC en **prophylaxie**.

Seule la prescription en traitement **curatif** ou **métaphylaxique** est encore **autorisée**, mais sous trois conditions :

- La réalisation d'un **examen clinique** approfondi de l'animal par le vétérinaire lui-même (pas de prescription à distance)
- Le prélèvement d'échantillons biologiques et la réalisation de **bactériologies** afin d'identifier formellement la bactérie impliquée dans la pathologie
- La réalisation d'un **antibiogramme** confirmant la résistance naturelle ou acquise de la bactérie aux autres antibiotiques disponibles

Dans tous les cas le traitement par AIC ne doit pas excéder 1 mois, et le vétérinaire devra conserver pendant une durée de 5 ans les résultats des antibiogrammes ayant conduit à la prescription.

Notons cependant que les AIC peuvent encore être utilisés spontanément en situation d'urgence sous réserve de la réalisation d'une bactériologie et d'un antibiogramme. Les résultats doivent ensuite être obtenus sous 4 jours et le traitement réadapté (10) (77) (81).

Le 1^{er} avril 2017 est entré en vigueur le décret n°2016-1788 du 19 décembre 2016, relatif « à la transmission de données de cession des médicaments utilisés en médecine vétérinaire comportant une ou plusieurs substances antibiotiques ». Ce décret impose la **déclaration mensuelle** à l'ANSES, par les vétérinaires et les pharmaciens, de tous les **antibiotiques vétérinaires** et de tous les **antibiotiques humains à usage vétérinaire**, utilisés et vendus. Les laboratoires pharmaceutiques seront quant à eux, tenus à une déclaration annuelle de leurs ventes d'antibiotiques vétérinaires (59).

2-5- Coût des mammites subcliniques pour l'éleveur

D'après l'Institut de l'élevage, « les mammites constituent la **pathologie n°1** des élevages laitiers en France », et toucheraient plus de 40% des vaches en lactation sur notre territoire (Institut de l'élevage, 2008).

L'INRA et l'école vétérinaire de Nantes évaluent l'impact économique annuel des mammites à **230€ par vache** soit environ 32€ pour 1 000L de lait (107). Ces dépenses se répartissent, selon l'Institut de l'élevage, en deux catégories :

➤ Les « coûts directs »

Ils correspondent :

- Aux dépenses vétérinaires.
- Au lait non produit du fait de réformes prématurées.
- Au lait non commercialisé car écarté du tank suite à une antibiothérapie.
- A la baisse de production laitière induite par les mammites.

L'Institut de l'élevage précise d'ailleurs à ce sujet qu'à la CCSI de 400 000 cellules/mL il existe une baisse de production de 0,5 Kg de lait/vache/jour par rapport au seuil de référence de 200 000 cellules/mL, et une baisse de production atteignant 1 Kg/vache/jour en cas de CCSI supérieure ou égale à 800 000 cellules/mL (Institut de l'élevage, 2008).

➤ Les « coûts indirects »

Ils correspondent :

- Aux pénalités cellules imposées par les laiteries.
- Au temps perdu par l'éleveur pour soigner ses vaches soit environ 4h par mammite (Institut de l'élevage, 2008).

Pour illustrer les « **coûts directs** » évoqués dans cette partie, étudions les trois options qui s'offrent à l'éleveur face à une mammite subclinique en lactation.

➤ 1^{ère} Option

L'éleveur fait le choix de **ne pas traiter** la vache concernée par la mammite subclinique. Il prend alors le risque de voir augmenter son TCT et de se soumettre aux conséquences financières imposées par les laiteries. Nous détaillerons ces conséquences un peu plus bas.

➤ 2^{ème} Option

L'éleveur fait le choix de **traiter** la vache concernée par cette mammite subclinique. Pour avoir une idée des « coûts directs » engendrés par cette décision, prenons en exemple le traitement le plus couramment utilisé dans cette situation.

Une injection d'Amphoprim[®] par jour pendant 3 jours (représentant un coût total de 60€) couplé à une injection intramammaire de Mastijet[®] dans chacun des quatre quartiers (pour un coût total de 14€).

Sachant que le délai d'attente (à compter de la dernière administration) de l'Amphoprim[®] est de 2 jours et que celui du Mastijet[®] est de 4 jours ; le lait doit être rejeté du tank pendant un total de 5 jours (3) (5).

Etant donné que la production moyenne d'une vache est d'environ 27L par jour, la perte laitière s'élève à 135L soit un manque à gagner d'environ 44€.

Le **coût total** de cette 2^{ème} option est donc de 60€ + 14€ + 44€ soit **118€**.

➤ 3^{ème} Option

L'éleveur fait le choix de **réformer** la vache concernée par cette mammite subclinique. Etant donné que la production moyenne d'une vache est d'environ 27L par jour, et que la durée de lactation d'une vache est de 300 jours par an; la baisse de production laitière s'élèvera au maximum à 8100L soit un **manque à gagner maximum de 2657€** sur 1 an.

Pout illustrer maintenant les « **coûts indirects** » évoqués dans cette partie de notre étude, prenons un exemple.

Soit un élevage bovin de **67 vaches** assurant une production annuelle de **670 000L** de lait. Ce lait est rémunéré par la laiterie au prix normal correspondant à un TCT au seuil de référence compris entre 250 000 et 300 000 cellules/mL (*Annexe 6*).

Notons, pour finir qu'au premier trimestre 2017, le lait est rémunéré **328€/1000L** à l'éleveur. Cet élevage exemple reçoit donc un paiement annuel pour son lait de **219 760€**.

- Emettons maintenant l'*hypothèse n°1* que le TCT de cet élevage augmente pour se situer entre 300 000 et 400 000 cellules/mL.

L'éleveur perçoit une pénalité cellules de la part de sa laiterie s'élevant à 4€/1000L (*Annexe 6*). Le lait n'est donc plus rémunéré que **324€/1000L**.

Dans cette *hypothèse n°1*, l'élevage reçoit donc un paiement annuel de **217 080€** soit un **manque à gagner de 2 680€**.

- Prolongeons l'analyse avec l'*hypothèse n°2* et un TCT dépassant les 400 000 cellules/mL.

L'éleveur perçoit une sévère pénalité cellules de la part de sa laiterie s'élevant à 17€/1000L (*Annexe 6*). Le lait produit n'est donc plus rémunéré que **311€/1 000L**.

Dans cette *hypothèse n°2*, l'élevage reçoit donc un paiement annuel pour son lait de **208 370€** soit un **manque à gagner de 11 390€**.

- Admettons maintenant dans l'*hypothèse n°3*, que le TCT diminue en dessous des 250 000 cellules/mL.

L'éleveur perçoit alors un bonus équivalent à 1,5€/1000L (*Annexe 6*). Le lait est donc rémunéré au prix de **329,5€/1000L**.

Dans cette *hypothèse n°3*, l'élevage reçoit donc un paiement annuel pour son lait équivalent à **220 765€** soit un **bénéfice de 1 005€** par rapport au seuil de référence.

En conclusion, la réduction du nombre de mammites dans un élevage bovin laitier, constitue un enjeu économique majeur pour l'éleveur, d'où la nécessité de mettre en place des mesures de prévention efficaces pour lutter contre ces dernières.

3- Alternatives aux antibiotiques dans les mammites subcliniques

3-1- Cahier des charges de l'agriculture biologique en élevage bovin laitier

Les élevages « bios » doivent faire renouveler leur certification tous les ans.

3-1-1- Conversion à l'agriculture biologique

Un agriculteur souhaitant convertir son élevage à l'agriculture biologique doit prévoir deux ans, s'il souhaite faire une conversion simultanée de sa surface fourragère et de son troupeau, et deux ans et demi s'il souhaite faire une conversion progressive. Pendant cette période, le lait et tous les autres produits seront vendus en tant que produits conventionnels, même si l'exploitation respecte déjà le cahier des charges de l'agriculture biologique.

Si l'éleveur souhaite agrandir son troupeau laitier une fois la conversion terminée, il ne pourra acheter que des animaux bios. Cependant, en cas d'impossibilité de s'en procurer, l'agriculteur pourra acheter des femelles nullipares « non bios », à condition que leur nombre ne dépasse pas 10% du cheptel adulte total (23).

3-1-2- Habitat des vaches laitières

Dans la mesure où la météo le permet, les herbages sont l'habitat à privilégier pour le troupeau laitier. Ces derniers ne doivent pas être pâturés par plus de deux vaches (laitières ou réformées) par hectare, de façon à ne pas dépasser les 170 kg d'azote par hectare et par an.

Pendant la saison hivernale, le troupeau peut être logé dans des bâtiments à condition qu'ils soient naturellement éclairés et aérés. Les vaches doivent en outre, y posséder un espace minimum de 6 m² chacune en aire de couchage et 4,5 m² chacune en aire d'exercice. L'aire de couchage doit être impérativement recouverte par de la litière (la paille non bio est autorisée à condition qu'elle ne serve qu'à cet usage) et les tapis sont donc interdits (23).

3-1-3- Alimentation des vaches laitières

L'alimentation à privilégier pour le troupeau laitier est l'herbe fraîche, mais lorsque la saison ne le permet pas, une ration composée d'au moins 60% de fourrages (et d'au maximum 40% de concentrés) pourra être apportée.

Quoiqu'il en soit, tous les aliments distribués devront être bios.

En outre, il est demandé que l'élevage puisse vivre en autosuffisance en produisant au moins 60% de l'alimentation distribuée à son troupeau. En cas d'impossibilité, l'éleveur devra se fournir sur une autre exploitation « bio » de la même région (23).

3-1-4- Traitements

De manière générale les traitements allopathiques sont interdits. L'éleveur devra leur préférer des traitements alternatifs comme l'homéopathie ou l'aromathérapie et surtout mettre en place des mesures de prévention efficaces.

En agriculture biologique, une **vache laitière adulte ne peut pas recevoir plus de 3 traitements allopathiques par an**. Au delà de ce seuil son lait est déclassé pour 6 mois.

En cas d'obligation de réaliser un traitement allopathique, l'éleveur devra obligatoirement doubler le temps d'attente indiqué sur l'AMM ; si celui-ci est nul, un délai de 48h est systématiquement appliqué (23).

Quelques **exceptions** à cette règle cependant. Ne sont pas considérés comme traitements allopathiques :

-Les **antiparasitaires** internes et externes

-Les **vaccins**

-Les mesures de **prophylaxie obligatoires**

-L'**huile de foie de morue** dans l'alimentation

-Les **antiseptiques** externes

-Les injections d'oligo-éléments notamment le **fer**, l'**iode**, le **cobalt**, le **cuivre**, le **manganèse**, le **zinc**, le **molybdène** et le **sélénium**

-Un certain nombre de minéraux: le **sodium**, le **calcium**, le **phosphore**, le **magnésium** et le **soufre**

-Les **vitamines A, C, D et E** d'origine **naturelle**

Notons que l'usage des **acides-aminés** est **toujours interdit** (23).

Concernant le nettoyage et la désinfection de la salle de traite et des bâtiments d'habitation du troupeau laitier, seuls quatre produits sont actuellement autorisés : le lait de chaux, l'eau de javel, la soude et la potasse caustique.

Les désinfectants habituels (acides et bases) peuvent par contre être utilisés pour désinfecter la machine à traire (23).

3-2- L'homéopathie

3-2-1-Principes de l'homéopathie

Les trois grands principes de l'homéopathie sont : **similitude**, **infinitésimalité** et **globalité**.

Le **principe de similitude** repose sur la loi des semblables, contrairement à l'allopathie qui repose sur la loi des contraires.

Ainsi, l'administration à un individu malade d'une substance qui provoquerait les mêmes symptômes chez un individu sain, permet d'obtenir la guérison.

C'est ce qu'énonçait déjà Hippocrate : « La maladie est produite par les semblables et par les semblables que l'on fait prendre, le patient revient de la maladie à l'état de santé ».

Selon Hahnemann, les doses administrées doivent être plus faibles que les doses expérimentales pour obtenir les mêmes effets sans les aggravations ; c'est le **principe d'infinitésimalité**.

Enfin, le **principe de globalité** implique la prise en compte du malade dans son ensemble, avec sa constitution, ses diathèses, son environnement et sa capacité réactionnelle.

Un peu plus tard, Hering propose une **loi de guérison homéopathique** : « L'atteinte d'un organe périphérique réprimée par un traitement qui ne prend pas en compte la perturbation de l'énergie vitale qui en est à l'origine, peut provoquer un déplacement de la pathologie vers des structures biologiques plus profondes et donc vitales. »

Ainsi, toute guérison aura lieu du centre vers la périphérie et du haut vers le bas du corps. De même, les symptômes disparaîtront dans le sens inverse de leur apparition (Maillot, 2013).

3-2-2- Choix du remède

Le choix du remède homéopathique repose sur la recherche du **simillimum**.

Le simillimum est le remède homéopathique à la maladie qu'il provoque à forte dose.

Pour le déterminer, le prescripteur s'appuie sur le *Répertoire de la matière médicale* de Kent ou sur le *Synthesis*, deux ouvrages présentant pour chaque signe la liste des remèdes utilisables.

Afin d'identifier le simillimum, il est dans un premier temps nécessaire d'effectuer une **valorisation des symptômes** selon l'ordre suivant : en priorité les **signes mentaux**, puis les

signes généraux, les **modalités** et enfin les **signes locaux** : l'objectif étant d'obtenir un minimum de signes à valeur maximum.

Cette hiérarchisation des symptômes est d'autant plus importante dans les maladies chroniques, comme par exemple pour les mammites subcliniques.

L'objectif est ensuite de couvrir les signes du malade par les signes du remède, en déterminant le **remède commun** à presque tous les symptômes et le plus en haut dans la liste.

La recherche du simillimum nécessite donc une excellente connaissance pour l'éleveur de son troupeau laitier et correspond à un modèle de prescription **uniciste**.

Mais le simillimum est parfois difficile à déterminer, surtout pour un débutant. Dans ce cas, on prescrira selon un modèle **complexiste** un **mélange de similés** (c'est à dire de remèdes proches du simillimum) accompagné d'un **drainage**, en prenant soin d'alterner les remèdes (Labre, 2009 ; Maillot, 2013).

3-2-3- Hauteur de dilution

Une fois le ou les remèdes déterminés, il faut établir la dilution à laquelle ils seront administrés.

Il existe trois paliers de dilutions :

- Les **basses dilutions** entre 3 DH et 5 CH
- Les **moyennes dilutions** entre 7 et 9 CH
- Les **hautes dilutions** entre 12 et 30 CH

Les basses dilutions sont dans l'ensemble réservées aux signes **aigus, locaux** ou au **drainage**, tandis que les hautes dilutions sont prescrites pour les signes **chroniques, comportementaux** ou **nerveux**.

Cependant, plus la similitude entre la pathologie et le remède est étendue, plus la dilution sera élevée ; la dilution 30 CH étant réservée au **simillimum**.

En outre, plus la pathologie est **ancienne**, plus la dilution prescrite sera élevée.

Enfin, plus les signes sont **importants** et **prononcés**, plus la dilution sera élevée.

A l'inverse devant un animal **affaibli** aux émonctoires défailants, il faudra prescrire de basses dilutions que l'on augmentera ensuite progressivement, afin d'éviter tout risque d'aggravation de la pathologie (Maillot, 2013).

3-2-4-Rythme des prises

En règle générale, les basses dilutions nécessitent des **prises très rapprochées**, tandis que les hautes dilutions ne peuvent être administrées qu'**une fois par semaine** voire même qu'**une fois par mois**.

Les souches minérales ont une action dite plus profonde que les souches végétales, ainsi dès amélioration les prises de remèdes végétaux devront être espacées tandis que les remèdes minéraux devront être arrêtés (Maillot, 2013).

En présence d'un remède très proche du simillimum, une administration sous forme de **rafale** est appréciée :

- *Jour 1* : Remède à 3 CH en 3 prises
- *Jour 2* : Remède à 4 CH en 2 prises
- *Jour 3* : Remède à 5 CH en 1 prise
- *Jour 4* : Remède à 7 CH en 1 prise
- *Jour 5* : Remède à 9 CH en 1 prise
- *Jour 12* : Remède à 9 CH en 1 prise

Devant le simillimum, une administration **quotidienne** à **30 CH** est conseillée, en espaçant les prises dès amélioration (Issautier & Calvet, 1987).

3-2-5-Formes et voies d'administration

Il existe différentes formes pharmaceutiques de remèdes homéopathiques : les plus connues sont les **globules** et les **granules**, mais il existe également des solutions buvables et injectables, ainsi que des pommades intramammaires (Maillot, 2013).

Pour administrer un traitement homéopathique à une vache sous forme de granules ou de globules, il est possible de les diluer dans de l'eau afin d'obtenir une solution. Cette solution, tout comme une solution buvable classique, pourra être incorporée à la **ration** ou à l'**eau de boisson**, ou encore **pulvérisée sur les naseaux**.

Plus simplement, il est possible d'administrer directement les granules par **voie sublinguale** ou **vaginale**.

Pour une administration collective, par contre, il est plus pratique de diluer le remède dans de l'eau, que l'on pulvérisera ensuite sur la **ration** du troupeau (Issautier, 2013).

3-2-6- Principaux remèdes utilisés dans le traitement des mammites subcliniques

Pour traiter une mammite subclinique, il est d'abord important de **stimuler l'immunité**.

Pour cela, il est nécessaire d'administrer à la vache laitière 10 granules matin et soir de *Silicea 7 CH* pendant 8 jours puis une fois par semaine pendant 3 mois (Issautier & Calvet, 1987).

Si le germe dominant dans l'élevage a bien été identifié par bactériologie, on pourra utiliser un **biothérapeutique**, c'est à dire un produit non chimiquement défini (sécrétions, excréments pathologiques, produits d'origine microbienne ...).

Trois biothérapeutiques sont intéressants dans le traitement des mammites subcliniques :

- Colibacillinum* en cas de mammite subclinique à *E. coli*
- Staphylococcinum* en cas de mammite subclinique à *S. aureus*
- Streptococcinum* en cas de mammite subclinique à *S. uberis* (Labre, 2009)

Enfin, plusieurs **spécialités homéopathiques** peuvent être employées :

- **PVB Phytolac**[®]

Cette spécialité commercialisée par les laboratoires Boiron, contient **9 souches** homéopathiques (*Belladonna 5 CH*, *Apis mellifica 5 CH*, *Pulsatilla 5 CH*, *Staphylococcinum 5 CH*, *Streptococcinum 5 CH*, *Conium maculatum 5 CH*, *Phytolacca decandra 5 CH*, *Pyrogenium 7 CH*, *Hepar sulfur 7 CH*) et doit être administrée à raison de 5 mL deux fois par jour, une semaine par mois pendant 3 mois.

Le produit ne présente pas de délai d'attente mais le lait ne peut pas être livré pendant le traitement.

- **Dolisovet**[®]

Cette spécialité commercialisée par les laboratoires Boiron, contient **4 souches** homéopathiques (*Belladonna 1 DH*, *Calendula TM*, *Echinacea 1 DH* et *Dulcamara 1 CH*) et doit être administrée à raison d'une seringue intramammaire par quartier infecté, matin et soir pendant 3 à 5 jours.

Le produit ne présente pas de délai d'attente, mais le lait ne peut pas être livré pendant toute la durée du traitement (Issautier, 2013).

3-2-7- Principaux remèdes utilisés au tarissement

Les vaches ne présentant pas de mammites subcliniques au tarissement peuvent aisément être traitées par homéopathie afin d'éviter un recours inutile aux antibiotiques. Le tarissement devra alors être **progressif** : une traite seulement par jour pendant une semaine puis arrêt total et séparation du reste du troupeau laitier.

Deux protocoles de traitement au tarissement sont proposés :

Le premier protocole consiste à administrer quotidiennement, pendant les 8 jours précédant le tarissement, 5 granules de **Sulfur 30 DH**, de **Phosphorus 30 DH** et de **Silicea 30 DH**, puis un flacon complet d'**Orotar**[®] (*Salvia officinalis* 6 CH, 7 CH, 8 CH et 9 CH) le jour du tarissement et enfin 5 mL de la solution **PVB Drainage**[®] (*Berberis vulgaris* 3 CH, *Carduus marianus* 3 CH, *Chelidonium majus* 5 CH, *China* 3 DH, *Cynara scolymus* 3 DH, *Hydrastis canadensis* 3 CH, *Solidago virga aurea* 3 CH et *Taraxacum dens leonis* 3 DH) pendant les 10 jours suivant le tarissement et les jours précédant la mise-bas (Issautier, 2013).

Le second protocole de traitement consiste en une administration biquotidienne de 5 mL de **PVB Phytolac**[®] pendant les 5 jours précédant le tarissement, puis d'un flacon complet d'**Orotar**[®] pour stopper la sécrétion lactée et enfin d'une seringue intramammaire de **Dolisovet**[®] dans chaque quartier juste après la dernière traite.

On administrera ensuite quotidiennement pendant les 3 jours suivant le tarissement 10 granules de **Silicea 7 CH** pour stimuler l'immunité de la vache laitière (Issautier, 2013).

3-2-8- Isothérapie

3-2-8-1- Principe

Un **isothérapique** est un produit non chimiquement défini (sécrétions, excréctions pathologiques ou non, produits d'origine microbienne ...) préparé extemporanément à partir d'une souche fournie par la vache elle-même (Maillot, 2013).

3-2-8-2- Souches utilisables

Dans le cas des mammites subcliniques, la fabrication d'un isothérapique peut être intéressante. En effet, comme le dit M.N. Issautier, « les mammites subcliniques sont des pathologies de groupe » (Issautier, 2013).

On distingue deux types de souches utilisables pour la réalisation d'un isothérapique :

- L'**auto-sécrétion** :
Le prélèvement correspond au lait mammitique de la vache qui recevra l'isothérapique.
- L'**allo-sécrétion** :
Le prélèvement correspond au lait mammitique d'une autre vache (Maillot, 2013).

3-2-8-3- Préparation

Après réalisation d'un test CMT, l'éleveur prélève un échantillon de lait sur les quartiers positifs, et ajoute au prélèvement 9 fois son volume d'alcool à 45° pour préserver son caractère septique.

L'échantillon est ensuite transmis au laboratoire avec l'ordonnance du vétérinaire.

Une fois au laboratoire, l'isothérapique est ensuite obtenu par **déconcentrations** et **dynamisations** successives selon la **méthode hahnemannienne** ; le nombre d'opérations de déconcentrations définissant le degré de dilution du remède (Issautier, 2013).

Ainsi, si l'on mélange 1 part de souche à 9 parts de véhicule on obtient après dynamisation une dilution au 1 DH (Décimale Hahnemannienne).

A l'inverse, si l'on mélange 1 part de souches à 99 parts de véhicule on obtient après dynamisation une dilution au 1 CH (Centésimale Hahnemannienne).

Une fois la bonne dilution obtenue, la solution pourra être utilisée telle quelle en tant que solution buvable, ou pulvérisée sur des granules ou des globules (Maillot, 2013).

3-2-8-4- Prescription

L'isothérapique est ensuite administré aux vaches atteintes par une mammitite subclinique selon le protocole suivant :

-*Jours 1, 2 et 3* : Administration de l'isothérapique à **9 CH**

-*Jours 4, 7 et 10* : Administration de l'isothérapique à **12 CH**

-*Jours 13, 20 et 27* : Administration de l'isothérapique à **15 CH**

Puis, en cas de nécessité l'administration de l'isothérapique pourra être renouvelée tous les mois à la dilution de **30 CH** (Issautier, 2013).

3-2-9- Drainage

Le drainage permet d'éliminer les toxines du corps de la vache et d'assurer une régulation de ses organes.

3-2-9-1- Souches utilisables

Plusieurs souches homéopathiques ont des vertus drainantes. Parmi elles, on retrouve notamment *Nux vomica*, *Berberis*, *Solidago* et *Chelidonium*.

Berberis, *Solidago* et *Chelidonium* seront administrés à **basses dilutions** c'est à dire vers 3 ou 4 CH.

Nux vomica pourra quant à elle être administrée de deux manières : soit à **basse dilution** deux fois par jour pendant 5 jours, soit à **moyenne dilution** une fois par jour pendant 2 jours (Labre, 2009).

Des spécialités drainantes ont également été mises sur le marché, comme **PVB Drainage**[®] des laboratoires Boiron.

Cette dernière contient un mélange de **8 souches** homéopathiques (*Berberis vulgaris* 3 CH, *Carduus marianus* 3 CH, *Chelidonium majus* 5 CH, *China* 3 DH, *Cynara scolymus* 3 DH, *Hydrastis canadensis* 3 CH, *Solidago virga aurea* 3 CH et *Taraxacum dens leonis* 3 DH) et devra être administrée à raison de 5mL deux fois par jour pendant 3 semaines (Issautier, 2013).

3-2-9-2- Prescription

De manière générale, il est conseillé d'effectuer un drainage :

-A chaque **changement de saison**

-**Avant la mise bas**

-**Avant tout traitement antiparasitaire** afin de favoriser le métabolisme et l'élimination de ce dernier

-Face à une **vache sur-médicamentée** sur laquelle aucun autre traitement ne pourra être efficace tant que tous les résidus médicamenteux n'auront pas été éliminés (Issautier, 2013).

3-3- La phytothérapie

3-3-1- Principe

La phytothérapie correspond à l'utilisation **en nature** ou sous **formes galéniques peu élaborées**, de **plantes médicinales** pour traiter une pathologie.

Les plantes médicinales sont d'après la Pharmacopée française : « des drogues végétales qui peuvent être utilisées entières ou sous forme d'une partie de plante, et qui possèdent des propriétés médicamenteuses ».

Elles sont réparties en deux listes : la liste A qui comprend les « plantes médicinales utilisées traditionnellement », et la liste B qui regroupe « les plantes médicinales utilisées traditionnellement en l'état ou sous forme de préparation, dont les effets indésirables potentiels sont supérieurs aux bénéfices thérapeutiques attendus. »

L'article L-4211-1 du Code de la Santé Publique précise que « la vente des plantes médicinales inscrites à la pharmacopée est réservée aux pharmaciens sous réserve de dérogations établies par décrets ». Le décret du 22 août 2008 a ainsi sorti 148 plantes du monopole pharmaceutique.

3-3-2- Formes d'utilisation et voies d'administration des plantes médicinales

Il existe de nombreuses formes d'utilisation des plantes médicinales, regroupées en deux catégories : les **formes totales** et les **formes extractives**.

3-3-2-1- Les formes totales

Les formes totales de plantes médicinales correspondent aux **plantes sous forme broyée** et aux **plantes sèches**.

Les **poudres** sont obtenues par pulvérisation de la plante médicinale sur un broyeur puis tamisage.

Cette technique permet une incorporation facile dans les **blocs à lécher** des bovins.

L'inconvénient majeur de cette forme pharmaceutique réside dans l'altération rapide des qualités thérapeutiques de la plante par oxydation.

Les **plantes sèches** correspondent, quant à elles, à des plantes ou des parties de plantes médicinales séchées.

Elles sont ensuite utilisées pour pratiquer des **infusions**, des **décoctions** et des **macérations**, elles-mêmes destinées à être incorporées à la ration ou à l'eau de boisson du troupeau laitier.

- L'**infusion** est réalisée en versant 1 L d'eau bouillante sur 30 à 40 g de plantes sèches, puis en laissant infuser l'ensemble 10 minutes, avant de filtrer la solution obtenue. L'infusé produit peut ensuite être distribué au troupeau à raison de 100 mL pour 10 kg de poids.
- La **décoction** est une technique qui ne concerne que les parties non fragiles des plantes médicinales, c'est à dire les racines et les écorces. Ces dernières sont en effet directement placées dans une eau que l'on porte à ébullition. L'ensemble doit ensuite bouillir pendant 10 minutes avant d'être filtré.
- La **macération** consiste, enfin, à laisser en contact une plante dans de l'eau à température ambiante pendant une nuit.

Notons que quelque soit la technique employée parmi l'infusion, la macération et la décoction, l'eau utilisée doit être très peu minéralisée (Duhamel & Vaussard, 2013).

3-3-2-2- Les formes extractives

Les formes extractives regroupent de nombreuses formes pharmaceutiques, néanmoins rassemblées en deux catégories : les **extraits** et les **macérats**.

Les **extraits** sont des préparations liquides, semi-solides ou solides, obtenues par extraction des principes actifs de la plante médicinale par un solvant d'extraction (généralement de l'éthanol).

Ces formes peuvent ensuite être utilisées per os ou en application cutanée.

Les **macérats**, quant à eux, sont obtenus par macération au soleil dans un corps gras, de plantes médicinales fraîches, pendant 3 à 6 semaines. Le produit obtenu est ensuite filtré et appliqué sur la vache par voie externe (Duhamel & Vaussard, 2013).

Si l'on souhaite une activité locale de la plante, la macération devra avoir lieu dans de l'**huile d'olive** ; au contraire, si l'activité recherchée est une activité systémique , il vaut mieux utiliser de l'**huile de tournesol** (Goetz & Ghedira, 2012).

3-3-3- Principales plantes médicinales utilisées pour traiter les mammites subcliniques en lactation

Plusieurs options thérapeutiques ont été suggérées.

Tout d'abord, il est nécessaire de **drainer l'organisme** de la vache atteinte par une mammite subclinique, et de **stimuler son immunité** naturelle.

Parmi les plantes draineuses intéressantes, on retrouve : l'**artichaut** (*Cynara scolymus* L.), le **pissenlit** (*Taraxacum officinale* L.), l'**ortie** (*Urtica dioica* L.) et l'**épine-vinette** (*Berberis vulgaris* L.).

Le **thym** (*Thymus vulgaris* L.), la **grande gentiane** (*Gentiana lutea* L.), la **prêle** (*Equisetum arvense* L.) et la famille des **échinacées** (*Echinacea*), sont quant à elles de bons stimulants du système immunitaire.

Il est ensuite conseillé de distribuer dans l'alimentation des vaches atteintes, 770 g de **persicaire du Sénégal** (*Persicaria senegalensis* Meisn.) par jour pendant quelques jours, comme présenté dans la *Figure 19* (Jeune, 2011).



Figure 19 - *Persicaria senegalensis* Meisn. (56)

Une autre option thérapeutique préconise quant à elle, le **raisin d'Amérique** (*Phytolacca americana* L.), présenté dans la *Figure 20*.



Figure 20 - Phytolacca americana L. (94)

Pendant une semaine, l'immunité est stimulée, et les quartiers atteints sont pulvérisés avant chaque traite avec de l'extrait de raisin d'Amérique.

La semaine suivante, cette pulvérisation biquotidienne est poursuivie, mais on complète le traitement par l'application en post-traite sur les quartiers atteints, d'un mélange d'huiles essentielles de **palmarosa** (*Cymbopogon martinii* Roxb.) et de **laurier noble** (*Laurus nobilis* L.) dilué dans une huile végétale.

Cette technique serait très efficace à condition que l'éleveur intervienne très tôt, c'est à dire dès les premières augmentations de CCSI (Grosmond, 2012).

3-3-4- Principales plantes médicinales utilisées au tarissement

Quelques plantes médicinales encouragent un tarissement de la lactation, parmi elles, la **sauge officinale** (*Salvia officinalis* L.), la **petite-pervenche** (*Vinca minor* L.) et la **guimauve officinale** (*Althaea officinalis* L.).

L'administration per os ou en pulvérisation sur les quatre quartiers, d'extrait de **canne de Provence** (*Arundo donax* L.), illustrée dans la *Figure 21*, pendant les deux jours précédents le tarissement faciliterait ce dernier (Grosmond, 2012).



Figure 21 - Arundo donax L. (95)

3-4- L'aromathérapie

3-4-1- Principe

L'aromathérapie est la thérapeutique par les **huiles essentielles** extraites des végétaux.

La Pharmacopée européenne définit une huile essentielle comme « un produit odorant, généralement de composition complexe, obtenu à partir d'une matière première végétale botaniquement définie, soit par entraînement à la vapeur d'eau, soit par distillation sèche, soit par un procédé mécanique approprié sans chauffage ».

L'article L-4211-1 du Code de la Santé Publique précise, par ailleurs, qu'est réservée aux pharmaciens « la vente au détail et toute dispensation au public des huiles essentielles dont la liste est fixée par décret, ainsi que de leurs dilutions et préparations ».

Les huiles essentielles concernées sont effectivement fixées par le décret du 3 août 2007, et sont au nombre de 15 (la grande et la petite absinthe, les armoises communes, blanches et arborescentes, le cèdre blanc, l'hysope, la sauge officinale, la tanaisie, le thuya, le sassafras, la sabine, la rue, le chénopode vermifuge et la moutarde jonciforme).

Toutes les autres huiles essentielles n'appartiennent pas au monopole pharmaceutique, mais l'éleveur s'il souhaite s'en procurer hors d'une officine, devra s'assurer de leur qualité.

3-4-2- Toxicité des huiles essentielles

Les huiles essentielles sont des produits extrêmement concentrés qui présentent des risques de toxicité si certaines précautions ne sont pas respectées.

La principale toxicité rencontrée est une **toxicité cutanée**.

Les **coumarines** sont ainsi phototoxiques, les **phénols** dermocaustiques et les **phénylpropanoïdes** et les **aldéhydes** potentiellement allergisants.

Il existe un risque non négligeable de **toxicité neurologique** avec les huiles essentielles à **thuyones** et **pinocamphones**.

Enfin, un certain nombre d'huiles essentielles conduisent à des avortements.

Sont ainsi **contre-indiquées** chez la **vache gestante**, les huiles essentielles de :

- **Cannelle de Ceylan** (*Cinnamomum verum* J.Presl)
- **Cyprès** (*Cupressus sempervirens*. L.)
- **Clou de girofle** (*Syzygium aromaticum* L.)
- **Immortelle** (*Helichrysum stoechas* L.)
- **Menthe des champs** (*Mentha arvensis* L.)
- **Menthe poivrée** (*Mentha piperita* L.)
- **Origan compact** (*Origanum vulgare* L.)
- **Palmarosa** (*Cymbopogon martinii* Roxb.)
- **Sarriette** (*Satureja montana* L.)
- **Thym à thymol** (*Thymus vulgaris* L. *thymoliferum*) (Baudoux, 2001)

3-4-3- Mécanisme d'action antibactérienne des huiles essentielles

De nombreuses huiles essentielles possèdent une **activité antibactérienne**.

Parmi les plus connues on trouve les huiles essentielles de **thym à feuille de sarriette** (*Thymus satureoides* Coss.), de **sarriette** (*Satureja montana* L.), de **girofle** (*Syzygium aromaticum* L.) et de **tea tree** (*Melaleuca alternifolia* Cheel), mais les huiles essentielles de **cannelle** (*Cinnamomum verum* J.Presl), de **lavande vraie** (*Lavandula angustifolia* L.) et d'**eucalyptus radié** (*Eucalyptus radiata* Sieber ex DC.) sont également très efficaces (Grosmond, 2012).

L'activité antibactérienne des ces huiles essentielles provient de leur concentration particulière en **composés aromatiques antibactériens**, mais également de leur caractère **hydrophobe** qui leur assure un passage facilité des parois bactériennes (Baudoux, 2001).

Nous détaillerons donc ci-dessous, les grandes familles de composés aromatiques à l'origine des vertus antibactériennes des huiles essentielles.

- Les phénols

Parmi les phénols on trouve le **carvacrol** et le **thymol**, comme présenté dans la *Figure 22*, ainsi que l'**eugénol**, schématisé dans la *Figure 23*.

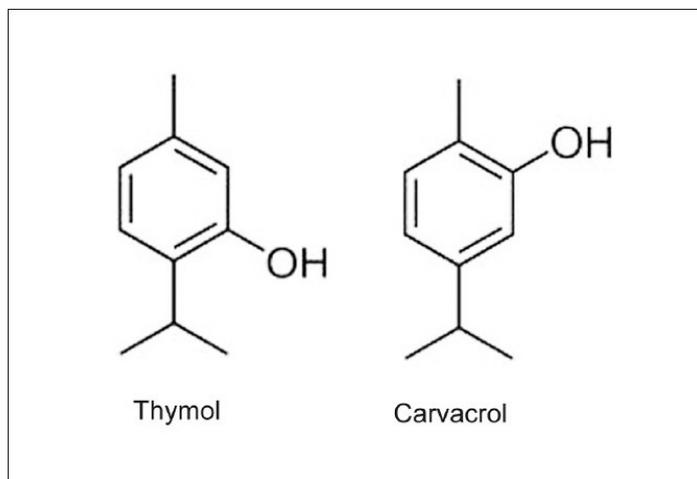


Figure 22 - Structure chimique du thymol et du carvacrol (89)

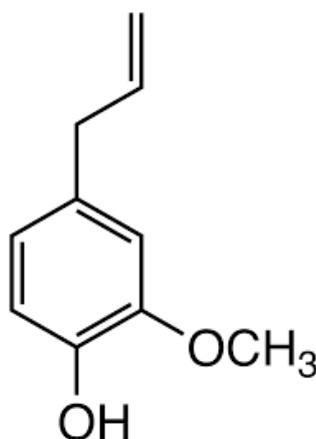


Figure 23 - Structure chimique de l'eugénol (88)

Ces composés aromatiques possèdent un large spectre antibactérien et agissent par destruction des membranes cellulaires.

Le carvacrol et le thymol exercent en outre, une activité efficace contre les bactéries à Gram-négatif en lysant leur membrane externe et en libérant leur lipopolysaccharide.

Ces composés phénoliques sont notamment retrouvés dans les huiles essentielles de **sarriette**, de **thym à feuille de sarriette**, de **girofle** et de **cannelle** (Baudoux, 2001).

- Les aldéhydes aromatiques

Le **cinnamaldéhyde** retrouvé dans l'huile essentielle de **cannelle de Ceylan**, et représenté dans la *Figure 24*, appartient à cette famille chimique.

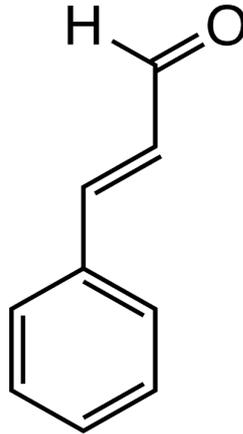


Figure 24 - Structure chimique du cinnamaldéhyde (36)

C'est un antibactérien puissant à large spectre (Baudoux, 2001).

- Les terpènes

Dans la famille des terpènes on rencontre le **para-cymène** (*Figure 25*), le **limonène** (*Figure 26*) et le **terpinène** (*Figure 27*), représentés ci-dessous.

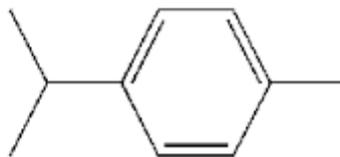


Figure 25 - Structure chimique du para-cymène (97)

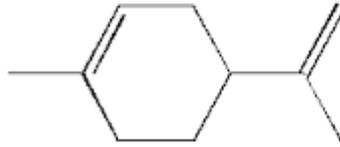


Figure 26 - Structure chimique du limonène (98)

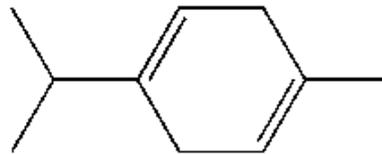


Figure 27- Structure chimique du γ -terpinène (96)

Ces produits entrent dans la composition des huiles essentielles de **sarriette** et de **tea-tree**, et exercent leur action bactéricide en produisant de l’ozone (Baudoux, 2001).

- **Les alcools terpéniques**

Le **linalol**, représenté dans la *Figure 28*, et le **terpinéol** illustré en *Figure 29*, appartiennent aux alcools terpéniques.

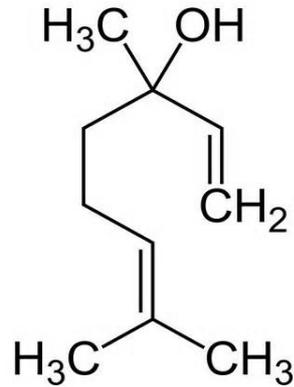


Figure 28 - Structure chimique du linalol (32)

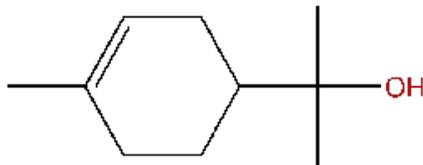


Figure 29 - Structure chimique de l' α -terpinéol (99)

Ce sont des anti-infectieux puissants, à large spectre exerçant également une action immunostimulante sur l'organisme.

Les alcools terpéniques sont notamment retrouvés dans les huiles essentielles de **lavande vraie** et d'**eucalyptus radié** (Baudoux, 2001).

- Les oxydes terpéniques

L'**eucalyptol** retrouvé notamment dans l'huile essentielle d'**eucalyptus radié**, et schématisé dans la *Figure 30*, appartient aux oxydes terpéniques.

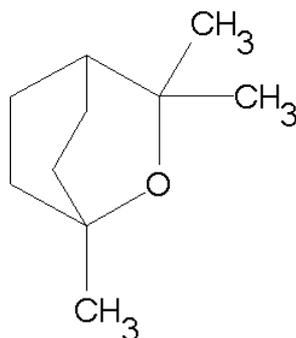


Figure 30 - Structure chimique de l'eucalyptol (82)

Ces produits exercent une action immunomodulatrice en augmentant les défenses immunitaires si cela est nécessaire ou en les diminuant en cas de réaction exagérée de l'organisme.

Notons cependant qu'il a été démontré une « **synergie des huiles essentielles** », de sorte que l'action antibactérienne de l'huile essentielle pure est supérieure à l'action antibactérienne de chacun de ces composés aromatiques pris indépendamment. Ce mécanisme est encore mal compris mais semble impliquer les composés dits « secondaires » (Baudoux, 2001).

3-4-4- L'aromatogramme

L'aromatogramme est l'équivalent chez les huiles essentielles de l'antibiogramme.

La bactérie à tester estensemencée, comme pour un antibiogramme, sur un milieu gélosé, puis les disques d'huiles essentielles à tester sont disposés sur la gélose, comme indiqué dans la *Figure 31*.

Après mise en contact pendant 24h, le potentiel inhibiteur des huiles essentielles sur la croissance bactérienne peut être évalué.

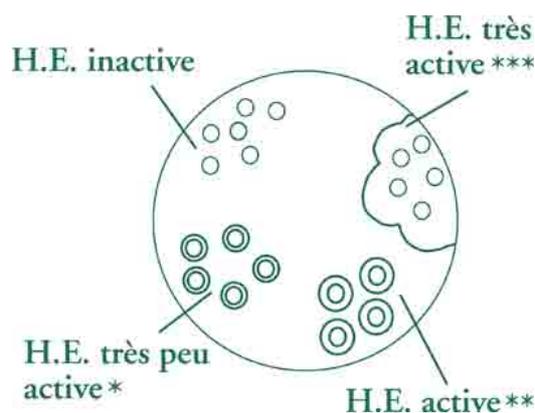


Figure 31 - Aromatogramme et potentiel inhibiteur des huiles essentielles sur la croissance bactérienne (14)

Ainsi, si la zone claire autour du disque d'huile essentielle est comprise entre 2 et 3 mm (*Figure 31*), l'huile essentielle bénéficie d'un bon effet bactéricide sur la bactérie.

Si cette zone claire dépasse les 3 mm, l'activité bactéricide de l'huile essentielle sur la bactérie est excellente (*Figure 31*).

Enfin, en l'absence de zone claire autour du disque (*Figure 31*), l'huile essentielle n'a pas d'activité sur la bactérie (Baudoux, 2001).

Mais l'aromatogramme, contrairement à l'antibiogramme, ne possède qu'une **valeur indicative**. En effet, compte tenu de la toxicité des huiles essentielles, les posologies administrées à l'animal sont généralement mille fois inférieures aux CMI (Concentrations Minimales Inhibitrices).

3-4-5- Les voies d'administration des huiles essentielles

Chez la vache laitière, les principales voies d'administration des huiles essentielles utilisées sont les voies orale et cutanée.

Les huiles essentielles peuvent être incorporées directement dans les blocs à lécher du troupeau, ou diluées dans une huile végétale que l'on disperse ensuite sur la ration.

Concernant la voie cutanée, deux types d'applications existent en fonction de l'huile végétale choisie comme véhicule.

Si l'excipient est de l'**huile d'olive**, l'action recherchée est une action **locale**, et le mélange d'huiles essentielles sera appliqué directement sur la zone à traiter, en massage.

A l'inverse, avec l'**huile de tournesol**, on vise une action **systémique**, et il est alors intéressant d'appliquer le mélange d'huiles essentielles en pour-on, sur le dos de la vache.

Notons que la voie intramammaire est également utilisable, et particulièrement intéressante pour traiter les mammites.

Les huiles essentielles diluées dans une huile végétale sont alors administrées dans le canal du trayon grâce à une seringue intramammaire (Lesot, 2006).

3-4-6- Principales huiles essentielles utilisées pour traiter les mammites subcliniques en lactation

Quelle que soit la pathologie à soigner il est généralement préconisé d'**associer 3 huiles essentielles** différentes : l'une pour traiter la **cause**, une deuxième pour traiter le **symptôme** et enfin une dernière pour stimuler l'**immunité** de l'organisme.

La posologie pour une vache laitière, correspond à 50 gouttes d'huile essentielle par jour soit approximativement 16 gouttes pour chaque produit.

La voie d'administration dépend quant à elle de la pathologie à traiter (Lesot, 2006).

Pour soigner une mammite subclinique en lactation par aromathérapie, il faut avoir de la patience et agir pendant au moins 10 jours.

Il est conseillé dans un premier temps de stimuler l'immunité de la vache, en appliquant en pour-on sur le dos de l'animal, un mélange d'huiles essentielles de **ravintsara** (*Cinnamomum camphora cineoliferum* L.) ou de **niaouli** (*Melaleuca quinquenervia* Cav.) de **laurier noble** (*Laurus nobilis* L.) et de **tea tree** (*Melaleuca alternifolia* Cheel), le tout dilué dans une **huile de tournesol**, pour une action systémique.

Pour renforcer l'effet, il est également possible d'appliquer quelques gouttes d'huile essentielle de **pin sylvestre** (*Pinus sylvestris* L.) au niveau des reins de l'animal, afin de stimuler la sécrétion de cortisone (Duhamel & Vaussard, 2013).

Après quelques jours de renforcement des défenses immunitaires, on peut passer à la phase de traitement.

On administre en intramammaire un mélange d'huiles essentielles de **thym à feuilles de sarriette** (*Thymus satureoides* Coss.), de **laurier noble** (*Laurus nobilis* L.), de **romarin à verbénone** (*Rosmarinus officinalis* L.) et de **tea tree** (*Melaleuca alternifolia* Cheel), le tout dilué dans une huile végétale (Duhamel & Vaussard, 2013).

Le lait des quartiers soignés par aromathérapie ne doit, certes, pas être livré pendant la durée du traitement, mais les huiles essentielles ont l'avantage de ne pas impliquer de délais d'attente (Lesot, 2006).

3-4-7- Principales huiles essentielles utilisées au tarissement

Comme pour un traitement homéopathique, l'aromathérapie au tarissement doit être réservée aux vaches laitières non atteintes par une mammite subclinique, pour lesquelles on souhaite éviter une infection pendant la période sèche tout en évitant un recours inutile aux antibiotiques.

Pour cela, on peut associer les huiles essentielles d'**eucalyptus citronné** (*Corymbia citriodora* Hook.) et de **lavandin** (*Lavandula hybrida* E.Rev. ex Briq.) à l'obturateur de trayon, le jour du tarissement.

Une autre option consiste à administrer per os, pendant les 10 jours qui suivent le tarissement, 5 gouttes d'huile essentielle de **saugue** (*Salvia officinalis* L.) (Jeune, 2011).

3-5- Autres thérapeutiques alternatives aux antibiotiques

3-5-1- Les obturateurs au sous-nitrate de bismuth

Depuis 2003, le laboratoire Zoetis commercialise l'**Orbeseal**[®], un obturateur de trayon contenant 1,858g de sous-nitrate de bismuth.

L'indication de ce produit est la **prévention des contaminations bactériennes** de la mamelle au cours de la période sèche chez la vache laitière. Il s'inspire, pour cela, du bouchon de kératine normalement synthétisé dans les jours suivant la dernière traite, et exerce un effet mécanique de barrière (Petit, 2013).

L'efficacité préventive de l'Orbeseal[®] serait au moins égale à celle des spécialités antibiotiques, et dure environ 100 jours (Remy, 2010).

Après la dernière traite, une seringue intramammaire d'Orbeseal[®] est administrée dans chacun des quatre quartiers, dans les conditions strictes d'asepsie évoquées dans la partie 2-3-2 du chapitre II.

A la reprise de la lactation, les bouchons de sous-nitrate de bismuth sont absorbés par le veau lors de ses premières tétés, et ce, sans danger pour lui.

Notons que la traite accidentelle d'une vache tarie par Orbeseal[®], n'entraîne pas de contamination du tank, contrairement à la traite d'une vache tarie par antibiotique.

Le sous-nitrate de bismuth n'est pas absorbable par la mamelle et ne possède donc aucune action curative. Le RCP précise ainsi, que son administration est **réservée** « **aux vaches considérées comme étant exemptes de mammites subcliniques** ».

En pratique, pour déterminer les vaches éligibles à l'administration d'un obturateur de trayon plutôt qu'un traitement antibiotique, on peut s'appuyer sur les conseils de l'Institut de l'élevage. Celui-ci stipule que l'Orbeseal[®] est réservé aux vaches :

-Exemptes de mammite clinique sur les trois derniers mois

- Dont les trois derniers CCSI sont inférieurs à **200 000** cellules/mL
- Appartenant à des élevages dont le TCT est inférieur à **250 000** cellules/mL (Petit, 2013).

Les vaches atteintes par une mammite subclinique peuvent cependant, elles aussi, recevoir un obturateur de trayon, à condition de percevoir préalablement une intramammaire d'antibiotique. Les deux injections sont réalisées à la suite l'une de l'autre, en terminant toujours par l'Orbeseal®.

L'association antibiotique-obturateur de trayon augmente les chances de protection contre une nouvelle infection pendant la période sèche ; cependant, le RCP du produit précise que seule l'association à la Cloxacilline a été testée.

Notons que si une mammite clinique survient pendant la période de tarissement malgré l'administration préventive de l'obturateur de trayon, l'éleveur devra impérativement traire le quartier atteint afin d'éliminer toute trace d'Orbeseal®. Ce dernier empêcherait en effet la diffusion du traitement intramammaire administré (Remy, 2010).

Deux autres obturateurs de trayons au sous-nitrate de bismuth existent sur le marché : **Mamiseal**® commercialisé par Ceva, et **Noroseal**® commercialisé par Bayer (Petit, 2013).

3-5-2- Les apports en oligoéléments, minéraux et vitamines

12 à 20% des mammites seraient dues à une mauvaise alimentation du troupeau laitier.

Les **oligoéléments**, les **minéraux** et les **vitamines** participent en effet activement à la stimulation des défenses immunitaires de la vache, apportant ainsi une aide précieuse dans le traitement des mammites subcliniques. Pire, leur carence serait directement responsable de mammites.

Or, l'herbe et les fourrages sont tous deux insuffisants pour couvrir les besoins nécessaires en oligoéléments, et ce, malgré leurs apports acceptables en vitamines et minéraux.

Par ailleurs, quelques situations caractéristiques comme la gestation, entraînent des chutes importantes des concentrations sanguines en vitamines et en oligoéléments. Les semaines précédant la mise-bas sont particulièrement à risques : en cause, une augmentation du volume de distribution, une fuite des éléments vers le veau et le colostrum, mais aussi une mauvaise alimentation des vaches tarées (Issautier, 2013).

Cependant, avant d'envisager toute complémentation artificielle, que ce soit en oligoéléments, en vitamines ou en minéraux, l'éleveur doit nécessairement pratiquer une analyse de la ration alimentaire de son troupeau laitier (vaches en lactation et tarées), afin de rectifier les éventuels déséquilibres par le biais d'**Aliment Minéraux Vitaminés** (AMV) (Remy, 2010).

Notons que la complémentation en oligoéléments ou minéraux sous forme chélatée est interdite en agriculture biologique (23).

3-5-2-1- Les apports en oligoéléments

Des apports journaliers suffisants en oligoéléments, notamment en zinc et en sélénium, contribuent à la **lutte contre les mammites**.

Or, les AJR (Apports Journaliers Recommandés) permettent, certes, d'éviter les carences, mais restent insuffisants au développement d'un **système immunitaire efficace**, obtenu pour des apports correspondants aux AJR + 20%.

Les oligoéléments participent également, au **système antioxydant**, qui protègent les lactocytes en luttant contre les radicaux libres (synthétisés notamment par les leucocytes lors du burst oxydatif) (Brulle, 2008).

Il est ainsi très utile de compléter les vaches atteintes par une mammite subclinique en oligoéléments, avant d'entamer un traitement : les défenses immunitaires ne s'en trouveront que stimulées.

Une à plusieurs **cures curatives** de 10 jours sont généralement préconisées.

Il est cependant, tout à fait possible de réaliser des **cures préventives**.

Pendant la mauvaise saison, il est ainsi conseillé d'alterner régulièrement 10 jours de chlorure de magnésium, 10 jours d'huile de poisson et 10 jours d'oligoéléments.

Le reste de l'année, 10 jours de chlorure de magnésium tous les deux mois peuvent suffire (Remy, 2010).

Signalons quand même que l'efficacité d'une cure en oligoéléments ne dépasse pas la durée de cette **cure + 20 jours**, et qu'il existe des **doses maximales** en oligoéléments au delà desquelles un risque d'intoxication est possible.

Trois oligoéléments paraissent essentiels au **traitement** et à la **prévention** des **mammites** : le **sélénium**, le **cuivre** et le **zinc**.

- **Le sélénium**

Le sélénium est impliqué dans la lutte contre le **stress oxydatif**, mais participe également au renforcement du **système immunitaire**, en favorisant notamment la phagocytose et la multiplication des lymphocytes lors d'une infection.

Son action protectrice agit en synergie avec la vitamine E.

Cet oligoélément est très présent dans l'herbe, mais très faiblement retrouvé dans l'ensilage et les concentrés, c'est pourquoi sa carence est fréquente à la mauvaise saison.

Les **AJR** sont de **0,1** mg par kg de matière sèche, mais dans une politique de **prévention des mammites** il est préconisé des apports équivalant à **0,3** mg de sélénium par kg de matière sèche.

Des cures d'un à deux mois peuvent être répétées dans l'année, principalement au moment du vêlage où l'on observe une fuite des oligoéléments vers le colostrum. Attention cependant aux **doses toxiques** qui correspondent à 5 fois les AJR soit **0,5** mg par kg de matière sèche (Brulle, 2008 ; Institut de l'élevage, 2008 ; Remy, 2010 ; Issautier, 2013).

- **Le cuivre**

Le cuivre renforce l'efficacité de la **phagocytose** et participe à la synthèse de la **kératine**, retrouvée notamment sur l'épithélium du canal du trayon et dans le bouchon synthétisé au tarissement.

Les **AJR** sont de **10** mg par kg de matière sèche, mais des apports quotidiens équivalents à **20** mg de cuivre par kg de matière sèche permettent une bonne prévention des mammites.

Il peut être utile comme pour le sélénium de pratiquer des cures d'un à deux mois régulièrement dans l'année, particulièrement à l'approche du vêlage, en prenant garde à ne pas dépasser les doses toxiques équivalentes à 3 fois les AJR soit **30** mg par kg de matière sèche.

Prendre garde aux apports en molybdène dans l'alimentation, car cet oligoélément bloque à la fois l'absorption du cuivre et du zinc.

Le cuivre est un oligo-élément très efficace en complément des traitements anti-infectieux, en association avec le **manganèse**, ou avec l'**or** et l'**argent**.

Pour traiter une mammite subclinique, il est ainsi conseillé d'alterner les deux associations à raison d'une prise par jour, 3 jours de suite par semaine pendant 3 semaines.

L'association cuivre-or-argent est également utilisable au tarissement, en suivant le protocole d'une prise par jour pendant 3 jours, à renouveler ensuite 4 fois pendant la période sèche (Brulle, 2008 ; Institut de l'élevage, 2008 ; Remy, 2010 ; Issautier, 2013).

- **Le zinc**

Le zinc est un oligoélément appartenant au **système antioxydant**, particulièrement actif sur les épithéliums mammaires.

C'est le **cofacteur** de plus de 200 enzymes (parmi elles l'anhydrase carbonique, la phosphatase alcaline et les ARN et ADN-polymérase), il participe à l'intégration de la cystéine dans la **kératine** et assure le métabolisme de la **vitamine A**.

Le zinc participe également au développement d'un **système immunitaire** compétent.

Les **AJR** sont de **50** mg par kg de matière sèche, mais des apports journaliers proches de **60** mg par kg de matière sèche permettent de lutter efficacement contre les mammites.

Les carences en zinc sont, malgré tout, fréquentes : en effet, les rations à base d'ensilage de maïs sont pauvres en cet oligoélément, de même que le foin récolté tard dans la saison. L'épandage d'azote dans les herbages a également des conséquences néfastes sur l'assimilation du zinc par la vache, de même que les rations trop riches en calcium (Brulle, 2008 ; Institut de l'élevage, 2008 ; Remy, 2010 ; Issautier, 2013).

3-5-2-2- Les apports en minéraux

- **Le calcium et le phosphore**

Ces deux minéraux sont des constituants du squelette ; ainsi, 99% du calcium de l'organisme et 70% du phosphore sont stockés dans les os. Les pourcentages restants

constituent la fraction libre sanguine utilisable et nécessaire à l'organisme pour de nombreuses réactions enzymatiques : la contraction musculaire (calcium) mais aussi le transport énergétique et le renforcement des membranes cellulaires (phosphore).

Trois hormones permettent de réguler les échanges de calcium et phosphore entre les compartiments sanguins et osseux, afin de maintenir des concentrations sanguines proches de 100 mg/L pour le calcium, et 50 à 60 mg/L pour le phosphore : il s'agit de la **parathormone**, de la **calcitonine** et de la **vitamine D3**.

La parathormone permet la libération du calcium et du phosphore du compartiment osseux vers le compartiment sanguin.

La calcitonine permet, quant à elle, de stocker le calcium et le phosphore sanguin dans le squelette.

Enfin, la vitamine D3, également appelée cholécalférol, constitue la forme active de la vitamine D et permet une régulation des concentrations sanguines en calcium.

Le calcium et le phosphore sont apportés par l'alimentation, mais une ration alimentaire normale ne couvre que 50 à 60% des besoins de l'organisme, bien que certains fourrages comme la luzerne, le trèfle, les betteraves, le colza et le chou soient particulièrement riches en calcium.

Ces deux minéraux sont ensuite éliminés dans les urines et dans le lait. Ainsi une vache en lactation perd 1,2 g de calcium et 0,9 g de phosphore par litre de lait produit, soit des pertes quotidiennes moyennes situées aux alentours de 30 g de calcium et 22 g de phosphore. Il est donc recommandé d'augmenter les apports en calcium et phosphore dans la ration alimentaire des vaches en fin de lactation, afin de leur permettre de reconstituer leurs réserves osseuses (Institut de l'élevage, 2008 ; Remy, 2010 ; Issautier, 2013).

A la mise-bas, la reprise de la lactation peut entraîner une hypocalcémie.

Si celle-ci est brutale, elle conduit à une **fièvre vitulaire**, également appelée « fièvre de lait ». Ce phénomène touche principalement les vaches multipares à forte production laitière, entre les 12 heures qui précèdent le vêlage, et les 48 heures qui le suivent. La vache s'affaiblit, se couche puis en l'absence de traitement, tombe dans le coma et meurt.

Cette situation est due à un excès de calcitonine qui empêche une mobilisation rapide des réserves de calcium et de phosphore osseux (106).

Alors en quoi les fièvres vitulaires augmentent-elles les risques de mammites ?

Tout d'abord, l'hypocalcémie entraîne une diminution de l'efficacité des contractions musculaires et donc une perte d'étanchéité du sphincter du trayon : les agents pathogènes pénètrent plus facilement et colonisent le canal du trayon.

Par ailleurs, le décubitus prolongé entraîné par la fièvre vitulaire favorise les mammites par augmentation du temps de contact mamelle-litière.

Enfin, l'augmentation des concentrations sanguines en cortisol observée dans cette situation, entraîne une baisse des défenses immunitaires de la vache atteinte.

Pour lutter contre ces phénomènes de « fièvres de lait », il faut donc prêter une grande attention à l'alimentation des vaches tarées, et veiller à ne pas commettre certaines erreurs (Bornot, 2015) comme :

➤ **Des apports excessifs en calcium**

Des apports quotidiens maximum de 3,5 g par kg de matière sèche sont préconisés afin d'éviter la mise au repos des mécanismes de régulation calciques, et donc la mobilisation trop lente des réserves à la reprise de la lactation.

➤ Une **alimentation trop riche en potassium**

Des apports quotidiens maximum de 5,2 g de potassium par kg de matière sèche sont conseillés pendant le mois précédent la mise-bas, car une alimentation riche en cations provoque une augmentation du pH sanguin et donc une inhibition des voies de mobilisation du calcium.

➤ Une **alimentation riche en phosphore** avant la mise-bas

Il est conseillé des apports quotidiens maximum de 2,2 g de phosphore par kg de matière sèche pendant la période de tarissement, puisque l'augmentation du phosphore sanguin entraîne une diminution de la vitamine D3.

➤ Une **suralimentation**

Elle conduit au syndrome dit de la « vache grasse » : le foie engraisé ne convertit pas convenablement la vitamine D2 (ergocalciférol) en vitamine D3 (cholécalfiérol).

➤ Un **déficit en magnésium**

Il est donc préconisé des apports de 1,2 g de magnésium par kg de matière sèche (Rérat, 2005) (50).

En outre, les vaches ayant déjà fait l'expérience d'une fièvre vitulaire peuvent être traitées préventivement par l'administration de calcium per os juste après le vêlage.

Une autre solution consiste à administrer pendant les 15 jours précédant et suivant le vêlage : 4 cp par jour d'**Ostéocynésine**[®] des laboratoires Boiron (*Calcarea ostreica* 3 DH, *Calcarea fluorica* 3 DH et *Calcarea phosphorica* 3 DH) ou 5 à 10 mL par jour de **Bonacalcil**[®] des laboratoires Bonapp (*Calcarea fluorica* 4 CH, *Calcarea ostreica* 4 CH et *Calcarea phosphorica* 4 CH) (Issautier, 2013).

- **Le magnésium**

Environ 70% du magnésium de l'organisme d'une vache est stocké dans son squelette. Les 30% restant correspondent à la fraction disponible dans le sang.

Les AJR en magnésium sont de **25 mg** par jour. Notons que le magnésium n'est assimilable qu'en présence d'apports corrects en sodium. Ce dernier est donc à laisser à disposition des vaches, qui régulent elles-mêmes leur consommation en fonction de leurs besoins.

Le magnésium est un minéral très peu présent dans les fourrages, c'est pourquoi il est souvent nécessaire d'assurer une complémentation sous forme de **chlorure de magnésium**, notamment à l'approche du vêlage.

Le chlorure de magnésium, en plus de son action à la fois **cholagogue** et **cholérétique**, stimule les mécanismes de la **phagocytose** et les **défenses immunitaires**.

Des cures régulières sont souvent mises en places, mais gare aux abus. Ainsi, les doses maximales à ne pas dépasser sont de **30 g par jour** et par vache à distribuer au maximum **une semaine par mois** (Institut de l'élevage, 2008 ; Remy, 2010 ; Issautier, 2013).

Il est utile d'effectuer des cures de 20g de chlorure de magnésium à diluer dans 1L d'eau une à deux fois par jour pendant 3 jours pour renforcer les défenses immunitaires et lutter contre les mammites. Le mélange ainsi obtenu est mélangé à l'eau de boisson, intégré aux concentrés ou pulvérisé sur le foin (Issautier, 2013).

3-5-2-3- Les apports en vitamines

Certaines vitamines participent, elles aussi, au système antioxydant et jouent donc un rôle majeur dans la santé mammaire. Outre la **vitamine C**, on retrouve la **vitamine A**, le **β -carotène** et la **vitamine E**.

Les vitamines antioxydantes sont apportées par les végétaux, mais ne se conservent qu'un mois après leur coupe, ce qui pose problème lorsque la saison des pâturages est terminée.

La supplémentation en vitamines A et E synthétiques est autorisée en agriculture biologique, seulement dans la mesure où les apports des aliments ou des vitamines naturelles sont insuffisants, et sera comptabilisée dans ce cas comme un traitement allopathique (23).

- **La vitamine A et le β -carotène**

Egalement appelée rétinol, la vitamine A est une vitamine liposoluble.

Outre son action **antioxydante** qui participe au maintien des épithéliums des acini et du canal du trayon, la vitamine A stimule l'**immunité cellulaire**, c'est à dire l'immunité impliquant les lymphocytes T. Elle intervient également dans la synthèse de la **kératine** et dans le **chimiotactisme des polynucléaires neutrophiles**.

La vitamine A est fournie à la vache par l'alimentation, et ses apports dépendent donc de la qualité de la ration : ainsi, le foin contient en moyenne 37 mg de vitamine A par kg, tandis que la paille et l'ensilage de maïs en contiennent moins de 4 mg.

Une alimentation trop riche en concentrés et apportant peu de fourrages conduira ainsi à une carence en vitamine A.

La qualité du foin distribué au troupeau laitier est donc primordiale, d'autant plus que la supplémentation artificielle est onéreuse.

Les AJR sont de **4200** UI (soit 1,27 mg) par kg de fourrage lorsque la ration est composée à moins de 40% de concentrés, mais sont augmentés à **6600** UI (soit 2 mg) en cas de ration composée à plus de 40% par des concentrés.

Pour lutter efficacement contre les mammites, sont conseillés des apports en vitamine A équivalents à **15 000** UI par jour soit 4,5 mg, **à doubler** les derniers mois de la gestation c'est à dire pendant la période de **tarissement** de la lactation.

Le β -carotène est le **précurseur** de la vitamine A, mais possède lui-même un rôle important, en participant au **système antioxydant**. C'est sous cette forme que la vitamine A est absorbée par la vache (Institut de l'élevage, 2008 ; Remy, 2010 ; Issautier, 2013).

- **Vitamine E**

La vitamine E ou α -tocophérol est une vitamine liposoluble, exerçant un effet préventif contre les mammites et limitant leur gravité en stimulant les mécanismes de la **phagocytose**. Cette vitamine possède également des propriétés **antioxydantes** lui permettant de lutter contre les radicaux libres.

Très présente dans l'herbe, sa carence est possible l'hiver en cas de ration trop riche en concentrés ou en présence de fourrage de mauvaise qualité.

La vitamine E exerce une synergie d'action avec le sélénium sur la **tonicité** du **canal du trayon**.

Les vertus préventives de la vitamine E sur les mammites s'exerceraient surtout pendant la période de tarissement et au début de la lactation.

Les AJR préconisés sont de **15** UI (soit 15 mg) de vitamine E par kg de fourrage lorsque la ration est constituée à moins de 40% de concentrés, et de **40** UI (soit 40 mg) de vitamine E par kg de fourrage lorsque la ration est constituée à plus de 40% de concentrés.

Cependant, des apports de **310** UI (soit 310 mg) par jour sont indispensables pour lutter efficacement contre les mammites.

Il est également conseillé de pratiquer une supplémentation avant la mise-bas. (Institut de l'élevage, 2008 ; Remy, 2010 ; Issautier, 2013)

Chapitre III -

PRÉVENTION DES MAMMITES SUBCLINIQUES

1- Biosécurité

La lutte contre les mammites subcliniques passe avant tout par la mise en place de mesures de prévention efficaces. La biosécurité, est ainsi définie par N. Vallarino comme étant « l'ensemble des pratiques ayant pour but de limiter la pression infectieuse dans un élevage », ou encore comme étant « l'ensemble des mesures destinées à protéger les animaux des contaminations par les agents pathogènes », comme l'énonce P. Le Cann (Vallarino, 2013 ; Le Cann, 2014).

On distingue deux types de biosécurité : la **biosécurité externe** qui consiste à limiter au maximum l'entrée de nouveaux pathogènes dans l'élevage, et la **biosécurité interne** qui prévoit de limiter la diffusion des pathogènes déjà présents dans l'exploitation (Vallarino, 2013).

La biosécurité est encadrée par des textes réglementaires.

Tout d'abord, la **charte des bonnes pratiques d'élevage bovin**, créée en 1999 par la Confédération nationale de l'élevage : elle regroupe actuellement plus des deux tiers des éleveurs français et liste sept mesures.

- 1- « Pour garantir la parfaite traçabilité de mes animaux j'assure leur identification selon les règles en vigueur. »
- 2- « Par respect pour la santé publique comme pour mes animaux je m'assure de la bonne santé de mon troupeau. »
- 3- « Pour la santé du consommateur et celle de mes animaux, je garantis à mes animaux une alimentation saine, équilibrée et tracée. »
- 4- « Pour la qualité sanitaire du lait que je livre, je garantis par mes pratiques l'hygiène de sa production. »
- 5- « Par respect pour mes animaux je leur assure de bonnes conditions d'hygiène et de bien-être. »
- 6- « Je participe à la protection de l'environnement. »
- 7- « Pour leur hygiène et leur confort, j'assure à mes veaux de boucherie des conditions de vie conformes à leurs besoins et à la réglementation » (Institut de l'élevage, 2008).

En 2006, l'Union européenne a, par ailleurs, mis en place le « **Paquet hygiène** » : cet ensemble de textes réglementaires a pour objectif de conduire à une « politique harmonisée pour assurer la sécurité sanitaire de l'alimentation humaine et animale », comme l'indique le ministère de l'agriculture et de la pêche dans sa brochure informative (13). Pour parvenir à cette sécurité sanitaire, les éleveurs peuvent s'appuyer sur des **Guides de Bonnes Pratiques d'Hygiène (GBPH)**, rédigés par des acteurs de leur filière puis validés au niveau national.

Enfin, la mise en place de l'**ASDA** (Attestation Sanitaire à Délivrance Anticipée), anciennement carte verte, permet un suivi des informations sanitaires lors de la vente d'un animal à l'abattoir ou à un autre éleveur. Elle renseigne sur les différentes pathologies présentes au sein de l'élevage vendeur, qu'elles soient réglementées ou non (Dudouet, 2004).

Parmi les facteurs de risques de contamination externe, on trouve : l'achat de nouveaux animaux et le contact entre troupeaux voisins d'herbage, l'épandage des effluents dans les prés sans respect des délais d'attente, la visite de l'élevage par des personnes extérieures à l'exploitation, et la présence des équarisseurs.

Les principaux risques de contamination interne concernent quant à eux, l'alimentation, l'habitat du troupeau et la pratique de la traite (Le Cann, 2014).

Tous ces risques de contamination augmentent avec la taille de l'élevage, d'où les nombreuses procédures actuellement engagées contre la ferme dite « des mille vaches ». Cette exploitation laitière d'échelle industrielle située dans le Somme, avait initialement pour vocation, lors du lancement du projet en 2009, de rassembler mille vaches en capacité de lactation, au sein d'une seule et même structure, et ce, sans compter les génisses. En 2013, l'état n'autorise finalement que la présence de 500 vaches, quota largement dépassé selon certaines sources. Moins de deux ans après la première traite, de nombreuses associations et d'anciens ouvriers dénoncent déjà des conditions d'hygiène déplorables, et un troupeau en mauvais état de santé (85).

Quelques mesures simples doivent systématiquement être appliquées dans les élevages afin de limiter les risques de contaminations :

- La mise en quarantaine systématique des animaux achetés en attendant les résultats des analyses biologiques.

- L'utilisation d'un local spécifique pour le vêlage

- L'utilisation d'un espace spécifique pour les animaux malades

- La désinfection des bottes et l'entretien régulier des pédiluves

- La désinfection régulière de l'habitat du troupeau

- Le stockage du lisier ou du fumier pendant au moins un mois et demi avant son épandage, sous une bâche et loin des bovins.

- Le respect d'un délai de trois semaines entre l'épandage et la remise en pâture du cheptel.

- L'analyse régulière de l'eau distribuée au troupeau si celle-ci n'est pas potable.

En cas de contamination bactérienne, la mise en place d'une pompe à chlore (0,3mg de chlore par litre d'eau) à la sortie du circuit d'alimentation est nécessaire.

- Un stockage de la paille et du foin dans des bâtiments parfaitement couverts et aérés, à l'abri des pigeons, des chiens et des rongeurs, ainsi que leur ensemencement éventuel par des bactéries lactiques (Grosmond, 2012).

- L'élimination systématique de toute remorque d'ensilage contenant un animal mort.

- Le pressage du foin et de la paille dans les meilleures conditions météorologiques possibles afin d'éviter la multiplication des colibacilles, champignons et autres moisissures.

- La séparation du matériel d'épandage et du matériel de distribution de l'alimentation (Le Cann, 2014).

Dans cette dernière partie, nous étudierons plus précisément les facteurs de risques de mammites subcliniques et les mesures de biosécurité interne à mettre en place pour limiter la contagion bactérienne.

2- La pratique de la traite

2-1- La préparation de la salle de traite

Avant de débiter la traite, l'éleveur doit tout d'abord préparer sa salle de traite. Il est conseillé dans un premier temps d'humidifier le sol et les murs, afin de limiter l'adhérence des salissures et des déjections, et ainsi, de faciliter le nettoyage en post- traite. Le matériel de traite, ainsi que le nécessaire de préparation de la mamelle, parfaitement propres et en bon état, doivent ensuite être préparés consciencieusement. Une fois ces différentes étapes réalisées, la machine à traire peut être démarrée. Dans l'hypothèse où le trayeur ne serait pas habituel, il devra s'informer avant de débiter sa mission des différents traitements en cours, afin d'éviter une erreur de traite qui contaminerait le tank (86).

L'éleveur peut ensuite rassembler ses vaches dans l'aire d'attente, elle aussi préalablement humidifiée, où elles attendront leur tour. L'aire d'attente doit répondre à plusieurs critères de qualité, afin d'obtenir de bonnes conditions de traite. Tout d'abord, son couloir d'accès doit être le prolongement de l'aire d'exercice : les largeurs des aires d'attente et d'exercice doivent donc être équivalentes pour assurer la libre circulation des vaches. Notons qu'il peut être utile de prévoir un accès direct à l'aire d'attente depuis l'extérieur, afin de permettre un curage et un nettoyage de la stabulation, l'été. La superficie minimale doit, en outre, être comprise entre 1,2 et 1,4 m² par vache. Le sol peut être plat ou incliné, à condition que la pente n'excède pas 3 à 10% et que la montée s'observe en direction de la salle de traite. Cette deuxième option est préférable pour deux raisons : premièrement, la position montante du sol incite les vaches à rejoindre la salle de traite, deuxièmement, l'inclinaison facilite le nettoyage et l'évacuation des eaux usées en post-traite. Le sol en béton ou en caillebotis, doit être raclé et lavé après chaque traite, afin de minimiser les risques de souillures de la mamelle. L'aire d'attente doit, de plus, être conçue dans le prolongement de la salle de traite, car les chemins sinueux stressent les vaches. Un ou deux couloirs d'alimentation en forme d'entonnoir permettent ensuite aux vaches de rejoindre calmement les quais de traite. L'éleveur pourra éventuellement se faire aider par une barrière poussante. Les vaches traitées, repartent enfin à la stabulation par un ou deux couloirs de retour d'au moins 90 cm de largeur (18).

Afin que la traite se déroule dans les meilleures conditions, le troupeau laitier doit être détendu.

Pour cela quelques règles simples sont à mettre en place :

- Prêter attention aux différences de luminosité entre les espaces, car les vaches y sont extrêmement sensibles, quand elles passent d'une zone sombre à une zone éclairée ou inversement.
- Prendre garde aux couleurs vives et aux objets qui peuvent surprendre.
- Limiter au maximum les changements de trayeurs, dans la mesure du possible, car les vaches ont un odorat très développé qui leur permet de reconnaître leur trayeur habituel.

- Respecter les horaires de traite et rester calme
- Ne pas faire patienter les vaches plus d'une heure et demie dans l'aire d'attente. Au delà il faut envisager une traite en deux groupes.
- Conserver une aire d'attente parfaitement propre
- Chauffer éventuellement la salle de traite en plein hiver pour respecter les conditions d'ambiance.
- Veiller à la bonne aération de l'aire d'attente et de la salle de traite (Séité & Rosat, 2008)

Toutes ces mesures peuvent sembler, une fois encore, contraignantes mais il en va de la performance de la production laitière et de l'état de santé du troupeau.

2-2- L'hygiène du trayeur

L'hygiène du trayeur doit être irréprochable. L'éleveur doit toujours garder à l'esprit qu'il produit un aliment, comme le rappelle si bien le slogan du Paquet hygiène : « **de la fourche à la fourchette** » (13).

Le trayeur doit se laver les mains et les avant-bras à l'eau et au savon désinfectant, et passer ses bottes au lave-botte, avant de toucher et d'installer son matériel de traite.

Une fois le troupeau laitier regroupé dans l'aire d'attente, l'éleveur se désinfecte à nouveau les mains, les avant-bras et les bottes, puis revêt une tenue réservée à la traite : des vêtements propres recouverts par un tablier et des manchettes ou par une combinaison.

En cas de mains gercées ou de blessures même légères, il est vivement conseillé au trayeur de porter des gants afin de limiter les risques de contamination bactérienne des mamelles, notamment par *S. aureus*. Ces gants en latex, vinyle ou nitrile doivent être changés régulièrement au cours de la traite et ne se substituent pas au lavage des mains. Ils doivent, en outre, être systématiquement jetés après la traite d'une vache mammitieuse afin de ne pas propager l'infection (86).

2-3- La préparation de la mamelle

La préparation de la mamelle est une étape majeure de la traite, et est en tout cas la plus connue. Elle assure deux fonctions primordiales : la **désinfection** des trayons et la **stimulation endocrinienne**.

- La désinfection des trayons

Une désinfection efficace doit assurer en plus du nettoyage, une élimination des bactéries, champignons et spores présents sur la peau des trayons.

L'objectif est double : empêcher la pénétration des pathogènes dans le canal du trayon mais également éviter une contamination du lait produit (86).

- La stimulation endocrinienne

Une préparation efficace doit mimer la tétée du veau, et conduire à la libération d'**ocytocine**. Cette hormone assure l'éjection du lait produit en intervenant sur la contraction des fibres musculaires présentes autour des acini (105).

Il existe actuellement de nombreuses techniques de préparation de la mamelle.

Pour déterminer la plus adaptée à l'élevage, le trayeur devra se baser sur plusieurs critères : l'efficacité de la désinfection et de la stimulation endocrinienne, la propreté des vaches, le temps de mise en place rapporté à la taille du troupeau laitier, et éventuellement le coût financier. Ce dernier critère est cependant discutable, puisqu'une bonne préparation de la mamelle peut permettre de réduire l'incidence des mammites et donc les dépenses qui y sont liées.

2-3-1- Les lavettes individuelles

La préparation de la mamelle par les lavettes individuelles consiste en un lavage des trayons à l'eau et au savon de traite, puis en un essuyage.

Les lavettes sont des carrés synthétiques ou en coton de 30 cm par 30, qui baignent dans un bain d'eau chaude et de savon de traite. Une fois essorées, leur face supérieure assure le nettoyage des quatre trayons de la vache, qui seront ensuite essuyés par leur face inférieure, ou mieux, par un papier à usage unique.

Au fur et à mesure de leur utilisation, les lavettes sont placées dans un second seau d'eau chaude afin de faciliter leur nettoyage et leur désinfection ultérieure.

Après la traite, les lavettes sont rassemblées et placées dans un seau d'eau chaude et de désinfectant chloré, dans lequel elles resteront jusqu'à la prochaine traite. A la traite suivante, l'éleveur devra rincer l'ensemble des lavettes à l'eau claire avant leur utilisation de manière à éliminer les résidus de désinfectants, irritants pour les trayons. Une autre technique, tout aussi efficace, mais plus rapide puisqu'elle ne nécessite pas de rinçage à la main, consiste à passer les lavettes dans la machine à laver (dédiée uniquement à cet usage) à 60°C.

Cette technique de préparation de la mamelle, **peu onéreuse**, est actuellement la plus rencontrée dans les élevages.

Très facile à mettre en place, ne nécessitant que **25 à 30 secondes** par vache, elle est particulièrement efficace pour nettoyer les trayons, même très sales, c'est pourquoi elle est

principalement adaptée aux élevages à **modèle environnemental** c'est à dire touchés par *S. uberis* ou *E. coli*.

Cette méthode assure, en outre, une **stimulation endocrinienne efficace**.

Plusieurs mesures d'hygiène sont cependant à rappeler quant à l'utilisation des lavettes.

Tout d'abord, une lavette ne doit servir qu'à une seule et même vache afin d'éviter une transmission de pathogènes entre les mamelles; mieux, des trayons très sales nécessitent l'emploi de deux lavettes.

De plus, le bon entretien des lavettes entre les traites est primordial ; dans le cas contraire, elles peuvent facilement devenir de véritables bouillons de culture (Remy, 2010).

2-3-2- La douchette

La préparation de la mamelle par la douchette, consiste en un nettoyage du trayon à l'eau puis en un essuyage.

Le jet d'eau, d'un faible débit est orienté en direction des trayons.

La difficulté consiste alors à ne mouiller que les trayons et non la mamelle. En effet si la mamelle est arrosée on observera des écoulements d'eau au cours de la traite, donc des glissements de la griffe et une augmentation du risque de contamination bactérienne. Les pis sont nettoyés à la main et essuyés avec une lavette propre ou un papier à usage unique.

Cette méthode certes, **peu onéreuse**, nécessite **au moins 35 secondes** par vache, et est en plus difficile à mettre en œuvre, les risques de mouiller la mamelle étant élevés.

Elle n'encourage en outre pas la lactation, car la stimulation se limite à l'essuyage du pis.

Cette méthode de préparation de la mamelle doit donc être réservée aux mamelles **extrêmement sales**, correspondant à un élevage à **modèle environnemental**, et doit être **obligatoirement complétée** par une autre technique (Remy, 2010).

2-3-3- Le pré-trempage ou pré-moussage

Le pré-trempage (également appelé pré-moussage) est une méthode de préparation de la mamelle réservée aux **trayons propres**.

Cette méthode est cependant bien plus efficace que la méthode dite des lavettes, car elle assure une meilleure désinfection des trayons.

Les quatre trayons sont introduits les uns après les autres, dans un gobelet de trempage, où baigne une solution moussante ou désinfectante. Après un temps de contact suffisant, fonction du produit utilisé, mais généralement compris entre 15 et 30 secondes, ils peuvent être

essuyés avec une lavette propre ou mieux avec un papier à usage unique. Cette dernière étape est très importante puisqu'elle constitue la seule forme de stimulation de la mamelle. Suivant les élevages, le trayeur s'orientera sur le choix d'une solution moussante ou désinfectante. Si dans l'élevage, le modèle prédominant est le **modèle environnemental**, un produit **moussant** sera plus adapté, alors qu'un produit **désinfectant** sera privilégié en cas de **modèle contagieux** (Dumas, 2004).

Cette méthode de préparation de la mamelle est actuellement **la plus efficace pour lutter contre les mammites**. Bien qu'elle ne nécessite que **25 à 30 secondes** par vache, elle est tout de même **onéreuse**, et assure une stimulation endocrinienne moins efficace qu'avec les lavettes.

Il existe actuellement sur le marché, de nombreux produits de pré-trempage et pré-moussage, généralement à base d'acide lactique ou de dérivés chlorés, voire d'une association des deux (Remy, 2010).

2-3-4- La serviette désinfectante

La technique de la serviette désinfectante est la dernière méthode de préparation de la mamelle présentée ici, mais aussi la plus **onéreuse**. Elle est réservée, comme la technique du pré-trempage, aux mamelles **propres**, et donc plutôt aux élevages à **modèle contagieux**.

Les trayons sont désinfectés grâce à la serviette désinfectante à usage unique. Après un temps de contact variable suivant le produit utilisé, mais généralement compris entre 15 et 20 secondes, les griffes peuvent être posées sans essuyage. Cette méthode est donc très rapide, environ **15 secondes** par vache, mais ne doit pas être bâclée, si l'on veut assurer une stimulation correcte de la mamelle (Remy, 2010).

Notons que les désinfectants peuvent aggraver la peau des trayons, il est donc intéressant de compléter l'action par un produit dit cosmétique tel la graisse à traire[®], qui va protéger la mamelle et ainsi faciliter la traite (Dumas, 2004).

2-4- Techniques de traite

2-4-1- Les différentes salles de traite

L'installation d'une nouvelle salle de traite représente un investissement très important pour l'éleveur. Il la conservera pendant de nombreuses années, c'est pourquoi son choix doit être réfléchi.

Il existe trois modèles de salle de traite : la **salle de traite en épi**, la **salle de traite TPA** et le **roto-tandem** (21).

2-4-1-1- La salle de traite en épi

La salle de traite en épi correspond à une salle de traite séparée en deux quais contenant plusieurs postes chacun, comme indiqué sur la *Figure 32*.

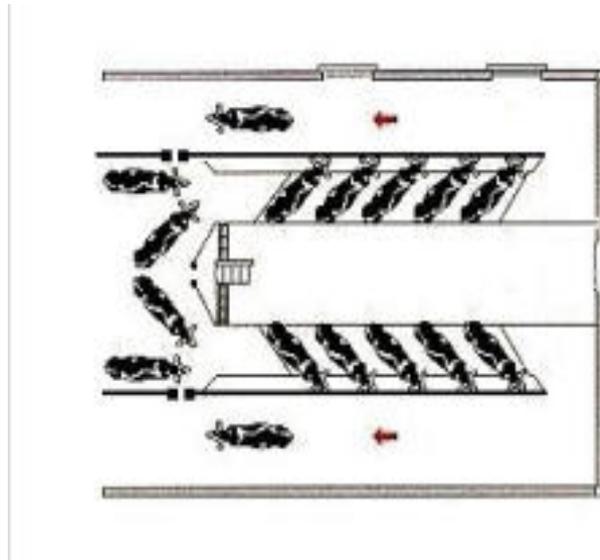


Figure 32 - Modèle d'une salle de traite en épi avec angle de 30° (41)

Les vaches sont traitées en même temps, les unes à côté des autres, en biais par rapport à l'éleveur situé dans la fosse, suivant un angle variable pouvant aller de 30° (*Figure 32*) à 60° (Institut de l'élevage, 2009).

Le modèle en épi permet une traite plus rapide que le modèle TPA (Traite Par l'Arrière). En effet les vaches étant en biais par rapport à l'éleveur, leur mamelle est beaucoup plus facilement accessible (Remy, 2010). L'inconvénient réside dans l'augmentation des

risques encourus par le trayeur, plus proche également des coups de pieds et des éclaboussures de bouses (43).

Notons, par ailleurs, que le modèle en épi multiplie les déplacements de l'éleveur par rapport aux deux autres modèles.

Ce type de salle de traite est dans tous les cas à éviter si le troupeau laitier dépasse les 60 vaches (Remy, 2010).

2-4-1-2- La salle de traite TPA

La salle de traite TPA ou salle de Traite Par l'Arrière est également séparée en deux quais de plusieurs postes, comme illustré dans la *Figure 33*.

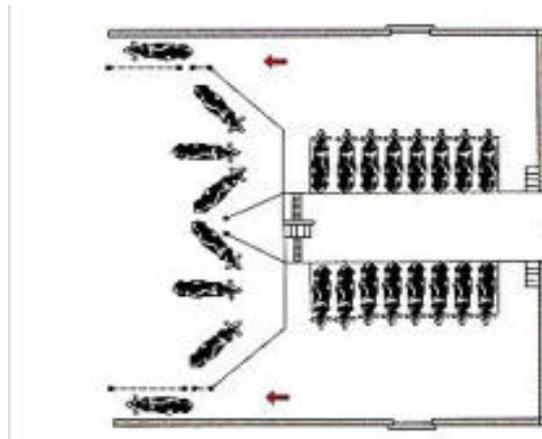


Figure 33 - Modèle d'une salle de traite TPA (41)

La différence avec la salle de traite en épi réside uniquement dans le degré d'inclinaison des vaches : dans le modèle TPA les animaux forment un angle de 90° par rapport à l'éleveur qui est dans la fosse (*Figure 33*) (Institut de l'élevage, 2009).

L'angle formé entre la vache et le trayeur dans ce modèle, assure certes, une meilleure sécurité versus celui de la salle de traite en épi (moins de risques d'éclaboussures de bouses et aucun risque de coups de pieds) (43) mais complique l'accès aux mamelles. L'éleveur est obligé de passer le faisceau trayeur entre les postérieurs des vaches ; deux conséquences importantes à cela :

-Une augmentation des temps de traite

-Une augmentation des **risques de mammites de traite** (Remy, 2010)

Les salles de traite en épi et les salles de traite TPA sont les deux modèles les plus classiquement rencontrés en élevage bovin laitier. Ils sont adaptés aux troupeaux laitiers de **moins de 90 vaches**.

Le prix de leur installation est par ailleurs plus abordable que celui d'un roto-tandem ou d'un robot de traite (Institut de l'élevage, 2009).

2-4-1-3- Le roto-tandem

Le roto-tandem correspond à une salle de traite tournante, permettant de traire jusqu'à 24 vaches simultanément.

Ce modèle est adapté à des troupeaux laitiers de plus de 100 vaches, puisqu'il permet une diminution importante du temps de traite par vache.

Il existe deux types de roto-tandems : le **roto-tandem extérieur** et le **roto-tandem intérieur** (Institut de l'élevage, 2009).

- Le roto-tandem intérieur

Le trayeur se place à l'intérieur du roto-tandem et traite les vaches de la même façon que dans le modèle salle de traite **en épi**, comme indiqué dans la *Figure 34*.



Figure 34 - Modèle de roto-tandem intérieur (41)

- Le roto-tandem extérieur

Le trayeur se situe à l'extérieur du roto-tandem, comme en *Figure 35*, et traite les vaches par l'arrière de la même façon que dans le modèle salle de traite **TPA**.

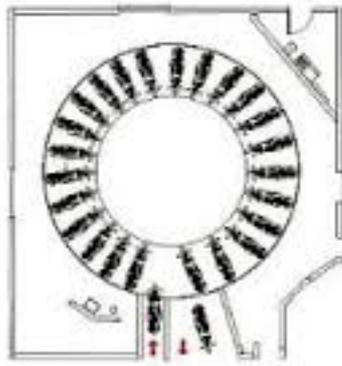


Figure 35 - Modèle de roto-tandem extérieur (41)

Le roto-tandem présente de **nombreux inconvénients d'un point de vue de la prévention des mammites**. En effet, le trayeur est obligé de suivre le rythme imposé par la plaque tournante. Conséquences : le temps consacré à la préparation de la mamelle est extrêmement réduit et l'éleveur est parfois contraint de supprimer les soins accordés en post-traité (Remy, 2010).

Notons par ailleurs que ces facteurs de risques de mammites s'additionnent à ceux de la TPA dans le cas du roto-tandem extérieur, puisque l'éleveur est ici également contraint pour fixer le manchon trayeur de passer entre les postérieurs de la vache (43).

Si une exploitation équipée de ce système de traite souhaite cependant s'investir dans une politique de réduction des mammites cliniques et subcliniques, elle doit respecter les mesures suivantes :

- Accorder une extrême importance à l'**hygiène du troupeau laitier** car les temps de préparation de la mamelle en salle de traite sont réduits par rapport aux autres modèles.
- **Diminuer la vitesse** de la plaque tournante dans le cas d'un **roto-tandem intérieur**, afin d'assurer une meilleure préparation de la mamelle.
- **Traire à deux** dans le cas d'un **roto-tandem extérieur** afin de permettre une bonne préparation de la mamelle et un post-trempage (Remy, 2010).

Le roto-tandem, en plus d'être un facteur de risques très important de mammites de traite, est **très onéreux**, parfois même plus coûteux qu'un robot de traite.

En effet, son installation nécessite un très grand espace et donc souvent la construction d'un nouveau bâtiment. De plus, ce système de traite rend l'utilisation des bidons de dérivation très compliquée d'où la nécessité de s'équiper d'une cuve, voire d'un lactoduc secondaire (répondant aux mêmes normes que le lactoduc principal).

Le prix d'une telle installation est ainsi environ 40% plus élevé que celui d'une salle de traite classique (épi ou TPA) (92).

2-4-2- Le robot de traite

Le robot de traite permet de traire les vaches en l'absence de l'éleveur, ce qui constitue un gain de temps énorme pour ce dernier. Il est économiquement envisageable à partir de 50 vaches laitières.

Contrairement aux salles de traite qui constituent un bâtiment spécifique bien que dans la continuité du logement du troupeau laitier, le robot de traite est directement intégré à la stabulation, comme dans la *Figure 36*. Les vaches sont donc libres de s'y rendre à l'heure qu'elles le souhaitent et autant de fois qu'elles le veulent (Institut de l'élevage, 2009).



Figure 36 - Le robot de traite de Delaval® (101)

L'éleveur attire ses vaches via un concentré appétant. Une fois entrée dans le robot, la vache est reconnue par son collier électronique, et l'ordinateur peut alors enregistrer toutes les informations la concernant (conductivité électrique du lait, présence de sang dans le lait, mais aussi volume/temps de traite) et les transmettre en direct à l'éleveur (22).

Le robot de traite le plus répandu sur le marché français est le robot Delaval®, bien que d'autres marques existent sur le marché (Lely®, RMS®, Fullwood®, Christensen®).

Il a été conçu pour assurer toutes les étapes d'une bonne hygiène de traite à la place de l'éleveur:

- Un lavage des trayons à l'eau tiède et à l'air
- Une stimulation de la mamelle
- Une extraction des premiers jets de lait
- Un séchage des trayons
- Une pulvérisation des trayons en post-traite
- Un rinçage et un égouttage des manchons entre chaque vache suivi éventuellement d'une désinfection.

Le robot est, par ailleurs, muni d'un pare-bouse permettant d'éliminer immédiatement les excréments en dehors de la stalle de traite, et assure son auto-nettoyage entre deux vaches.

Le robot de traite permet donc une **bonne hygiène de traite** ainsi qu'une **détection précoce des mammites**. Son inconvénient réside (en plus de son coût et des contraintes liées à son installation) dans l'alimentation, car c'est tout le modèle alimentaire de l'exploitation qui doit être repensé.

On constate ainsi une augmentation importante des consommations d'aliments concentrés simultanément à la très forte diminution de la consommation d'herbe, du fait de la difficulté de relier directement les prés au robot de traite (42).

En conclusion, pour assurer une bonne **surveillance** de la santé mammaire des animaux ainsi qu'une **prévention** efficace des mammites de traite, l'éleveur doit opter pour un modèle de **salle de traite en épi**, un **robot de traite** ou un **roto-tandem intérieur** à condition de ralentir la plaque tournante.

Nous émettons cependant un bémol sur le robot de traite qui, bien qu'il respecte l'hygiène mammaire et participe à la détection précoce des mammites, implique une réduction majeure du pâturage et une surconsommation d'aliments concentrés difficilement compatible avec une bonne prévention des mammites par l'alimentation (comme nous l'avons évoqué dans la partie 3-5-2 du Chapitre II).

2-4-3- Réalisation de la traite en modèle salle de traite

Nous expliquerons dans cette partie les différentes étapes de réalisation de la traite en modèle salle de traite (épi, TPA et roto-tandem).

- **Repérage des vaches**

Tout d'abord, le trayeur doit repérer les vaches en traitement, identifiées par un signe distinctif, afin de ne pas contaminer son tank par une erreur de traite.

Par ailleurs, et afin d'éviter tout risque de contamination entre les vaches, un ordre de traite précis est à respecter ; seront donc traitées en premier les vaches saines, puis les vaches atteintes par une mammite subclinique et enfin les vaches atteintes par une mammite clinique et dont le lait devra systématiquement être séparé (86).

Notons qu'il est indispensable d'utiliser un manchon trayeur spécifique pour les mamelles contaminées, qui sera en plus désinfecté entre chaque vache par passage d'eau à 85°C pendant au moins 5 secondes (Institut de l'élevage, 2009).

- **Élimination des premiers jets du lait**

L'élimination des premiers jets du lait est impérative puisque les premiers millilitres sont souvent pollués par des bactéries. Ces dernières sont éliminées de la mamelle par le flux laitier, comme nous l'avons étudié dans la partie 3-3-1 du Chapitre I. Il faut donc éliminer les

premiers jets du lait avant tout nettoyage ou désinfection sous peine de recontaminer les trayons (Remy, 2010).

A chaque traite, l'éleveur doit, de toute façon, procéder à un examen des premiers jets du lait sur un bol à fond noir. A défaut l'observation se fera directement sur le sol de la salle de traite dans des carrés noirs peints à cet effet, mais cette alternative est à éviter pour limiter les risques de transmissions bactériennes.

Cet examen est primordial dans la mesure où il assure une détection précoce des mammites cliniques via une variation de la consistance et de la couleur du lait (Institut de l'élevage, 2009).

- **Nettoyage des trayons - Stimulation de la mamelle**

Cette étape correspond à la phase de préparation de la mamelle comme nous venons de l'étudier dans la partie 2-3 de ce chapitre III.

La stimulation doit être suffisante pour assurer une éjection efficace et rapide du lait.

- **Mise en place du faisceau trayeur**

La mise en place du faisceau trayeur sous la mamelle doit avoir lieu très vite après la fin de la stimulation : idéalement dans les 30 secondes à 1 minute qui suivent avec un maximum autorisé de 2 minutes. Ce délai passé, il faudra entreprendre une nouvelle stimulation de la mamelle (86).

- **Post-trempage**

Cette étape, bien que vivement conseillée, n'est pas obligatoire. Elle intervient juste après le décrochage du manchon trayeur, mais nous l'évoquerons plus en détails dans la partie 2-6-2 de ce Chapitre III.

2-4-4- Rôle de la machine à traire dans la contamination des trayons

La machine à traire intervient directement dans la transmission des bactéries de mamelle à mamelle et de trayon à trayon.

Ce mode de contamination correspond au **modèle contagieux** appelé également **modèle de traite**, et est représenté majoritairement par *S. aureus* et *S. uberis* (Remy, 2010).

2-4-4-1- Transmission des germes de vache à vache

Les bactéries présentes sur les trayons d'une vache ou dans le lait d'une vache atteinte par une mammite subclinique vont contaminer d'autres vaches par l'intermédiaire des **manchons trayeurs**.

Deux causes possibles à cette situation : la mamelle a été mal préparée avant la traite et il reste de nombreuses bactéries à la surface des trayons, ou bien une vache saine a été traitée avec la même griffe qu'une vache mammitique, sans précaution particulière.

Afin d'éviter au maximum la transmission de bactéries de vache à vache, plusieurs mesures sont à mettre impérativement en place :

- Pratiquer une préparation de la mamelle efficace de préférence avec un **pré-trempage** pour éliminer un maximum de bactéries.
- **Identifier** clairement les vaches atteintes par une **mammite clinique** ainsi que les vaches ayant récemment mis bas afin de séparer leur lait.
- **Identifier** si possible les vaches atteintes par une **mammite subclinique**.
- **Réserver un faisceau trayeur** aux vaches atteintes par une mammite (qu'elle soit clinique ou subclinique) et aux jeunes vèlées.
- **Désinfecter** systématiquement tous les manchons du faisceau trayeur après la traite d'une vache contaminée ou récemment vèlée, par passage d'eau potable à 85°C sur les manchons pendant quelques secondes ou par pulvérisation d'une solution désinfectante suivie d'un rinçage à l'eau tiède.
- Traire les vaches mammitiques ainsi que les vaches vèlées récemment **en dernier** et si besoin créer un groupe de vaches à mammites (Remy, 2010).

En conclusion, les transmissions bactériennes de vache à vache au cours de la traite sont dues à une **mauvaise hygiène de traite**.

2-4-4-2- Transmission des germes de trayons à trayons sur une même vache

Les bactéries présentes dans un quartier contaminé chez une vache peuvent envahir les autres quartiers au cours de la traite. En cause, un mauvais réglage ou entretien de la machine à traire, voire une inadaptation du système de traite à la morphologie du troupeau laitier (Remy, 2010).

Ainsi une mauvaise maîtrise des variations de vide de la machine à traire peut conduire à des entrées d'air vecteur de bactéries. De même, un diamètre trop faible du tuyau court à lait entraînera un phénomène de « reverse-flow » c'est à dire un retour du lait traité vers les trayons, et avec lui un « éventuel retour de bactéries (Dernis & Defachelles, 2014).

En conclusion, les transmissions bactériennes de trayon à trayon au cours de la traite sont dues à une mauvaise utilisation ou à un mauvais réglage de la **machine à traire**.

Tous ces risques de transmissions bactériennes au cours de la traite peuvent être diminués grâce au contrôle régulier des installations de traite, et aux visites de traite comme nous allons le détailler ci-dessous.

2-5- Contrôle des installations de traite

Il existe plusieurs types de contrôle des installations de traite : le **contrôle Certitrait** réservé à la première année d'installation d'une machine à traire et qui s'appuie sur la norme NF ISO 5707, et le **contrôle Optitrait** qui couvre toutes les autres années et qui s'appuie quant à lui sur la norme NF ISO 6690.

Nous nous intéresserons, dans cette étude, au contrôle Optitrait. Cet audit des installations de traite est réalisé par la Chambre d'agriculture de la région, le contrôle laitier ou éventuellement par une entreprise agréée par ces deux organismes.

Il se base sur « l'ISO 6690:2007 [qui] spécifie les essais mécaniques destinés à vérifier la conformité d'une installation de traite mécanique, ou d'un de ses composants, avec les exigences de l'ISO 5707. Elle fixe également la précision exigée pour les instruments de mesure.

L'ISO 6690:2007 est applicable au contrôle des installations nouvelles et à la vérification périodique du bon fonctionnement des installations. Des méthodes alternatives peuvent être appliquées, s'il est démontré qu'elles conduisent à des résultats comparables. »

Un technicien habilité se rend sur l'exploitation et assiste à la traite. Il dresse ensuite un bilan de l'installation en s'appuyant sur son relevé de mesures et ses observations personnelles, puis signale à l'éleveur les corrections à mettre en place (55).

Dans le cadre d'un programme de prévention des mammites, il est vivement conseillé de faire réaliser un contrôle Optitrait tous les ans.

Notons de toute façon que ce contrôle est obligatoire une fois par an, si l'éleveur souhaite maintenir son adhésion à la Charte des Bonnes Pratiques d'Elevage, et tous les 18 mois pour obtenir les aides de la PAC (Politique Agricole Commune) (Remy, 2010).

Nous détaillerons ci-dessous, les différents points de contrôle réalisés par les techniciens Optitrait.

2-5-1- Respect de la durée de vie des manchons trayeurs

Les manchons trayeurs ont des durées de vie limitées dans le temps.

Celles-ci varient en fonction de leur composition.

Ainsi, les manchons en **caoutchouc** ne doivent pas dépasser **2500 traites** et **1 an** d'utilisation tandis que les manchons en **silicone** peuvent être utilisés jusqu'à **5000 traites** pendant un maximum de **2 ans**.

En pratique pour connaître la durée de vie exacte (en jours) de ses manchons, l'éleveur peut s'appuyer sur les formules suivantes (Institut de l'élevage, 2009) :

- Pour les manchons en **caoutchouc**

$$(2500 \times \text{Nombre de postes}) / (\text{Nombre de vaches traitées} \times \text{Nombre de traites par jour})$$

- Pour les manchons en **silicone**

$$(5000 \times \text{Nombre de postes}) / (\text{Nombre de vaches traitées} \times \text{Nombre de traites par jour})$$

Des manchons trayeurs conservés au delà de leur durée de vie peuvent présenter des microfissures, difficilement visibles à l'œil nu certes, mais qui favorisent pourtant, le **développement** et la **persistance** des **bactéries**, particulièrement de *S. aureus* (Remy, 2010).

2-5-2- Bonne position de la griffe sous la mamelle

La position de la griffe de traite sous la mamelle de la vache a une importance capitale dans la prévention des mammites. En effet, une griffe mal placée conduira à une entrée d'air, donc à un **phénomène d'impacts**, comme illustré dans la *Figure 37*, et à un risque de contamination bactérienne de trayon à trayon.

Le phénomène d'impacts

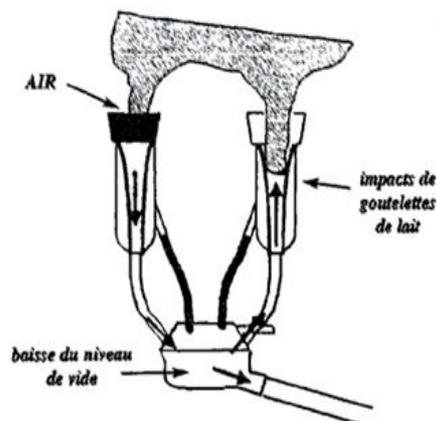
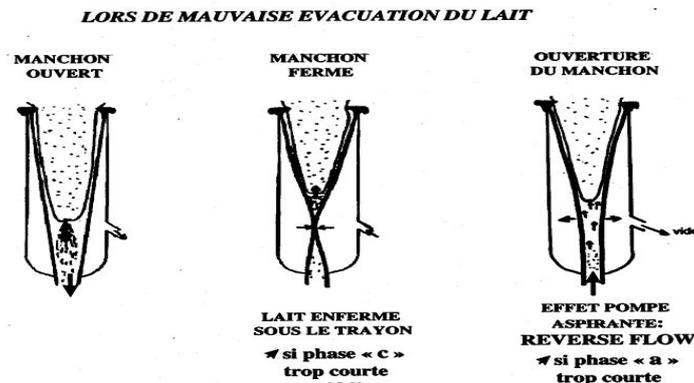


Figure 37 - Phénomène d'impacts (62)

Pour s'assurer de la bonne position de la griffe sous la mamelle de ses vaches, l'éleveur doit prévoir un tuyau à lait assez long, et doit veiller à ce que celui-ci soit en permanence bien positionné. Si malgré ces précautions une mauvaise position des griffes persiste, il faudra envisager une autre solution comme un bras de traite (Gerault, 2014).

2-5-3- Lutte contre le phénomène de « reverse-flow »

Le phénomène du « reverse-flow », également appelé flux inversé, représenté dans la *Figure 38*, est un paramètre qui n'est pas mesuré par le contrôle Optitraite, bien qu'il soit impliqué dans les contaminations bactériennes de trayon à trayon.



45

Figure 38 - Phénomène de « reverse-flow » (91)

Il est lié à un mauvais réglage des phases cycliques et acycliques de vide sur la machine à traire. Ainsi, si la phase acyclique est trop courte par rapport à la phase cyclique (*Figure 38*), le niveau de vide est tel qu'il entraîne une ré-aspiration par les trayons du lait tout juste traité, et donc des bactéries qu'il contient éventuellement (Dernis & Defachelles, 2014).

2-5-4- Nombre de glissements ou de chutes du faisceau trayeur

Les glissements du faisceau pendant la traite représentent également un risque de contamination bactérienne de trayon à trayon. En effet, le glissement du faisceau trayeur entraîne une entrée d'air dans le manchon et donc un **phénomène d'impacts** (comme nous l'avons vu dans la partie 2-5-2 de ce Chapitre III).

Une chute du faisceau trayeur pendant la traite sur 10% des vaches constitue un « seuil d'alerte » ; au delà on observe une réelle augmentation des risques de mammites (Remy, 2010).

Pour résoudre ces phénomènes de chute du manchon trayeur, il faut, dans un premier temps, en déterminer la cause.

Si le faisceau pèse plus de 3 Kg, l'origine en est probablement là et il est alors indispensable de contacter le fabricant de la machine à traire afin de trouver une solution.

La chute peut aussi être due à l'utilisation de manchons inadaptés ou à l'absence de bras de soutien du faisceau. Il sera dans ce cas utile de demander conseil au technicien Optitraite.

Plus simplement, le glissement du faisceau trayeur peut être dû au mauvais positionnement des manchons ou à un mauvais essuyage des trayons pendant la phase de préparation de la mamelle (Institut de l'élevage, 2009).

2-5-5- Temps de traite

Le technicien Optitraitte vérifie que le temps de traite par vache est bien respecté. D. Remy considère que ce temps de traite est en moyenne de **5 min** pour les **10 premiers litres** puis de **1 min** par **litre supplémentaire**.

Un dépassement de cette moyenne temporelle signale un dysfonctionnement.

Plusieurs raisons peuvent alors être évoquées :

- La mamelle a été mal stimulée pendant la phase de préparation
 - L'écoulement du lait dans la machine à traire se fait mal
 - Le niveau de vide de la machine à traire est trop faible
 - L'éleveur surtraite ses vaches
- (Séité & Rosat, 2008)

Le professionnel Optitraitte a pour mission de déterminer la cause de l'allongement du temps de traite pour que l'éleveur puisse parer au dysfonctionnement rapidement.

2-5-6- Dépose du faisceau trayeur en fin de traite

La dépose du faisceau trayeur correspond à l'arrêt de la traite. Il existe deux types de dépose :

- **La dépose manuelle**

Elle est effectuée directement par le trayeur qui doit donc surveiller attentivement l'écoulement. En effet, la dépose du faisceau trayeur doit intervenir alors qu'il reste encore un léger flux de lait, sous peine d'une surtraite. L'éleveur coupe alors le niveau de vide puis récupère la griffe.

Notons que si le retrait s'effectue avant que le niveau de vide dans les manchons trayeurs ne soit descendu en dessous de 20 KPa, un risque important de lésions des trayons apparaît, avec tous les risques infectieux que cela comporte : on parle d'**arrachage**. Un délai de 3 à 4 secondes est donc à respecter entre la coupure du vide et le retrait du faisceau trayeur (Institut de l'élevage, 2009).

- **La dépose automatique**

Avec la dépose automatique, le niveau de vide est stoppé quand le débit du lait chute en dessous de 200 à 300 mL par minute. Le faisceau trayeur se détache alors par gravité et est ramassé par un système de dépose afin de ne pas toucher le sol.

Ce type de dépose de la griffe en fin de traite est le meilleur moyen d'éviter les phénomènes de surtraite et de lutter contre l'arrachage donc de **prévenir les mammites** (Institut de l'élevage, 2009).

Notons par ailleurs, que la pratique de l'**égouttage** en fin de traite, quel que soit le moment auquel elle intervient est à proscrire. Cette technique consiste à attraper le faisceau trayeur et à l'étirer vers le quai de traite, afin de recueillir les derniers millilitres de lait contenu dans la citerne du trayon. Malheureusement, ce procédé entraîne des entrées d'air dans les manchons trayeurs et donc un phénomène d'impacts à haut risque infectieux (Remy, 2010).

2-5-7- Soustraite et surtraite

On parle de **soustraite** lorsque la traite est incomplète, c'est à dire, quand il reste plus de 200 mL de lait dans chacun des quartiers.

A l'inverse on parle de **surtraite** lorsque la traite est poursuivie alors que le lait ne s'écoule plus.

Ces deux problèmes peuvent être occasionnés pas des manchons trayeurs inadéquats ou par un mauvais réglage de la machine à traire (Institut de l'élevage, 2009).

2-5-8- Retrait des bouses pendant la traite

Le retrait rapide des bouses pendant la traite est indispensable.

En effet, *E.coli* étant naturellement présent dans les fèces, il faut parer à toute éventuelle chute du faisceau trayeur pendant la traite.

Préférer les raclettes et les balais au jet d'eau car il existe des risques réels d'éclaboussures des mamelles avec ces derniers (Remy, 2010).

Ce sujet fait partie des points de contrôle Optitraite.

2-6- Soins post-traite

2-6-1- Examen des trayons

Une fois le faisceau trayeur retiré, l'éleveur doit immédiatement vérifier l'état des quatre trayons de la vache.

Cet examen systématique peut prendre du temps, c'est pourquoi il est possible d'obtenir un pourcentage de vaches à observer en fonction de la taille du troupeau :

- Si le troupeau laitier est inférieur à 50 vaches, **tous** les trayons devront être vérifiés.
- Si le troupeau laitier est compris entre 50 et 80 vaches, **70 à 80%** des vaches devront être contrôlées à la dépose de la griffe.
- Si le troupeau laitier est compris entre 80 et 120 vaches, **60%** des vaches devront être observées.
- Si le troupeau laitier est supérieur à 120 vaches, seules **50%** des vaches peuvent être contrôlées.

Attention cependant, à bien respecter la proportion de primipare dans le contrôle des trayons si tout le troupeau ne peut être vérifié (Remy, 2010).

2-6-1-1- Présence de troubles circulatoires

Les troubles circulatoires peuvent correspondre à de simples **érythèmes** mais également à des **pétéchies**, c'est à dire à de petites taches rouge-violacé correspondant à des infiltrations de sang sous la peau par rupture de petits capillaires sanguins. C'est ce que représente la *Figure 39*.



Figure 39 - Présence de troubles circulatoires (80)

Ces troubles circulatoires sont induits par un mauvais réglage de la machine à traire : traite trop longue, manchons trayeurs trop vieux ou inadaptés, baisse importante du niveau de vide (Capon, 2010).

2-6-1-2- Présence d'anneaux de compression

Les anneaux de compression sont un élargissement du haut du trayon comprimant le repli annulaire, comme indiqué dans la *Figure 40*.



Figure 40 - Présence d'un anneau de compression (80)

Ils entraînent une mauvaise excrétion du lait et donc un allongement du temps de traite, ainsi qu'une augmentation du risque de « reverse-flow ».

En cause, un faisceau trayeur trop léger qui remonte sur la mamelle en cours de traite, des manchons trayeurs inadaptés ou un niveau de vide trop important (Capon, 2010).

2-6-1-3- Présence d'hyperkératose

L'hyperkératose correspond à une altération de la kératine recouvrant le canal du trayon. Celle-ci s'accumule au niveau du sphincter du trayon, comme dans la *Figure 41*, perdant alors son effet de barrière naturelle contre les bactéries et son activité bactériostatique.



Figure 41 - Présence d'une hyperkératose (80)

Cette pathologie est également due au mauvais réglage de la machine à traire : traite trop longue, baisse importante du niveau de vide, manchons trayeurs trop souples (Capon, 2010).

2-6-1-4- Présence de crevasses

La peau des trayons ne comportant pas de glandes sébacées, elle est extrêmement sensible au dessèchement, principalement lorsqu'elle est humide (comme après la traite) ou exposée au froid (courants d'air dans le logement). Un dessèchement important peut ensuite conduire à la formation de crevasses.

Or, ces crevasses constituent un **réservoir** important de *S. aureus* à l'origine de **mammites de traite** (Capon, 2010).

Il est important de remédier rapidement aux différentes pathologies énumérées ci-dessus. En effet, elles entraînent, parallèlement à la chute des défenses immunitaires de la mamelle, un risque de colonisation bactérienne.

En conséquence, le réglage de la machine à traire devra être revu en cas de troubles circulatoires, d'anneaux de compression ou d'hyperkératose, et les trayons devront être systématiquement hydratés en post-traite pour prévenir la formation de crevasses (Nicol, 2015).

2-6-2- Désinfection et soin des trayons

A la fin de la traite, juste après le décrochage du faisceau trayeur, il est vivement conseillé de pratiquer une désinfection des trayons afin d'éliminer les pathogènes qui les auraient colonisés.

Cette désinfection peut se faire par **post-trempage** dans un gobelet ou par **pulvérisation** directe sur les trayons d'un produit désinfectant à base de chlorhexidine, d'acide lactique, de chlore ou d'iode, voire d'une combinaison de ces principes actifs. Le procédé consistant, dans tous les cas, à désinfecter toute la surface du trayon qui a été en contact avec le manchon trayeur (Dumas, 2004).

Notons cependant, que le post-trempage est plus efficace que la pulvérisation directe, car les produits utilisés ont l'avantage d'exercer, en plus d'une désinfection immédiate, une action filmogène et une action émolliente.

-L'action **filmogène** constitue un rempart aux bactéries pendant toute la période qui suit la traite : cette vertu est particulièrement intéressante dans les élevages à modèle environnemental car elle limite les contaminations de la mamelle par la litière.

-L'action **émolliente** assure quant à elle une hydratation efficace du mamelon permettant d'éviter les crevasses.

Le choix du produit de post-trempage est donc très important, et doit se faire, certes en fonction de l'efficacité désinfectante du produit, mais également en fonction de sa facilité d'application et des ses vertus hydratantes et adoucissantes, même s'il est toujours possible d'appliquer un produit cicatrisant comme l'allantoïne ou un produit hydratant comme le calendula après le post-trempage (Dumas, 2004).

Selon l'Institut de l'élevage, ce protocole réduirait de moitié les risques de mammites (Institut de l'élevage, 2009).

2-7- Nettoyage de la machine à traire et du tank à lait

Le nettoyage de la machine à traire doit être systématiquement effectué après chaque traite. Il se décompose en trois phases : le **prélavage**, le **lavage** et le **rinçage**.

- Le prélavage

Le prélavage consiste à faire passer dans la machine à traire un flux d'eau potable aux alentours de 30 à 35°C, en vue d'éliminer les résidus de lait et autres déchets organiques, ainsi qu'une partie des bactéries (Remy, 2010).

- Le lavage

Le lavage de la machine à traire s'effectue quant à lui à l'eau bien chaude additionnée d'un agent alcalin chloré ou d'un acide. L'agent alcalin chloré assure une fonction à la fois détergente et désinfectante, tandis que l'agent acide est détartrant : il est donc recommandé d'alterner ces deux produits.

Le lavage se fait par l'action chimique des agents alcalins ou acides, mais aussi grâce aux turbulences créées dans la machine par le flux d'eau. Cette dernière doit avoir une température de départ située aux alentours de 70°C, et ne doit en aucun cas descendre en dessous de 35°C, faute de quoi les contaminants se redéposeront contre les parois. Le lavage ne doit donc pas excéder 10 minutes (Remy, 2010).

- Le rinçage

La dernière étape du nettoyage de la machine à traire est le rinçage à l'eau froide. Pour que celui-ci soit efficace, la concentration en agents alcalins ou acides, utilisés pour le lavage, ne doit pas excéder 0,5 à 1%. Au delà de ce taux, la machine à traire devient difficile à rincer (Remy, 2010).

2-8- Nettoyage des locaux de traite

De même que pour la machine à traire, l'éleveur doit pratiquer un nettoyage de sa salle de traite et de l'aire d'attente après chaque traite.

Dans un premier temps les bouses doivent être évacuées, puis toutes les surfaces du bâtiment, y compris les murs, doivent être lavées et désinfectées.

Le sphincter du trayon ne se refermant que plus d'une heure après la fin de la traite, l'hygiène des couloirs de sortie de la salle de traite doit être irréprochable. Il faut en effet éviter tout risque d'éclaboussures et de souillures de la mamelle (Institut de l'élevage, 2009).

Plusieurs types de désinfectants des surfaces peuvent être utilisés : les ammoniums quaternaires, les aldéhydes, les dérivés halogénés, le peroxyde d'hydrogène, les phénols les acides et les bases fortes, et très souvent une association de plusieurs de ces principes actifs. L'important étant de conserver le spectre antibactérien le plus large possible et adapté à la bactérie dominante de l'élevage (Remy, 2010).

3- Hygiène et ambiance dans les bâtiments

Pour reprendre la définition de l'Institut de l'élevage, l'hygiène correspond à « l'ensemble des procédures qui visent à réduire l'exposition des animaux aux agents pathogènes » (Institut de l'élevage, 2008).

3-1- Hygiène des animaux

Pour prévenir efficacement les mammites, il est indispensable d'avoir un troupeau laitier très propre. En effet, qui dit vache propre dit mamelle propre, donc gain de temps précieux lors de l'étape de préparation des trayons en prétraite. De plus, certaines techniques de préparation de la mamelle pourtant très efficaces pour lutter contre la pression bactérienne, comme le pré-trempe, ne peuvent pas être utilisées sur des mamelles sales.

La charte des bonnes pratiques d'élevage, que nous avons évoquée dans la partie 1 de ce chapitre III, réclame ainsi un niveau A de propreté. Elle se base pour cela sur la grille de notation de l'Institut de l'élevage représentée dans la *Figure 42*.



Figure 42 - Grille de notation de la propreté des bovins selon l'institut de l'élevage (39)

Cette grille de notation (*Figure 42*) a été établie pour répondre au paquet hygiène.

Elle comprend 4 classes : A, B, C et D ; A correspondant au grade le plus propre et D au plus sale.

- **Classe A**
Absence de salissures ou **traces** de salissures
- **Classe B**
Salissures s'étendant du **bas de la cuisse** au **sternum** en passant par le bas du ventre
- **Classe C**
Salissures s'étendant du **haut de la cuisse** au **sternum** et recouvrant tout le ventre de la vache
- **Classe D**
Salissures s'étendant du **haut de la fesse** au **haut de l'épaule** et recouvrant tout le flanc.

Pour juger de l'état de propreté d'une vache, il faut impérativement qu'elle soit debout afin d'avoir une vue d'ensemble, et ne tenir compte que des salissures sèches.

Si un côté est plus sale que l'autre, ce qui peut arriver, l'éleveur devra se baser sur le plus sale des deux (Institut de l'élevage, 2008).

Or, l'état de propreté des vaches est le reflet de l'hygiène de leur logement.

Pour avoir un troupeau laitier propre, les bâtiments d'élevage doivent être parfaitement entretenus, les queues des vaches rasées au moins une fois par an, et leur mamelle épilée toutes les semaines à la flamme froide (Moos, 2014).

Notons qu'une attention toute particulière doit être portée à l'hygiène des vaches tarées, puisque 95% des mammites de la période sèche sont d'origine environnementale (Remy, 2010).

3-2- Hygiène des locaux

3-2-1-Différents types de stabulations

Il existe deux types de stabulations : les **stabulations libres** et les **stabulations à logettes**.

Quel que soit le type de logement présent au sein de l'élevage, il devra systématiquement comporter une **aire de couchage** et une **aire d'exercice**. Sa surface devra par ailleurs être suffisante pour assurer à toutes les vaches présentes un espace suffisant, sans risque d'être violentées par les vaches dominantes du troupeau (Remy, 2010).

3-2-1-1- La stabulation libre

La stabulation libre doit comporter une surface minimale de 6 m² par vache en aire de couchage et 4 m² en aire d'exercice soit un total de **10 m² minimum par vache**. Attention cependant aux surfaces perdues qui doivent impérativement être déduites de la surface totale de la stabulation dans les calculs de surface utilisable pour les vaches.

Surface utilisable par les vaches = **Surface totale** de la stabulation - **Surfaces perdues**

Les **surfaces perdues** correspondent aux zones non utilisables par les vaches :

- Les zones sous les abreuvoirs
- Les zones sous les râteliers
- Les zones autour des abreuvoirs qui sont trop humides
- Les zones de courant d'air
- Les zones d'accès à la salle de traite (Remy, 2010)

Dans ce type de logement, les aires de couchage et les aires d'exercice ne forment qu'une seule entité, comme sur la *Figure 43*, et sont de plus, systématiquement paillées.



Figure 43 - Photo d'une stabulation libre (57)

Les déjections des vaches viennent donc souiller l'aire de couchage entraînant une **augmentation** des risques de **mammites d'environnement**.

Notons qu'une stabulation libre rectangulaire, en permettant une meilleure circulation et répartition des vaches, réduira les souillures de la litière par rapport à une stabulation carrée

3-2-1-2- La stabulation à logettes

L'organisation de la stabulation à logettes, consomme moins d'espace par vache que la stabulation libre (peu d'espaces perdus), mais également moins de litière.

Ce type de logement ne fonctionne, cependant, que s'il existe au **minimum une logette par vache**. Dans le cas contraire, apparaissent :

- Un risque de perte laitière comme l'exprime D. Remy : « 10% de vaches en surnombre provoquent une perte de lait de 10% par vache présente dans le bâtiment » (Remy, 2010).
- Un risque de contamination de la mamelle par couchage des vaches dans les aires d'exercice.

Seules les logettes constituent l'aire de couchage, comme d'après la *Figure 44*, le reste de la stabulation correspond aux aires d'exercice et aux couloirs d'alimentation.



Figure 44 - Photo d'une stabulation à logettes (28)

Cette délimitation nette des espaces assure une meilleure hygiène des zones de couchage et un entretien facilité des autres espaces, qui eux, ne seront pas recouverts de litière.

Les logettes doivent faire **120 à 130 cm** de large afin d'assurer un couchage confortable aux vaches.

Les couloirs d'exercice doivent être séparés des logettes par une marche de **15 à 23 cm** de haut, comme représenté dans la *Figure 45*, et qui présente plusieurs avantages :

- Eviter la contamination des logettes par les déjections qui sont éliminées dans le couloir
- Empêcher les vaches de se coucher en partie dans le couloir d'exercice.

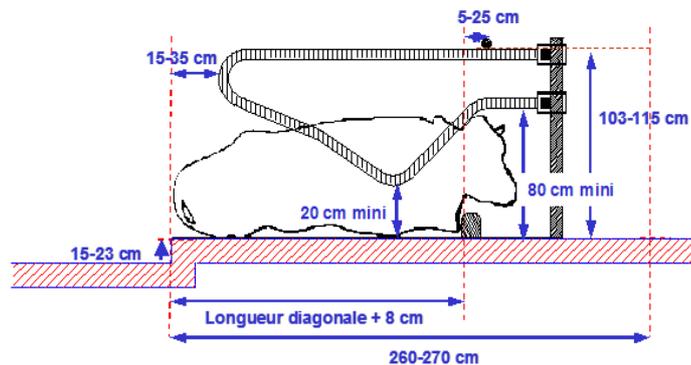


Figure 45 - Schéma d'une logette (1)

La longueur de couchage des logettes (c'est à dire la distance entre le couloir et le limiteur d'avancement), doit être comprise entre **185** et **195 cm**, pour ne pas perdre les avantages de la marche de séparation. En effet, au dessus de cette longueur les déjections des vaches ne sont plus éliminées directement dans le couloir d'exercice et il existe donc un réel risque de contaminations bactériennes de la mamelle. En outre, en dessous de cette longueur, il existe un risque important de blessures de la mamelle par la marche de séparation.

Les logettes doivent présenter une très légère pente en direction du couloir d'exercice, afin de faciliter leur nettoyage et l'écoulement des urines. Cette pente ne doit cependant pas excéder les 2% car il existe au delà des risques de boiteries par surcharge pondérale sur les postérieurs (44) (48).

La stabulation à logettes assure donc une **meilleure hygiène mammaire** que la stabulation libre. Ce système de stabulation diminue en effet, de 20% la proportion des mammites par rapport au système de la stabulation libre, par réduction du contact entre mamelle et excréments.

Le passage de l'exploitation en système logettes est donc à envisager sérieusement si l'élevage est concerné par un modèle environnemental de mammites, et que toutes les mesures d'hygiène préventives en stabulation libre ont déjà été appliquées sans succès (Possémé, 2014).

3-2-2- Différents types de sols et de litières

Une vache laitière passe entre 12 et 14h par jour couchée, d'où l'importance de bien choisir le sol de la stabulation et l'éventuelle litière qui le recouvrera. Ce choix doit concilier hygiène irréprochable et confort (24).

Il existe deux types de sols : les sols en **terre battue**, retrouvés uniquement dans les anciennes stabulations libres, et les sols en **béton**. Les sols en béton sont à privilégier impérativement car la terre battue est impossible à désinfecter correctement après le curage de la litière.

Le sol en béton de la stabulation peut ensuite être recouvert par un **tapis**, un **matelas** ou une **litière**, voire utilisé **nu** c'est à dire sans revêtement. Cette dernière option est cependant dangereuse, car en plus d'être inconfortable, elle est très irritante pour les mamelles et les trayons (45).

- Tapis

Les tapis sont des surfaces en caoutchouc recouvrant toute l'aire de la logette. Ils sont posés directement sur le sol en béton, et assurent aux vaches par leur double fonction isolante et protectrice, un confort à la fois thermique et mécanique.

L'emploi des tapis est souvent envisagé en alternative à la paille pour réduire les coûts et les contraintes liées au paillage. Notons cependant, qu'ils doivent impérativement être recouverts d'une litière absorbante (sciure, sable, paille broyée ou défibrée, poudre de chanvre ...), qui préservera également les mamelles des irritations liées à un contact direct avec les matières synthétiques.

Les tapis correspondent à une exploitation des effluents en **système lisier** (51).

- Matelas

Les matelas sont constitués de billes de caoutchouc, de latex ou de mousse de polyéthylène, ensuite recouverts de tissu ou de caoutchouc. Ils sont plus confortables que les tapis, car plus souples et plus épais, mais sont également plus onéreux.

Leur technique d'emploi est la même que celle des tapis, c'est à dire qu'ils doivent impérativement être recouverts par une litière.

Ils correspondent à une exploitation des effluents en **système lisier** (51).

- Litière en paille entière

Le choix d'une litière en paille entière correspond à une exploitation des effluents en **système fumier**.

La paille est la litière de choix des stabulations libres, ainsi communément appelées « aires paillées », mais elle peut également être employée dans les logettes. Ces dernières sont d'ailleurs plus économiques en paille : **3 à 4 kg** par vache et par jour contre **8 kg** en stabulation libre.

Dans les deux cas, la paille est disposée directement sur le sol (45).

Une attention toute particulière doit être prêtée à la conservation de la paille dans l'exploitation : celle-ci doit être stockée dans des **bâtiments secs et aérés à l'abri des intempéries**. De même, le **degré d'hygrométrie** lors du pressage doit être **faible**.

Si ces conditions ne sont pas respectées, la paille a de grands risques d'être déjà contaminée par des bactéries avant même d'avoir atteint la litière.

Gardons donc à l'esprit qu'une paille saine ne doit pas contenir plus de 15% d'humidité (Pezon, 2014).

- Autres litières

Un grand nombre de litières, autre que la paille entière, est utilisable dans les logettes, à condition d'avoir préalablement recouvert le sol de tapis ou matelas.

Parmi les plus connues on trouve : le **sable**, la **sciure**, la **paille broyée**, la **poudre de chanvre** et la **paille défibrée**.

La mission de ces matériaux n'est plus d'être confortable, bien qu'ils se doivent de ne pas irriter les mamelles, mais **absorbante** pour conserver un milieu sec malgré l'urine et le lait.

Le **sable** étant un milieu inorganique, il ne permet pas les multiplications bactériennes : cette litière, très confortable, est donc particulièrement préconisée chez les vaches **taries** ou les vaches **fraichement vélées**. Le sable n'est, par contre, que très peu absorbant, et son coût est proche de celui de la paille, ce qui en pratique ne motive pas les éleveurs qui ont déjà investi dans des tapis ou matelas. Les apports quotidiens doivent se situer entre **10** et **15 kg** par logette, ce qui constitue une importante charge de travail pour l'éleveur.

La **sciure** a un pouvoir absorbant et asséchant très proche de celui de la paille. Elle est certes, moins onéreuse, mais aussi beaucoup moins confortable. Elle doit être distribuée quotidiennement à raison de **500** à **800 g** par logette.

Son stockage doit se faire à l'abri des intempéries et de l'humidité, dans des bâtiments bien ventilés, sous peine de contaminations bactériennes avant même sa distribution.

Deux inconvénients majeurs à cette litière : tout d'abord, la sciure est un milieu très favorable au développement d'*E. coli* ; deuxièmement, en adhérant fortement aux mamelles, la sciure complique fortement la phase de préparation de la mamelle en salle de traite et encore plus au robot, multipliant ainsi les risques de contaminations bactériennes du trayon.

La **paille broyée**, également appelée **poudre de paille**, est un très bon asséchant naturel. Son excellent taux d'absorption permet de limiter sa distribution quotidienne à **300** à **500 g** par logette, et fait d'elle la litière **la plus absorbante**.

La **poudre de chanvre** peut remplacer la paille broyée, car elle est aussi un asséchant naturel à excellent taux d'absorption. Cette poudre est distribuée à raison de **200** à **300 g** par logette et par jour.

Son inconvénient réside dans le fait qu'elle est très poussiéreuse, rendant à la fois sa distribution extrêmement désagréable pour l'éleveur, mais compliquant aussi la préparation de la mamelle en salle de traite et encore plus au robot.

La **paille défibrée** est constituée de brins de paille de 7 à 10 cm de longueur. Cet asséchant naturel possède un bon pouvoir absorbant à condition d'être distribué à raison de **1 à 2 kg** par logette et par jour (20) (45).

En conclusion, la **paille entière** représente, dans la mesure où elle est correctement entretenue, la litière la mieux adaptée pour prévenir les mammites. C'est elle, en effet, qui maintient le troupeau laitier le plus propre.

En cas de pénurie ou devant une paille de mauvaise qualité, le **sable** constitue une alternative très intéressante pour les stabulations à logettes, qui devrait d'ailleurs être utilisé systématiquement pour les vaches à haut risque de contaminations mammaires, comme les vaches tarées.

3-2-3- Entretien des stabulations

Le parfait entretien des stabulations quelles qu'elles soient, est primordial pour assurer une bonne prévention des mammites environnementales (24).

- **Stabulations libres**

Dans les stabulations libres, la paille est utilisée en litière accumulée.

Deux fois par jour, l'éleveur distribue de la paille propre à raison de **4 kg** par vache. Cette activité est contraignante, mais il est impossible de réduire la fréquence des paillages sous peine d'accélérer les contaminations bactériennes de la litière. De même, les quantités de paille distribuées doivent être respectées :

-Si les quantités distribuées sont trop faibles: les vaches seront sales, les mamelles difficiles à nettoyer en salle de traite ou au robot, d'où une augmentation des risques de **mammites de traite**.

-Si les quantités distribuées sont trop élevées: la température de la litière accumulée augmentera très vite et avec elle sa contamination bactérienne, d'où une augmentation des risques de **mammites environnementales** (Remy, 2010).

Régulièrement, l'éleveur doit procéder à un curage de la stabulation : **toutes les 3 semaines, toutes les semaines** si la paille utilisée est de mauvaise qualité, c'est à dire si son degré d'humidité est supérieur à 15% (Grosmond, 2012).

La litière doit être impérativement curée lorsque la température à 10 cm de profondeur dans le fumier approche les **37-40°C**. L'institut de l'élevage suggère ainsi des contrôles de températures du fumier, tous les 10 jours, en une douzaine de points différents de la stabulation, à l'aide d'une sonde enfoncée à 10 cm de profondeur. Pour ne pas fausser les résultats, les mesures ne doivent pas être réalisées dans les zones souillées par les abreuvoirs, ni dans les zones où les vaches se couchent systématiquement (Remy, 2010).

Il est ensuite nécessaire de recréer une litière suffisamment confortable pour les vaches, c'est pourquoi la quantité de paille à apporter le jour du curage doit être le double de d'habitude, c'est à dire **16 kg** par vache en **une fois**.

Il est éventuellement possible d'utiliser un asséchant de litière, à condition que ce dernier soit appliqué à même le sol avant la distribution de la paille, car il est irritant pour les mamelles et les trayons (Grosmond, 2012).

- **Stabulations à logettes**

L'entretien des logettes se fait différemment selon que l'exploitation fonctionne en système fumier, c'est à dire avec de la paille uniquement, ou bien en système lisier, c'est à dire avec une autre litière.

Dans tous les cas, on ne pratique pas d'accumulation de litière comme en stabulation libre.

En système fumier, il est nécessaire d'**ébouser** l'arrière des logettes **deux fois par jour**, puis de les **pailler** à raison de **2 kg** à chaque fois, tout en s'assurant de la bonne répartition de la litière, pour ne pas laisser de surface en béton nu. Les couloirs d'exercices et d'alimentation sont également à **racler deux fois par jour**.

En système lisier, le GIE de Bretagne conseille d'**ébouser** l'arrière des logettes **deux fois par jour**, puis de les recharger en litière.

Les couloirs d'exercices et d'alimentation sont par contre, à **racler** au minimum **4 fois par jour**.

L'arrière des logettes étant à risque de déjections, il est primordial de l'entretenir deux fois par jour pour préserver la santé mammaire.

De même, le raclage des couloirs est très important pour éviter de contaminer les logettes donc les aires de couchage en contact avec les trayons.

Des **asséchants** de litières sont éventuellement utilisables, mais **uniquement** devant des problèmes de mammites environnementales, quand toutes les autres mesures d'hygiène ont déjà été respectées, car ils sont irritants pour les mamelles et les trayons. Ils sont à distribuer au maximum deux fois par semaine, à raison de 100 à 300 g par vache suivant le produit utilisé, et toujours réparti avant la litière (45).

3-2-4- Entretien et emplacements des abreuvoirs et mangeoires

Les abreuvoirs et les mangeoires doivent être situés **à distance de l'aire de couchage** afin d'éviter de contaminer la litière par l'humidité qu'ils engendrent mais également par un piétinement excessif (Lensik & Leruste, 2006).

En stabulation comme à l'herbage, il faut prévoir **un bac de 70L pour 20 vaches**. Ce critère n'est souvent pas respecté, ce qui conduit non seulement à un piétinement des zones proches des abreuvoirs mais surtout un accès plus difficile à l'eau pour les vaches les plus faibles du troupeau.

Les abreuvoirs, y compris en pâture, doivent être **propres et entretenus**, c'est à dire vidangés et lavés régulièrement. Tous les jours, l'éleveur doit surveiller l'absence de débris alimentaires ou d'excréments dans l'eau, sous peine d'une prolifération rapide des pathogènes.

L'eau distribuée peut être de l'eau du robinet, par définition potable, ou de l'eau issu d'un forage ou d'un captage agricole ; dans ce cas, il est indispensable de vérifier la qualité de cette eau au moins une fois par an par bactériologie. En cas de problème, il est toujours possible d'installer une pompe à chlore directement à la sortie du circuit.

La température idéale de l'eau d'abreuvement des vaches se situe aux alentours de **15°C**. Au dessus, il existe un risque important de prolifération bactérienne. A l'inverse, en dessous de cette température, les vaches rechignent à boire, ce qui conduit à une diminution de la production laitière mais également à une baisse des défenses immunitaires. Il est donc important d'utiliser un réchauffeur d'eau en hiver.

Les mangeoires doivent être situées dans les couloirs d'alimentation **non accessibles** au troupeau laitier, afin de limiter au maximum les risques de contamination de la nourriture par le fumier.

Pour manger, les vaches sont contraintes, à partir de l'aire d'exercice, de passer leur cou à travers un cornadis. Ce système bloquant limite les risques de bagarre et assure un accès à la nourriture à tout le troupeau, à condition bien sûr, qu'il y ait plus de cornadis que de vaches.

Le sol des mangeoires doit être balayé tous les jours, à la main ou mécaniquement, à partir du couloir d'alimentation pour assurer une hygiène irréprochable à la nourriture distribuée (Remy, 2010) (51).

3-2-5- Accès à la salle de traite et maintien debout à la sortie

L'agencement des bâtiments d'élevage doit prévoir un accès de la stabulation à la salle de traite. Celui-ci se fait, soit **directement** à partir de l'aire d'exercice pour les stabulations à logettes, soit **via l'aire d'attente** (Partie 2-1 du Chapitre III) pour les stabulations libres.

L'accès à la salle de traite est donc plus facile dans les bâtiments à logettes.

Dans tous les cas, l'aire d'attente qu'elle soit commune ou non à l'aire d'exercice, doit apparaître dans le prolongement de la salle de traite, et être équipée de barrières mécaniques pour permettre un accès facilité à cette dernière (51).

Dans le cadre de la prévention des mammites, il est important de maintenir les vaches debout après la traite pour éviter une contamination du canal du trayon.

En stabulation libre, il suffit de bloquer l'accès à l'aire paillée, pendant l'heure qui suit la traite : les vaches resteront alors debout sur l'aire d'exercice.

En stabulations à logettes, il est plus difficile de maintenir les vaches debout, car il est impossible de leurs bloquer l'accès aux aires de couchage.

La solution consiste donc à distribuer l'alimentation à leur retour dans la stabulation. Selon le réseau canadien de recherche sur la mammite bovine, les aliments doivent être distribués dans les 40 à 60 minutes qui suivent la traite, sans jamais dépasser les 90 minutes. En effet, le sphincter du trayon se referme progressivement après la traite « jusqu'à son diamètre minimum, puis s'élargit à nouveau à cause de la pression du lait » ; si les vaches se couchent plus de 90 minutes après la fin de la traite, la période correspond à la phase de ré-élargissement du sphincter, et le risque de contaminations bactériennes augmente.

Le réseau canadien de recherche sur la mammite bovine précise cependant, que le maintien du troupeau en position debout juste après la traite ne constitue pas « le point principal de lutte » contre les mammites (87).

3-2-6- La désinfection des locaux d'élevage

La désinfection de l'habitat du troupeau laitier doit se faire **à minima une fois par an**, pendant la saison estivale, lorsque les animaux sont en pâturage permanent.

Avant toute chose, il est nécessaire de procéder à un **nettoyage minutieux** du bâtiment, car les désinfectants perdent une partie voire toute leur activité en présence de matières organiques.

Les litières doivent donc être raclées puis dépoussiérées. Une fois cette étape réalisée, on peut procéder à un lavage à basse pression à l'eau et au détergent, puis à un rinçage à l'eau claire. Pour parfaire le nettoyage, on termine par un décapage haute pression à l'eau.

Selon l'Institut de l'élevage, « un nettoyage approfondi permet [déjà] d'éliminer 70 à 90% des germes » (Institut de l'élevage, 2008).

On peut ensuite passer à l'étape de la **désinfection**. Cette dernière pourra se faire à la vapeur d'eau sous pression ou au désinfectant chimique (halogénés, aldéhydes, bases, phénols, chlorhexidine, ammoniums quaternaires, acide peracétique).

Dans tous les cas il faut impérativement :

-Respecter le **protocole de désinfection** propre à chaque désinfectant

-Respecter l'**ordre de désinfection**, c'est à dire les plafonds en premier, suivis des murs et enfin des sols.

Le choix du désinfectant se fera en fonction de son **spectre d'activité**, qui doit être le plus large possible et en tout cas englober la ou les principales bactéries à éliminer (*E. coli* et *S. uberis* dans le cas des mammites environnementales).

La stabulation doit ensuite rester **inhabitée** pendant **au moins 3 semaines**, afin d'obtenir un bon recyclage de l'air et donc une réduction de sa contamination bactérienne.

Il sera possible de re-désinfecter une seconde fois le bâtiment, juste avant le retour des vaches, en prenant garde tout de même, à ne pas laisser de traces de désinfectants, irritants pour les mamelles et les trayons.

Notons que toute l'année, des **lave-bottes** et des **pédiluves** de désinfectants doivent être présents aux entrées de tous les bâtiments en contact avec le troupeau laitier (salle de traite, stabulation, infirmerie ...), afin de limiter au maximum le transport des germes. Les pédiluves doivent cependant être très régulièrement entretenus sous peine de devenir, non plus désinfectants, mais contaminants (90).

3-3- Gestion des effluents et pâturage

Comme nous l'avons vu précédemment, il existe deux types d'effluents : le **fumier** et le **lisier**.

Le fumier est un mélange de paille et d'excréments, tandis que le lisier est constitué uniquement d'urine et de fèces liquides. Le premier est obtenu à partir de litière en paille, et le second à partir de logettes équipées de tapis ou matelas et d'une litière absorbante.

Quel que soit l'effluent produit par l'élevage, une gestion soignée est indispensable, car les bactéries présentes dans les fèces peuvent rapidement contaminer toute l'exploitation. Sur ce point, la gestion du lisier est plus dangereuse que celle du fumier, puisque la température basse du lisier (aux alentours de 20 à 30°C) est très propice aux proliférations bactériennes. A l'inverse, le fumier grâce à la cellulose contenue dans la paille, augmente en température par fermentation, ce qui assure son assainissement naturel, à condition bien sûr, que les quantités de paille distribuées par vache et par jour soient bien respectées (Institut de l'élevage, 2008).

Le technique du **compostage** est la plus intéressante pour **purifier efficacement** le fumier, notamment vis à vis d'***E. coli***.

Elle consiste dans un premier tant à hydrater le fumier puis à le recouvrir d'une bâche semi-perméable. Il devra ensuite être maintenu entre 50 et 65°C pendant au moins 6 semaines consécutives ; pour cela il est nécessaire de l'aérer deux fois, par retournements, à 10 ou 20 jours d'intervalle (19).

Avant d'épandre le fumier ou le compost dans les herbages, un délai minimal de stockage doit être impérativement respecté : **6 semaines** pour le compost, **2 mois en été** et **3 mois en hiver** pour le fumier. De même, une période d'au moins **6 semaines** pour le fumier et **3 semaines** pour le compost est à observer entre l'épandage et la mise au pâturage du troupeau. On pourra éventuellement faucher l'herbage avant de réadmettre les vaches.

Si ces étapes ne sont pas respectées, soit par un épandage trop rapide du fumier ou du compost, soit par une remise à l'herbage trop précoce, le troupeau risque d'être contaminé par *E. coli*. C'est d'ailleurs, à cause de cette bactérie que l'épandage du lisier sur les terres pâturées est vivement déconseillé.

Profitons-en pour signaler quelques mesures d'hygiène indispensables à mettre en place au sein de l'élevage pour ne pas propager les bactéries contenues dans les effluents :

- Le matériel de curage et d'épandage doit être clairement séparé de celui de la distribution des aliments
- Le matériel utilisé pour distribuer les aliments ne doit jamais être utilisé pour l'épandage et réciproquement.
- Le fumier doit impérativement être recouvert d'une bâche afin d'éviter la libre circulation des pathogènes (Institut de l'élevage, 2008).

Les herbages peuvent également être sources de transmission de *S. uberis* s'ils sont surpâturés. Pour lutter efficacement contre cette bactérie deux mesures simples sont à mettre en place :

- Le **respect** de la **densité animale** dans les prés
- L'**empiérement** des **zones humides** des herbages principalement les zones piétinées près des entrées et sorties et près des abreuvoirs (Remy, 2010).

3-4- Conditions d'ambiance

3-4-1- Respect de la densité animale

Il est indispensable de respecter la densité animale maximale du bâtiment, c'est à dire au minimum : **10m²** par vache en stabulation libre, et **une logette** par vache en stabulation à logettes.

Si le logement est inadapté à la taille du troupeau laitier, il existe un risque important pour la santé mammaire :

➤ En stabulation à logettes

Ecrasement du trayon et contaminations bactériennes par couchage dans les couloirs d'exercice.

➤ En stabulation libre

Contaminations bactériennes par impossibilité de maintenir une litière propre, même en tentant de compenser par un paillage plus important.

Le respect de la densité animale est donc le **premier facteur à corriger** face à un problème de **mammites environnementales**. Aucune autre mesure préventive ne saurait être efficace tant que ce problème n'a pas été résolu.

Pour éviter les déconvenues, il est préconisé lors de la construction du bâtiment d'élevage de prévoir 10% de logements supplémentaires par rapport aux besoins (Remy, 2010).

3-4-2- Ventilation et hygrométrie du bâtiment

Une vache laitière produit entre 25 et 40 L d'eau par jour. Si l'humidité produite n'est pas convenablement éliminée, le degré d'hygrométrie du bâtiment augmente fortement, provoquant des proliférations bactériennes dans l'air ambiant mais aussi dans la litière. La difficulté consiste à assurer un débit d'air suffisant dans le bâtiment pour éliminer du logement la chaleur et l'humidité produites, tout en évitant les courants d'air. Il existe pour cela trois techniques: l'**effet cheminée**, l'**effet vent**, et la **combinaison de l'effet cheminée et de l'effet vent** (Remy, 2010).

- **L'effet cheminée**

L'élimination de la chaleur et de l'humidité se fait par les faîtes du toit, comme représentée dans la *Figure 46*, par montée naturelle de la chaleur lors de différences importantes de températures entre intérieur et extérieur.

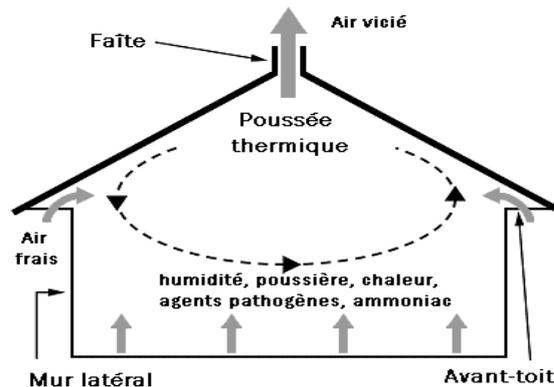


Figure 46 - Schéma de l'effet cheminée (79)

Cet effet (*Figure 46*) s'observe donc plutôt en hiver.

- **L'effet vent**

L'élimination de la chaleur et de l'humidité se fait par les ouvertures des côtés du bâtiment, comme dans la *Figure 47*.

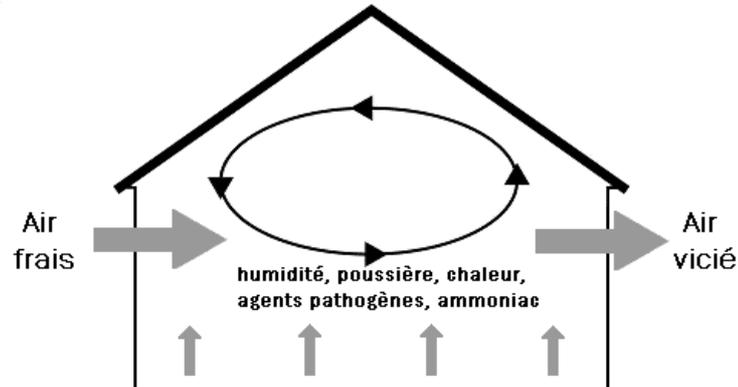


Figure 47 - Schéma de l'effet vent (79)

Il ne doit cependant pas y avoir d'entrée d'air directe sur les vaches en aire de couchage sous peine d'une mauvaise répartition du troupeau dans le bâtiment. Les premières entrées d'air doivent se faire à au moins 2 mètres au-dessus des vaches, et être protégées par des coupe-vent en hiver pour éviter les courants d'air (Lensik & Leruste, 2006).

Le maintien d'une **ventilation efficace** dans le logement du troupeau laitier, mais sans courant d'air, est un facteur important de **bonne santé mammaire**.

3-4-3- Zone de confort thermique

La zone de confort thermique des bovins se situe entre **2** et **21°C**, mais les vaches s'adaptent facilement aux températures jusqu'à **-5°C**, dans la mesure où elles ne sont soumises ni aux courants d'air ni à l'humidité.

Les vaches supportent, en fait, plus facilement une baisse des températures qu'une augmentation, puisque la fermentation des aliments dans le rumen leur assure une bonne production de chaleur.

L'**humidité**, les **courants d'air** (soit une vitesse de l'air supérieure à 0,5 mètre par seconde) et des températures **inférieures à -5°C** ou **supérieures à 25°C**, sont des **facteurs de stress thermique** pour les animaux : baisse de production laitière et baisse des défenses immunitaires.

Notons qu'une hausse des températures entraîne en plus une prolifération des pathogènes de l'air (Lensik & Leruste, 2006).

3-4-4- Luminosité du bâtiment

La luminosité est un facteur de confort pour la vache, qui participe au **bon développement** de son **système immunitaire** ; c'est pourquoi un accès quotidien à l'extérieur est à privilégier impérativement pour la bonne santé mammaire.

Pendant la mauvaise saison, il est indispensable de veiller, en plus, à la bonne luminosité de la stabulation car la lumière contribue à limiter le développement des pathogènes de l'air (Lensik & Leruste, 2006).

3-4-5- Diagnostic d'ambiance du bâtiment

Il est indispensable pour un éleveur de surveiller très régulièrement les différents paramètres d'ambiance de son bâtiment d'élevage, principalement son **degré d'humidité** et sa **bonne ventilation**.

En stabulation libre, il est important d'observer la répartition des vaches sur l'aire de couchage ; en effet, elles éviteront d'elles-mêmes les zones humides et les couloirs de courants d'air (Lensik & Leruste, 2006).

Pour évaluer la ventilation, une technique simple consiste à déclencher un fumigène coloré dans la stabulation et à mesurer en quel intervalle de temps il est totalement éliminé.

Une bonne ventilation doit assurer l'élimination du produit en 3 à 5 minutes ; au delà la ventilation du bâtiment n'est pas idéale et il existe alors un risque de prolifération bactérienne dans l'atmosphère.

Notons que si le temps nécessaire à l'évacuation complète du fumigène est supérieur à 15 minutes, il existe une réelle inefficacité de la ventilation, et des travaux seront à entreprendre de toute urgence (Remy, 2010).

4- Prévention concertée avec le vétérinaire

4-1- Réforme des vaches incurables

Une vache réformée est une vache que l'on décide d'écartier définitivement du troupeau laitier à la fin de sa lactation.

Le **taux de réforme** correspond au pourcentage de vaches réformées sur une année. Le **taux de renouvellement** correspond au pourcentage de génisses mises en saillie sur une année.

Il est possible de calculer les taux de réforme et de renouvellement grâce aux formules suivantes :

Taux de réforme

(Nombre de vaches réformées/Nombre total de vaches mises en saillie) x 100

Taux de renouvellement

(Nombre de génisses mises en saillies/Nombre total de vaches mises en saillie) x 100

Si le taux de renouvellement est supérieur au taux de réforme : l'effectif du troupeau laitier **augmente**.

A l'inverse, si le taux de renouvellement est inférieur au taux de réforme, l'effectif du troupeau laitier **diminue** (Dudouet, 2004).

Dans tous les cas, les taux de réforme et les taux de renouvellement doivent être compris, entre **20** et **25%**.

➤ Si les taux sont inférieurs à **20%**

Cela signifie que l'éleveur conserve volontairement des vaches incurables dans son troupeau laitier pour compenser le manque de génisses, au risque, en cas de mammites, de contaminer tout son cheptel.

- Si les taux sont supérieurs à 25%

Cela signifie que l'éleveur déclare incurable une grande partie de ses vaches du fait de TCT trop importants, et qu'il doit revoir intégralement toutes ces procédures d'hygiène et d'élevage (Grosmond, 2012).

Dans le cadre d'un plan de lutte contre les mammites, il est incontournable de **réformer les vaches incurables**, afin d'éviter à la fois la propagation de l'infection bactérienne à tout le troupeau, mais également un recours inutile aux antibiotiques pouvant être à l'origine de l'émergence de résistances bactériennes.

La réforme devra se faire, dans la mesure du possible, une fois la vache tarie (Le Guénic, 2006).

- Selon l'Institut de l'élevage sont déclarées comme incurables les vaches présentant :

-Des **mammites cliniques à répétition**

-Des **mammites subcliniques non guéries** pendant la période sèche malgré l'administration d'une antibiothérapie adaptée au tarissement (Institut de l'élevage, 2008)

- Selon GDS Rhône, sont établies incurables les vaches présentant:

-Au moins **3 CCSI supérieures à 800 000** cellules par mL pendant leur lactation

-Une **mammitte subclinique non guérie** pendant la période sèche malgré une antibiothérapie adaptée au tarissement

-Des **CCSI supérieurs à 400 000** cellules par mL pendant les deux premiers mois de la nouvelle lactation (40).

Les mammites subcliniques représenteraient plus de 45% des motifs de réforme des vaches laitières, entraînant parfois de grosses pertes économiques pour l'élevage (Grosmond, 2012).

4-2- Prévention des mammites par les traitements alternatifs

Un certain nombre de traitements alternatifs, principalement homéopathiques, sont utilisables pour prévenir les mammites.

De façon générale, on conseille une préparation à base de **Phosphorus 30 DH**, de **Silicea 30 DH** et de **Phytolacca 30 DH** (ou de **Sulfur 30 DH** si il s'agit d'une première lactation).

L'administration se fera dès le début de la lactation, à raison d'une fois par jour pendant 8 jours, puis d'une fois par semaine jusqu'à avoir dépassé le pic de lactation.

Le traitement sera ensuite repris quotidiennement pendant les 8 jours qui précèdent le tarissement (Issautier, 2013).

Si l'élevage est touché par un modèle de mammites environnementales, avec pour bactérie prédominante *E. coli*, il est possible, d'établir un traitement préventif homéopathique plus spécifique.

Ce dernier comprendra l'administration de 10 granules matin et soir pendant 3 à 4 jours de **Colibacillinum 7 CH**, de 10 granules 1 fois par semaine pendant 3 semaines de **Sulfur 9 CH**, le tout associé à un stimulant du système immunitaire : **Silicea 7 CH** (10 granules matin et soir pendant 8 jours puis une fois par semaine pendant 3 semaines) (Issautier, 2013).

Comme nous l'avons vu dans la partie 3-5-2-2 du Chapitre II, les fièvres vitulaires constituent un facteur d'apparition des mammites.

Il est donc possible d'administrer en préventif, aux vaches sensibles aux fièvres de lait, une association de deux spécialités :

- **Ostéocynésine**[®] (*Calcarea ostreica* 3 DH, *Calcarea fluorica* 3 DH, *Calcarea phosphorica* 3 DH et *Sulfur iodatum* 4 CH) des laboratoires Boiron
- **Bonacalcil**[®] (*Calcarea fluorica* 4CH, *Calcarea ostreica* 4CH, *Calcarea phosphorica* 4CH, *Ferrum metallicum* 5CH et *Urtica urens* 1CH) des laboratoires Bonapp.

Les deux traitements seront administrés des 15 jours précédant le vêlage aux 15 jours qui le suivent, à raison de 4 comprimés par jour pour l'Ostéocynésine[®], et de 5 à 10 mL par jour pour le Bonacalcil[®].

Notons que le Bonacalcil[®] fait l'objet d'une suspension d'AMM depuis le 14 octobre 2016, et prévue jusqu'au 14 octobre 2017 (Issautier, 2013).

Un autre protocole préventif se base quant à lui sur les apports en macro et oligoéléments. A.Vermande conseille ainsi, lorsque le troupeau laitier est en stabulation, des cures répétées de 7 jours de **chlorure de magnésium**, suivis de 7 jours d'**huile de poisson**, puis de 7 jours d'**oligoéléments**.

Au retour des beaux jours, lorsque les vaches retournent au pâturage, on peut se contenter d'une cure de 7 jours de chlorure de magnésium tous les deux mois.

Le chlorure de magnésium intervient en effet dans de multiples réactions métaboliques mais particulièrement dans la phagocytose, d'où son intérêt dans la lutte contre les mammites.

Notons cependant qu'il ne doit pas être administré plus d'une semaine par mois, à la dose maximale de 30g par jour et par vache, puisqu'il est, en plus d'être laxatif, néphrotoxique à haute dose (Duhamel & Vaussard, 2013).

4-3- Prévention des mammites par sélection génétique

Il est de nos jours possible de prévenir en partie les mammites par la génétique.

- **Par le choix des taureaux d'insémination**

Dans le cadre d'une politique de prévention des mammites, l'éleveur doit prêter attention au choix de ses reproducteurs, en utilisant des taureaux dits « **améliorateurs** » **pour la santé mammaire** (52).

En effet, une vache reçoit la moitié de l'index génomique de son père, un quart de celui de son grand-père maternel et un huitième de celui de son arrière grand-père maternel (Le Guénic, 2006).

D'après l'INRA, « Le niveau moyen de l'index santé de la mamelle des taureaux utilisés en France en 2013 [était] positif, donc favorable, entre + 0,1 et + 1 point selon les races ». Ces index restent cependant assez bas, la tendance étant plutôt de donner la priorité à d'autres critères, comme la productivité. Notons à ce sujet, qu'il existe génétiquement une antinomie entre la résistance aux mammites et le niveau de production d'une vache.

Certaines races possèdent, en outre, des prédispositions aux mammites, comme par exemple la prim'holstein.

Le SNG (Système National d'information Génétique) regroupe toutes les données génétiques bovines, ovines et caprines, et liste notamment le patrimoine génétique de 4 races de vaches (races brunes, montbéliardes, normandes et prim'holstein), aussi bien pour les mâles que pour les femelles.

Une étude lancée par l'INRA en 2013 sur deux troupeaux laitiers génétiquement très différents quant à la résistance aux mammites, a montré « une amélioration des scores de cellules somatiques du lait rapidement visibles, rien qu'en sélectionnant les taureaux sur les critères de santé de la mamelle ». Cette expérience montre donc que « l'amélioration des critères de santé de la mamelle peut être rapide pour peu que l'éleveur se fixe cet objectif » (Lefebvre, 2015) (53).

- **Par le génotypage des génisses**

L'agriculteur peut maintenant connaître le patrimoine génétique de ses génisses, par simple prélèvement de sang ou de cartilage de l'oreille. Les échantillons sont envoyés pour analyse dans des laboratoires spécialisés qui établiront les index génomiques de chaque individu. Ces derniers seront ensuite regroupés en ISU ou Index global de synthèse, parmi eux, la longévité, la fertilité, la morphologie, la productivité mais surtout la résistance aux mammites.

L'**index santé de la mamelle** est actuellement retrouvé sous le vocable **STMA** qui regroupe l'**index mammites cliniques (MACL)** et l'**index cellules dans le lait (CEL)**. Notons que l'index cellules, donc mammites subcliniques est plus héritable que l'index mammites cliniques.

Le génotypage des génisses permet donc à l'éleveur de sélectionner celles qu'il conservera pour le renouvellement de son troupeau laitier (Lefebvre, 2015) (53).

Les facteurs génétiques seraient responsables de 12 À 20% des fièvres vitulaires, elles-mêmes facteurs de risques importants des mammites, comme nous l'avons évoqué dans la partie 3-5-2-2 du Chapitre II.

Il existe par ailleurs, une bonne héritabilité morphologique entre la mère et son veau, ce qui permet d'éliminer de la reproduction les vaches présentant une mauvaise implantation de la mamelle (Issautier, 2013).

En conclusion, la génétique représente une part faible, mais non négligeable de la résistance aux mammites.

Attention cependant, car tout comme la réforme des vaches incurables, l'amélioration génétique du troupeau laitier en terme de santé mammaire ne dispense en aucun cas des mesures préventives listées dans cette thèse.

4-4- La vaccination « anti-mammité »

Le laboratoire Laboratorios hipra a reçu, en 2009, l'AMM du premier vaccin destiné à lutter contre les mammites : **Startvac**[®].

Le rapport européen public d'évaluation précise, que Startvac[®] « est utilisé pour renforcer l'immunité de troupeaux entiers de vaches laitières, par ailleurs saines, mais qui sont connus pour avoir des problèmes de mammites ».

La spécialité est en réalité, une suspension injectable de deux bactéries inactivées : *S. aureus* et *E. coli*, deux agents pathogènes majeurs des mammites.

Notons que le spectre du vaccin ne couvre pas *S. uberis*, et que l'ensemble du troupeau laitier doit être vacciné à chaque gestation si l'on souhaite obtenir de bons résultats.

D'un point de vue pratique, l'éleveur devra réaliser une injection intramusculaire du produit dans le cou de ses vaches suivant le schéma vaccinal suivant : première injection 45 jours avant la date prévue du vêlage, deuxième dose un mois après (mais au moins 10 jours avant le vêlage) et troisième dose deux mois plus tard.

La vaccination n'entraîne par ailleurs, aucun délai d'attente dans le lait, qui est livrable y compris le jour des injections.

Une étude sur le terrain, de l'efficacité de Startvac[®] versus placebo, a démontré une diminution « du nombre de vaches atteintes de mammites à *S.aureus*, une réduction de la gravité des symptômes, une augmentation du nombre de vaches guéries, une diminution du nombre de vaches nécessitant un traitement et une augmentation de la quantité et de la qualité de la production laitière ». L'efficacité de la vaccination couvre la période allant du 13^{ème} jour au 168^{ème} jour après la première dose vaccinale (Petit, 2013).

Dans le cadre du plan Ecoantibio 2012-2017, le ministère de l'agriculture, de l'alimentation et de la forêt a lancé une campagne « Vaccin'acteur » afin de promouvoir la vaccination dans les élevages bovins, et ainsi de diminuer le recours aux antibiotiques.

Trois posters destinés à être affichés dans les cliniques vétérinaires ont ainsi été réalisés (*Annexe 7*):

- « Mon vétérinaire est bien plus qu'un homme de terrain, c'est un conseiller toujours présent pour prévenir et vacciner »
- « Mon vétérinaire est bien plus qu'un urgentiste, c'est un expert qui contribue à la bonne conduite du troupeau »
- « Nourri, Logé, Vacciné »

Un dépliant à l'intention des éleveurs a également été conçu: « La vaccination, l'investissement santé pour votre troupeau » (75).

CONCLUSION

Selon l'INRA, « entre 2000 et 2013, la moyenne nationale des comptages cellulaires du lait de troupeau a augmenté de 240 000 à 310 000 cellules par mL de lait, toutes races confondues », bien que les résultats se soient à peu près stabilisés depuis 2008. Simultanément, il a été observé, une augmentation de l'indicateur ALEA (représentant l'exposition des animaux aux antibiotiques) entre 1999 et 2007, avec une tendance à la diminution après 2007. Cette dernière a été fortement accélérée à partir du lancement du plan Ecoantibio en 2012, montrant une évolution des pratiques des éleveurs comme des vétérinaires quant à l'utilisation des antibiotiques.

Stéphane Le Foll, ministre de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt, a annoncé récemment que les objectifs du plan Ecoantibio et de la Loi d'avenir étaient « en passe d'être atteints ». « Ainsi entre 2012 et 2015, l'exposition des animaux aux antibiotiques, toutes espèces animales et toutes familles d'antibiotiques confondues, a diminué de 20,1% par rapport à 2011 ». Précisons tout de même, que les consommations d'antibiotiques chez les bovins avaient augmenté de **11,7%** entre 1999 et 2011, selon l'ANSES, et qu'ils n'ont depuis re-diminué que de **9,5%** ; ce qui prouve que les objectifs du plan Ecoantibio sont encore loin d'être atteints dans cette filière animale (76).

Les résultats des objectifs de diminution de l'exposition aux antibiotiques « critiques », fixés par la Loi d'avenir, sont eux par contre, très positifs en élevage bovin, puisque l'exposition a baissé, par rapport à 2013, de **21,1%** pour les **céphalosporines de dernières générations** et de **23,6%** pour les **fluoroquinolones**. D'après l'ANSES, les familles d'antibiotiques les plus utilisées par voie intramammaire en élevage bovin sont, les aminosides, les polypeptides, les tétracyclines, les pénicillines et les céphalosporines de premières et deuxièmes générations : un gros effort reste donc encore à faire sur l'utilisation des aminosides, certes non ciblés par la Loi d'avenir, mais pourtant réservés à l'usage hospitalier chez l'homme.

Chez les bovins, les résistances d'*E. coli* aux céphalosporines de dernières générations restent encore faibles (environ 2,4%), mais le réseau Résapath évoque des résistances aux fluoroquinolones proche des **22%**, ce qui représente le taux de résistances à cet antibiotique, le plus élevé, toutes filières animales confondues.

Le réseau Résapath évoque d'ailleurs une « multirésistance (définie comme la résistance à au moins trois antibiotiques parmi les cinq antibiotiques testés : ceftiofur, gentamicine, tétracycline, enrofloxacin ou marbofloxacin, association triméthoprime-sulfamides, [...] nettement plus marquée en filières bovines et porcines qu'en filières avicoles ou chez les chevaux ou les chiens », avec « une tendance générale à la baisse [...] ces dernières années pour toutes les espèces sauf pour les bovins, pour lesquels elle est stable sur la période 2011-2015 mais en augmentation entre 2014 et 2015 » (11).

Une proposition d'un nouveau règlement européen sur le médicament vétérinaire pour 2018 est actuellement à l'étude.

Celui-ci propose notamment l'interdiction de toutes publicités concernant les médicaments vétérinaires, à l'exception de celles destinées aux vétérinaires et aux pharmaciens, ainsi que l'interdiction d'utilisation des antibiotiques en préventif, c'est à dire dans l'alimentation des animaux (Anonyme, 2015 ; Pouzaud, 2015).

Table des annexes

<u>Annexe 1</u> :	Le plan Ecoantibio 2012-2017	165
<u>Annexe 2</u> :	Article 49 de la loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt du 13 octobre	185
<u>Annexe 3</u> :	Modèle du registre d'élevage à compléter	186
<u>Annexe 4</u> :	Auto-questionnaire à remplir par l'éleveur lors de la Visite Obligatoire d'Elevage en vue de sensibiliser à l'antibiorésistance	200
<u>Annexe 5</u> :	Bilan sanitaire d'élevage à réaliser une fois par an par le vétérinaire traitant pour obtenir la prescription à distance	203
<u>Annexe 6</u> :	Exemple d'une grille de paiement du lait	207
<u>Annexe 7</u> :	Campagne vaccin'acteur	208

ÉCOANTIBIO

RÉDUIRE L'UTILISATION DES
ANTIBIOTIQUES VÉTÉRINAIRES



PLAN NATIONAL **DE RÉDUCTION**
DES RISQUES **D'ANTIBIORÉSISTANCE**
EN MÉDECINE **VÉTÉRINAIRE**



PLAN NATIONAL DE RÉDUCTION DES RISQUES D'ANTIBIORÉSISTANCE EN MÉDECINE VÉTÉRINAIRE

Contexte

Les antibiotiques sont des médicaments capables d'entraîner la destruction ou l'arrêt de la multiplication des micro-organismes. Découverte en 1928 par le biologiste et pharmacologue écossais, Sir Alexander Fleming, la pénicilline (pénicilline G), antibiotique produit par la moisissure *Penicillium* empêchant le développement de certaines cultures de bactéries, est commercialisée dès 1940.

La recherche et le développement de nouvelles classes d'antibiotiques ont suivi cette découverte et permis la mise au point et l'utilisation d'antibiotiques pour lutter contre diverses pathologies telles que la tuberculose, la pneumonie, les infections de la peau, etc.

Depuis moins d'un siècle, l'usage des antibiotiques s'est développé en médecine humaine, avec l'accroissement de la population et l'amélioration des soins, mais également en médecine animale.

Les antibiotiques sont désormais largement prescrits chez l'homme et chez l'animal, autant à titre curatif que préventif. Dans tous les cas, leur usage est susceptible d'entraîner l'émergence de résistances bactériennes qui peuvent se disséminer dans l'environnement ou la chaîne alimentaire.

Il existe en effet des bactéries dites résistantes aux antibiotiques c'est à dire qu'elles ne sont pas tuées ou inhibées par les doses d'antibiotiques administrées. Ce phénomène de résistance est naturel, certaines bactéries n'étant pas sensibles naturellement à certains antibiotiques. Cependant la résistance peut être acquise par des bactéries préalablement sensibles. Ce phénomène de résistance acquise repose sur le mécanisme de la sélection des espèces. D'autant plus que certaines bactéries peuvent échanger à distance leurs gènes de résistance. Toute utilisation inappropriée d'antibiotique en médecine humaine ou vétérinaire est susceptible de favoriser la sélection de bactéries résistantes.

Ainsi, certaines familles d'antibiotiques ne sont déjà plus efficaces contre certaines espèces bactériennes. Alors que la découverte de la pénicilline, puis des différentes familles d'antibiotiques a permis de lutter très efficacement contre de nombreuses maladies infectieuses, fléaux pour l'homme et les animaux d'élevage, le développement simultané de mécanismes d'antibiorésistance constitue en corolaire une nouvelle menace pour la santé des animaux et la santé publique.

L'antibiorésistance constitue sans doute un des défis médicaux majeurs du XXI^e siècle. La Commission européenne estime sur la base d'une publication du Centre européen pour la prévention et le contrôle des maladies, que, pour l'ensemble des États membres de l'Union, les infections causées par les micro-organismes résistants aux antibiotiques sont responsables annuellement du décès de 25 000 patients et d'un surcoût de soins de santé et de perte de productivité induits par ces phénomènes d'1,5 milliard d'euros.

Le transfert de gènes de résistances par l'environnement et la chaîne alimentaire, le potentiel de développement de telles bactéries, et l'apparition des échecs thérapeutiques en médecine humaine dus notamment aux bactéries zoonotiques, constituent des enjeux sanitaires majeurs pour les filières d'élevage.

Actions déjà engagées :

Sur le plan international, de nombreuses réflexions autour de la lutte contre l'antibiorésistance se sont développées dès les années 1990, sous l'égide des organisations internationales, la FAO, l'OMS et l'OIE. Ainsi des lignes directrices sur la surveillance de la résistance et des consommations d'antibiotiques en médecine vétérinaire, l'analyse de risque ou encore l'usage prudent des antibiotiques ont pu être élaborées. L'OIE souligne l'intérêt majeur des antibiotiques pour la santé et le bien-être des animaux (dont la santé est une composante essentielle). Cette organisation a mis en place en 2004 un groupe ad hoc et a publié des normes et lignes directrices sur l'appréciation des risques d'antibiorésistance secondaires à l'usage des antibiotiques chez les animaux ainsi que la liste des antibiotiques cruciaux pour la médecine vétérinaire. Une démarche similaire est en cours pour l'usage des antibiotiques en aquaculture. Un autre exemple récent est l'adoption, en juillet 2011, par la Commission du Codex alimentarius (organisation créée par la FAO et l'OMS) de Lignes directrices pour l'analyse des risques d'origine alimentaire liés à la résistance aux antibiotiques.

De la même façon, les instances européennes s'impliquent désormais fortement sur ce sujet, en mobilisant les institutions concernées par la problématique, qu'il s'agisse de l'Agence européenne du médicament (EMA), du Centre européen pour la prévention et le contrôle des maladies (ECDC), du réseau des chefs d'agences médicales (HMA) ou de l'Autorité européenne de sécurité alimentaire (AESA). Des recommandations sur l'usage prudent des antibiotiques ont été publiées et un projet de plan d'action européen est sur le point d'être adopté. L'accord de novembre 2009 sur la création d'une « task force » Etats-Unis/Europe pour la lutte contre l'antibiorésistance constitue un exemple supplémentaire de cette volonté élargie de coordination des activités.

Sur le plan national, dans le domaine de la médecine humaine, le ministère en charge de la santé a mis en place, à partir de 2001, un plan national pour préserver l'efficacité des antibiotiques qui a connu 2 phases (2001-2005 et 2007-2010). Entre 1999 et 2009, la consommation des antibiotiques en médecine humaine a connu une baisse de 37,1 à 30,4 doses définies journalières pour 1000 habitants et par jour (DDJ/1000H/J) ; il s'agit de la posologie standard pour un adulte de 70 Kg, ce qui représente une baisse de 16 % (Source : Rapport de l'AFSSAPS publié le 21 juin 2011, intitulé *Dix ans d'évolution des consommations d'antibiotiques en France*).

Dans le domaine vétérinaire, plusieurs actions ont déjà été initiées par les pouvoirs publics pour surveiller l'évolution de l'antibiorésistance (mise en place de réseaux, de programmes de surveillance et d'enquête en élevage coordonnés par le ministère chargé de l'agriculture et l'ANSES¹) et par les professionnels impliqués pour promouvoir le bon usage des antibiotiques (filiales de l'élevage, vétérinaires, industrie pharmaceutique). De plus, l'utilisation en élevage des antibiotiques comme facteurs de croissance est interdite dans l'Union Européenne depuis 2006.

Depuis 1999, le ministère en charge de l'agriculture a financé la mise en place par l'Anses-ANMV d'un suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques. Ce suivi est réalisé en collaboration avec le Syndicat de l'Industrie du Médicament Vétérinaire et réactif (SIMV) selon la ligne directrice de l'OIE sur « la surveillance des quantités d'antibiotiques utilisées en élevage » (Code des Animaux Terrestres de l'OIE 2010 – chapitre 6.8).

L'ALEA (*Animal Level of Exposure to Antimicrobials*) constitue l'indicateur le plus fiable de ce suivi puisque directement corrélé au pourcentage d'animaux traités par rapport à la population animale totale. Ce niveau d'exposition global des animaux aux antibiotiques a augmenté, toutes familles d'antibiotiques confondues, de 27,9% entre 1999 et 2007. De 2007 à 2010, il diminue de 12,2% pour s'établir à une valeur de 0.62. La diminution du niveau d'exposition observée ces 3 dernières années, bien que la tendance reste à confirmer, traduit la prise en compte de ces préoccupations nouvelles par les acteurs professionnels et les effets de leurs premiers engagements en faveur de la réduction de l'exposition aux antibiotiques (source : *Rapport de l'Anses-ANMV publié en novembre 2011, intitulé Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2010 - volumes et estimation de la consommation d'antibiotiques chez les animaux*).

¹ Rapport de l'AFSSA « Usages vétérinaires des antibiotiques, résistance bactérienne et conséquences pour la santé humaine », janvier 2006
Rapport de l'Anses « FARM - Programme français de surveillance de l'antibiorésistance des bactéries d'origine animale 2007-2008 », novembre 2010
Bilan 2009 du Résapath, Réseau d'épidémiologie de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes animales », novembre 2010

L'élaboration d'un plan national de réduction des risques d'antibiorésistance :

Fort de ces inquiétudes et des premières initiatives prises, le Ministre en charge de l'agriculture a voulu mobiliser de manière cohérente et soutenue l'ensemble des professionnels impliqués dans la mise en œuvre d'un plan national d'action de réduction des risques de résistance aux antibiotiques en médecine vétérinaire.

Le 18 novembre 2009, la direction générale de l'alimentation a réuni pour la première fois le comité national de coordination pour l'usage raisonné des antibiotiques en médecine vétérinaire, auquel participe l'ensemble des acteurs concernés ; à cette occasion les premières axes de travail ont été définis. Ce plan est le résultat des travaux engagés depuis 2 ans.

L'objectif du plan d'action est double :

- d'une part, diminuer la contribution des antibiotiques utilisés en médecine vétérinaire à la résistance bactérienne, et à ses conséquences sur la santé des animaux et la santé publique,
- d'autre part, préserver de manière durable l'arsenal thérapeutique, et ce d'autant plus que la perspective de développement de nouveaux antibiotiques, en médecine vétérinaire, est réduite.

Il vise une réduction de 25 % de l'usage en 5 ans en développant les alternatives permettant de préserver la santé animale tout en évitant de recourir aux antibiotiques.

Les antibiotiques sont en effet des médicaments particuliers qui doivent être perçus comme un véritable bien commun qu'il importe de préserver car ils sont indispensables à la santé humaine et animale. Pour cette raison, leur utilisation doit désormais être pensée de manière différente. Leur recours doit se faire de manière prudente et ciblée et seules les quantités appropriées strictement nécessaires aux besoins thérapeutiques, doivent être prescrites et administrées. L'objectif n'est donc pas seulement quantitatif mais aussi qualitatif.

Avant leur mise en œuvre, certaines mesures feront l'objet d'une étude d'impact et d'évaluation scientifique complémentaires. Les conclusions de l'Anses attendues pour 2013, pourront notamment conduire à une évolution des mesures proposées.

Cette démarche s'inscrit dans les orientations définies par les résolutions du Parlement européen du 12 mai et du 27 octobre 2011, les recommandations de la Commission européenne du 27 octobre 2011 sur la résistance aux antibiotiques et d'une manière générale dans les orientations prises par la FAO, l'OMS, et l'OIE qui recommandent aux pays d'adopter des mesures en faveur de la sauvegarde des antibiotiques.

Dans ce cadre, la France participera activement à l'agenda de recherche stratégique (ARS) fixant les besoins et les objectifs de recherche à moyen et long terme dans le domaine de la résistance aux antibiotiques.

AXE 1

PROMOUVOIR LES BONNES PRATIQUES ET SENSIBILISER LES ACTEURS AUX RISQUES LIÉS À L'ANTIBIORÉSISTANCE ET À LA NÉCESSITÉ DE PRÉSERVER L'EFFICACITÉ DES ANTIBIOTIQUES

Le respect des règles de bonnes pratiques d'hygiène et d'asepsie, la conception et l'entretien des bâtiments et d'établissements de soins adaptés, l'application de mesures de biosécurité et de bonnes mesures de suivi sanitaires, constituent autant de moyens efficaces de prévention et de lutte contre le microbisme et les infections qui permettent *in fine* de limiter le recours aux antibiotiques. La diffusion de ces bonnes pratiques, associée à une sensibilisation de l'ensemble des acteurs constituent une des priorités du plan.

Mesure n° 1 : Concevoir et diffuser des outils de sensibilisation aux risques liés à l'antibiorésistance et de promotion des bonnes pratiques permettant de prévenir le recours aux antibiotiques à l'intention des éleveurs

La lutte contre l'antibiorésistance doit toucher le plus grand nombre d'utilisateurs ; la promotion des actions relatives à cette thématique doit faire appel à des outils adaptés et pédagogiques tels les guides de bonnes pratiques d'hygiène, les articles de la presse spécialisée agricole, les plaquettes informatives distribuées par les organisations à vocation sanitaire et les chambres d'agriculture.

En particulier, les guides de bonnes pratiques en élevage constituent les outils parmi les plus importants permettant d'améliorer les pratiques des utilisateurs. L'intégration d'un chapitre spécifique traitant du sujet de l'antibiorésistance devra être envisagée dans la rédaction de tous les nouveaux guides et la mise à jour des autres.

Mesure n° 2 : Développer une offre de formation continue adaptée en matière de biosécurité et de bonne utilisation des antibiotiques

La sensibilisation et la formation des éleveurs et des techniciens intervenant en élevage est indispensable pour faire changer les comportements.

Les vétérinaires seront associés aux organismes et établissements responsables des formations : cela permettra une unicité des messages au sujet de la prévention de l'usage des antibiotiques, la promotion des bonnes pratiques d'utilisation et d'observance, le respect des mesures d'hygiène et la connaissance de la réglementation.

Mesure n° 3 : Sensibiliser aux risques liés à l'antibiorésistance dès la formation initiale des professionnels de l'élevage

La bonne utilisation des antibiotiques et les bonnes pratiques devront également être abordées dès la formation initiale des professionnels de l'élevage.

Les modules d'enseignement déjà existants seront complétés et améliorés selon les spécificités des différents établissements d'enseignement agricole : lycées agricoles, IUT, écoles d'ingénieurs, etc.

Mesure n°4 : Faire de la visite du vétérinaire un moment privilégié entre éleveurs et vétérinaire pour échanger sur les questions relatives à l'usage des antibiotiques

La visite du vétérinaire en élevage constitue une occasion privilégiée de dialogue entre le prescripteur et l'utilisateur au sujet de l'antibiothérapie.

Ainsi, dans le cadre des visites sanitaires chaque éleveur bénéficiera des conseils du vétérinaire sanitaire sur les pratiques adaptées de maîtrise de la qualité sanitaire de sa production. La visite sanitaire en élevage intégrera désormais un chapitre sur l'«Utilisation des antibiotiques en élevage et antibiorésistance ». Ce chapitre devra permettre d'envisager des solutions aux éventuels problèmes et ce, avant que ils ne soient générateurs de dangers pour le consommateur ou les animaux, mais aussi avant qu'ils ne soient relevés par un contrôle officiel de l'administration.

Mesure n°5 : Construire des outils d'auto-évaluation pour les éleveurs et les vétérinaires

Pour permettre aux vétérinaires et éleveurs d'évaluer de manière volontaire leur propre utilisation, d'identifier les marges de progrès possibles et les inciter à modifier leurs habitudes, des indicateurs de référence de la prescription et de l'utilisation des antibiotiques et des aliments médicamenteux dans les élevages seront définis et proposés.

Mesure n°6 : Développer des guides de bonnes pratiques de la prescription d'antibiotiques portant prioritairement sur les pathologies identifiées dans les groupes de travail (cf. mesure n°27)

Poursuivant la démarche entreprise avec la publication par la SNGTV¹ du guide de bonnes pratiques de l'antibiothérapie à l'usage des vétérinaires, les organisations professionnelles vétérinaires devront décliner ce guide dans toutes les filières. Des consensus devront être dégagés sur le traitement des pathologies, la catégorisation des antibiotiques par indication thérapeutique (antibiothérapie de choix, antibiotiques à utilisation restreinte et sous condition, antibiotiques déconseillés, antibiotiques à ne jamais utiliser).

Mesure n°7 : Renforcer la formation continue et l'information des vétérinaires, notamment le module «pharmacie vétérinaire» proposé dans la formation portant sur le mandat sanitaire

La formation continue sur l'usage raisonné des antibiotiques doit être renforcée. Ces formations traiteront de sujets tels que l'épidémiologie, la réglementation et devront être adaptées à l'objectif d'une diminution du recours aux antibiotiques et au développement d'alternatives adaptées aux besoins vétérinaires. Elles devront rappeler les facteurs de risques d'apparition de résistances bactériennes et la nécessité de préserver l'efficacité des antibiotiques critiques pour la santé humaine.

En particulier, le module pharmacie vétérinaire proposé dans la formation « mandat sanitaire » intégrera les sujets de l'antibiothérapie raisonnée et de l'antibiorésistance.

¹ Société nationale de groupements techniques vétérinaires

Mesure n°8 : Renforcer la formation initiale des vétérinaires sur le sujet de l'antibiorésistance, notamment sur l'antibiothérapie appliquée

La bonne utilisation des antibiotiques doit être abordée dès la formation initiale des vétérinaires. Les recommandations récentes du Comité à haut niveau sur le cursus vétérinaire vont dans ce sens. De même, les outils mis à la disposition des vétérinaires par les organisations vétérinaires à vocation technique doivent être présentés aux étudiants.

Un groupe de travail réunissant des représentants de l'administration, des enseignants et des organisations vétérinaires à vocation technique préparera la mise en place, d'un module consacré à l'antibiothérapie à l'intention des futurs vétérinaires dans les écoles.

Ce module qui abordera les aspects pharmacologiques, réglementaires et ceux liés à la gestion du médicament dans les domiciles professionnels d'exercice pourrait être dispensé en fin de cursus lorsque les étudiants prennent contact avec la pratique médicale et rédigent leurs premières ordonnances, avec comme objectifs :

- d'une part, assurer davantage de cohérence entre les enseignements théoriques dispensés en début de cursus et les enseignements pratiques de fin de cursus des étudiants futurs prescripteurs ;
- d'autre part, permettre une meilleure prise en compte des risques pour la santé publique dans le choix du traitement ;
- faire connaître les guides d'antibiothérapie raisonnée (mesures 1 et 6).

Mesure n°9 : Renforcer l'information et la sensibilisation des pharmaciens sur le sujet de l'antibiorésistance en médecine vétérinaire

La formation des pharmaciens est peu adaptée aux spécificités des pathologies d'élevage et de la médecine vétérinaire. L'existence de règles spécifiques de la pharmacie vétérinaire et en particulier les obligations portant sur la prescription, la pharmacovigilance, et les risques liés à l'antibiorésistance, doivent être pleinement maîtrisés lors de la délivrance en pharmacie de médicaments destinés aux animaux.

Dans un premier temps, les pharmaciens seront donc sensibilisés à l'examen des ordonnances vétérinaires, afin qu'ils disposent de la même expertise que pour les ordonnances de médecine humaine, et aux problématiques concernant le renouvellement et l'interdiction de substitution des antibiotiques vétérinaires.

Mesure n°10 : Améliorer la communication scientifique auprès des professionnels prescripteurs et dispensateurs et mettre à disposition des professionnels des données en matière de résistance

La transmission des informations relatives à la résistance aux antibiotiques depuis les réseaux de surveillance, notamment : le réseau d'épidémiologie de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes animales (RESAPATH) mis en place par l'Anses, vers les vétérinaires, et éventuellement vers les éleveurs, est jugée insuffisante.

C'est ainsi que les données relatives à la sensibilité et à la résistance des souches seront mises à la disposition des prescripteurs et des utilisateurs, en rappelant la différence fondamentale entre résistance épidémiologique et résistance clinique. Cela incitera les vétérinaires à recourir davantage aux antibiogrammes, facilitera le diagnostic, favorisera l'utilisation raisonnée des antibiotiques en privilégiant l'utilisation d'antibiotiques à spectre étroit.

La relation entre les laboratoires de diagnostic vétérinaire et les praticiens prescripteurs devra également être développée car elle constitue une voie d'information privilégiée, utile à la vigilance des praticiens. Les données collectées par le réseau RESAPATH seront mieux diffusées.

Mesure n° 11 : Inciter les laboratoires réalisant des antibiogrammes à utiliser des méthodes validées dédiées à la médecine vétérinaire et à développer des réseaux entre eux

Un certain nombre d'examens complémentaires, notamment pour les vétérinaires canins, sont réalisés par des laboratoires de biologie humaine qui appliquent des méthodes inappropriées à la médecine vétérinaire (germes et antibiotiques testés inadéquats). Les antibiogrammes doivent en effet être réalisés et interprétés selon des méthodes validées propres à la médecine vétérinaire, avec des garanties de fiabilité suffisantes.

Les vétérinaires seront sensibilisés à la nécessité d'adresser leurs analyses à des laboratoires qui ont développé une compétence vétérinaire permettant la bonne interprétation des résultats.

Mesure n° 12 : Poursuivre les échanges sur les questions relatives à l'antibiorésistance entre partenaires au sein de plates-formes, tels que les groupes de travail issus du comité national de coordination pour un usage raisonné des antibiotiques en médecine vétérinaire

Poursuivant la démarche entreprise pour la déclinaison du guide de bonnes pratiques de l'antibiothérapie à l'usage des vétérinaires, des groupes de travail sur l'utilisation des antibiotiques critiques ont été constitués dans toutes les filières. Ils se réuniront annuellement pour recenser les pratiques, identifier les marges de progrès, élaborer et diffuser des procédures consensuelles de prescription pour des situations précises.

Mesure n° 13 : Promouvoir le bon usage des antibiotiques auprès des propriétaires d'animaux de compagnie à travers une campagne de communication

Le monde de l'élevage n'est pas le seul concerné par le bon usage des antibiotiques et la lutte contre l'antibiorésistance. Pour ce qui concerne les animaux de compagnie, il faut sensibiliser les propriétaires à l'importance des antibiotiques en thérapeutique. L'accent doit être mis, en particulier, sur la démarche diagnostique du vétérinaire et sur la bonne observance des traitements. L'objectif est ici de convaincre le propriétaire :

- que, tout comme en médecine humaine, le recours à tort aux antibiotiques fragilise leur efficacité ;
- que lorsqu'un traitement antibiotique est mis en place, sa réussite repose sur le respect de l'ordonnance, de l'observance et des visites de contrôle en cours de traitement.

Il convient d'inciter à la réalisation de campagnes de communication ciblées dans la presse spécialisée relative aux animaux de compagnie et sur des affiches présentées dans les domiciles professionnels d'exercice canins.

AXE 2

DÉVELOPPER LES ALTERNATIVES PERMETTANT D'ÉVITER LES RECOURS AUX ANTIBIOTIQUES

La limitation du recours aux antibiotiques et la promotion des bonnes pratiques ne peuvent être pleinement justifiées sans le développement d'une offre d'alternatives variées et adaptées aux contraintes relatives aux filières de production animales et au soin des animaux. Des actions d'expérimentation et de recherche peuvent être nécessaires pour développer de nouvelles solutions aux pathologies chez l'animal, et mieux connaître les agents pathogènes et leurs mécanismes de résistance.

Mesure n° 14 : Développer des outils la prophylaxie sanitaire et des mesures zootechniques

Le respect des règles de bonnes pratiques d'hygiène et d'asepsie sont autant de moyens efficaces de prévention et de lutte contre le microbisme et les infections qui favoriseront la diminution de la consommation d'antibiotiques.

Ces mesures doivent être prévues dans les guides de bonnes pratiques d'élevage rédigés par les professionnels pour favoriser la prophylaxie sanitaire, les mesures de biosécurité et, sur la base des données connues, la conception des bâtiments.

Des travaux seront engagés pour conforter le développement de conduites d'élevage qui permettent de réduire le recours aux antibiotiques.

Mesure n° 15 : Promouvoir la recherche dans le domaine de l'immunité et de l'utilisation de vaccins ou d'auto-vaccins

La recherche dans le domaine de l'immunité spécifique doit être développée pour promouvoir l'usage préventif des vaccins en lieu et place des traitements antibiotiques, y compris pour les marchés de faible rentabilité économique.

Le recours à la vaccination, lorsqu'il est possible pour la prévention de certaines pathologies, en élevage, mais aussi pour les animaux de compagnie, doit être encouragé. L'utilisation des vaccins doit être rendue plus compétitive par rapport à celle d'antibiotiques à titre prophylactique et les freins financiers doivent être levés. En cas de manque de disponibilité, et après évaluation scientifique, l'importation à but thérapeutique de vaccins autorisés dans d'autres États Membres sera favorisée.

Sous réserve d'une validation scientifique de leur intérêt thérapeutique et en l'absence de vaccins autorisés, le recours aux auto-vaccins sera envisagée.

Mesure n° 16 : Développer les moyens diagnostiques rapides validés pour certaines filières

Le développement de tests « minute » validés, permettant une orientation rapide du diagnostic de l'étiologie virale ou bactérienne de certaines maladies, par exemple dans le cas des diarrhées néo-natales des veaux ou de certaines pathologies respiratoires, doit également être considéré comme prioritaire.

Certains de ces tests existent déjà et sont utilisés couramment dans d'autres États, ce qui devrait faciliter leur validation au niveau national.

Mesure n° 17 : Préserver le maintien des AMM des molécules antibiotiques anciennes, non critiques

Il faut favoriser l'utilisation des molécules anciennes pour éviter d'utiliser des molécules récentes plus sensibles, lorsque les évaluateurs n'ont pas mis en évidence de risque de résistance croisée ou de co-résistance. Les laboratoires pharmaceutiques seront incités à collecter des informations sur l'efficacité des spécialités contenant des molécules anciennes en vue du dépôt d'éventuelles modifications d'AMM. Il conviendra notamment de s'attacher à la revalidation des schémas thérapeutiques.

Mesure n° 18 : Soutenir la recherche de nouvelles molécules antibiotiques réservées à la médecine vétérinaire et non critiques pour la médecine humaine

Dans l'optique d'un moindre et meilleur usage des antibiotiques, les alternatives envisagées peuvent être le remplacement d'antibiotiques dits critiques ou générant de fortes résistances sur les flores digestives par d'autres non critiques, ne générant pas de résistance sur les flores.

La recherche de nouvelles molécules permettrait d'augmenter l'arsenal thérapeutique et donc de donner accès à de nouvelles alternatives. Cette recherche et son application en médecine vétérinaire seront développées en tenant compte de l'importance et de l'impact de ces molécules pour la médecine humaine.

Mesure n° 19 : Evaluer le bénéfice de traitements alternatifs permettant de limiter le recours aux antibiotiques

La recherche de produits alternatifs fera l'objet d'études intégrant l'intérêt qu'ils présentent en matière de réduction de l'usage d'antibiotiques. A titre d'exemple dans la filière porcine, l'intérêt d'un recours à l'oxyde de Zinc pour diminuer les diarrhées des porcelets fera l'objet d'une évaluation bénéfice/risque par l'ANSeS.

Mesure n° 20 : Rechercher des solutions pour les espèces mineures, en lien notamment avec la disponibilité des médicaments vétérinaires

Le manque de disponibilité des antibiotiques constitue une difficulté pour les élevages d'espèces mineures. Plusieurs causes ont été identifiées :

- La perte de l'indication pour les espèces mineures dans les AMM : certains médicaments disposaient d'une indication pour des espèces mineures lors de l'octroi de l'AMM initiale. Ils ont perdu cette indication lors de la révision du dossier d'AMM ou au moment de l'établissement des RCP en raison du manque de données concernant ces espèces ;
- L'abandon du terme « volaille », qui regroupait de manière générique différentes espèces, a conduit à ne retenir que les espèces couvertes par des données fournies par le titulaire (le plus souvent l'espèce « poulet », *Gallus gallus*) dans son dossier d'AMM et a écarté toute autre espèce telles que les canards, pintades ou dindes ;

Il est nécessaire de promouvoir le développement ou la modification des AMM existantes et de poursuivre les travaux sur l'extrapolation des LMR au bénéfice des espèces mineures.

Par ailleurs, l'application du temps d'attente forfaitaire (TAF), imposé en cas de recours à la cascade, favorise l'utilisation d'antibiotiques critiques ayant un temps d'attente très court ou égal à zéro jour. Une révision de la réglementation européenne relative au TAF doit être menée pour les espèces voisines.

Mesure n°21 : Recherche : « coordonner pour limiter l'usage des antibiotiques en élevage »

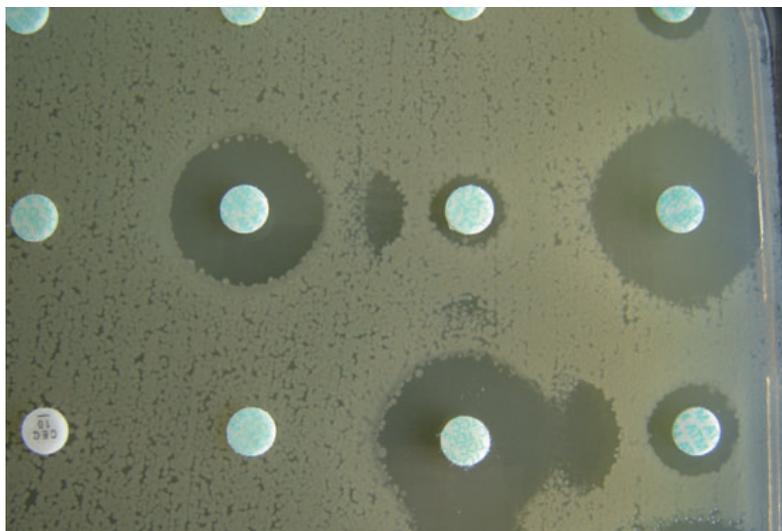
Les études des mécanismes d'induction de la résistance, ceux de la transmission par les gènes et les supports génétiques, par contact, par voie alimentaire ou par l'environnement doivent être poursuivies, notamment pour les bactéries zoonotiques.

Il faut définir les pratiques à risque aboutissant à la sélection de bactéries multirésistantes, et mesurer, selon leurs indications, les effets de l'utilisation prophylactique, métaphylactique ou curative des antibiotiques afin de permettre la validation de schémas thérapeutiques. Cette mesure doit pouvoir être opérationnelle à court terme et elle est inscrite dans le cadre de la saisine de l'Anses sur l'antibiorésistance.

D'autre part, l'étude des mécanismes de rupture des chaînes de transmission de la résistance est une voie qui peut déboucher sur des traitements alternatifs des infections d'origine bactérienne. Il s'agit là d'un projet de recherche à long terme pour lequel la coordination des actions des opérateurs privés et des pouvoirs publics est indispensable.

Mesure n°22 : Étudier l'opportunité d'une redevance dédiée au financement des actions préventives du plan, principalement la mise en place des recommandations des guides de bonnes pratiques d'élevage et le développement des alternatives techniques permettant de réduire le recours aux antibiotiques

L'étude de l'intérêt d'une redevance nationale sur les ventes d'antibiotiques sera confiée au conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux et à l'inspection générale des finances. Une telle redevance permettrait de financer les mesures de l'axe 2 de ce plan et les campagnes d'information.



AXE 3

RENFORCER L'ENCADREMENT ET RÉDUIRE LES PRATIQUES À RISQUE

Pour préserver l'efficacité des antibiotiques, notamment préserver l'efficacité pour l'homme des plus « critiques », il est nécessaire de limiter leur utilisation. Les évolutions des réglementations européennes et nationales prônées par ce plan doivent permettre :

- d'améliorer les conditions d'évaluation de mise sur le marché de ces antibiotiques, et les conditions d'information et de publicité auprès des prescripteurs et ayants-droit ,
- de renforcer l'encadrement des pratiques commerciales et des règles de prescription.

Mesure n°23 : Mieux prendre en compte le risque lié à l'antibiorésistance dans l'évaluation et la réévaluation du dossier d'AMM, en particulier pour les génériques

Les antibiotiques constituent une classe de médicament vétérinaire pour lesquels l'évaluation bénéfice/risque doit être réalisée selon des règles spécifiques.

La mise en œuvre de cette mesure nécessite une évolution de la réglementation européenne. Il est en effet nécessaire de modifier le cadre réglementaire actuel afin qu'il soit possible de refuser ou modifier l'AMM d'un antibiotique sur la base des risques liés à l'antibiorésistance. En particulier, une meilleure prise en compte des questions d'antibiorésistance est nécessaire pour limiter la mise sur le marché des génériques qui contribuent à accroître la consommation.

La Commission nationale du médicament vétérinaire (CNMV) sera consultée sur l'opportunité de définir et prendre en compte une notion de « service médical rendu » qui s'appliquerait aux antibiotiques.

Mesure n°24 : Améliorer les informations contenues dans les résumés des caractéristiques du produit (RCP) et insérer un message d'éducation sanitaire dans les notices

L'insertion d'un message d'éducation sanitaire sur le conditionnement extérieur des antibiotiques et sur les notices, du type « l'usage inapproprié d'antibiotiques provoque l'apparition de résistances », devra être rendu obligatoire pour éviter, entre autres, l'auto-médication. Une telle mesure a déjà été prévue pour le médicament à usage humain.

La directive 2001/82/CE instituant un code communautaire relatif aux médicaments vétérinaires prévoit, en son article 26, que l'AMM peut être assortie d'une obligation, pour son titulaire, d'indiquer sur le conditionnement primaire et /ou sur l'emballage extérieur et sur la notice d'autres mentions essentielles pour la sécurité ou la protection de la santé qui n'incluent actuellement pas l'antibiorésistance.

À la faveur du processus de révision de la directive qui vient d'être initié en 2011, il conviendrait d'envisager une modification de cet article afin de pouvoir instaurer la possibilité d'imposer un message d'éducation thérapeutique sur les antibiotiques à usage vétérinaire.

La mise en œuvre de cette mesure nécessite une évolution de la réglementation européenne. Dans l'attente de cette modification l'industrie pharmaceutique sera incitée à s'engager à insérer ce type de message.

Mesure n°25 : Etablir la liste des antibiotiques «critiques» dont il faut prioritairement préserver l'efficacité pour l'homme

Les antibiotiques visés sont les fluoroquinolones et les céphalosporines de troisième et de quatrième génération à l'exception des présentations en pommades intra-mammaire. Cette liste est évolutive. Elle sera revue à la suite des conclusions de la saisine de Anses et des travaux FAO/OMS/OIE.

Mesure n°26 : Limiter la prescription des antibiotiques «critiques» dont il faut prioritairement préserver l'efficacité pour l'homme

La prescription des antibiotiques critiques devra être conditionnée à la réalisation préalable d'un examen complémentaire (ex : antibiogramme, ...) conformément à l'avis du Comité des produits médicaux à usage vétérinaire de la Commission européenne (Committee for medicinal products for veterinary Use CVMP) et aux recommandations des réunions des chefs vétérinaires officiels européens.

Cette condition de réalisation d'un examen complémentaire adapté avant prescription sera progressivement généralisée pour toutes les filières.

Mesure n°27 : Améliorer la prescription des antibiotiques par des mesures spécifiques adaptées à chaque espèce

Les premières réunions des quatre groupes constitués (porcs, volailles, veaux de boucherie et vaches laitières, et animaux de compagnie) à la suite de la réunion du comité de 18 janvier 2011 ont permis de dégager les propositions détaillées relatives à l'utilisation de certains antibiotiques tenant compte des spécificités de chaque filière (en priorité, les céphalosporines de troisième et de quatrième génération et les fluoroquinolones ; les macrolides ont également été évoqués). Présentées en annexe 1, des actions détaillées seront complétées par les conclusions ultérieures des groupes de travail dédiés mis en place pour les filières cynicole, équine et piscicole.

Mesure n°28 : Améliorer l'encadrement de la prescription sans examen clinique préalable des antibiotiques, dans le cadre du protocole de soins, d'une part, et dans le cadre des programmes sanitaires d'élevage, d'autre part

Au delà des mesures sur les antibiotiques critiques contenues dans les propositions précédentes (mesures n°25, 26, 27), l'encadrement des dispositions relatives à la prescription hors examen clinique et aux programmes sanitaires d'élevage (notamment liste positive des substances pouvant figurer dans les programmes sanitaires d'élevage et pouvant être délivrées par les groupements) seront réévaluées à la lumière des conclusions de la saisine de l'Anses.

Mesure n°29 : Réviser l'encadrement des pratiques commerciales liées à la vente des antibiotiques, en particulier par la suppression de contrats de coopération commerciale et la limitation des marges susceptible d'influencer la prescription

Les vétérinaires doivent être affranchis des pratiques commerciales qui peuvent influencer leurs approvisionnements. A cette fin, de nouvelles dispositions à l'article R. 242-46 du code de déontologie des vétérinaires et du R. 5141-87 du code de la santé publique sur la publicité des médicaments vétérinaires seront adoptées par décret en Conseil d'État pour s'assurer que les ayants droits ne s'approvisionnent pas par un contrat qui conditionnerait le bénéfice d'avantages à la quantité de médicaments acquis, ni ne souscrivent à des contrats de coopération commerciale avec les laboratoires pharmaceutiques.

Une mission d'inspection sera également confiée au conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux afin de définir les règles d'une meilleure transparence sur la nature des contrats existants.

Mesure n°30 : Adapter les conditionnements pour permettre une utilisation optimale

Le prix à l'unité est souvent moins élevé pour des médicaments vétérinaires vendus en grands conditionnements, que lorsqu'ils le sont en petits conditionnements. Or, la présentation de médicaments en grands conditionnements peut inciter à utiliser la totalité du produit en dehors de tout traitement dûment prescrit.

Les laboratoires pharmaceutiques vétérinaires seront incités à s'engager, par la rédaction d'une charte éthique, dans la voie d'une politique de développement de conditionnements mieux adaptés aux quantités délivrées, permettant une utilisation optimale strictement nécessaires au traitement, et de politiques tarifaires qui ne pénalisent pas les petits conditionnements.

Mesure n°31 : Renforcer le contrôle de la publicité sur les antibiotiques et promouvoir la vaccination

Un encadrement plus strict de la publicité sera opéré pour :

- renforcer les conditions de contrôle ou d'examen de la publicité par l'ANMV;
- assurer l'insertion obligatoire d'un message sanitaire du type « *la prescription et la délivrance inappropriée d'antibiotiques provoque l'apparition de résistances* ».

A l'inverse, les règles de communication et de publicité des laboratoires seront assouplies pour que la publicité des vaccins auprès des éleveurs puisse être autorisée et favoriser la prévention des risques sanitaires.

Mesure n°32 : Mieux réprimer les usages illégaux et les trafics

La répression contre les usages illégaux du médicament vétérinaire sera une priorité de l'action de la Brigade nationale d'enquêtes vétérinaires et phytosanitaires. L'Office Central de lutte contre les atteintes à l'environnement et à la santé publique (OCLAESP) et les services des douanes seront sollicités pour des enquêtes spécifiques.

Mesure n°33 : Renforcer les contrôles de la prescription, de la délivrance et de l'usage des antibiotiques

Le respect du circuit de l'ordonnance, aussi bien en élevage que chez les fabricants d'aliments médicamenteux, les vétérinaires et les pharmaciens, est un élément essentiel de la maîtrise des consommations des antibiotiques.

L'inspection sera renforcée, en priorité sur le contenu des ordonnances pour s'assurer qu'elles ne permettent ni l'auto-médication, ni l'utilisation des antibiotiques en tant que facteurs de croissance, ni un accès non justifié à ces médicaments.

AXE 4

CONFORTER LE DISPOSITIF DE SUIVI DE LA CONSOMMATION DES ANTIBIOTIQUES ET DE L'ANTIBIORÉSISTANCE

L'objectif de cet axe est d'évaluer l'impact des mesures prises.

Les suivis des ventes et de l'utilisation d'antibiotiques restent essentiels et les données actuellement collectées permettent de suivre globalement dans le temps les quantités utilisées ou l'exposition par espèce, mais ne constituent pas un suivi efficace qui prend en compte l'âge des animaux traités et les indications thérapeutiques.

Cet axe doit s'inscrire dans la démarche européenne coordonnée par l'Agence Européenne du Médicament (projet ESVAC). Un tel renforcement du suivi, prenant en compte l'âge des animaux traités et les indications thérapeutiques, constitue une étape indispensable.

Cette démarche sera entreprise aussi bien pour les animaux producteurs de denrées que pour les animaux de compagnie.

A cette fin, il est proposé de créer un observatoire de l'utilisation des antibiotiques au sein de l'ANMV.

Les programmes européens et nationaux de surveillance permettent déjà de disposer de données concernant la prévalence des résistances chez les bactéries zoonotiques, pathogènes ou commensales issues des animaux producteurs de denrées. L'objectif est désormais d'élargir le champ de ces programmes aux maillons de la chaîne alimentaire jugés pertinents, en lien avec les recommandations de l'AESA dans ce domaine.

Mesure n°34 : Poursuivre le suivi des ventes d'antibiotiques et de l'exposition, créer un observatoire de l'utilisation au sein de l'Anses-ANMV et analyser les données relatives aux aliments médicamenteux

L'objectif de cette action est de créer les conditions d'une collecte exhaustive des données de vente d'antibiotiques en France. Ainsi, bien qu'il ait donné satisfaction, le système actuel de transmission volontaire à l'Anses-ANMV des données relatives aux ventes d'antibiotiques doit être étendu dans un objectif de transparence partagé.

Les données transmises par les fabricants d'aliments médicamenteux doivent être plus détaillées. Ces informations pourraient fournir une source de données complémentaires utiles concernant l'utilisation des antibiotiques de manière préventive dont il est important de pouvoir suivre l'évolution. Enfin, le suivi de l'utilisation hors AMM sera pris en compte.

Une réflexion sera également engagée sur les outils modernes qui permettent une collecte harmonisée des informations utilisés pour l'enregistrement de données concernant les prescriptions et les délivrances de médicaments vétérinaires. A cet égard, les données DATAMATRIX (codes barres) doivent être mieux exploitées.

La mise en œuvre, l'entretien et l'exploitation d'un tel dispositif devront faire l'objet d'une analyse coût / bénéfice. A l'issue de cette étude d'impact, la remontée systématique des données relatives aux prescriptions et aux administrations par les ayants droits pourrait être envisagée, pour une ou plusieurs filières, en commençant par les filières où les consommations sont les plus importantes.

Mesure n°35 : Mettre en place des enquêtes régulières sur des échantillons représentatifs de vétérinaires et d'éleveurs et étendre les enquêtes de pharmaco-épidémiologie à toutes les filières

INAPORC et les organisations techniques vétérinaires de la filière porcine (SNGTV, AVPO, SMVPPF) participent actuellement à la mise en place d'une restriction volontaire de la prescription et de l'utilisation des céphalosporines de troisième et de quatrième génération en filière porcine. En lien avec l'Anses et les instituts techniques, ils définissent les modalités de suivi des délivrances, et de l'utilisation au sein d'un panel représentatif d'éleveurs.

Il conviendrait d'étendre ce type de suivi, qui associe les organisations professionnelles agricoles, à d'autres molécules et dans d'autres filières.

Pour les autres filières, il faut déterminer les moyens les mieux adaptés pour assurer un suivi des prescriptions et des utilisations.

Les études de pharmaco-épidémiologie permettent de caractériser, pour un système de production donné, les types d'élevages les plus gros consommateurs d'antibiotiques pour lesquels l'usage répété des antibiotiques est considéré comme un indicateur fort de dysfonctionnement.

Dans un deuxième temps, les facteurs de risque au sein de ces types d'élevage seront identifiés et pris en compte afin que des actions correctives ciblées soient mises en place avec l'appui des vétérinaires et des instituts techniques.

Les enquêtes périodiques telles que celles déjà réalisées chez la volaille, le lapin et le porc seront poursuivies et de nouvelles enquêtes mises en place sur le même modèle chez les bovins et les animaux de compagnie.

Mesure n°36 : Renforcer le suivi de l'antibiorésistance

Le suivi de l'évolution des résistances fait l'objet de plans annuels de surveillance, pilotés par la DGAL et mis en œuvre par l'Anses, permettant chaque année le recueil, pour une ou plusieurs espèces et denrées, de données de résistance.

La coopération entre les organismes nationaux et européens déjà concernés (AESAs, centres de référence, ENV, réseaux de surveillance des bactéries sentinelles et pathogènes) sera renforcée, notamment pour que les données relatives à la surveillance qui permettent une comparaison de la situation française avec celle des autres États membres.

Par ailleurs, les résultats de surveillance de l'antibiorésistance seront comparés avec les données relatives aux ventes d'antibiotiques. C'est l'objet du projet ESVAC.

Afin de faciliter les réflexions communes, des tableaux de suivi comparatifs des consommations d'antibiotiques et des résistances bactériennes pour la médecine humaine et la médecine vétérinaire seront élaborés et diffusés.

Mesure n°37 : Examiner l'impact de l'utilisation des antibiotiques dans l'environnement des élevages

La réflexion concernant l'usage des antibiotiques et la lutte contre l'antibiorésistance doit prendre en compte les phénomènes de persistance des antibiotiques et de diffusion des bactéries porteuses de résistances dans les lisiers, dans les effluents de l'élevage, dans les eaux, etc.

La réalisation de nouvelles études dans ce domaine est à initier.

AXE 5

PROMOUVOIR LES APPROCHES EUROPÉENNES ET LES INITIATIVES INTERNATIONALES

L'antibiorésistance ne connaît pas de frontières, qu'il s'agisse de frontières entre espèces ou de frontières géographiques. Le plan national français se place donc résolument dans un contexte international ou la France attend les mêmes efforts de la part de ses partenaires européens et internationaux.

Mesure n°38 : Faire valoir les orientations françaises dans les discussions européennes et internationales

Comme souligné dans l'introduction du plan d'action, le sujet de la résistance aux antibiotiques alimente discussions et projets tant au niveau de l'Union Européenne, qu'au niveau international.

Il est opportun que la France présente les orientations décrites à travers ce plan à ses partenaires et leur propose de poursuivre ensemble leurs efforts sur cette problématique.

La France souhaite aussi que ces sujets particuliers continuent d'être abordés au niveau international (OIE, OMS/FAO notamment travaux du Codex alimentarius, OMC) et dans le cadre de la TATFAR (Trans-atlantic task force on antimicrobial resistance : instance d'échange entre Etats-Unis d'Amérique et Union Européenne) et contribuera à l'élaboration des normes internationales sur la base de son expertise et de son expérience.

La publication d'un bilan régulier du plan national sera effectuée pour valoriser et mesurer les efforts réalisés en France, et renforcer ainsi la confiance des consommateurs et des clients de l'agriculture française.

Mesure n°39 : Améliorer la veille technique et réglementaire internationale

Une veille régulière de l'actualité européenne et internationale sur les sujets approchant la résistance aux antibiotiques ou leur usage raisonné sera réalisée et donnera lieu à la publication régulière d'un bulletin destiné à tous les acteurs du plan.

Un des objectifs d'une telle veille est de diffuser rapidement les alternatives offertes dans d'autres États, dont aurait besoin les filières en France, et d'identifier les leviers permettant le recours à de tels outils.

Elle permettra également de mieux informer sur l'ensemble des évolutions réglementaires et les débats européens en cours sur l'antibiorésistance.

Le maintien de l'usage des antibiotiques en tant que promoteurs de croissance (aux États-Unis par exemple) fera l'objet d'un suivi particulier.

Mesure n°40 : Renforcer le programme de surveillance des animaux, des aliments pour animaux et des denrées échangées ou importées dans l'Union européenne

La qualité des efforts engagés en France par les prescripteurs et les utilisateurs dans le cadre de l'usage raisonné des antibiotiques et de la lutte contre l'antibiorésistance augmente la nécessité d'appliquer des règles de réciprocité visant l'introduction de denrées venant de pays moins avancés sur ces thématiques.

La France a demandé en février 2011 à la Commission européenne de travailler à un renforcement de la réglementation et des contrôles à l'importation des intrants utilisés en production animale dans les pays-tiers. La France demande par ailleurs le renforcement des règles en matière d'étiquetage de l'origine.

Sur le modèle de ce qui existe déjà dans d'autres pays, comme le Danemark, et après une période raisonnable de mise en œuvre du plan, il serait souhaitable de mettre en place un programme de surveillance élargi de la résistance aux antibiotiques chez les bactéries sentinelles et zoonotiques sur les denrées et animaux produits, introduits ou importés en France.



ANNEXE

Pour les animaux de compagnie

- ▶ Adaptation du dispositif de pharmacovigilance (remontée des échecs thérapeutiques, et des réussites en cas d'utilisation chez les nouveaux animaux de compagnie).
- ▶ Rédaction de guides de prescription pour chaque spécialité à l'image des travaux engagés en dermatologie.
- ▶ Saisine de l'Anses sur l'utilisation éventuelle du métronidazole chez les animaux de compagnie.

Pour les bovins

- ▶ Développement des stratégies vaccinales, notamment pour l'allotement des veaux de boucherie et des bovins à l'engrais.
- ▶ Pour limiter les traitements de groupe à l'engraissement, mise en place d'une analyse de risque sur les lots de bovins entrants.
- ▶ Limitation du recours aux fluoroquinolones, très utilisées pour le traitement des diarrhées néonatales, en redéfinissant des bonnes pratiques d'élevage.
- ▶ Promotion des pratiques de traitement différencié au tarissement (antibiothérapie réservée aux animaux dépistés infectés ou aux animaux à risque particulier de nouvelle infection pendant le tarissement).

Pour les porcins

- ▶ Arrêt de l'utilisation des céphalosporines de troisième et quatrième génération de manière préventive à l'occasion des soins des porcelets (caudectomie, castration et époinçage) et utilisation uniquement en seconde intention à titre curatif après identification et démonstration de la sensibilité d'une souche au moyen d'un antibiogramme. Cette démarche a déjà été initiée par les organisations professionnelles et les organisations techniques vétérinaires de la filière.
- ▶ Arrêt de l'utilisation des fluoroquinolones, sauf à titre curatif en limitant leur usage à la seconde intention, après réalisation préalable d'un examen complémentaire.
- ▶ Limitation du recours aux macrolides, très utilisés aujourd'hui pour le traitement des pathologies digestives au moment du sevrage, en redéfinissant des bonnes pratiques d'élevage et de prescription dès lors que des alternatives alimentaires et thérapeutiques sont disponibles.
- ▶ Saisine de l'Anses concernant l'utilisation de l'oxyde de zinc sur les porcelets pour diminuer les diarrhées tout en limitant son utilisation dans l'alimentation des porcs en croissance pour ne pas augmenter les rejets dans l'environnement.
- ▶ Incitation à la mise en place de plans de maîtrise des agents viraux qui favorisent les sur-infections bactériennes (SDRP).
- ▶ Mise en place d'indicateurs du niveau d'exposition des animaux aux antibiotiques permettant d'objectiver les progrès accomplis à chaque stade de l'élevage (exposition des porcelets aux céphalosporines en maternité, aux macrolides au sevrage et des truies aux fluoroquinolones). Les organisations professionnelles ont initié ce travail.
- ▶ Comparaison européenne des médicaments disponibles dans les autres États membres, notamment en ce qui concerne les molécules dites anciennes et les vaccins.

Pour les volailles

- ▶ Arrêt de l'utilisation de l'utilisation des céphalosporines de troisième et quatrième génération in ovo et sur le poussin d'un jour dans les couvoirs, sauf exigences particulières liées à l'exportation.
- ▶ Mise en place d'indicateurs de suivi de l'usage des antibiotiques dans les couvoirs et des gènes de résistance BLSE sur la flore indicatrice récoltée en élevage.
- ▶ Amélioration de la disponibilité des autovaccins qui semblent constituer une alternative intéressante dans les filières mineures (canard, pintade, dinde) sous réserve d'une évaluation bénéfice / risque préalable.
- ▶ Examen des modalités pour permettre le recours à la bacitracine-Zinc.



Annexe 2

[LOI n° 2014-1170 du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt \(1\)](#)

▶ Titre III : POLITIQUE DE L'ALIMENTATION ET PERFORMANCE SANITAIRE

Article 49

EL: https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2014/10/13/AGRX1324417L/jo/article_49

Alias: https://www.legifrance.gouv.fr/eli/loi/2014/10/13/2014-1170/jo/article_49

En vue de permettre, au plus tard le 31 décembre 2016, une réduction de 25 % par rapport à l'année 2013 de l'utilisation des substances antibiotiques appartenant à chacune des trois familles des fluoroquinolones et des céphalosporines de troisième et de quatrième générations, tous les acteurs sont sensibilisés aux risques liés à l'antibiorésistance ; les bonnes pratiques d'élevage et les bonnes pratiques de prescription et d'utilisation de ces substances sont privilégiées, ainsi que le développement des alternatives permettant d'en éviter le recours. A l'issue de cette période, une évaluation de la réduction est réalisée et un nouvel objectif est défini.

REGISTRE d'ELEVAGE

Tenue obligatoire pour tous les éleveurs

Arrêté Ministériel du 5 juin 2000

Art.1 : (...) « pour tous les animaux des espèces dont la chair ou les produits sont susceptibles d'être cédés en vue de la consommation, à l'exception des coquillages et des crustacés marins, ainsi que des animaux détenus aux seules fins de l'autoconsommation. »

REGISTRE d'ELEVAGE

- 1. Une fiche synthétique des caractéristiques de l'exploitation**
 - 2. Une fiche synthétique des données concernant l'encadrement zootechnique, sanitaire et médical de l'exploitation pour chaque espèce animale**
 - 3. Le carnet sanitaire**
 - 4. Des données relatives aux mouvements des animaux**
 - 5. Des données relatives aux interventions des vétérinaires**
-

REGISTRE d'ELEVAGE

NOM :

Prénom :

Société :

Personne chargée de tenir le registre :

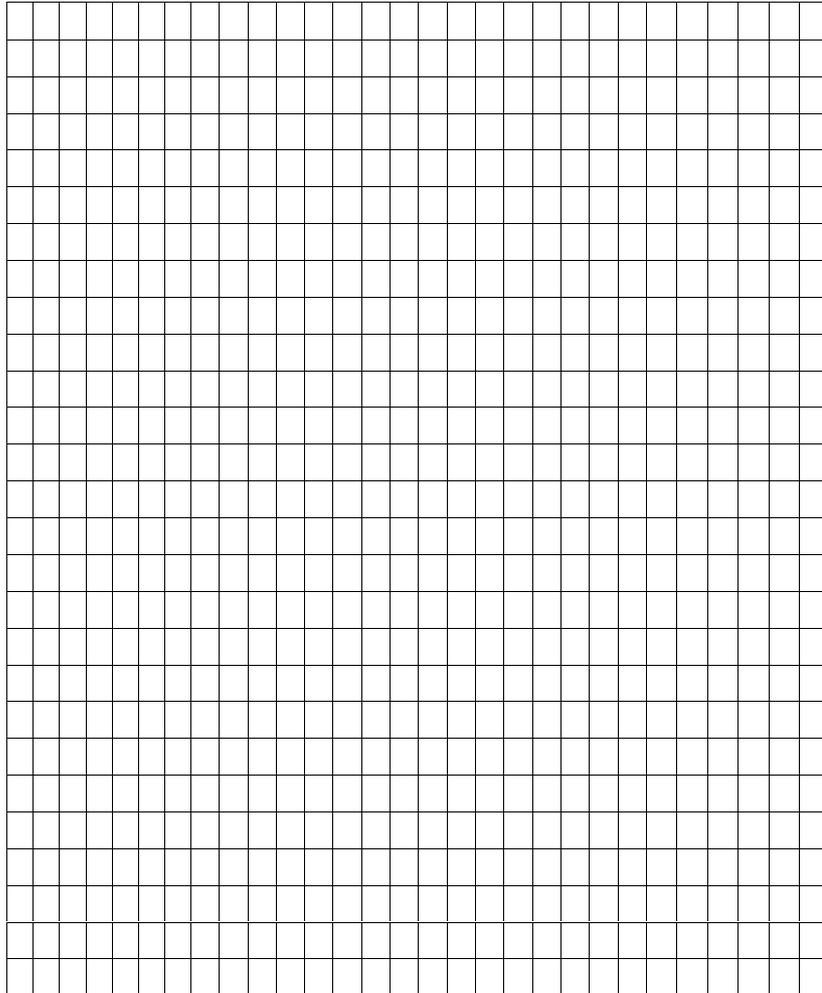
Fonction : Exploitant, Conjoint, Salarié, Stagiaire, Autre (préciser)

Période du :

/ / 20 au / /20

Plan de l'exploitation

A défaut d'autres documents, dessinez le plan schématique de l'exploitation : bâtiments, parcelles. (sauf si c'est déjà fait dans le cadre d'un autre atelier (bovins, équins...))



2. Encadrement zootechnique, vétérinaire et sanitaire de l'exploitation

Espèce(s) présente(s) sur l'exploitation	Type(s) de production	Durée et lieux habituels de détention des animaux y compris estives	Si vous adhérez à des organisations : OP et/ou laiterie : nom et n° tél	Si vous adhérez à un PSE ² : nom de la structure agréée	Si vous adhérez à un GDS, précisez son nom et adresse
Bovine	Bovins lait				
	Bovins viande				
Ovine	Ovins lait				
	Ovins viande				
Equine	Pottoks				
	Cheval de trait				
	Cheval de course				

² PSE : Programme Sanitaire d'Elevage

Espèce(s) présente(s) sur l'exploitation	Type(s) de production	Durée et lieux habituels de détention des animaux y compris estives	Si vous adhérez à des organisations : OP et/ou laiterie : nom et n° tél	Si vous adhérez à un PSE ³ : nom de la structure agréée	Si vous adhérez à un GDS, précisez son nom et adresse
Porcine	Naisseur Engraisseur				
	Naisseur				
	Engraisseur				
	Porc Basque				
Caprine	Chèvres laitières				
Palmipède	Canards gras				
Cunicole	Lapins d'élevage				
	Lapins angora				
Avicole	Poules pondeuses				
	Poules d'élevage				

Vétérinaire habituel de l'élevage :

NOM :

Adresse :

Intervenant en cas de suivi de maladies réglementées (si différent du précédent)

NOM :

Adresse :

³ PSE : Programme Sanitaire d'Elevage

3. Le carnet sanitaire

Vous êtes tenus de conserver :

- Les résultats d'analyses sur les animaux et sur les denrées
 - Compte rendus de visite ou bilans sanitaires (Point 5)
 - Ordonnances (y compris celles pour les aliments médicamenteux)
 - Factures ou bons de livraison des médicaments y compris ceux non soumis à ordonnance
-

4. Données relatives aux mouvements des animaux

Vous trouverez le **Document de circulation** au chapitre **IDENTIFICATION**
Conservez aussi dans ce classeur les bons d'équarrissage avec le numéro de l'animal concerné

5. Interventions des vétérinaires

Après chaque visite, le vétérinaire doit noter :

Date de la visite	
Observations générales sur l'état sanitaire des animaux ou leurs performances zootechniques	
Diagnostic des animaux malades	
Euthanasie réalisée	
Analyses effectuées ou demandées à un laboratoire	
Traitements prescrits et identification des animaux concernés	

Page 1

Date de la visite	
Observations générales sur l'état sanitaire des animaux ou leurs performances zootechniques	
Diagnostic des animaux malades	
Euthanasie réalisée	
Analyses effectuées ou demandées à un laboratoire	
Traitements prescrits et identification des animaux concernés	

Date de la visite	
Observations générales sur l'état sanitaire des animaux ou leurs performances zootechniques	
Diagnostic des animaux malades	
Euthanasie réalisée	
Analyses effectuées ou demandées à un laboratoire	
Traitements prescrits et identification des animaux concernés	

Date de la visite	
Observations générales sur l'état sanitaire des animaux ou leurs performances zootechniques	
Diagnostic des animaux malades	
Euthanasie réalisée	
Analyses effectuées ou demandées à un laboratoire	
Traitements prescrits et identification des animaux concernés	

Date de la visite	
Observations générales sur l'état sanitaire des animaux ou leurs performances zootechniques	
Diagnostic des animaux malades	
Euthanasie réalisée	
Analyses effectuées ou demandées à un laboratoire	
Traitements prescrits et identification des animaux concernés	

Annexe 4

Visite sanitaire bovine 2016 – Questionnaire éleveur

Nom de l'élevage :	Numéro EDE :
Type d'élevage : <input type="checkbox"/> lait	<input type="checkbox"/> viande <input type="checkbox"/> mixte

A/ L'antibiorésistance

A0 : Savez-vous ce qu'est l'antibiorésistance ?

Lire la définition à l'éleveur : l'antibiorésistance est la résistance des bactéries à des antibiotiques auxquels elles sont habituellement sensibles ; dans ce cas l'antibiotique n'est plus efficace.

A1 : A votre avis, lutter contre l'apparition de l'antibiorésistance c'est : *(plusieurs réponses possibles)*

- Prioritaire pour la santé humaine
- Important pour la santé animale
- Une pression des consommateurs

A2 : Qui cette lutte concerne-t-elle ? *(plusieurs réponses possibles)*

- Les médecins
- Les vétérinaires
- Les éleveurs
- Les laboratoires pharmaceutiques

A3 : L'antibiorésistance est une réponse naturelle des bactéries à l'utilisation d'antibiotiques :

	oui	non
qui apparaît pour chaque utilisation d'antibiotiques		
qui est aggravée par les mauvais usages des antibiotiques		

A4 : Lorsqu'on administre un antibiotique par voie générale (par voie orale ou par injection) :

	oui	non
il peut entrer en contact avec les bactéries responsables de la maladie		
il peut entrer en contact avec les bactéries utiles du tube digestif		
il peut se retrouver sous forme active dans les déjections de l'animal		

A5 : Lorsqu'on administre un antibiotique à un animal, l'apparition de résistances peut concerner :

	oui	non
les bactéries responsables de la maladie		
les bactéries utiles du tube digestif		

A6 : A votre avis, la transmission de bactéries résistantes de l'animal à l'homme peut se faire :

	oui	non
en soignant les animaux ?		
en caressant son chien ?		
en mangeant de la viande, en buvant du lait ?		

B/ Les antibiotiques d'importance critique

B1 : Savez-vous ce que sont les antibiotiques « d'importance critique » ?

- Ce sont les antibiotiques les plus récents
- Ce sont des antibiotiques de dernier recours en médecine humaine
- Ce sont des antibiotiques qui génèrent des résistances plus rapidement que d'autres antibiotiques
- Je ne sais pas

B2 : Pour la prescription des antibiotiques « d'importance critique » : *(plusieurs réponses possibles)*

- Les conditions nécessaires sont identiques à celles régissant la prescription de tout médicament vétérinaire.
- Un examen clinique est réglementairement obligatoire.
- Un prélèvement pour identification bactériologique et réalisation d'un antibiogramme est nécessaire.

B3 : Pouvez-vous citer quelques antibiotiques critiques ? *(Précisez le cas échéant dans la case « Non » la classe du médicament cité : antibiotique non critique, anti-inflammatoire,...)*

Spécialités ou molécules citées :	Antibiotique d'importance critique ?	
	Oui	Non

C/ Utilisation des antibiotiques :

C1 : Citez les trois principales maladies pour lesquelles vous utilisez des antibiotiques :

Ne pas lire les items de cette question, mais cocher les 3 principales infections consommatrices d'antibiotiques dans l'élevage au fur et à mesure de leur citation par l'éleveur.

- Mammites
- Infections respiratoires
- Entérites néonatales
- Métrites
- Panaris
- Autres, précisez :

C2 : Utilisez-vous des antibiotiques à titre préventif ?

- Oui
- Non

Si oui, lesquels, et dans quelle(s) indication(s) ?

Si oui, comment ?

Ne pas lire les items de cette question, mais cocher ceux qui correspondent aux réponses de l'éleveur.

- Mieux suivre les prescriptions du vétérinaire
- Améliorer le diagnostic
- Prendre en charge plus rapidement les animaux malades
- Améliorer les conditions d'élevage
- Vacciner
- Arrêter les traitements antibiotiques préventifs
- Eviter les traitements inutiles
- Autre, précisez :

Conseils et recommandations

Date de la visite :

Nom et signature du vétérinaire :

Nom et signature de l'éleveur :

*Ce document est à conserver au moins 5 ans dans le registre d'élevage.
Une copie est à conserver au moins 5 ans par le vétérinaire sanitaire.*

Annexe 5

**BILAN SANITAIRE D'ÉLEVAGE
ATELIER BOVIN LAITIER**

COORDONNÉES DU CABINET	COORDONNÉES DE L'ÉLEVAGE
NOM ET ADRESSE :	NOM ET RAISON SOCIALE :
NOM DU VÉTÉRINAIRE QUI RÉALISE LE BILAN :	N° EDE du CHEPTEL :
	N° SIRET :
	Nom(s) du ou des éleveurs ayant participé au bilan :
N° INSCRIPTION ORDINAL :	NOMBRE D'UMO : <input type="text"/>

DATE DU BILAN :

HEURE DE DÉBUT DE BILAN :

PÉRIODE DE 12 MOIS CONCERNÉE DANS LE BILAN : DU AU

La visite sanitaire biennale d'État est réalisée : OUI NON

VÉTÉRINAIRES pouvant réaliser le suivi de l'élevage

NOM DU VÉTÉRINAIRE	N° INSCRIPTION ORDINAL

Ainsi que tout vétérinaire, inscrit à l'ordre des vétérinaires, salarié du vétérinaire ayant réalisé ce bilan (ou de la structure d'exercice de ce vétérinaire) non embauché lors de la réalisation du bilan.

AUTRES PRODUCTIONS ET/OU ESPÈCES :

1. DESCRIPTION GÉNÉRALE

NOMBRE MOYEN DE VACHES LAITIÈRES : NOMBRE DE NAISSANCES :

RÉFORME : NOMBRE DE RÉFORMES

NOMBRE ET MOTIF DES REFORMES POUR CAUSES SANITAIRES

MOTIF	BOITERIES	MAMMITES	LEUCOCYTES	FECONDITE	AUTRE CAUSE
NOMBRE					

MORTALITÉ :

NOMBRE ET MOTIF PAR CLASSE D'ÂGE

	0 à 1 MOIS	1 à 6 MOIS	7 à 24 MOIS	PLUS DE 24 MOIS
NOMBRE				
MOTIFS				

STATUT SANITAIRE :

	POSITIF	NÉGATIF	NON DÉTERMINÉ
STATUT FIÈVRE Q			
STATUT SALMONELLE			
STATUT LISTÉRIA			
AUTRE			

2. SYNTHÈSE DES DONNÉES SUR LA PRODUCTION LAITIÈRE

PRODUCTION MOYENNE/VACHE :

NUMÉRATIONS CELLULAIRES (MOYENNE GÉOMÉTRIQUE SUR LES SIX DERNIERS MOIS OU MOYENNE ANNUELLE)

m-6	m-5	m-4	m-3	m-2	m-1	moyenne annuelle

DESTINATION DU LAIT :	CONSOMMÉ CRU <input type="checkbox"/>	CONSOMMÉ PASTEURISÉ <input type="checkbox"/>	COMMERCIALISÉ LAITERIE <input type="checkbox"/>
-----------------------	---------------------------------------	--	---

3. TRAITEMENTS PRÉVENTIFS ACTUELLEMENT MIS EN OEUVRE DANS L'ÉLEVAGE

AFFECTION(S) VISÉE(S)	CATÉGORIE(S) D'ANIMAUX TRAITÉS	TRAITEMENT(S) ADMINISTRÉS (S)	RYTHME DES TRAITEMENTS

4. TROUBLES DE SANTÉ OBSERVÉS ET/OU ENREGISTRÉS SUR LA PÉRIODE DE 12 MOIS CONCERNÉE

ADULTES DE PLUS DE 24 MOIS

	ÉVÈNEMENT	NOMBRE	TAUX	IMPORTANCE ESTIMÉE 0 à 4 (+)	AFFECTIONS RETENUES
MAMELLE	mammites sans signes généraux				
	mammites avec signes généraux				
GÉNITAL	métrites puerpérales				
	métrites plus de 15 jours post-partum				
	non délivrance				
TROUBLES METABOLIQUES	fièvres de lait				
	cétoses				
	acidoses				
TROUBLES LOCOMOTEURS	affections traumatiques du membre				
	boiteries infectieuses (panaris, mortellaro, etc.)				
	fourbures				
TROUBLES DIGESTIFS	diarrhées sans atteinte de l'état général				
	diarrhées avec atteinte de l'état général				
AUTRES TROUBLES	déplacements de caillette				
	réticulo-péritonites traumatiques				
	autres problèmes digestifs				
TROUBLES RESPIRATOIRES	bronchites vermineuses				
	pneumopathies d'origine infectieuse				
TROUBLES DE LA REPRODUCTION	anoestrus				
	repeat-breeding				
	avortements (<100 jours)				
	avortements (>100 jours)				
AUTRES PATHOLOGIES					

VEAUX ET GÉNISSES DE MOINS DE 12 MOIS

Diarrhées de veau de 0 à 3 semaines				
Diarrhées de veau de 3 semaines à 12 mois				
Omphalites				
Problèmes respiratoires				
Problèmes locomoteurs				
Autres				

GENISSES 12-24 MOIS

Problèmes de reproduction				
Problèmes digestifs				
Problèmes respiratoires				
Problèmes locomoteurs				
Autres				

EVENTUEL ATELIER D'ENGRASSEMENT

Problèmes digestifs				
Problèmes respiratoires				
Problèmes locomoteurs				
Autres				

N.B. : Seules les affections avec la mention «retenue» seront reprise dans le protocole de soin et feront l'objet de prescription et de délivrance sans examen clinique.

5. PRIORITÉ(S) SANITAIRE(S) DE L'ÉLEVAGE POUR L'ANNÉE A VENIR

AFFECTION(S) PRIORITAIRE(S) RETENUES :

-
-
-

RAISON DE CE(S) CHOIX :

-
-
-
-

FACTEURS ÉTIOLOGIQUES POSSIBLE DE CHACUNE DES INFECTIONS

AFFECTION 1

AFFECTION 2

HEURE DE FIN DE BILAN :

SIGNATURE DE L'ÉLEVEUR

SIGNATURE DU VÉTÉRINAIRE

Annexe 6

Modalités de paiement du lait à la qualité : mise à jour mars 2014

CRIL Haute-Normandie

	CRITÈRES	NOMBRE D'ANALYSES (objectif)	MODALITÉS	LAIT DE RÉFÉRENCE	SEUILS	INCIDENCE FINANCIÈRE Par 1000 l
COMPOSITION DU LAIT	Matière Grasse	1 par semaine	Moyenne pondérée des résultats du mois	38 grammes / litre	Prix du kilogramme de Matière Grasse En dessous ou au-dessus de 38 g de M.G.	2,80 €/kg
	Matière Protéique	1 par semaine	Moyenne pondérée des résultats du mois	32 grammes / litre	Prix du kilogramme de Matière Protéique en dessous et au-dessus de 32 g - pour le lait ayant entre 30 g et 33,9 g de M.P. - pour le lait ayant moins de 30 g ou 34 g et plus de M.P.	5,70 €/kg 6,50 €/kg
CRITÈRES D'HYGIÈNE	Germes Totaux	2 par mois	Moyenne pondérée des résultats du mois	Inférieur ou égal à 50 000 germes/ml	Inférieur ou égal à 50 000 germes/ml Supérieur à 50 000 et inférieur ou égal à 100 000 germes/ml Supérieur à 100 000 germes/ml	Lait de référence - 10 € - 35 €
	Cellules somatiques	1 par semaine	Moyenne pondérée des résultats du mois	Entre 250 000 et 300 000 cellules/ml	Inférieur ou égal à 250 000 cellules/ml Entre 250 000 et 300 000 cellules/ml Supérieur à 300 000 et inférieur ou égal à 400 000 cellules/ml Supérieur à 400 000 cellules/ml	+ 1,5 € Lait de référence - 4 € - 17 €
	Butyriques	2 par mois d'octobre à avril 1 par mois de mai à septembre	Moyenne pondérée des résultats du mois	Entre 1 000 et 2 000 spores/litre	Inférieur ou égal à 1 000 spores/l Entre 1 000 et 2 000 spores/l Supérieur à 2 000 et inférieur ou égal à 5 000 spores/l Supérieur à 5 000 spores/l	+ 1,5 € Lait de référence - 3 € - 6 €
AUTRES CRITÈRES DE QUALITÉ	Résidus d'antibiotiques	3 par mois	Prise en compte de chaque résultat	Absence	Absence : résultat négatif Présence : résultat positif *	Lait de référence 125 % de la valeur du lait de référence livré le jour de la positivité
	Point de congélation (Cryoscopie)	1 par semaine	Prise en compte individuelle de chaque résultat	-0,516°C	De -0,506 °C inclus à -0,501 °C De -0,500 °C inclus à -0,492 °C Supérieur ou égal à 0,491 °C	Lettre d'avertissement Lettre d'avertissement ou - 10 € si récidive sur le mois en cours et les 12 mois complets précédents Lettre d'avertissement ou - 18 € si récidive sur le mois en cours et les 12 mois complets précédents Pénalité sur l'ensemble des livraisons du mois.

* Si la présence d'antibiotiques est confirmée au laboratoire interprofessionnel dans l'échantillon de la citerne et dans l'échantillon du producteur, ce dernier sera redevable d'une participation financière complémentaire de 250 € (doublée en cas de récidive sur les 12 mois), à laquelle s'ajoutent les frais liés à la destruction de la citerne (prioritairement réalisée par l'éleveur).

RÈGLES DE GESTION DES ECARTS	Composition	Le résultat d'analyse du jour est comparé, selon le volume relevé le jour du prélèvement, aux trois derniers résultats des prélèvements précédents. Lorsqu'un écart supérieur à l'intervalle existe avec chacun des 3 derniers résultats pour l'un des composants chimiques, le résultat d'analyse est suspendu provisoirement. Le résultat suspendu est alors comparé au résultat suivant qui donne lieu à : - La validation du résultat suspendu s'il est à l'intérieur de l'intervalle d'écart. - L'annulation du résultat suspendu s'il est au-delà de l'intervalle d'écart. Cette annulation entraîne automatiquement l'annulation du résultat d'analyse de l'autre composant chimique, ainsi que les résultats Germes, Cellules et Butyriques. Tout échantillon dont le résultat en MG ou MP est supérieur à 70 g/l sera automatiquement annulé, ainsi que l'ensemble des autres critères analytiques.
	Germes	Un résultat supérieur à 50 000 germes/ml est annulé si les 12 derniers résultats sont tous inférieurs ou égaux à 50 000 germes/ml et qu'aucun d'entre eux n'a fait l'objet d'une annulation.
	Cellules	Un résultat supérieur à 300 000 cellules/ml est annulé si les 12 derniers résultats sont tous inférieurs ou égaux à 300 000 cellules/ml et qu'aucun d'entre eux n'a fait l'objet d'une annulation.
	Butyriques	Un résultat supérieur à 2 000 spores/l est annulé si les 12 derniers résultats sont tous inférieurs ou égaux à 2 000 spores/l et qu'aucun d'entre eux n'a fait l'objet d'une annulation. En cas d'absence de résultat valide pour le mois, on appliquera un résultat de 0 spores par litre pour effectuer la moyenne.
DISPOSITION PARTICULIÈRE	Lorsqu'un producteur a une présomption de contamination de sa fourniture par des inhibiteurs, il doit prévenir sa laiterie impérativement avant le passage du collecteur et le signaler sur le tank. Il peut par ailleurs apporter un échantillon pour effectuer une analyse. Après accord de l'entreprise, si la fourniture s'avère potentiellement contaminée et que l'éleveur est obligé de la détruire, la laiterie versera une indemnité égale à 50% de la valeur du lait de référence détruit. Cette procédure n'est applicable que s'il s'agit de la première fois sur le mois en cours et les 12 mois complets précédents.	

Les analyses sont réalisées par les laboratoires interprofessionnels agréés par le Ministère de l'Agriculture et contrôlés de façon permanente par une commission du CNIEL ou siègent des représentants des producteurs et des entreprises.



**DEMANDEZ CONSEIL
À VOTRE VÉTÉRINAIRE**



MON VÉTÉRINAIRE EST BIEN PLUS QU'UN URGENTISTE

C'EST **UN EXPERT**
QUI CONTRIBUE À LA BONNE
CONDUITE DU TROUPEAU



© www.coxindis.fr - Crédit photos - iStock



DEMANDEZ CONSEIL
À VOTRE VÉTÉRINAIRE



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

ÉCOANTIBIO

RÉDUIRE L'UTILISATION DES
ANTIBIOTIQUES VÉTÉRINAIRES

**NOURRI
LOGÉ
VACCINÉ**



www.cosinella.fr - Crédit photos : Thinkstock

LA VACCINATION

- 1 Un investissement rentable
- 2 Une efficacité reconnue
- 3 Une protection dans la durée
- 4 Moins d'antibiotiques

DEMANDEZ CONSEIL À VOTRE VÉTÉRINAIRE

En savoir plus : agriculture.gouv.fr/eoantibio



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT



NOURRI LOGÉ VACCINÉ



LA VACCINATION,
L'INVESTISSEMENT SANTÉ
DE VOS ANIMAUX

4 BONNES RAISONS DE VACCINER VOS ANIMAUX

1 Un investissement **rentable**

Faire vacciner son troupeau apparaît rétrospectivement comme un bon investissement si l'on compare au coût d'une maladie chez un ou plusieurs animaux. Tout compte fait, les traitements curatifs individuels désorganisent le travail et sont souvent plus coûteux que les solutions préventives collectives. Il faut ajouter les coûts consécutifs à la perte d'un ou plusieurs animaux mais également les pertes de production liées à la maladie.

2 Une efficacité **reconnue**

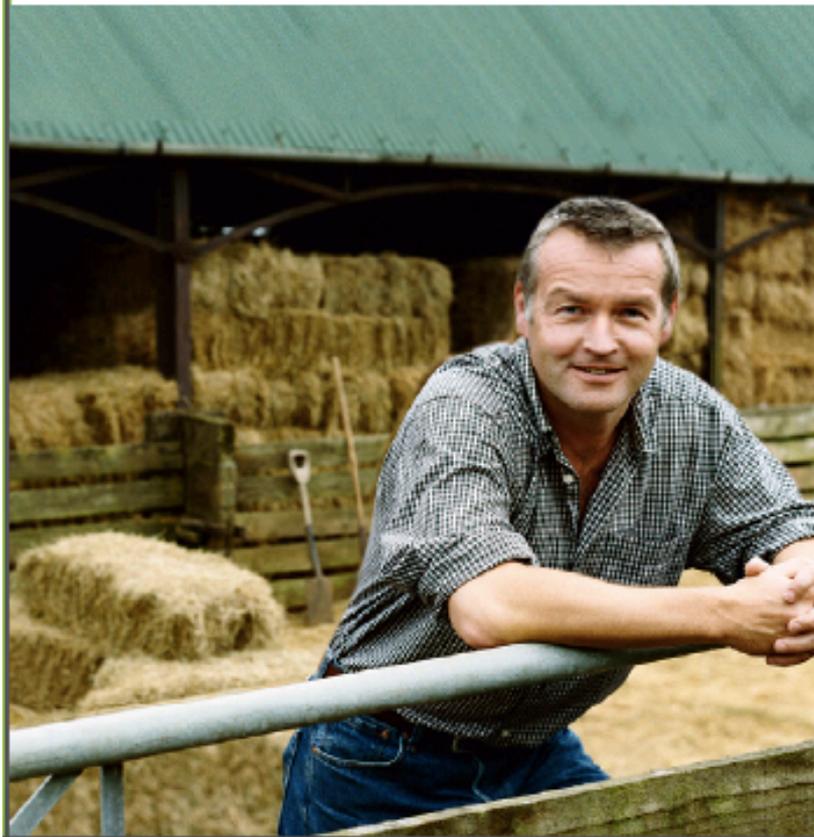
Le vaccin préserve les animaux de la maladie dans la grande majorité des cas. L'efficacité des vaccins est rigoureusement évaluée avant leur mise sur le marché. L'autorisation de mise sur le marché d'un vaccin n'est accordée que si le bénéfice de son utilisation est supérieur aux risques.

3 Une protection dans la durée

L'utilisation du vaccin confère une immunité qui protège les animaux susceptibles d'être malades. La vaccination large évite également la propagation de la maladie à l'ensemble des animaux de votre troupeau en conférant une immunité de groupe. Les rappels effectués en respectant les consignes du fabricant permettent de maintenir cette protection.

4 Moins d'antibiotiques

La vaccination, en maintenant vos animaux en bonne santé, permet de limiter le recours aux antibiotiques.



DEVENEZ VACCIN'ACTEUR

- La vaccination s'organise et se planifie avec votre vétérinaire au cas par cas, en fonction des besoins et de la situation de votre élevage.
- La vaccination doit être associée à la prévention et à d'autres facteurs pour être efficace : équilibre alimentaire, respect des bonnes pratiques, contrôle du parasitisme, ambiance saine du bâtiment. Maîtriser ces paramètres, c'est permettre une mobilisation du système immunitaire des animaux.
- Demandez conseil à votre vétérinaire qui saura vous informer sur la vaccination et vous orienter sur le choix du vaccin le plus approprié en fonction de l'état sanitaire de vos animaux.



En savoir plus : agriculture.gouv.fr/ecoantibio



© www.coximelis.fr - Crédits photos : Thinkstock

Bibliographie

- A.C. (2014). Réduction des antibiotiques : repenser les pratiques d'élevage. *Cultivar*, n°45, 16-17.
- Anonyme. (2015). Médicaments vétérinaires : un nouveau règlement européen pour 2018. *Cultivar*, n°677, 20-21.
- Baudoux D. *Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française*. Vol.1. Inspir, 2001.
- Bornot E. (2015). Certaines erreurs au tarissement peuvent se payer très cher. *L'éleveur laitier*, n°232, 50-51.
- Brulle L. Diagnostic des carences en oligo-éléments chez les bovins. Th D Vétérinaire, Lyon 1, 2008.
- Capon S. Contribution à l'étude des lésions du trayon chez la vache laitière. Th.D.Vétérinaire, Lyon 1, 2010.
- Courtet Leymarios Florence. Qualité nutritionnelle du lait de vache et de ses acides gras : voies d'amélioration par l'alimentation. Th D Vétérinaire, Créteil, 2010.
- Cuminet JM. (2014). Vigilance accrue sur les résidus d'antibiotiques dans le lait. *L'éleveur laitier*, n°229, 66-67.
- Dernis C. et Defachelles J. (2014). Bien réglée, la machine à traire limite le « reverse-flow ». *L'éleveur laitier*, n°229, 68-69.
- Dudouet C. *La production des bovins allaitants*. 2^{ème} éd. Editions France Agricole, 2004.
- Duhamel J. et Vaussard G. Stratégies de réduction des antibiotiques vétérinaires en élevage bovin. 2014 Nov. 13, Canappeville.
- Dumas E. Activité dermatologique de deux nouveaux produits de trempage du trayon chez la vache laitière. Th D Vétérinaire, Lyon 1, 2004.
- Gerault M. Elaboration d'un guide vétérinaire pour le déroulement d'un audit « qualité du lait » en élevage bovin laitier. Th D Vétérinaire, Lyon 1, 2014.
- Goetz P. et Ghedira K. *Phytothérapie anti-infectieuse*. Springer, 2012.
- Gremy D. (2015). Microfiltration à la ferme : l'usage interdit du filtre à lait fait encore débat. *L'éleveur laitier*, n°227, 30.
- Grosmond G. *Santé animale et solutions alternatives*. Editions France Agricole, 2012.

- Hue C. (2014). Résidus d'antibiotiques : ne pas relâcher ses efforts. *L'éleveur laitier*, n°229, 18.
- Hue C. (2015). Ventes d'antibiotiques vétérinaires : depuis le 1^{er} janvier la fin des remises, rabais et ristournes. *L'éleveur laitier*, n°232, 25.
- Hue C. (2015). Les seuils pour repérer les vaches à mammites font débat. *L'éleveur laitier*, n°232, 48-49.
- Institut de l'élevage. *Maladies des bovins*. 4^{ème} édition. Editions France Agricole, 2008.
- Institut de l'élevage. *Traite des vaches laitières : matériel, installation, entretien*. Editions France Agricole, 2009.
- Issautier MN. et Calvet H. *Thérapeutique homéopathique vétérinaire*. Editions Boiron, 1987.
- Issautier MN. *Homéopathie pour tous les ruminants*. 2^{ème} éd. Editions France Agricole, 2013.
- Jacquinet S. Evaluation du dépistage des mammites par la conductivité électrique du lait. Th.D.Vétérinaire, Toulouse, 2009.
- Jeune D. Pratiques de médecines alternatives en élevage bovins français. Th.D.Vétérinaire, Lyon 1, 2011.
- Labre P. *Médecines naturelles en élevage : Homéopathie vétérinaire chez les bovins, ovins et caprins*. Tome 1. Editions Femenvet, 2009.
- Le Cann P. (2014). Biosécurité : comment éviter les contaminations par les pathogènes. *L'éleveur laitier*, n°227, 98-99.
- Lefebvre R. (2015). Résistance génétique aux mammites : quels sont les premiers résultats sur lignées divergentes ? *Le point vétérinaire*, n°353, 66-70.
- Le Guénic M. (2006). Stratégie de réforme et de renouvellement en élevage laitier. *Cap élevage*, supplément n°4
- Lensik J. et Leruste H. *L'observation du troupeau bovin : Voir - Interpréter - Agir*. 1^{ère} éd. Editions France Agricole, 2006.
- Lesot H. Essai thérapeutique d'un mélange de trois huiles essentielles en intramammaire sur les mammites cliniques en élevage agro-biologique. Th.D.Vétérinaire, Nantes, 2006.
- Maillot B. L'homéopathie en élevage bovin. Th D Pharm, Lille 2 santé, 2013.
- Mezine M. Analyse descriptive des facteurs de risques liés aux mammites dans des élevages d'une clientèle des Ardennes appliquant la démarche GTV partenaire. Th D Vétérinaire, Créteil, 2006.
- Moos M. (2014). Cinq conseils pour des vaches propres. *PLM*, n°457, 8.

- Nicol J.M. (2015). Quand la peau de la mamelle pose problème. *Réussir lait*, n°293, 54-55.
- Noireterre P. Suivi des comptages cellulaires et d'examen bactériologiques lors de mammites cliniques chez la vache laitière. Etude expérimentale au centre d'élevage Lucien Bizet de Poisy. Th D Vétérinaire, Lyon 1, 2006.
- Petit S. *Dictionnaire des médicaments vétérinaires et des produits de santé animale commercialisés en France*. 18^{ème} édition. Les éditions du point vétérinaire, 2013.
- Pezon J. (2014). Paille 2014 : la vigilance est de mise. *L'éleveur laitier*, n°228, 56-57.
- Pezon J. et Gremy D. (2015). Herd navigator : de l'analyse du lait au plan d'action. *L'éleveur laitier*, n°232, 34-35.
- Possémé PG. (2014). Des loquettes face à un problème récurrent de mammites. *L'éleveur laitier*, n°229, 114-115.
- Pouzaud F. (2015). Pharmacie vétérinaire : et si le salut venait de l'Europe ? *Le moniteur des pharmacies*, n°3093, 31-35.
- Quartier V. (2016). Sodiaal recherche 150 millions de litres de lait bio. *Réussirlait*, n°299,18.
- Remy D. *Les mammites*. Guides France Agricole, 2010.
- Rérat M. (2005). La fièvre du lait chez la vache laitière : Fiche technique pour la pratique. *ALP actuel* n°20.
- Roussel E. (2014). Antibiorésistance : homme-animal même combat. *La France Agricole*, n°3565, 16-17.
- Salat O. (2014). Test CMT : toujours d'actualité pour le trayeur et le manager du troupeau. *PLM*, n°460, 58-59.
- Séité Y. et Rosat O. (2008). Les temps de traite et la taille de l'installation. *Cap élevage*, n°23, 6-7.
- Vallarino N. La biosécurité dans les élevages bovins laitiers. Th D Vétérinaire, Maison Alfort, 2013.
- Watremez A. (2014). Mammite sèche : 9 fois/10 le quartier est condamné. *PLM*, n°460, 56-57.

Sitographie

- 1- Guérin C. et Aubineau T. Boiteries : les 3 règles essentielles d'un bon bâtiment. Agranet.
http://www.agranet.fr/absolutenm/templates/static/Agranet_AlaUne.aspx?articleid=1455&zoneid=6&ztofilter=&featured=, consulté le 27 novembre 2016.
- 2- Ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt. Le plan d'action ecoantibio 2012-2016. Alim'agri. <http://agriculture.gouv.fr/plan-ecoantibio-2012-2017-lutte-contre-lantibioresistance>, consulté le 24 septembre 2015.
- 3- ANMV. Résumé des Caractéristiques du Produit Amphoprim®. ANSES. <http://www.ircp.anmv.anses.fr/rcp.aspx?NomMedicament=AMPHOPRIM>, consulté le 19 mars 2017.
- 4- ANMV. Résumé des Caractéristiques du Produit Cepravin®. ANSES. <http://www.ircp.anmv.anses.fr/rcp.aspx?NomMedicament=CEPRAVIN>, consulté le 19 mars 2017.
- 5- ANMV. Résumé des Caractéristiques du Produit Mastijet®. ANSES. <http://www.ircp.anmv.anses.fr/rcp.aspx?NomMedicament=MASTIJET><http://www.ircp.anmv.anses.fr>, consulté le 19 mars 2017.
- 6- ANMV. Résumé des Caractéristiques du Produit Suanovil®. ANSES. <http://www.ircp.anmv.anses.fr/rcp.aspx?NomMedicament=SUANOVIL+20>, consulté le 7 février 2017.
- 7- ANMV. Résumé des Caractéristiques du Produit Tylan®. ANSES. <http://www.ircp.anmv.anses.fr/rcp.aspx?NomMedicament=TYLAN+200>, consulté le 7 février 2017.
- 8- Gay E., Haenni M., Jarrige N., Jouy E., Lupo A. et Madec J.Y. Réseau d'épidémiologie de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes animales. ANSES. <https://www.anses.fr/fr/system/files/LABO-Ra-Resapath2015.pdf>, consulté le 25 novembre 2016.
- 9- Madec J.Y. La transmission des résistances bactériennes entre homme et animal. ANSES. http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/transmission_des_resistances_entre_homme_et_animal.pdf, consulté le 24 septembre 2015.
- 10- Méheust D. Suivi des ventes de médicaments vétérinaires contenant des antibiotiques en France en 2015. ANSES. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ANMV-Ra-Antibiotiques2015.pdf>, consulté le 25 novembre 2016.
- 11- Ministre des affaires sociales, de la santé et du droit des femmes, Directeur général de la santé, Ministre de l'agriculture, de l'alimentation et la forêt, et Directeur général de l'alimentation. Avis de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, relatif à la saisine 2015-SA-0118 concernant les

- antibiotiques critiques pour la santé humaine et animale. ANSES. <https://www.anses.fr/fr/system/files/ANMV2015sa0118.pdf>, consulté le 19 mars 2017.
- 12- Sanders P. La transmission de résistances bactériennes par les aliments. ANSES. http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/transmission_des_resistances_par_les_aliments.pdf, consulté le 20 novembre 2015.
- 13- Ministère de l'agriculture et ANSES. Le paquet hygiène. ARIA Ile de France. http://www.aria-idf.net/wp-content/uploads/2013/01/fiches_techn_Cervia_paquet_hygien_.pdf, consulté le 31 octobre 2016.
- 14- Anonyme. Aromatogramme. Aromabio. https://www.aromabio.fr/aromatherapie_bio_aromatogramme.htm, consulté le 22 novembre 2016.
- 15- Centers for Disease Control and Prevention, *Streptococcus agalactiae*. Bacteria in photos. http://www.bacteriainphotos.com/Streptococcus_agalactiae_3D.html, consulté le 20 janvier 2016.
- 16- Anonyme. Spirovet®. Ceva. <http://www.sogeval-campus.ceva.com/PRODUITS/Produits/SPIROVET-R>, consulté le 7 février 2017.
- 17- Blue links. Approche diagnostique des mammites en élevage bovin laitier. Ceva. <http://www.ceva.tn/Blue-links/Blue-News/Approche-diagnostique-des-mammites-en-elevage-bovin-laitier>, consulté le 7 novembre 2016.
- 18- Chambre d'agriculture Nord Pas de Calais et Picardie. Concevoir une aire d'attente. Chambre d'agriculture des Ardennes. http://www.hautsdefrance.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Hauts-de-France/029_Inst-Hauts-de-France/Techniques-et-productions/Elevage/Conception_bâtiment/fiche_06_aire_attente_2012.pdf, consulté le 5 mai 2016.
- 19- Barthelmebs C. Le compostage : une technique valorisant les effluents d'élevage. Chambre d'agriculture du Bas Rhin. http://www.bas-rhin.chambagri.fr/fileadmin/documents/Environnement-Innovation/agri-mieux_2009/cabrhi9050443_compost_4logo_150dpi.pdf, consulté le 18 novembre 2016.
- 20- Perdrix D. Des alternatives à la paille pour les litières de logettes. Chambre d'agriculture du Calvados. <https://extranet-orne.chambres-agriculture.fr>, consulté le 22 novembre 2016.
- 21- Chambre d'agriculture d'Auvergne. Réussir l'aménagement de son bloc de traite. Chambre d'agriculture du Cantal. <http://www.cantal.chambagri.fr/fileadmin/documents/Internet/Batiments/pdf/2009/200>

- 7-09-24 - CRA Réussir 1 aménagement de son bloc traite.pdf, consulté le 26 mai 2016.
- 22- Coueffe D. et Caillaud D. Robot de traite. Chambre d'agriculture de Haute Marne. <http://www.haute-marne.chambagri.fr/kit/fileadmin/documents/elevage/p1019001.htm>, consulté le 8 novembre 2016.
- 23- Georges L., Coueffe D. et Antoine L. Récapitulatif du cahier des charges relatif à la production biologique des bovins lait et allaitant. Chambre d'agriculture de Haute Marne et Groupement des agrobiologistes de Haute Marne. http://www.haute-marne.chambagri.fr/kit/fileadmin/documents/agribio/recapitulatif_cahier_charges_bov_in.pdf, consulté le 15 mai 2016.
- 24- Anonyme. La litière du couchage un milieu à risques. Chambre d'agriculture des Landes. http://www.landes.chambagri.fr/fileadmin/documents_CA40/Internet/elevage/Bovin_1_ait/litiere_couchage.pdf, consulté le 23 novembre 2016.
- 25- Anonyme. Registre d'élevage. Chambre d'agriculture des Pyrénées Atlantiques. http://www.pa.chambagri.fr/fileadmin/images_ca64/registre_elevage_02.pdf, consulté le 31 octobre 2016.
- 26- Doublet B. Bousquet-Melou A. et Madec J.Y. Le concept « One Health » en antibiorésistance et les flux de gènes. CIV. <http://www.civ-viande.org/wp-content/uploads/2013/01/Antibiorésistance-Doublet.pdf>, consulté le 25 avril 2016.
- 27- DGAL et PNNS. La consommation de produits laitiers en France. Cniel. http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Presentation_lipides_produits_laitiers_ATLA.pdf, consulté le 10 janvier 2017.
- 28- Anonyme. Construction de bâtiments agricoles - galerie 2. Constructions Boulay. <http://www.constructions-boulay.fr/agriculture-galerie-2/>, consulté le 26 novembre 2016.
- 29- Clément J. La facture salée des mammites et leucocytes. Coop de France Ouest. http://www.coopouest.coop/maj/publication/Mammites_Triskalia_Nov2013.pdf, consulté le 1^{er} avril 2017.
- 30- Simon M. Les PRR. Cours-pharmacie.com. <http://www.cours-pharmacie.com/immunologie/les-prr.html>, consulté le 13 février 2016.
- 31- Anonyme. Test de mammite de Californie CMT. Delaval. <http://www.delavalfrance.fr/-/Product-Information1/Traite/Products/Milk-test--treatment/California-Mastitis-Test-CMT/California-Mastitis-Test-CMT/>, consulté le 5 novembre 2016.
- 32- Anonyme. Linalol. Digopaul. <http://www.digopaul.com/english-word/linalol.html>, consulté le 20 novembre 2016.

- 33- Gayrard V. Physiologie de la reproduction des mammifères. Ecole Nationale Vétérinaire Toulouse. <http://physiologie.envt.fr/spip/IMG/pdf/Poly-reproduction-sept07.pdf>, consulté le 11 janvier 2017.
- 34- Anonyme. Examen du lait. Ecole vétérinaire Alfort. http://theses.vet-alfort.fr/Th_multimedia/prope-bovine/index.php?rub=8&page=4, consulté le 6 novembre 2016.
- 35- Anonyme. Examen du lait. Ecole vétérinaire Alfort. http://theses.vet-alfort.fr/Th_multimedia/prope-bovine/index.php?rub=8&page=4, consulté le 6 novembre 2016.
- 36- Anonyme. Trans-Cinnamaldehyde. Extrasynthese. <https://www.extrasynthese.com/trans-cinnamaldehyde-1166.html>, consulté le 20 novembre 2016.
- 37- Durieux B. Source de contamination des mamelles et facteurs de risques. FIDOCL Conseil Elevage. <http://www.fidocl.fr/content/source-de-contamination-des-mamelles-et-facteur-de-risque>, consulté le 5 novembre 2016.
- 38- Lanet S. Composition du lait. FIDOCL Conseil Elevage. <http://www.fidocl.fr/content/composition-du-lait>, consulté le 7 janvier 2017.
- 39- Guerin D. Le bâtiment d'élevage : un facteur de risque possible. GDS Creuse. <http://www.gdscreuse.fr/?p=4493>, consulté le 12 décembre 2016.
- 40- Anonyme. Plan mammites : protocole et engagement. GDS Rhône. http://www.frgdsra.fr/FRGDS_Rhone-Alpes_98_646_4664_les_mammites.html, consulté le 24 novembre 2016.
- 41- Anonyme. Les équipements de traite. GEA Farm Technologies. <http://www.floch-dymatel.fr/Pg401-Traite-robot-titan-roto-interieur-rotor-exterieur-stalle-epi-tpa-tandem.htm>, consulté le 25 novembre 2016.
- 42- Conseil Régional Bâtiment Bretagne, Institut de l'Élevage et Groupe Traite Pays de la Loire. Choisir une installation de traite. GIE Bretagne. http://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/Choisir_installation_traite.pdf, consulté le 28 mai 2016.
- 43- MSA de Bretagne. Risques en salle de traite. GIE Bretagne. http://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/Fiches_SdT_toutes_r_duit.pdf, consulté le 6 mai 2016.
- 44- Séité Y. Concevoir et installer des logettes. GIE Bretagne. http://www.gie-elevages-bretagne.fr/admin/upload/concevoir_et_installer_des_logettes_avril_2012_BAT.pdf, consulté le 15 novembre 2016.
- 45- Baudet-Clasel H., Bossuet I., Coulon R., Fulbert L., Huneau T., Lefevre T et al. Mammites, cellules : tous les conseils pour lutter efficacement. GIE Elevage des Pays de la Loire. http://www.charte-elevage.fr/sites/default/files/files/Mammites_Cellules_-_Tous_les_conseils_pour_lutter_efficacement.pdf, consulté le 7 février 2016.

- 46- Dautzenberg E. L'allaitement. Hôpital A Mignot Versailles. http://www.medical78.com/nat_allaitement.htm, consulté le 30 novembre 2016.
- 47- Bousquet-Melou A. Antibiothérapie des infections mammaires. INP Toulouse. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:i-UNo-JW51oJ:physiologie.envt.fr/spip/IMG/ppt/Antibiotherapie_mammaire_avril_2012.ppt+&cd=1&hl=fr&ct=clnk&gl=fr, consulté le 7 mars 2016.
- 48- Cazin P., Nicks B. et Dufrasne I. Aménagement des logettes et confort des vaches laitières. INRA Production animale. <https://www6.inra.fr/productions-animales/2014-volume-27/Numero-5-PP-329-386/Amenagement-des-logettes-et-confort-des-vaches-laitieres>, consulté le 23 novembre 2016.
- 49- Barone R. Réponse de la mamelle aux infections : des défenses passives. Institut de l'élevage. <http://idele.fr/presse/publication/idelesolr/recommends/reponse-de-la-mamelle-aux-infections-des-defenses-passives.html>, consulté le 3 novembre 2016.
- 50- Brunshwig P. Les bonnes pratiques d'alimentation minérale pour vache en lactation. Institut de l'élevage. <http://idele.fr/rss/publication/idelesolr/recommends/maitriser-son-cout-alimentaire-en-elevage-laitier-quelles-solutions.html>, consulté le 29 mars 2016.
- 51- Cadoret P., Follet D., Le Guenic M., Le Lan B., Queffelec A. et Seité Y. Bâtiments-Equipements d'élevage. Institut de l'élevage. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:nR9FO9Gupo0J:www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/26676/%24File/Cahier%2520Aide%2520decision%2520batiment%2520avec%2520sommaire%2520cliquable.compressed%2520.pdf%3FOpenElement+&cd=1&hl=fr&ct=clnk&gl=fr>, consulté le 19 novembre 2016.
- 52- Le Mézec P., Brochard M. et Minéry S. La génomique pari gagnant pour produire du lait à un coût maîtrisé. Institut de l'élevage. <http://idele.fr/presse/publication/idelesolr/recommends/la-genetique-pari-gagnant-pour-produire-du-lait-a-un-cout-maitrise.html>, consulté le 24 novembre 2016.
- 53- Minéry S. La génétique, un levier pour mieux maîtriser les mammites chez les vaches laitières. Institut de l'élevage. <http://idele.fr/filieres/bovin-lait/publication/idelesolr/recommends/la-genetique-un-levier-pour-mieux-maitriser-les-mammites-chez-les-vaches-laitieres.html>, consulté le 24 novembre 2016.
- 54- Anonyme. La consommation. Institut Professionnel du Lait de Consommation. <http://iplc.fr/Le-lait-au-quotidien/La-consommation>, consulté le 10 janvier 2016.
- 55- Anonyme. ISO 6690:2007 Installation de traite mécanique - Essais mécaniques. ISO - Organisation Nationale de Normalisation. <https://www.iso.org/fr/standard/37191.html>, consulté le 31 mars 2016.
- 56- Duban F. *Persicaria senegalensis*. Le Bernica, George et le Malagache. http://www.f-duban.fr/Decouvertes_naturalistes/Bernica/photos-de-f-duban/img_2249.html, consulté le 15 novembre 2016.

- 57- Anonyme. Ferme de Juchy. La ferme de Juchy. <https://fermedejuchy.wordpress.com/tag/lait/>, consulté le 26 novembre 2016.
- 58- Anonyme. Loi n°69-10 du 3 janvier 1969 relative à l'institution du paiement du lait en fonction de sa composition et de sa qualité. Legifrance. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000006068330&dateTexte=19980708>, consulté le 9 janvier 2017.
- 59- Cazeneuve B., Le Foll S. et Touraine M. Décret n°2016-1788 du 19 décembre 2016 relatif à la transmission de données de cession des médicaments utilisés en médecine vétérinaire comportant une ou plusieurs substances antibiotiques. Legifrance. <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/decret/2016/12/19/AGR1630018D/jo/texte>, consulté le 19 mars 2017.
- 60- Hollande F., Valls M., Royal S., Vallaud-Belkacem N., Touraine M., Le Foll S. *et al.* Loi n°2014-1170 du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt. Legifrance. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000029573022&categorieLien=id>, consulté le 26 octobre 2016.
- 61- Anonyme. Les mammites de tarissement. Les mammites bovines. http://biosol.free.fr/liens/mammi_2004/les_mammites_bovines_tarissement.htm, consulté le 25 janvier 2017.
- 62- Delor D. et al. Les mammites de traite. Les mammites bovines. http://biosol.free.fr/liens/mammi_2004/les_mammites_bovines_traite.htm, consulté le 24 novembre 2016.
- 63- GIE Elevage des pays de la Loire. L'entretien des litières. Les mammites j'anticipe. <https://les-mammites-j-anticipe.com/wp-content/uploads/2015/09/14-entretien-litieres.pdf>, consulté le 16 novembre 2016.
- 64- Paysan tarnais. Mammite et taux cellulaires. Maison de l'élevage Tarn. <http://www.elevage-tarn.fr/69-mammite-taux-cellulaire.html>, consulté le 20 octobre 2016.
- 65- Anonyme. La filière laitière française en chiffres. Maison du lait. <http://www.maison-du-lait.com/fr/chiffres-cles/filiere-laitiere-francaise-en-50-chiffres>, consulté le 9 janvier 2017.
- 66- Virbac. Axentyl®. Med'vet. http://s355685463.onlinehome.fr/virbac/detail_medicament.php?id=2553, consulté le 7 février 2017.
- 67- Bouichou E.H. Contribution à l'évaluation des pratiques frauduleuses dans le lait à la réception. Mémoire online. http://www.memoireonline.com/03/12/5537/m_Contribution--l-evaluation-des-pratiques-frauduleuses-dans-le-lait--la-reception2.html, consulté le 2 novembre 2016.

- 68- Wattiaux M. Généralités sur le lait. Mémoire online. http://www.memoireonline.com/10/12/6336/m_Contribution--l-evaluation-de-la-qualite-physico-chimique-et-bacteriologique-de-lait-cru-et-dia14.html, consulté le 2 novembre 2016.
- 69- Anonyme. Escherichia coli. Microbiologie médicale. <http://microbiologie-medical.blogspot.fr/2012/08/escherichia-coli.html>, consulté le 5 novembre 2016.
- 70- Direction générale de la mondialisation, du développement et des partenariats. Position française sur le concept « One Health/Une seule santé ». Ministère des affaires étrangères et européennes. http://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_One_Health.pdf, consulté le 26 octobre 2016.
- 71- Mennequier P. Le « Paquet hygiène » en élevage et tout au long de la chaîne alimentaire. Ministère des affaires sociales et de la santé. http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/paquet_hygiene_en_sante_animale.pdf, consulté le 25 mai 2016.
- 72- Angot J.L. Dispositif national de paiement du lait en fonction de sa composition et de sa qualité et gestion des paramètres sanitaires du lait. Ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt. <https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/instruction-2014-599>, consulté le 29 février 2016.
- 73- Ministère des affaires sociales, de la santé et du droit des femmes. L'antibiorésistance chez l'homme et l'animal : Programme et résumé des interventions. Ministère de l'agriculture de l'agroalimentaire et de la forêt. http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/programme_et_resumes_1_.pdf, consulté le 24 septembre 2015.
- 74- Soubeyran E. La loi d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt - Les mesures de gestion pour lutter contre l'antibiorésistance. Ministère de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de la forêt. http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/loi_d_avenir_pour_l_agriculture_l_alimentation_et_la_foret.pdf, consulté le 24 octobre 2015.
- 75- Anonyme. Campagne Vaccin'acteurs : vacciner les animaux pour réduire l'utilisation des antibiotiques. Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. <http://agriculture.gouv.fr/campagne-vaccinacteurs-vacciner-les-animaux-pour-reduire-lutilisation-des-antibiotiques>, consulté le 3 novembre 2016.
- 76- Anonyme. Lutte contre l'antibiorésistance en santé animale : Stéphane Le Foll salue les bons premiers résultats du plan Ecoantibio. Ministère de l'agriculture et de l'alimentation. <http://agriculture.gouv.fr/sante-animale-stephane-le-foll-salue-les-bons-premiers-resultats-du-plan-ecoantibio>, consulté le 25 novembre 2016.
- 77- Dahan M. Hanotaux P. Durand F. et Liebert F. Encadrement des pratiques commerciales pouvant influencer la prescription des antibiotiques vétérinaires. Ministère de l'agriculture et de l'alimentation.

<http://agriculture.gouv.fr/ministere/encadrement-des-pratiques-commerciales-pouvant-influencer-la-prescription-des>, consulté le 19 mars 2017.

- 78- Anonyme. La prescription et la délivrance des médicaments vétérinaires. Ministère de l'agriculture et de la pêche et Ministère de la santé, de la jeunesse et des sports. <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:5IIkcjBy2cAJ:agriculture.gouv.fr/telecharger/46650%3Ftoken%3D6e84d6cf4aa8c591a68cc18eca827ecb+&cd=1&hl=fr&ct=clnk&gl=fr>, consulté le 10 décembre 2016.
- 79- Huffman H. Ventilation de l'écurie. Ontario - Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/engineer/facts/10-060.htm>, consulté le 27 novembre 2016.
- 80- Sutter B. et Ewy A. Soins apportés à la vache laitière après la traite. Novartis. http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:1AM0aPt8FpcJ:www.rgd.ch/Portals/0/Files/Publikationen/melknachbereitung_f_0510.pdf+&cd=1&hl=fr&ct=clnk&gl=fr, consulté le 20 novembre 2016.
- 81- Cuminet JM. Antibiotiques bovins : la liste se resserre. Orne Conseil Élevage. <http://www.orne-conseil-elevage.fr/orne-actualites/items/antibiotiques.html>, consulté le 19 mars 2017.
- 82- Anonyme. Eucalyptol (cinéol). Potbot. <http://www.potbot.com/potbot-md/terpenes/eucalyptol-cineol>, consulté le 10 novembre 2016.
- 83- ProfSVT. TS_Schémas réaction inflammatoire. PROFSVT OEHMICHEN. <http://svt-oehmichen.over-blog.fr/2015/10/ts-schemas-reaction-inflammatoire.html><http://www.svt-oehmichen.over-blog.fr>, consulté le 3 novembre 2016.
- 84- Maziere M. Antibiorésistance : un mort toutes les 3 secondes en 2050. QS Le Quotidien Santé. https://www.lequotidiendupharmacien.fr/actualite/article/2016/05/19/antibioresistance-un-mort-toutes-les-3-secondes-en-2050_242611, consulté le 22 septembre 2016.
- 85- Astier M. Aux milles vaches : « ils m'ont traité comme un chien et ils maltraitent les vaches ». Reporterre. <https://reporterre.net/Aux-Mille-vaches-Ils-m-ont-traite-comme-un-chien-et-ils-maltraitent-les-vaches>, consulté le 25 octobre 2016.
- 86- Anonyme. Les étapes de la traite. Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine. http://www.medvet.umontreal.ca/rcrmb/dynamiques/PDF_FR/Boite_A_Outils/Fiches_Pratiques/Etapes_traite_pro.pdf, consulté le 6 novembre 2016.
- 87- Devries T. Garder les vaches debout après la traite aide t-il à prévenir la mammite ? Réseau canadien de recherche sur la mammite bovine. http://www.medvet.umontreal.ca/rcrmb/dynamiques/PDF_FR/Chronique_Mammite/GarderVachesDebout.pdf, consulté le 19 novembre 2016.

- 88- Anonyme. Chemical structure of eugenol. Researchgate. https://www.researchgate.net/figure/263745434_fig1_Chemical-structure-of-eugenol, consulté le 20 novembre 2016.
- 89- Anonyme. Structure of thymol and carvacrol. Researchgate. https://www.researchgate.net/figure/47371068_fig1_Structures-of-thymol-and-carvacrol, consulté le 20 novembre 2016.
- 90- Malzieu D. et Réseau Farago. La désinfection des bâtiments d'élevage. Réseau Farago. <http://www.bopsi.net/Zpj/10D2-farago.pdf>, consulté le 10 novembre 2016.
- 91- Hanzen C. Les mammites : pathogénies et traitements. Slideplayer. <http://slideplayer.fr/slide/3116940/>, consulté le 25 novembre 2016.
- 92- Guiocheau S., Pape C., Le Clève C., Dibet A. et GIE Elevages Bretagne. Salle de traite : l'option roto. Synagri.com. [http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/20170/\\$File/L%27option%20Roto%20-%20370.2pdf.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/20170/$File/L%27option%20Roto%20-%20370.2pdf.pdf?OpenElement), consulté le 26 mai 2016.
- 93- Anonyme. Les mammites. Syndicat caprin de la Drôme. http://www.scaprin26.com/index.php/site_content/14-maladies/90-les-mammites, consulté le 6 novembre 2016.
- 94- Dumas Y. *Phytolacca americana*. Tela Botanica. http://www.tela-botanica.org/page:Phytolacca_america, consulté le 15 novembre 2016.
- 95- Menand M. *Arundo donax* L. Tela Botanica. <http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-7099-synthese>, consulté le 16 novembre 2016.
- 96- Anonyme. 1-Isopropyl-4-methyl-cyclohexa-1,4-diene. The Pherobase. <http://www.pherobase.com/database/kovats/kovats-detail-gamma-terpinene.php>, consulté le 20 novembre 2016.
- 97- Anonyme. 1-Methyl-4-(1-methylethyl)-benzene. The Pherobase. <http://www.pherobase.com/database/kovats/kovats-detail-p-cymene.php>, consulté le 20 novembre 2016.
- 98- Anonyme. 1-Methyl-4-(1-methylethenyl)-cyclohexene. The Pherobase. <http://www.pherobase.com/database/kovats/kovats-detail-limonene.php>, consulté le 20 novembre 2016.
- 99- Anonyme. 2-(4-Methylcyclohex-3-enyl)-propan-2-ol. The Pherobase. <http://www.pherobase.com/database/kovats/kovats-detail-alpha-terpineol.php>, consulté le 20 novembre 2016.
- 100- Anonyme. La résistance aux antibiotiques tue toujours plus. Tribune de Genève. <http://www.tdg.ch/sante/sante/La-resistance-aux-antibiotiques-tue-toujours-plus/story/28484071>, consulté le 15 décembre 2016.

- 101- Anonyme. Robot de traite VMS Delaval : 3 contrats d'entretien au choix. Typex. <http://www.typex.fr/robot-de-traite-vms-delaval%C2%A0-3-contrats-d'entretien-au-choix/>, consulté le 22 novembre 2016.
- 102- Foucher F. Quoi de neuf sur le front des mammites ? Typex. <http://www.typex.fr/quoi-de-neuf-sur-le-front-des-mammites/>, consulté le 29 octobre 2016.
- 103- Jaspard E. Les mécanismes de transports membranaires. Université d'Angers. <http://biochimej.univ-angers.fr/Page2/COURS/3CoursdeBiochSTRUCT/7Transports/1Transports.htm>, consulté le 6 novembre 2016.
- 104- Hanzen C. La pathologie infectieuse de la glande mammaire. Université de Liège. http://www.therioruminant.ulg.ac.be/notes/200809/R20_Glde_mamm_production_2009_PWP.pdf, consulté le 18 février 2016.
- 105- Hanzen C. Physiologie de la glande mammaire et du trayon de la vache laitière. Université de Liège. http://www.therioruminant.ulg.ac.be/notes/200809/R20_Glde_mamm_production_2009_PWP.pdf, consulté le 10 janvier 2017.
- 106- Anonyme. Fièvre vitulaire (ruminants). Vetagri. http://www.vetagri.com/fr/nos-problematiques/fievre_vitulaire_bovins-27.php, consulté le 30 mars 2016.
- 107- Terre-net Média. Mammites : l'impact économique atteint 230€/vache/an. Web-agri. <http://www.web-agri.fr/conduite-elevage/sante-animale/article/l-impact-economique-atteint-230-vache-an-1184-97330.html>, consulté le 1^{er} avril 2017.
- 108- Vergonjeanne R. Tableaux de bord de traite. Web-agri. <http://www.web-agri.fr/machinisme-batiment/batiment-traite/article/aux-manettes-d-un-elevage-de-precision-1157-90309.html>, consulté le 7 novembre 2016.

SERMENT DE GALIEN

Je jure d'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

D'exercer dans l'intérêt de la Santé publique ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur mais aussi les règles de l'Honneur, de la Probité et du Désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine.

De ne dévoiler à personne les secrets qui m'auraient été confiés ou dont j'aurais eu connaissance dans l'exercice de ma Profession.

En aucun cas, je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser les actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses.

Que je sois méprisé de mes Confrères si je manque à mes engagements.



RATTEZ Constance

Les mammites subcliniques en élevage bovin laitier : antibiothérapie et alternatives.

Th. D. Pharm., Rouen, 2017, 229 p.

RESUME

En France, le nombre de décès liés à l'antibiorésistance atteint actuellement les 12 500 par an. De nombreux efforts de réduction d'utilisation des antibiotiques ont déjà été faits en médecine humaine, mais ce n'est que très récemment que la France s'est rendue compte du danger pour la santé publique de l'usage abusif des antibiotiques en médecine animale, et particulièrement dans les élevages agricoles. De nombreuses études commandées par l'ANSES démontrent en effet l'existence d'une transmission des résistances bactériennes entre l'animal et l'homme.

Avec plus de 3,7 millions de vaches laitières sur notre territoire, près de 53 litres bus et 38 Kg de produits lactés consommés par an et par habitant, le lait de vache constitue un aliment de base pour les français. Or, les mamelles hautement productrices des vaches sont des organes fragiles, faisant des mammites la première pathologie rencontrée dans les élevages bovins laitiers. Ces dernières peuvent se détecter à l'œil nu : on parle alors de mammites cliniques. Mais d'autres plus insidieuses ne se découvrent qu'à l'issue de tests plus poussés rendant une propagation de l'infection possible dans le troupeau : il s'agit des mammites subcliniques.

Notre étude a donc porté, sur l'utilisation des antibiotiques dans le traitement des mammites subcliniques de la vache laitière, et sur les principales alternatives disponibles afin d'en limiter l'usage dans les élevages bovins.

Nous avons exposé, dans un premier temps, les différents points de contrôle du lait destiné à la consommation humaine, ainsi que la clinique des mammites, principalement subcliniques. Puis, nous avons détaillé les différents traitements utilisables dans les mammites subcliniques : l'antibiothérapie d'une part, et les traitements alternatifs comme l'homéopathie, la phytothérapie, l'aromathérapie ou l'oligothérapie d'autre part. Enfin, nous avons étudié dans une dernière partie les mesures de prévention de ces mammites subcliniques, meilleur moyen de lutte contre l'antibiorésistance.

La mise en place de solutions alternatives reste encore un sujet tabou chez de nombreux éleveurs, bien que les objectifs du plan écoantibio 2012-2017 soient pratiquement atteints.

MOTS CLES : Mammites subcliniques - Vaches laitières - Contrôle laitier - Antibiorésistance - Plan écoantibio

JURY

Président : M. GUERBET Michel, Professeur de Toxicologie

Membres : Mme GROULT Marie-Laure, Maître de conférences en Botanique et Mycologie

M. CASTETS Frédéric, Docteur en Pharmacie

M. DESCELERS Yves, Docteur en Médecine vétérinaire

DATE DE SOUTENANCE : 20 juin 2017