

Année 2015

**ENQUÊTE SUR LE DIAGNOSTIC ET LE
TRAITEMENT DES MAMMITES DE LA VACHE
LAIITIÈRE PAR LES VÉTÉRINAIRES DE TERRAIN
EN FRANCE EN 2015**

THÈSE

Pour le

DOCTORAT VÉTÉRINAIRE

Présentée et soutenue publiquement devant

LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE CRÉTEIL

le.....

par

Pauline, Louise ANGOUJARD

Née le 21 septembre 1989 à Pontivy (Morbihan)

JURY

Président : Pr.

Professeur à la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Membres

Directeur : Mr Yves MILLEMANN

Professeur à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort

Assesseur : Mr Dominique RÉMY

Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort

LISTE DES MEMBRES DU CORPS ENSEIGNANT

Directeur : M. le Professeur GOGNY Marc

Directeurs honoraires : MM. les Professeurs : COTARD Jean-Pierre, NIALOT Jean-Paul, MORAILLON Robert, PARODI André-Laurent, PILET Charles, TOMA Bernard.
 Professeurs honoraires : Mme et MM. : BENET Jean-Jacques, BRUGERE Henri, BRUGERE-PICOUX Jeanne, BUSSIERAS Jean, CERF Olivier, CHERMETTE René, CLERC Bernard, CRESPEAU François, M. COURREAU Jean-François, DEPUTTE Bertrand, NDUTHON Gilbert, MILHAUD Guy, POUCHÉLON Jean-Louis, ROZIER Jacques.

DEPARTEMENT D'ELEVAGE ET DE PATHOLOGIE DES EQUIDES ET DES CARNIVORES (DEPEC)

Chef du département : M. GRANDJEAN Dominique, Professeur - Adjoint : M. BLOT Stéphane, Professeur

UNITE DE CARDIOLOGIE - Mme CHETBOUL Valérie, Professeur * - Mme GKOUNI Vassiliki, Praticien hospitalier - Mme SECHI-TREHIDU Emilie, Praticien hospitalier UNITE DE CLINIQUE EQUINE - M. AUDIGIE Fabrice, Professeur - Mme BERTONI Léila, Maître de conférences contractuel - Mme BOURZAC Céline, Maître de conférences contractuel - M. DENOIX Jean-Marie, Professeur - Mme GIRAUDET Aude, Praticien hospitalier * - Mme MESPOULHES-RIVIERE Céline, Praticien hospitalier - Mme TRACHSEL Dagmar, Praticien hospitalier UNITE D'IMAGERIE MEDICALE - Mme PEY Pascaline, Maître de conférences contractuel - Mme STAMBOULI Fouzia, Praticien hospitalier UNITE DE MEDECINE - M. AGUILAR Pablo, Praticien hospitalier - Mme BENCHEKROUN Ghita, Maître de conférences - M. BLOT Stéphane, Professeur* - M. CAMPOS Miguel, Maître de conférences associé - Mme FREICHE-LEGROS Valérie, Praticien hospitalier - Mme MAUREY-GUENEC Christelle, Maître de conférences UNITE DE MEDECINE DE L'ELEVAGE ET DU SPORT - Mme CLERO Delphine, Maître de conférences contractuel - M. FONTBONNE Alain, Maître de conférences - M. GRANDJEAN Dominique, Professeur * - Mme MAENHOUDT Cindy, Praticien hospitalier - M. NUDELMANN Nicolas, Maître de conférences	DISCIPLINE : NUTRITION-ALIMENTATION - M. PARAGON Bernard, Professeur DISCIPLINE : OPHTALMOLOGIE - Mme CHAMORY Sabine, Maître de conférences UNITE DE PARASITOLOGIE ET MALADIES PARASITAIRES - M. SLAGA Radu Gheorghe, Maître de conférences (rattaché au DPASP) - Mme COCHET-FAIVRE Noëlle, Praticien hospitalier - M. GUELLOT Jacques, Professeur * - Mme MARIGNAC Geneviève, Maître de conférences - M. POLACK Bruno, Maître de conférences - Mme RISCO CASTILLO Verónica, Maître de conférences (rattachée au DSBP) UNITE DE PATHOLOGIE CHIRURGICALE - M. FAYOLLE Pascal, Professeur - M. MAILHAC Jean-Marie, Maître de conférences - M. MANASSERO Mathieu, Maître de conférences - M. MOISSONNIER Pierre, Professeur - Mme VIATEAU-DUYAL Véronique, Professeur * - M. ZILBERSTEIN Luca, Maître de conférences DISCIPLINE : URGENCE SOINS INTENSIFS - Mme STEBLAJ Barbara, Praticien Hospitalier DISCIPLINE : NOUVEAUX ANIMAUX DE COMPAGNIE - M. PIGNON Charly, Praticien hospitalier
---	---

DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS ANIMALES ET DE LA SANTE PUBLIQUE (DPASP)

Chef du département : M. MILLEMANN Yves, Professeur - Adjoint : Mme DUFOUR Barbara, Professeur

UNITE D'HYGIENE QUALITE ET SECURITE DES ALIMENTS - M. AUGUSTIN Jean-Christophe, Professeur - M. BOLLNET François, Maître de conférences * - M. CARLIER Vincent, Professeur UNITE DES MALADIES CONTAGIEUSES - Mme DUFOUR Barbara, Professeur* - Mme HADDAD/HOANG-XUAN Nadia, Professeur - Mme PRAUD Anne, Maître de conférences - Mme RIVIERE Julie, Maître de conférences contractuel UNITE DE PATHOLOGIE DES ANIMAUX DE PRODUCTION - M. ADJOU Karim, Maître de conférences * - M. BELBIS Guillaume, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel - M. MILLEMANN Yves, Professeur - Mme RAVARY-PLUNIDEN Béatrice, Maître de conférences - Mme ROUANNE Sophie, Praticien hospitalier	UNITE DE REPRODUCTION ANIMALE - Mme CONSTANT Fabienne, Maître de conférences* - M. DESBOIS Christophe, Maître de conférences (rattaché au DEPEC) - Mme MASSE-MOREL Gaëlle, Maître de conférences contractuel - M. MAUFFRE Vincent, Assistant d'enseignement et de recherche contractuel - Mme EL BAY Sarah, Praticien hospitalier UNITE DE ZOOTECHNIE, ECONOMIE RURALE - M. ARNE Pascal, Maître de conférences - M. BOSSE Philippe, Professeur* - Mme DE PAULA REIS Aline, Maître de conférences contractuel - Mme GRINARD-BALLIF Bénédicte, Professeur - Mme LERDY-BARASSIN Isabelle, Maître de conférences - M. PONTIER Andrew, Professeur - Mme WOLGUST Valérie, Praticien hospitalier
--	--

DEPARTEMENT DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET PHARMACEUTIQUES (DSBP)

Chef du département : M. CHATEAU Henry, Professeur - Adjoint : Mme PILOT-STORCK Fanny, Maître de conférences

UNITE D'ANATOMIE DES ANIMAUX DOMESTIQUES - M. CHATEAU Henry, Professeur* - Mme CREVIER-DENOIX Nathalie, Professeur - M. DEGEURCE Christophe, Professeur - Mme ROBERT Céline, Maître de conférences UNITE DE BACTERIOLOGIE, IMMUNOLOGIE, VIROLOGIE - M. BOULOUIS Henri-Jean, Professeur* - Mme LE PODER Sophie, Maître de conférences - Mme LE ROUX Delphine, Maître de conférences - Mme QUINTIN-COLONNA Françoise, Professeur UNITE DE BIOCHIMIE - M. BELLIER Sylvain, Maître de conférences* - Mme LAGRANGE Isabelle, Praticien hospitalier - M. MICHAUX Jean-Michel, Maître de conférences DISCIPLINE : EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE - M. PHILIPS Pascal, Professeur certifié DISCIPLINE : ETHOLOGIE - Mme GILBERT Caroline, Maître de conférences UNITE DE GENETIQUE MEDICALE ET MOLECULAIRE - Mme ABTSOL Marie, Maître de conférences - M. PANTHER Jean-Jacques, Professeur*	UNITE D'HISTOLOGIE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE - Mme CORDONNIER-LEFORT Nathalie, Maître de conférences* - M. FONTAINE Jean-Jacques, Professeur - Mme LALOY Eve, Maître de conférences contractuel - M. REYES GOMEZ Edouard, Maître de conférences UNITE DE MANAGEMENT, COMMUNICATION, OUTILS SCIENTIFIQUES - Mme CONAN Muriel, Professeur certifié (Anglais) - M. DESQUILBET Loïc, Maître de conférences (Biostatistiques, épidémiologie)* - Mme FOURNEL Christelle, Maître de conférences contractuel (Gestion et management) UNITE DE PHARMACIE ET TOXICOLOGIE - Mme ENRIQUEZ Brigitte, Professeur - M. PERROT Sébastien, Maître de conférences - M. TISSIER Renaud, Professeur* UNITE DE PHYSIOLOGIE ET THERAPEUTIQUE - Mme COMBRISON Hélène, Professeur - Mme PILOT-STORCK Fanny, Maître de conférences - M. TIRET Laurent, Professeur *
---	---

* responsable d'unité

REMERCIEMENTS

Au Professeur de la Faculté de Médecine de Créteil,
Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence du jury de thèse,
Hommage respectueux.

À Mr. Yves MILLEMANN,
Professeur à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort,
Pour la confiance qu'il m'a accordée dans la réalisation de ce travail,
Pour ses conseils avisés, son aide et sa disponibilité,
Profonds remerciements.

À Mr Dominique REMY,
Maître de Conférences à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort,
Pour avoir accepté d'être mon assesseur,
Pour ses conseils et sa relecture attentive,
Sincères remerciements.

Aux membres de la Société Nationale des Groupements Techniques Vétérinaires et aux confrères,
ayant testé l'enquête avant son envoi,
Pour votre regard critique et vos conseils qui ont permis d'améliorer ce questionnaire,
Sincères remerciements.

Aux confrères ayant répondu à l'enquête,
Pour avoir accepté de participer à cette étude et fait part de leurs points de vue,
Remerciements.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES	4
LISTE DES TABLEAUX.....	6
LISTE DES ANNEXES.....	8
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	9
Introduction.....	11
Première partie:	13
Les mammites de la vache laitière.....	13
1. Les mammites : généralités et étiopathogénie.....	15
1.1. Généralités sur les mammites.....	15
1.1.1. Définitions	15
1.1.1.1. Mammite.....	15
1.1.1.2. Mammite clinique.....	15
1.1.1.3. Mammite subclinique.....	15
1.1.2. Anatomie de la mamelle.....	15
1.1.2.1. Mamelle	15
1.1.2.2. Trayon.....	18
1.1.3. Défenses de la mamelle.....	19
1.1.3.1. Défenses basses de la mamelle : les défenses du trayon.....	19
1.1.3.2. Défenses hautes de la mamelle.....	19
1.2. Pathogénie.....	20
1.2.1. Pénétration d'agents pathogènes dans la mamelle.....	20
1.2.2. Installation d'une infection.....	20
1.2.3. Devenir de l'infection.....	21
1.3. Étiologie.....	21
1.3.1.1. Bactéries.....	21
1.3.1.1.1. Bactéries majeures.....	21
1.3.1.1.1.1. <i>Escherichia coli</i>	22
1.3.1.1.1.2. <i>Staphylococcus aureus</i>	23
1.3.1.1.1.3. Staphylocoques à coagulase négative.....	24
1.3.1.1.1.4. <i>Streptococcus uberis</i>	24
1.3.1.1.2. Bactéries mineures.....	25
1.3.1.1.2.1. Streptocoques autres que <i>S. uberis</i>	25
1.3.1.1.2.2. <i>Klebsiella spp</i>	25
1.3.1.1.2.3. <i>Mycoplasma bovis</i>	25
1.3.1.1.2.4. <i>Trueperella pyogenes</i>	26
1.3.1.1.2.5. <i>Corynebacterium bovis</i>	26
1.3.1.1.2.6. <i>Pseudomonas spp</i>	26
1.3.1.1.2.7. <i>Listeria monocytogenes</i> et <i>Salmonella spp</i>	26
1.3.1.2. Levures, champignons et algues.....	27
2. Diagnostic.....	33
2.1. Diagnostic clinique.....	33
2.1.1. Examen clinique de la mamelle.....	33
2.1.2. Examen de la sécrétion lactée.....	35
2.1.3. L'examen clinique général.....	35
2.1.4. Gradation des mammites.....	36

2.2.Comptage cellulaire.....	37
2.2.1.Concentration cellulaire somatique individuelle (CCSI) et concentration cellulaire somatique de tank (CCST).....	37
2.2.2.California mastitis test (CMT).....	38
2.2.3.Mesure de conductivité du lait.....	39
2.3.Modèle épidémiologique.....	40
2.3.1.Modèle environnemental	41
2.3.2.Modèle contagieux.....	42
2.3.3.Modèle mixte.....	43
2.4.Facteurs de risques.....	43
2.5.Examens complémentaires.....	45
2.5.1.Bactériologie.....	45
2.5.2.Polymerase Chain Reaction (PCR).....	45
3.Traitement.....	47
3.1.Prophylaxie médicale.....	47
3.1.1.Vaccination	47
3.2.Prophylaxie sanitaire.....	48
3.2.1.Hygiène et santé des animaux.....	48
3.2.2.Augmentation du nombre de traites par jour.....	48
3.3.Traitements symptomatiques et de soutien.....	48
3.3.1.Fluidothérapie.....	48
3.3.2.Anti-inflammatoires.....	49
3.3.2.1.AIS : Anti-inflammatoires Stéroïdiens.....	49
3.3.2.2.AINS : Anti-inflammatoires Non Stéroïdiens.....	49
3.4.Antibiotiques.....	50
3.4.1.Plans de traitement d'antibiothérapie.....	50
3.4.1.1.Plans de traitement des vaches en lactation.....	50
3.4.1.1.1.Plan de traitement des mammites cliniques en lactation en première intention.....	50
3.4.1.1.1.1.Antibiothérapie des mammites cliniques accompagnées de signes généraux en première intention.....	50
3.4.1.1.1.2.Antibiothérapie des mammites cliniques non accompagnées de signes généraux en première intention.....	51
3.4.1.1.1.3.Antibiothérapie des mammites subcliniques en lactation en première intention.....	51
3.4.1.1.1.4.Échec de l'antibiothérapie de première intention.....	52
3.4.1.2.Plans de traitement au tarissement.....	52
3.4.2.La résistance aux antibiotiques utilisés dans le traitement des mammites	53
3.4.2.1.Résistance naturelle et résistance acquise.....	53
3.4.2.2.Méthodes pour limiter l'antibiorésistance.....	54
Deuxième partie :	55
Travail personnel	55
Enquête sur les critères diagnostiques et l'approche thérapeutique actuels des mammites de la vache laitière auprès des vétérinaires en France	55
1.Matériel et méthode.....	57
1.1.Questionnaire.....	57
1.2.Choix de l'échantillon concerné par l'étude.....	57
1.2.1.Choix de la population cible.....	57
1.2.2.Choix de la population source.....	57
1.2.3.Choix de l'échantillon	58

1.3.Sujets abordés.....	58
1.3.1.Définition des mammites	58
1.3.2.Prévalence des mammites et intervention des vétérinaires.....	58
1.3.3.Diagnostic des mammites.....	58
1.3.4.Traitement des mammites.....	58
1.3.5.Informations personnelles au sujet des vétérinaires.....	59
1.4.Moyen de diffusion.....	59
1.4.1.1.Mise en ligne.....	59
1.4.1.2.Diffusion.....	59
1.5.Méthode d'analyse.....	60
1.5.1.Recueil des données.....	60
1.5.2.Mise en forme des résultats.....	60
2.Résultats.....	60
2.1.Taux de réponse.....	60
2.2.Informations personnelles et professionnelles des vétérinaires de l'échantillon.....	60
2.3.Définitions des mammites.....	64
2.4.Prévalence des mammites.....	66
2.5.Intervention des vétérinaire en cas de mammites.....	67
2.5.1.Mammites subcliniques.....	67
2.5.2.Mammites cliniques sans signes généraux.....	68
2.5.3.Mammites cliniques avec signes généraux.....	70
2.6. Diagnostic des mammites.....	71
2.7.Traitement des mammites.....	72
2.7.1.Traitement en première intention.....	72
2.7.2.Antibiothérapie en deuxième intention	74
2.7.3.Traitement au tarissement.....	78
2.7.4.Prévention de l'antibiorésistance.....	80
3.Discussion.....	83
3.1.Étude des biais.....	83
3.1.1.Rappel des définitions des différents biais en épidémiologie descriptive.....	83
3.1.2.Étude des biais.....	83
3.2.Limites de la méthode.....	84
3.2.1.Questionnaire.....	84
3.2.2.Méthode et période de diffusion.....	84
3.2.3.Méthode de recueil et traitement des données.....	85
3.3.Retour sur les résultats de l'enquête.....	85
3.3.1.Informations personnelles et professionnelles des vétérinaires de l'échantillon.....	85
3.3.2.Définition des mammites.....	86
3.3.3.Prévalence des mammites.....	87
3.3.4.Intervention des vétérinaire en cas de mammites.....	87
3.3.5.Diagnostic des mammites.....	87
3.3.6.Traitement des mammites.....	88
CONCLUSION.....	89
BIBLIOGRAPHIE.....	91
ANNEXES.....	97

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Conformation intérieure des mamelles de la vache, coupe sagittale passant par les quartiers gauches (Barone, Anatomie comparée des animaux domestiques. 1968).....	16
Figure 2: Acinus mammaire (Constant, Les mammites, 2014).....	17
Figure 3: Innervation et irrigation artérielle et veineuse de la mamelle, coupe sagittale (A : artère, V : veine, R : rameau, N : nœud) (Barone, Anatomie comparée des animaux domestiques. 1968). .	17
Figure 4: Conformation et structure du trayon chez la vache (Barone, Anatomie comparée des animaux domestiques. 1968).....	18
Figure 5: Lésions du trayon de type vasculaire (Durel <i>et al.</i> , 2011 et photos du Teat Club International).....	34
Figure 6: Lésions du trayon de type hyperkératosique (évolution lente, 20-60 jours) (Durel <i>et al.</i> , 2011 et photos du Teat Club International).....	34
Figure 7: Questionnaire en ligne - question 12.....	59
Figure 8: Sexe-ratio des vétérinaires de l'échantillon (95 réponses).....	61
Figure 9: Année de sortie d'école des vétérinaires de l'échantillon (93 réponses).....	61
Figure 10: Répartition des âges des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses).....	62
Figure 11: Part du temps consacré à l'activité bovine des vétérinaires de l'échantillon (95 réponses).....	62
Figure 12: Part des élevages laitiers dans la clientèle des vétérinaires de l'échantillon (93 réponses).....	63
Figure 13: Répartition régionale des réponses au questionnaire (95 réponses).....	64
Figure 14: Définition d'une mammite subclinique selon les vétérinaires de l'échantillon (94 réponses).....	65
Figure 15: Définition d'une mammite clinique selon les vétérinaires de l'échantillon (90 réponses)	65
Figure 16: Taux de prévalence des mammites subcliniques dans les élevages laitiers de la clientèle des vétérinaires de l'échantillon (95 réponses).....	66
Figure 17: Taux de prévalence des mammites cliniques dans les élevages laitiers de la clientèle des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses).....	66
Figure 18: Intervention en première intention en cas de mammites subcliniques (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (93 réponses).....	67
Figure 19: Intervention en deuxième intention en cas de mammites subcliniques (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses).....	67
Figure 20: Intervention en troisième intention en cas de mammites subcliniques (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (91 réponses).....	68
Figure 21: Intervention en première intention en cas de mammites cliniques sans signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (93 réponses).....	68
Figure 22: Intervention en deuxième intention en cas de mammites cliniques sans signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses).....	69
Figure 23: Intervention en troisième intention en cas de mammites cliniques sans signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (91 réponses).....	69
Figure 24: Intervention en première intention en cas de mammites cliniques avec signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses).....	70
Figure 25: Intervention en deuxième intention en cas de mammites cliniques avec signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses).....	70
Figure 26: Intervention en troisième intention en cas de mammites cliniques avec signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses).....	71
Figure 27: Classement des critères utilisés pour suspecter le(s) germe(s) Gram + ou Gram – responsable(s) de la mammite à traiter par les vétérinaires de l'échantillon (89 à 93 réponses).....	71

Figure 28: Fréquence d'utilisation des critères pour établir le modèle épidémiologique d'un élevage (93 à 95 réponses).....	72
Figure 29: Traitement médical prescrit ou administré le plus souvent en cas de mammite subclinique (93 réponses).....	73
Figure 30: Traitement médical prescrit ou administré le plus souvent en cas de mammite clinique sans signes généraux par ordre de priorité (83 à 94 réponses).....	73
Figure 31: Traitement médical prescrit ou administré le plus souvent en cas de mammite clinique avec signes généraux par ordre de priorité (78 à 95 réponses).....	74
Figure 32: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammite clinique sans signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas d'absence d'amélioration dans les 48 heures (92 réponses).....	75
Figure 33: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammite clinique sans signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas de réapparition des signes cliniques dans les 5 jours après la mise en place du traitement (90 réponses).....	75
Figure 34: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammite clinique sans signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas de réapparition des signes cliniques entre 5 et 21 jours post traitements (90 réponses).....	76
Figure 35: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammite clinique avec signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas d'absence d'amélioration dans les 48 heures (91 réponses).....	77
Figure 36: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammite clinique avec signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas dans les 5 jours après la mise en place du traitement (90 réponses).....	77
Figure 37: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammite clinique avec signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas de réapparition des signes cliniques entre 5 et 21 jours post traitements (90 réponses).....	78
Figure 38: Traitement intra-mammaire des mammites préconisé au tarissement le plus souvent par les vétérinaires de l'échantillon pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante environnementale (94 réponses).....	79
Figure 39: Traitement intra-mammaire des mammites préconisé au tarissement le plus souvent par les vétérinaires de l'échantillon pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante contagieux (93 réponses).....	79
Figure 40: Traitement intra-mammaire des mammites préconisé au tarissement le plus souvent par les vétérinaires de l'échantillon pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante mixte (95 réponses).....	80
Figure 41: Conseils donnés dans le cadre du suivi sanitaire permanent lorsqu'un éleveur vient dans la clinique des vétérinaires de l'échantillon pour se faire délivrer des antibiotiques pour traiter une mammite.....	80
Figure 42: Les mesures mises en place pour limiter l'apparition d'antibiorésistance dans le cadre de mammites par les vétérinaires de l'échantillon (94 réponses).....	81

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Résumé des principales caractéristiques des bactéries pathogènes responsables de mammites et des mammites associées.....	28
Tableau 2: Taux de guérison spontanée des mammites bactériennes et principales antibiorésistances habituellement rencontrées.....	29
Tableau 3: Résumé des principales caractéristiques des levures et algues pathogènes responsables de mammites et des mammites associées.....	31
Tableau 4: Taux de guérison spontanée des mammites dues à des levures et algues pathogènes et principales antibiorésistances habituellement rencontrées.....	31
Tableau 5: Grille d'évaluation du degré de déshydratation chez le bovin adulte (Bosquet <i>et al.</i> , 2013).....	35
Tableau 6: Score clinique des mammites bovines avec signes généraux (Bosquet <i>et al.</i> , 2013).....	36
Tableau 7: Échelle de sévérité individuelle de la mammite (d'après Durel <i>et al.</i> , 2011).....	36
Tableau 8: Critères, objectifs et seuils d'alerte du statut infectieux des vaches laitières (m : mois, L : lactation) (d'après Durel <i>et al.</i> , 2004).....	38
Tableau 9: Grille de lecture du test CMT (Notice Leucocyttest®).....	39
Tableau 10: Critères associés aux modèles contagieux et environnemental (Bosquet <i>et al.</i> , 2013). ..	41
Tableau 11: Critères associés aux sous-modèles environnementaux à streptocoques et à entérobactéries (d'après Bosquet <i>et al.</i> , 2013).....	42
Tableau 12: Critères associés aux sous-modèles contagieux à staphylocoques et à streptocoques (d'après Bosquet <i>et al.</i> , 2013).....	43
Tableau 13: Facteurs de risque spécifiques du modèle contagieux et du modèle environnemental (d'après Bosquet <i>et al.</i> , 2013).....	44
Tableau 14: Traitement antibiotique des mammites cliniques sans signes généraux en première intention (d'après Bosquet <i>et al.</i> , 2013).....	51
Tableau 15: Répartition des effectifs vétérinaires hommes / femmes (chiffres de décembre 2012) d'après l'Ordre des vétérinaires, 2014.....	86
Tableau 16: Nombre de réponses à la question 1 : Quelle est votre définition d'une mammite subclinique?.....	101
Tableau 17: Nombre de réponses à la question 2 : Quelle est votre définition d'une mammite clinique?.....	101
Tableau 18: Nombre de réponses à la question 3 : Quelle est, à votre avis, le taux de prévalence des mammites subcliniques dans les élevages laitiers de votre clientèle ?.....	102
Tableau 19: Nombre de réponses à la question 4 : Quelle est, à votre avis, le taux de prévalence des mammites cliniques dans les élevages laitiers de votre clientèle ?	102
Tableau 20: Nombre de réponses aux questions 5,6 et 7 : En cas de mammite, vous intervenez le plus souvent (par acte ou prescription) en :	103
Tableau 21: Nombre de réponses à la question 8 : Parmi les critères énumérés ci-dessous, classez par ordre décroissant (de 1 à 5) ceux que vous utilisez pour suspecter le(s) germe(s) [Gram + ou gram -] responsable(s) de la mammite que vous voulez traiter (1 étant le critère le plus utilisé, 5 le moins utilisé) :	103
Tableau 22: Nombre de réponses à la question 9 : A quelle fréquence utilisez-vous les critères ci-dessous pour établir le modèle épidémiologique d'un élevage (contagieux, environnemental, mixte) ?.....	104
Tableau 23: Nombre de réponses à la question 10 : Lorsque vous intervenez en première intention, quel est le traitement médical que vous prescrivez et/ou administrez le plus souvent en cas de mammite subclinique chez une vache laitière ?.....	104

Tableau 24: Nombre de réponses à la question 11 : Lorsque vous intervenez en première intention, classez par ordre décroissant de priorité (de 1 à 6) le traitement médical que vous prescrivez et/ou administrez en cas de mammite clinique SANS signes généraux chez une vache laitière. (1 étant le traitement le plus utilisé, 6 le moins utilisé).....	105
Tableau 25: Nombre de réponses à la question 12 : Lorsque vous intervenez en première intention, classez par ordre décroissant de priorité (de 1 à 6) le traitement médical que vous prescrivez et/ou administrez en cas de mammite clinique AVEC signes généraux chez une vache laitière. (1 étant le traitement le plus utilisé, 6 le moins utilisé).....	105
Tableau 26: Nombre de réponses à la question 13 : Lorsque vous intervenez en deuxième intention, quelle antibiothérapie prescrivez-vous ou administrez-vous le plus souvent en cas de mammite clinique SANS signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique?.....	106
Tableau 27: Nombre de réponses à la question 14 : Lorsque vous intervenez en deuxième intention, quelle antibiothérapie prescrivez-vous ou administrez-vous le plus souvent en cas de mammite clinique AVEC signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique?.....	106
Tableau 28: Nombre de réponses à la question 15 : Que préconisez vous le plus souvent au tarissement comme traitement intra-mammaire à vos éleveurs ayant des problèmes de mammites pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante environnementale?.....	107
Tableau 29: Nombre de réponses à la question 16 : Que préconisez vous le plus souvent au tarissement comme traitement intra-mammaire à vos éleveurs ayant des problèmes de mammites pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante contagieux?.....	107
Tableau 30: Nombre de réponses à la question 17 : Que préconisez vous le plus souvent au tarissement comme traitement intra-mammaire à vos éleveurs ayant des problèmes de mammites pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante mixte?.....	107
Tableau 31: Nombre de réponses à la question 18 : Dans le cadre du suivi sanitaire permanent, quand un éleveur vient dans votre clinique pour se faire délivrer des antibiotiques pour traiter une mammite, vous le conseillez en général sur ?	108
Tableau 32: Nombre de réponses à la question 19 : Quelles sont vos mesures pour limiter l'apparition d'antibiorésistance dans le cadre des mammites ?.....	108
Tableau 33: Nombre de réponses à la question 20 : Vous êtes un homme ou une femme ?.....	108
Tableau 34: Nombre de réponses à la question 21 : Département d'exercice actuel (une seule réponse en chiffre).....	109
Tableau 35: Nombre de réponses à la question 22 : Année de sortie de l'école.....	112
Tableau 36: Nombre de réponses à la question 23 : Âge.....	112
Tableau 37: Nombre de réponses à la question 24 : Quel est, selon vous, la part d'élevages laitiers dans votre clientèle ?.....	113
Tableau 38: Nombre de réponses à la question 25 : Quel est, selon vous, le temps consacré à l'activité bovine dans votre clientèle?.....	113

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Questionnaire.....	97
Annexe 2: Le texte du message électronique accompagnant le questionnaire.....	100
Annexe 3: Ensemble des tableaux et résultats au questionnaire.....	101

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AI : Anti-Inflammatoires

AINS : Anti-Inflammatoires Non Stéroïdiens

AIS : Anti-Inflammatoires Stéroïdiens

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

CCSI : Concentration Cellulaire Somatique Individuelle

CCST : Concentration Cellulaire Somatique de Tank

Cell/mL : Cellules par millilitre

CMT : California Mastitis Test

E. coli : *Escherichia coli*

Gram - : Bactérie à coloration de Gram négative

Gram + : Bactérie à coloration de Gram positive

GTV : Groupements Techniques Vétérinaires

PCR : Polymerase Chain Reaction

S. aureus : *Staphylococcus aureus*

SCN : Staphylocoque à coagulase négative

SCP : Staphylocoque à coagulase positive

S. uberis : *Streptococcus uberis*

INTRODUCTION

Les infections intra-mammaires ou mammites sont des maladies multifactorielles majeures des élevages bovins laitiers en France et dans le monde. Les mammites sont en terme de fréquence la première dominante pathologique de ces élevages avant les troubles de la reproduction et les boiteries. La prévalence des mammites est mal connue en France. Environ 40 % des vaches laitières françaises par an sont atteintes d'une mammite (Institut de l'élevage, 2013). En plus de leur impact sanitaire, les mammites représentent un coût très important. Le coût d'une mammite clinique est estimé à plus de 100 € et l'impact économique total atteint les 230 €/vache/an, soit environ 32 €/1.000 litres (Institut de l'élevage, 2013). La moitié de ce coût est dû à des pertes directes : baisse de production laitière, réformes subies, lait écarté et frais vétérinaires. L'autre moitié est liée à des coûts indirects comme les pénalités de paiement du lait ou la perte de temps pendant la traite estimée à 4 heures par mammite.

Les mammites font l'objet d'une consommation importante d'antibiotiques pour leur traitement (en lactation et au tarissement) mais aussi leur prévention (au tarissement). Dans le cadre du plan Écoantibio 2017, tous les acteurs de la filière lait s'organisent pour améliorer les plans de lutte contre les mammites et leur prévention afin de réduire les quantités d'antibiotiques utilisés et de limiter l'antibiorésistance.

La première partie de ce travail est donc consacrée à une étude bibliographique des mammites bovines, de leur diagnostic, et de leur traitement. La seconde partie présente l'enquête que nous avons menée sur le diagnostic et le traitement des mammites en France, avec le recueil des résultats, leur analyse et leur discussion. L'enquête a été réalisée *via* l'envoi d'un questionnaire par message électronique à 2 000 vétérinaires de terrain français et avec l'appui des GTV (Groupements Techniques Vétérinaires) et de l'équipe de leur Bulletin.

PREMIÈRE PARTIE:

LES MAMMITES DE LA VACHE LAITIÈRE

1. Les mammites : généralités et étiopathogénie

1.1. Généralités sur les mammites

1.1.1. Définitions

1.1.1.1. Mammite

La mammite bovine est une inflammation d'un ou plusieurs quartiers de la mamelle de la vache. Elle est généralement septique et provoquée la plupart du temps par une infection bactérienne. Des mammites aseptiques existent cependant, elles sont rares et provoquées par des traumatismes locaux, des toxiques ou des désordres physiologiques (Rémy, 2010).

Dans le langage courant, le terme « mammite » désigne donc les infections intra-mammaires bactériennes mais d'autres agents pathogènes peuvent occasionner des infections de la mamelle comme des levures ou des algues. D'ailleurs le terme « mammite » sera utilisé dans la suite de ce travail pour désigner les infections intra-mammaires, quelle qu'en soit l'étiologie.

On distingue classiquement les mammites sans signes cliniques associées appelées « mammites subcliniques » et les mammites avec signes cliniques associées qualifiées de « mammites cliniques ».

1.1.1.2. Mammite clinique

Les mammites cliniques sont définies par la présence de symptômes fonctionnels, elles entraînent systématiquement une modification du lait dans son aspect, sa texture et dans la quantité produite (grumeaux, pus, caillots sanguins, etc.). Les mammites cliniques peuvent être associées à des signes locaux (douleur, chaleur, œdème, rougeur, etc.) et/ou généraux (hyperthermie, abattement, anorexie, etc.) (Rémy, 2010). Les mammites sans signes généraux sont plutôt d'évolution subaiguë, alors que les mammites avec signes généraux sont plutôt d'évolution aiguë à suraiguë.

1.1.1.3. Mammite subclinique

Par définition, les mammites subcliniques sont asymptomatiques. Les animaux atteints ne présentent ni symptômes fonctionnels (pas de modification du lait), ni symptômes locaux (pas de signes externes d'inflammation), ni symptômes généraux. Ces mammites se traduisent uniquement par une réaction immunitaire mise en évidence indirectement par une augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait (Rémy, 2010 ; Bosquet *et al.*, 2013).

1.1.2. Anatomie de la mamelle

1.1.2.1. Mamelle

Le pis de la vache est composé de deux paires de mamelles séparées par le sillon inter-mammaire, formant quatre quartiers. La division entre les quartiers avant et arrière est faite par une fine membrane conjonctive. Chaque quartier est indépendant anatomiquement des autres.

Le pis est maintenu en suspension par deux types de lames (Figure 1) : les lames latérales qui s'insinuent sur la tunique abdominale (elles assurent une stabilité transversale) et les lames médiales qui s'adosent deux à deux (quartiers gauches contre quartiers droits). Elles forment le ligament suspenseur du pis. De l'appareil de suspension, partent les septa qui s'enfoncent dans le parenchyme et le partagent en lobes. Il y a 12 lobes par quartier.

Ces 12 lobes par quartier induisent les 12 conduits lactifères qui convergent dans le sinus lactifère. Ce sinus permet l'accumulation entre les traies de 150 à 500mL de lait. Chaque lobe est composé de très nombreux acini mammaires, formés de lactocytes (Figure 2), qui synthétisent le lait. Il faut filtrer 300 litres de sang pour faire 1 litre de lait.

La mamelle est irriguée par une artère de chaque côté : l'artère honteuse externe (Figure 3). Cette dernière se divise en 3 branches. Pour une même source artérielle, il y a 3 gros collecteurs veineux : la veine honteuse externe, la veine mammaire crâniale, la veine honteuse interne. La veine mammaire crâniale draine le pis et emmène le sang très loin dans la veine thoracique interne. A la base du pis, il y a un cercle veineux que l'on qualifie de complet. Les collecteurs sont anastomosés. Ces nombreux collecteurs veineux permettent d'avoir toujours une bonne irrigation en cas d'écrasement d'une des veines quand la vache est couchée.

La mamelle possède aussi un système lymphatique. La lymphe transporte les déchets à l'extérieur de la glande et permet un afflux important de polynucléaires neutrophiles. La lymphe passe par les nœuds lymphatiques rétromammaires puis est emmenée vers le bassin. Lorsque la lymphe est « bloquée » dans la mamelle, un œdème se forme. C'est le cas au vêlage pour certaines génisses quand la présence d'une trop grande quantité de lait comprime les vaisseaux lymphatiques (Degueurce, 2004 ; Crevier-Denoix, 2010).

La mamelle est innervée par les 4 premières paires de nerfs lombaires. Le nerf majeur du pis est le nerf génito-fémoral.

Figure 1: Conformation intérieure des mamelles de la vache, coupe sagittale passant par les quartiers gauches (Barone, Anatomie comparée des animaux domestiques. 1968)

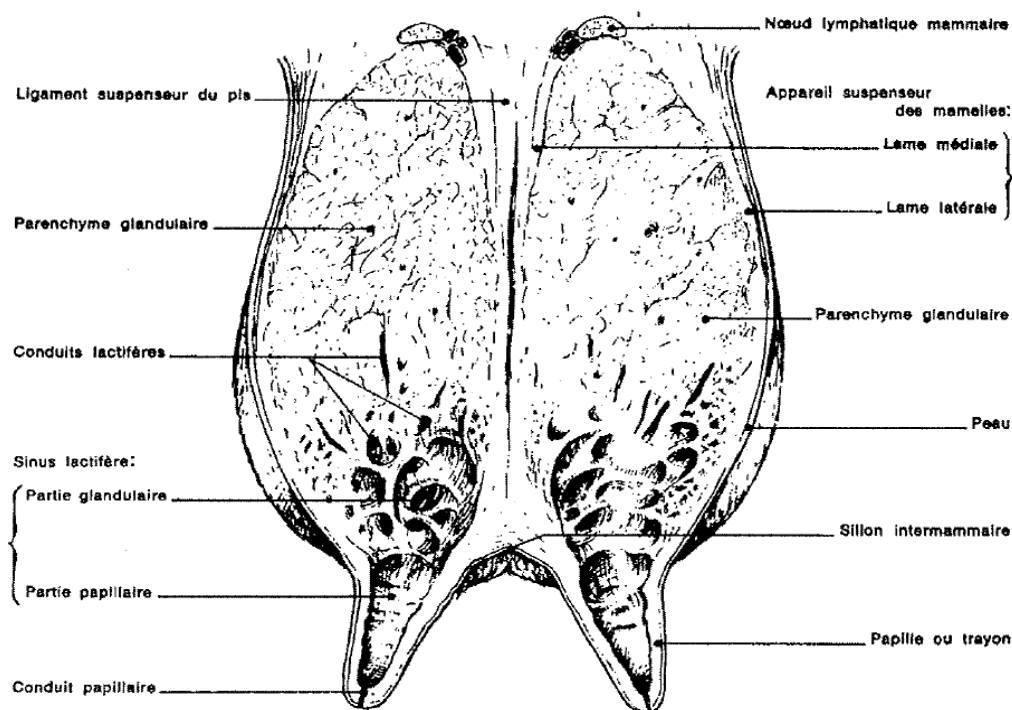


Figure 2: Acinus mammaire (Constant, Les mammites, 2014)

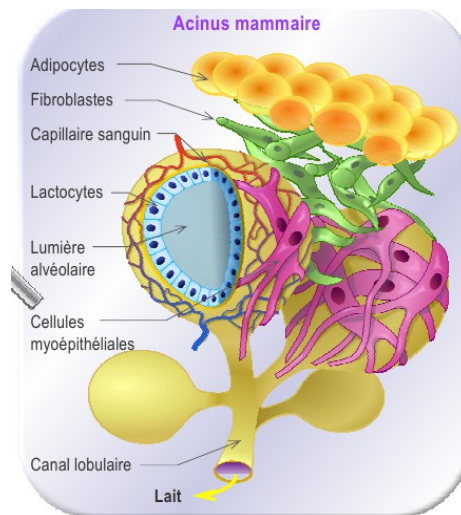
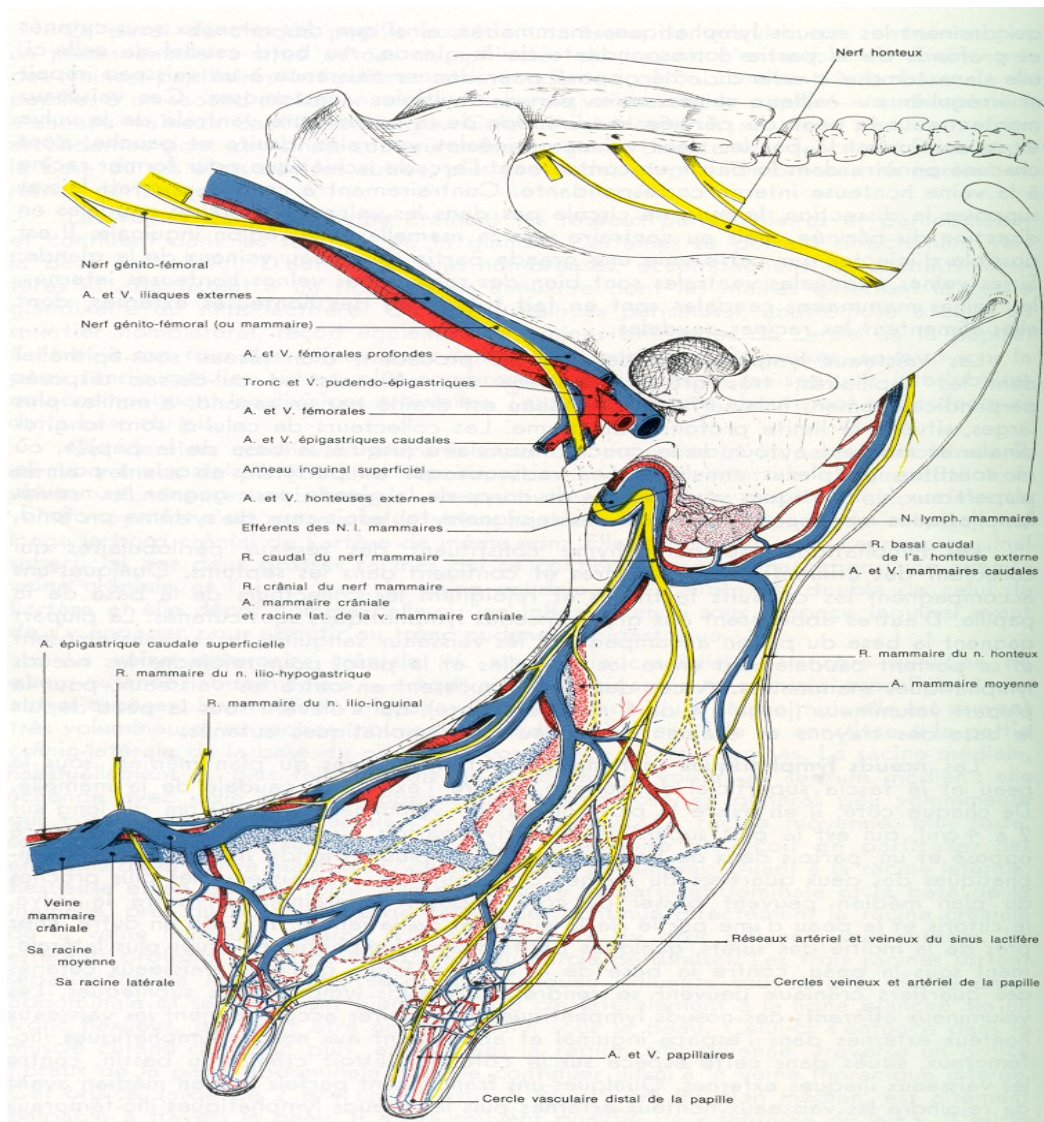


Figure 3: Innervation et irrigation artérielle et veineuse de la mamelle, coupe sagittale (A : artère, V : veine, R : rameau, N : nœud) (Barone, Anatomie comparée des animaux domestiques. 1968)

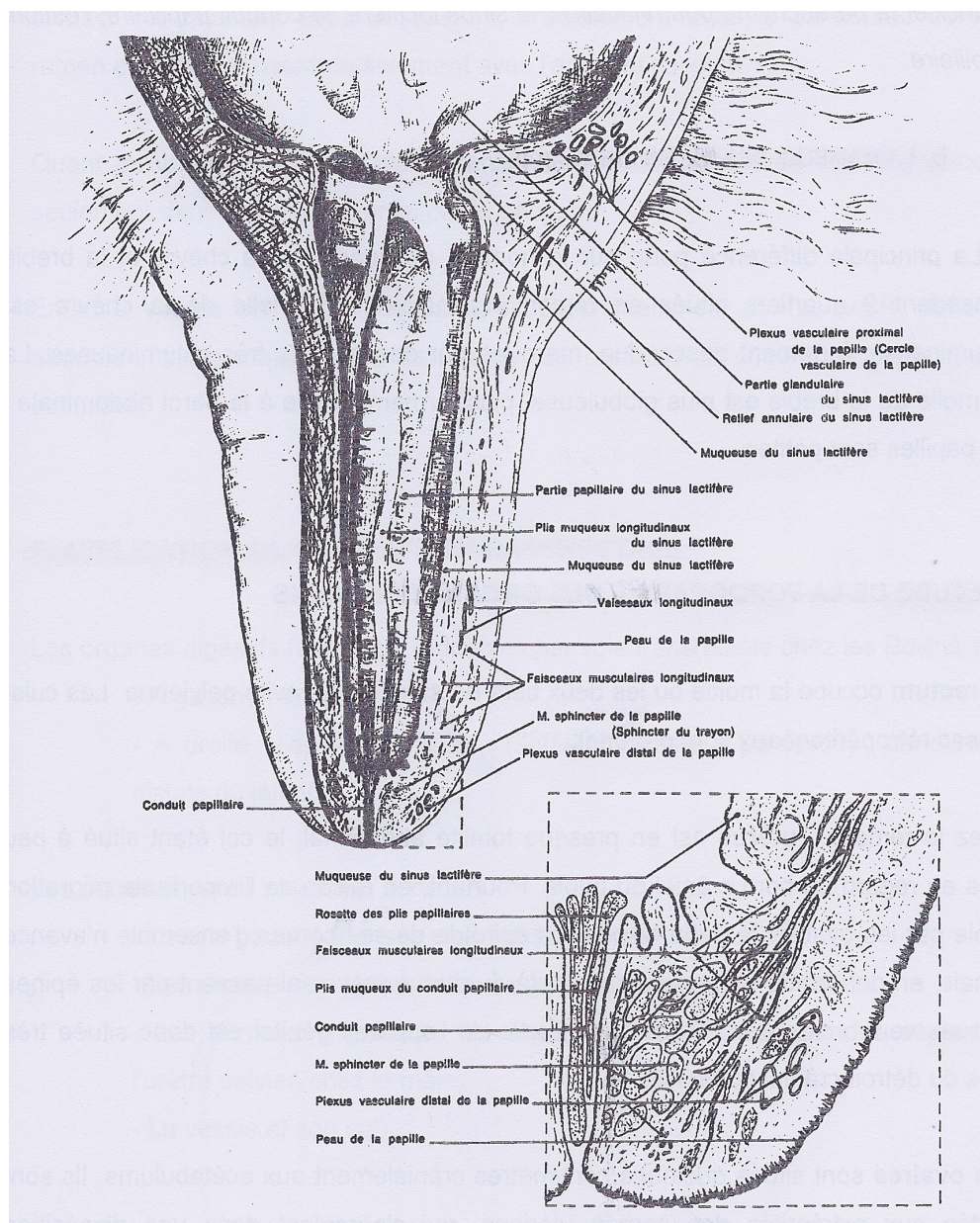


1.1.2.2. Trayon

Chaque quartier se termine par un trayon. Il se compose d'une citerne du trayon (partie glandulaire du sinus lactifère) en communication avec la citerne de la glande (partie papillaire du sinus lactifère) *via* le relief annulaire. A son extrémité se situe le conduit papillaire ou canal du trayon (Figure 4).

La muqueuse du trayon est plissée et contient des fibres musculaires lisses (qui participent à l'excrétion du lait). L'ostium papillaire conduit au canal du trayon. Il mesure 1 cm de long. A l'entrée du canal, les plis de la muqueuse vont se concentrer et former la rosette de Fürstenberg qui est un filtre passif pour les agents pathogènes. A l'extrémité du canal, un muscle lisse circulaire formant un sphincter permet la fermeture de celui-ci (Degueurce, 2004 ; Crevier-Denoix, 2010).

Figure 4: Conformation et structure du trayon chez la vache (Barone, Anatomie comparée des animaux domestiques. 1968)



1.1.3. Défenses de la mamelle

1.1.3.1. Défenses basses de la mamelle : les défenses du trayon

La peau saine du trayon constitue un environnement hostile aux bactéries grâce à ses couches de cellules mortes kératinisées et au film lipidique bactériostatique. Cette protection est compromise par les lésions cutanées (blessures, gerçure, verrue, etc.) ou les produits d'hygiène de pré-traitement car la peau du trayon est très sensible aux variations de température et d'hygrométrie, et aux produits chimiques, elle se lèse facilement. L'application de produit émollient en post-traitement a pour objectif de protéger cette barrière cutanée.

La forme conique du canal (sa partie proximale est plus large que la distale) et la contraction du sphincter permettent l'absence de lait résiduel dans celui-ci. La fermeture du sphincter prend au minimum 30 minutes. Le sphincter fermé est étanche et empêche la pénétration des bactéries.

L'épithélium stratifié du canal du trayon produit de la kératine qui emprisonne les bactéries et permet leur élimination. En effet, lors de l'éjection des premiers jets de lait une partie de la couche de kératine est évacuée. Elle est renouvelée par dégénérescence cornée. L'épithélium synthétise également de l'ubiquitine. C'est un marqueur protéique des protéines en vue de leur lyse.

Une accumulation de kératine forme également un bouchon durant le tarissement de manière non systématique surtout chez les vaches hautes productrices.

Ces défenses diminuent la réceptivité de la mamelle aux infections (Rémy, 2010 ; Blowey et Edmondson, 2010).

1.1.3.2. Défenses hautes de la mamelle

La pénétration d'agents pathogènes dans la mamelle entraîne une réponse immunitaire cellulaire et biochimique. L'inflammation joue un rôle important permettant le passage de ces cellules du sang vers la mamelle. L'inflammation se caractérise par des signes locaux : rougeur, chaleur, œdème, douleur.

Le lait d'une mamelle saine comprend principalement des cellules épithéliales, des macrophages et des lymphocytes alors qu'en cas de mammite, les polynucléaires neutrophiles prédominent (Risco et Melendez, 2011).

Les polynucléaires neutrophiles représentent le type cellulaire dominant en cas d'inflammation suivi des macrophages puis des lymphocytes. Les macrophages et les polynucléaires neutrophiles phagocytent les bactéries. Les lymphocytes T cytotoxiques induisent l'apoptose des cellules lésées ou infectées. Les lymphocytes T auxiliaires participent avec les lymphocytes B à la production d'anticorps. Le complément a une activité bactéricide pour les souches bactériennes sensibles à son action.

Au tarissement, la lactoferrine a une activité bactériostatique en diminuant la disponibilité du fer, élément nécessaire à la multiplication des bactéries telles que *Escherichia coli*. Elle est inhibée par les citrates.

Ces défenses diminuent la sensibilité de la mamelle aux infections (Rémy, 2010 ; Blowey et Edmondson, 2010).

1.2. Pathogénie

Dans le cadre des mammites, il faut envisager la présence d'un réservoir d'agents pathogènes, le transfert de ce réservoir à la peau du trayon, suivi de la pénétration de ces agents dans le trayon et de la réponse de l'organisme hôte.

1.2.1. Pénétration d'agents pathogènes dans la mamelle

La pénétration d'agents pathogènes dans la mamelle se fait principalement par voie galactogène par le canal du trayon à l'exception des quelques bactéries pouvant pénétrer par voie hématogène (les mycoplasmes, les salmonelles, *Listeria monocytogenes* et *Mycobacterium paratuberculosis*) (Rémy, 2010). La contamination de la mamelle se fait préférentiellement lorsque le sphincter est ouvert, au cours de et après la traite, au tarissement et à l'approche du vêlage.

Cette contamination peut provenir de la multiplication d'agents pathogènes au niveau de la peau du trayon favorisée par des lésions du trayon (blessure, gerçure, éversion) et une ouverture du sphincter en fin de traite. *Staphylococcus aureus* colonise la base du trayon et se multiplie avant de remonter le canal pour atteindre le sinus lactifère. La pénétration d'agents pathogènes dans la mamelle peut également résulter de la propulsion de bactéries dans le trayon *via* du lait contaminé au cours de la traite à cause par exemple de phénomènes d'impact et de traite humide. Cela permet la transmission de bactéries environnementales comme *Escherichia coli*. Enfin, la contamination peut être iatrogène en raison de défauts d'hygiène lors d'injections intra-mammaires ou de cathétérisme du canal du trayon (Rémy, 2010 ; Blowey et Edmondson, 2010).

1.2.2. Installation d'une infection

Lorsque les agents pathogènes débordent les défenses passives du trayon, ils colonisent les canaux galactophores. Ils peuvent être évacués par l'éjection du lait. Certaines bactéries ont la capacité d'adhérer à l'épithélium, de pénétrer dans les cellules et de s'y multiplier. A l'intérieur des cellules, les bactéries échappent alors à de nombreuses défenses du système immunitaire. Ces infections intracellulaires sont associées à des infections de type chronique et récurrentes.

Les toxines bactériennes relarguées dans la mamelle associées au passage des polynucléaires neutrophiles du sang vers la mamelle engendrent une perméabilité accrue de l'épithélium favorisant la pénétration des bactéries vers le parenchyme mammaire, voire même la circulation sanguine.

L'inflammation provoquée par la multiplication bactérienne dans le parenchyme mammaire entraîne une hyperplasie du tissu inter-alvéolaire constituée en vue de circonscrire l'infection, ce qui forme des nodules de consistance ferme pouvant être détectés à la palpation de la mamelle. Puis un phénomène de fibrose s'installe piégeant les bactéries à l'intérieur d'abcès où elles sont hors de portée du système immunitaire (Rémy, 2010 ; Blowey et Edmondson, 2010).

L'évolution de l'infection dépend du type de bactéries et du statut immunitaire du bovin.

1.2.3. Devenir de l'infection

Suite à ces interactions entre le système immunitaire et les agents pathogènes, trois situations sont possibles (Rémy, 2010 ; Blowey et Edmondson, 2010) :

- la guérison : l'infection est éliminée avec ou sans forme cliniquement visible grâce à la réponse immunitaire,
- l'extension : la réponse de l'organisme est dépassée, l'infection progresse dans la mamelle provoquant une mammite clinique ou subclinique pouvant évoluer vers la chronicité,
- la fluctuation : l'élimination incomplète des agents pathogènes par la réponse de l'organisme permet une guérison clinique mais non bactériologique, d'où des phases d'amélioration et d'aggravation.

1.3. Étiologie

Comme évoqué ci-dessus, les mammites sont généralement septiques et provoquées pour la plupart par une infection bactérienne. La contamination a lieu par voie galactogène par le canal du trayon à l'exception des quelques bactéries pouvant pénétrer par voie hématogène (les mycoplasmes, les salmonelles, *Listeria monocytogenes* et *Mycobacterium paratuberculosis*). Les mammites provoquées par des levures ou des algues sont rares.

1.3.1.1. Bactéries

La majorité des mammites sont d'origine bactérienne. Il est décrit plus de 200 espèces bactériennes différentes provoquant des mammites chez les bovins dans la littérature scientifique (Blowey et Edmondson, 2010).

Les bactéries sont classées dans les catégories poly- ou mono-clonale suivant le nombre de souches d'une même espèce présente dans l'élevage. Une espèce bactérienne est qualifiée de poly- ou multi-clonale si de nombreuses souches de cette espèce sont présentes au sein d'un même troupeau. A l'inverse, une espèce bactérienne est dite mono-clonale si une seule souche est présente au sein d'un même troupeau.

1.3.1.1.1. Bactéries majeures

Les bactéries majeures sont les bactéries qui sont le plus souvent isolées lors d'examen bactériologique en cas de mammites. Une étude de Zecconi *et al.*, en 2010, sur 43 285 quartiers bactériologiquement positifs dans 108 élevages entre 2002 et 2009 a montré que la majorité des bactéries isolées de mammites en Italie (40 %) étaient des staphylocoques à coagulase négative (SCN). Les streptocoques contaminant les vaches *via* l'environnement tel *Streptococcus uberis* étaient présents dans 30 % des quartiers infectés. Les bactéries *Staphylococcus aureus* et *Streptococcus dysgalactiae* étaient retrouvées chacune dans 14 % des quartiers infectés. Enfin, les entérobactéries ont été identifiées dans environ 9 % des quartiers positifs. Dans une enquête effectuée en France, Bidaud *et al.*, en 2010 ont isolé sur 464 prélèvements de lait positif faisant suite à une mammite subclinique ou clinique dans des élevages français entre 2005 et 2007. Ils ont identifié dans 70% des cas des bactéries majeures : *Streptococcus uberis* (25% des isolats), suivi par *Escherichia coli* (18%) puis les staphylocoques spp. à coagulase négative (14%) et *Staphylococcus aureus* (13%).

1.3.1.1.1.1. *Escherichia coli*

Escherichia coli ou *E. coli* est un bacille Gram négatif de la famille des entérobactéries. Les infections mammaires à entérobactéries (*E. coli*, *Klebsiella spp*, *Enterobacter spp*, *Citrobacter spp*, ...) ont la même pathogénie. Il est impossible de les différencier cliniquement sans examens complémentaires, c'est pourquoi le terme de « mammite à entérobactéries » est souvent employé à côté du terme de « mammite colibacillaire ». *E. coli* est isolé plus fréquemment lors de mammite clinique que lors de mammite subclinique .

E. coli est une bactérie peu contagieuse. Son réservoir principal est la litière des animaux, contaminée par les bouses. La contamination se fait donc souvent après la traite quand le canal du trayon n'est pas encore fermé. Les entérobactéries se multiplient dans la citerne du trayon. Elles sont sensibles à la phagocytose par les neutrophiles, au complément, à la lactoferrine du lait lors d'inflammation. Ces mécanismes expliquent le taux de guérisons spontanées de l'ordre de 70% suite à une contamination en fin de tarissement.

E. coli et certaines entérobactéries peuvent cependant échapper à la réponse immunitaire grâce à leur capsule polysidique située autour de la paroi bactérienne. Elles sont moins sensibles aux immunoglobulines, aux neutrophiles et au complément (Sérieys et Seegers, 2002).

Le pouvoir pathogène des entérobactéries est en partie associée au lipopolysaccharide (LPS), élément de la paroi de la bactérie libéré à la mort de celle-ci. Le LPS induit la réaction inflammatoire. Le lipide A constituant du LPS et également appelé endotoxine, est à l'origine de l'endotoxémie et du choc correspondant. On parle ainsi également de « mammite toxique ».

Lors de bactériémie avec une de ces entérobactéries, qui se produit dans 30 à 40% des cas graves de mammites aiguës à suraiguës, l'inflammation est très forte et la concentration en cellules somatiques dans le lait est multipliée par 16,9 en moyenne, contre 5 à 9 fois pour les autres pathogènes majeurs (Djabri *et al.*, 2002).

La détermination d'un modèle épidémiologique permet d'aider le diagnostic et de mettre en place des mesures de lutte adaptées à la situation. *E. coli* peut suivre un modèle épidémiologique environnemental ou contagieux suivant les souches concernées.

Les souches « environnementales » sont responsables dans 9 cas sur 10 de mammites cliniques lors de la lactation, alors que la contamination peut être plus ancienne. La contamination par *E. coli* lors de mammites a lieu pendant le tarissement pour la moitié des mammites cliniques à entérobactéries qui se déclarent pendant les 100 premiers jours post-vêlage (Rémy, 2010). *E. coli* est un des agents responsables des mammites dites « colibacillaires » où la bactériémie débouche sur une septicémie aboutissant à une forte dégradation de l'état général de l'animal et à une importante mortalité. Ces souches ont un caractère multi-clonal, c'est-à-dire que plusieurs souches sont responsables des mammites au sein d'un même élevage.

Les souches « mammaires » d'*E. coli* suivent un modèle épidémiologique contagieux. Elles contaminent la mamelle pendant le tarissement et entraînent des mammites cliniques subaiguës ou subcliniques, intervenant souvent dans les trois mois post-vêlage (Rémy, 2010). Ces souches d'*E. coli* ont de meilleures capacités d'adhésion. Elles ont une capacité d'invasion des cellules épithéliales mammaires en moyenne 13 fois supérieure aux souches « environnementales ». Elles ont la capacité de diriger leur internalisation dans une vacuole d'endocytose, ce qui empêche l'action des lysosomes, et leur permet de s'y multiplier (Dogan *et al.*, 2006 ; Passey *et al.*, 2008).

Les souches « mammaires » d'*E. coli* persistent donc dans la mamelle et peuvent être transmises d'un quartier à un autre lors de la traite. *E. coli* se comporte alors comme une bactérie à réservoir mammaire. Bradley et Green, en 2000, ont en effet constaté la persistance de mammites à *E. coli* à l'état subclinique jusqu'à 100 jours avant l'expression d'une mammite clinique.

Si certaines souches d'*E. coli* sont capables de persister dans la mamelle, la grande majorité suit le modèle environnemental et provoque des infections transitoires où l'expression clinique est fréquente (Döpfer *et al.*, 1999).

1.3.1.1.1.2. *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus est un coque Gram +, hémolytique, aéro-anaérobie facultatif. Il forme des colonies rondes, lisses, de 4-6 mm de diamètre de couleur blanche, jaune ou orangée sur gélose d'où son nom de staphylocoque doré. C'est une bactérie résistante dans le milieu extérieur.

Staphylococcus aureus est présent naturellement sur l'ensemble de la peau, des trayons et des muqueuses des bovins. Des lésions de la peau favorisent sa multiplication.

Son réservoir principal est la mamelle infectée des vaches laitières en production. La contamination se fait lors de la traite par la machine à traire, les mains du trayeur ou son matériel. Lors de la traite, une excrétion de 10 000 UFC/mL est usuelle mais cette excrétion peut aller jusqu'à 10⁸ UFC/mL (Asperger et Zangerl, 2011).

Après pénétration dans le canal du trayon, *Staphylococcus aureus* envahit les canaux galactophores. Il colonise les cellules épithéliales dès 24h après la pénétration dans le canal du trayon. Sa multiplication est plutôt lente dans l'épithélium, le pic étant atteint entre 2 et 11 jours suivant l'animal (Durel *et al.*, 2004), puis assez rapide dans le parenchyme mammaire. La détection dans le parenchyme mammaire peut se faire dès 4 jours post-inoculation (Salat *et al.*, 2007).

L'inflammation provoquée par la multiplication bactérienne dans le parenchyme mammaire entraîne une hyperplasie du tissu inter-alvéolaire en vue de circonscrire l'infection, ce qui forme des nodules de consistance ferme pouvant être détectés à la palpation de la mamelle. Les infections intra-mammaires à *S. aureus* provoquent fréquemment la formation de ces microabcès.

Staphylococcus aureus peut également pénétrer dans les macrophages, les polynucléaires neutrophiles et les cellules épithéliales, et s'y multiplier. Devenu intracellulaire, il n'est plus en contact avec les éventuels antibiotiques extracellulaires circulant dans le sang.

Staphylococcus aureus possède de nombreux facteurs de virulence lui permettant une meilleure adhésion aux épithéliums (adhésines), une invasion facilitée des cellules, etc. mais lui confère aussi une résistance aux attaques du système immunitaire avec, par exemple, la leucocidine qui détruit la membrane des leucocytes ou avec la protéine A qui bloque la phagocytose (Eicher *et al.*, 2002). *S. aureus* a également la capacité de constituer des biofilms.

L'excrétion dans le lait de *Staphylococcus aureus* est intermittente avec de grandes fluctuations et souvent en faible quantité. L'excrétion dans le lait varie de zéro à 10⁴ cell/mL généralement, et peut aller jusqu'à 10⁸ cell/L (Asperger et Zangerl, 2011). Ainsi un résultat bactériologique négatif sur un quartier ne signifie pas nécessairement que la bactérie est absente. En effet, seul un tiers des quartiers infectés par *Staphylococcus aureus* est positif en bactériologie (Blowey et Edmondson, 2010).

Lors de la traite, une vache à mammites staphylococciques contamine le trayon des six à huit vaches suivantes (Blowey et Edmondson, 2010).

Staphylococcus aureus est à l'origine d'infections persistantes présentant surtout une forme subclinique, mais pouvant parfois également s'exprimer par de courts épisodes cliniques.

Dans certaines circonstances, *Staphylococcus aureus* provoque des mammites aiguës gangreneuses. Cette forme très grave est provoquée par une baisse d'immunité sévère de la mamelle et ne dépend pas de la souche bactérienne.

Staphylococcus aureus est une bactérie contagieuse entre bovins. Généralement, seules quelques souches sont présentes dans un élevage (mode mono-clonal). La plupart du temps, une à deux souches seulement sont responsables de plus de 80 % des infections sévissant dans un élevage donné. Enfin plus rarement une origine environnementale est suspectée lors de l'identification d'une grande variété de souches (Salat, 2008).

Certaines souches produisent des β -lactamases les rendant résistantes à certains membres de la famille antibiotique des β -lactamines.

1.3.1.1.1.3. Staphylocoques à coagulase négative

Les staphylocoques à coagulase négative (SCN) (*S. intermedius*, *S. epidermidis*, *S. hyicus*, *S. xylosus*, etc ...) sont des coques Gram + hémolytiques ou non, aéro-anaérobies facultatifs. Ils forment des colonies rondes, lisses, de 4-6 mm de diamètre et de couleur blanche.

Ces staphylocoques sont dépourvus de coagulase, une enzyme capable de faire coaguler le plasma sanguin, ce qui les différencie de *Staphylococcus aureus*. Grâce à un test de laboratoire simple, il est possible de déterminer si une souche bactérienne possède une coagulase.

Les staphylocoques à coagulase négative génèrent majoritairement des mammites subcliniques, le plus souvent chroniques caractérisées par des taux cellulaires modérés, entre 200 000 et 400 000 cellules/mL. D'après Timms et Schultz, (1987), une mammite à SCN entraîne une perte de production laitière de 8 à 10 %.

Les staphylocoques à coagulase négative ont longtemps été considérés comme des pathogènes mineurs. Suite à la découverte de leur importance sanitaire et économique, ils sont devenus des pathogènes majeurs. Dans l'étude en France de Bidaud et *al.*, en 2010, les staphylocoques à coagulase négative ont été identifiés dans 14 % des prélèvements de lait positifs.

1.3.1.1.1.4. *Streptococcus uberis*

Streptococcus uberis est un coque Gram + non hémolytique aéro-anaérobie facultatif. C'est une bactérie ubiquitaire qui est présente dans l'environnement, sur la peau, le pelage, dans le tube digestif et les voies génitales. A partir d'un petit inoculum, *S. uberis* se multiplie intensément dans les litières et les prairies exploitées intensivement qui deviennent des réservoirs. Kruze et Bramley, (1982) ont montré que cette excrétion fécale était due à 15 % des vaches d'un troupeau, qui étaient à l'origine de 80 % des échantillons positifs. Ainsi, quelques individus, qui ne sont pas nécessairement les plus sensibles aux infections mammaires et dont l'identification reste problématique, pourraient être les principales sources de la contamination des litières. La concentration de *S. uberis* dans les écoulements vulvaires est généralement faible, tout au moins en l'absence de vaginite et de métrite (Sérieys, 2003).

Après pénétration dans le canal du trayon, *Streptococcus uberis* colonise les voies galactophores puis se fixe sur les cellules épithéliales par l'intermédiaire des adhésines. Les bactéries ne peuvent pas être évacuées alors par l'éjection du lait lors de la traite. Puis, elles traversent l'épithélium et se développent dans le parenchyme mammaire où elles sont détectables dès 6 jours post-inoculation (Bosquet et *al.*, 2005). Le quartier infecté peut devenir un réservoir de bactéries et l'infection évolue vers la chronicité.

Streptococcus uberis peut évoluer selon un mode environnemental avec comme réservoirs les litières et les prairies, et avec, le plus souvent, de nombreuses souches identifiées dans un élevage (caractère poly-clonal). Le modèle contagieux est également possible avec comme réservoir les mamelles infectées et une contamination lors de la traite. Dans ce cas, il est possible de n'identifier qu'un nombre réduit de souches (caractère oligo-clonal).

Les deux modes de transmission peuvent être présents dans le même élevage puisque les réservoirs peuvent se contaminer entre eux (mamelle et litière).

Streptococcus uberis est responsable en général de mammite clinique plutôt en début de lactation et au moment du tarissement. Les mammites à *S. uberis* sont en général aiguës provoquant une inflammation du quartier, une hyperthermie et des modifications du lait.

1.3.1.1.2. Bactéries mineures

Les bactéries mineures responsables de mammites sont moins fréquemment rencontrées lors de mammites cliniques et sont plutôt retrouvées lors de mammites subcliniques. Parmi ces nombreuses bactéries, les plus fréquentes en France sont les streptocoques autres que *S. uberis* (*S. dysgalactiae*, etc.), les entérobactéries autres que *E. coli* (*Klebsiella spp*, etc.), *Corynebacterium bovis*, et d'autres bactéries (Bidaud *et al.*, 2010).

1.3.1.1.2.1. Streptocoques autres que *S. uberis*

Streptococcus dysgalactiae est un coque Gram positif responsable de mammites subcliniques ou cliniques souvent plus sévère que *S. uberis*. Les réservoirs de cette bactérie sont l'environnement et la peau des trayons crevassés. La transmission peut se faire lors de la traite ou par l'environnement (Rémy, 2010 ; Blowey et Edmondson, 2010).

1.3.1.1.2.2. *Klebsiella spp*

Dans l'étude de Bidaud *et al.*, 2010, *Klebsiella spp* représentait 4,7% des isolats bactériens sur lait de mammite. *Klebsiella spp* est un bacille Gram négatif de la famille des Entérobactéries . Les deux espèces les plus fréquemment isolées lors de mammites sont *K. pneumoniae* et *K. oxytoca* (Zadocks *et al.*, 2001).

La source principale de contamination est la litière des animaux. Les mammites à *Klebsiella spp* comme la majorité de celles à *E. coli* suivent un modèle environnemental.

Les différences majeures entre les mammites à *E. coli* et celles à *Klebsiella spp* sont que ces dernières sont caractérisées par des signes cliniques plus marqués et un pronostic plus réservé, le parenchyme mammaire étant plus inflammé. Les pertes économiques sont plus importantes avec *Klebsiella spp*, notamment en lien avec la baisse de production qui est estimée à 6 kg de lait/jour pour une primipare en moyenne et 10 kg de lait/jour pour une multipare (Zadocks *et al.*, 2001).

Le taux de guérison spontanée est de l'ordre de 35 % contre 70 % pour les mammites à *E. coli*. Des résistances aux antibiotiques sont rapportées : aux tétracyclines dans 20 % des mammites à *Klebsiella spp*, et aux céphalosporines dans moins de 20% des mammites à *Klebsiella spp* (Zadocks *et al.*, 2001).

1.3.1.1.2.3. *Mycoplasma bovis*

Les mycoplasmes sont des Mollicutes, et souvent qualifiés de « bactéries sans paroi ». Ils possèdent une simple membrane. *Mycoplasma bovis* est introduite dans les élevages indemnes à la faveur de l'introduction d'un bovin porteur sain asymptomatique.

Les principales sources de contamination sont les sécrétions des animaux porteurs (nasales, vaginales, lait, ...) car les mycoplasmes sont responsables également de pneumonies, d'arthrites, d'otites et de kératoconjonctivites. *M. bovis* est peu résistant dans l'environnement. La transmission se fait pendant la traite. Cette transmission est très rapide et 80% du troupeau peut être infecté en quelques semaines (Rémy, 2010)

La prévalence des mammites à mycoplasmes est considérée comme quasi nulle en France et comme faible en Europe (Théron *et al.*, 2010).

L'absence de paroi explique la difficulté à traiter les mammites à mycoplasmes de par leur insensibilité aux antibiotiques agissant sur la paroi cellulaire ou les protéines qui y sont associées, comme par exemple les β -lactamines. De plus, des résistances acquises sont rapportées pour des souches européennes vis-à-vis des tétracyclines, de la tilmicosine (macrolides) et de la spectinomycine (aminosides) (Nicholas et Ayling, 2003).

1.3.1.1.2.4. *Trueperella pyogenes*

Trueperella pyogenes est une bactérie Gram positif anciennement nommée *Arcanobacterium pyogenes* et qui est responsable de la mammite d'été. Cette mammite est sévère avec une létalité pouvant atteindre 50 %. Elle est caractérisée par du pus crémeux et très nauséabond s'écoulant du trayon (Rémy, 2010 ; Théron *et al.*, 2010).

Les réservoirs de *Trueperella pyogenes* sont les lésions des trayons, les abcès, les infections génitales et les quartiers déjà infectés. La contamination des trayons se fait par contact avec de la litière ou par un vecteur : une mouche piqueuse comme *Hydrotea irritans*.

Les mammites d'été sont rares en France et touchent les génisses en fin de gestation et les vaches tarées le plus souvent. Ces mammites entraînant une lyse pyogène du quartier, il est conseillé de le « stériliser ». En effet, Waage *et al.*, 2000 ont constaté qu'après un mois de traitement sur 32 quartiers atteints de mammite à *Trueperella pyogenes*, plus de la moitié étaient considérés comme non fonctionnels, un quart seulement des quartiers étaient considérés comme guéris.

1.3.1.1.2.5. *Corynebacterium bovis*

Corynebacterium bovis est un bacille Gram positif commensal de l'extrémité du trayon. *C. bovis* est souvent considéré comme un contaminant à l'occasion d'examens bactériologiques du lait. Il serait toutefois responsable de mammites subcliniques avec une forte augmentation des taux cellulaires en association avec d'autres agents pathogènes surtout lors d'une faible ou absence de désinfection du trayon après la traite (Scott *et al.*, 2011).

1.3.1.1.2.6. *Pseudomonas spp*

Pseudomonas aeruginosa est un bacille Gram négatif à l'origine de mammites cliniques allant de la mammite endotoxinique suraiguë à des mammites chroniques et récurrentes. Le plus souvent, *Pseudomonas aeruginosa* provoque des mammites cliniques aiguës.

La contamination est rare, mais elle peut concerner plus du tiers du troupeau car l'origine de l'infection est l'eau contaminée utilisée pour nettoyer le matériel de traite ou laver les trayons.

Les mammites à *Pseudomonas spp* sont difficiles à traiter car la bactérie possède la capacité de réaliser des biofilms dans la mamelle, limitant l'action du système immunitaire et des antibiotiques. Les chances de succès des traitements sont faibles (Rémy, 2010 , Blowey et Edmondson, 2010).

1.3.1.1.2.7. *Listeria monocytogenes* et *Salmonella spp*

Listeria monocytogenes est un bacille Gram positif de la famille des *Listeriaceae* et *Salmonella spp* un bacille Gram négatif de la famille des entérobactéries. Ces deux bactéries importantes en termes de santé publique, et en particulier de sécurité sanitaire des aliments, provoquent rarement des mammites, celles-ci sont le plus souvent subcliniques.

Même si 5% des laits de tanks sont contaminés par *Listeria monocytogenes*, seulement 10% des contaminations proviennent de mammites (Rémy, 2010).

1.3.1.2. Levures, champignons et algues

Les levures (*Candida albicans*, *Cryptococcus neoformans*), champignons (*Aspergillus fumigatus*) et algues (*Prototheca zopfii*) responsables de mammites sont des agents pathogènes mineurs. Ils représentaient moins de 2% des isolats dans l'étude de Bidaud *et al.*, 2010.

Ce sont des agents naturellement présents dans l'environnement, ils sont présents sur les plantes, dans la terre et l'eau. L'humidité est un facteur favorisant leur développement. Les sources de contamination sont souvent des litières humides et/ou moisies, ce qui peut arriver lorsque la paille est stockée à l'extérieur des bâtiments.

Les mammites à levure apparaissent lorsqu'un certain nombre de vaches se couchent dans le couloir en cas de stabulation à logette, ou lors de la traite si les trayons ne sont pas essuyés avant l'application des gobelets-trayeurs (Rémy, 2010 ; Blowey et Edmondson, 2010).

Levures et champignons entraînent des mammites cliniques de sévérité moyenne avec des quartiers durs, chauds, œdématisés et la présence de caillots de lait lors des premiers jets. L'hyperthermie présente est particulièrement élevée lors d'infection à levure (*Candida spp*).

Une guérison spontanée est observée dans la majorité des cas en 2 à 4 semaines (Crawshaw *et al.*, 2005).

Les algues (*Prototheca zopfii*) provoquent des mammites subcliniques ou cliniques aiguës avec une forte augmentation des taux cellulaires et une importante baisse de la production laitière.

Les antibiotiques sont totalement inefficaces sur les levures, les champignons et les algues, leur utilisation est donc inutile voire délétère puisque cela conduit souvent à une persistance et une aggravation de la mammite, aboutissant à la chronicité de celle-ci. A l'arrêt des traitements antibiotiques, une amélioration clinique est même souvent constatée (Rémy, 2010).

Conclusion de la partie n°1 :

La mamelle est un organe complexe possédant des défenses anatomiques et fonctionnelles. De nombreux agents pathogènes sont susceptibles de l'infecter (bactéries surtout, mais aussi levures, algues). Ils ont la capacité de contourner ses défenses et induisent inflammation et infection. L'infection évolue en guérison quand les défenses immunitaires prennent le dessus sur l'infection. Lorsque la multiplication des agents pathogènes dépasse les défenses, l'infection évolue en mammite subclinique ou clinique et tend vers la chronicité. Quand l'élimination des agents pathogènes est incomplète, l'infection devient fluctuante, d'où des phases d'amélioration et d'aggravation.

Les tableaux 1 à 4 ci-dessous résument de manière non exhaustive les principales caractéristiques des agents pathogènes responsables de mammites. Quelques antibiorésistances possibles sont présentées dans ce tableau, il s'agit des résistances habituellement rencontrées de certaines souches vis à vis des antibiotiques utilisés dans le traitement des mammites.

Tableau 1: Résumé des principales caractéristiques des bactéries pathogènes responsables de mammites et des mammites associées

Type d'agent pathogène	Coloration de Gram	Genres	Bactérie(s) majeure(s) / mineure(s)	Distribution des bactéries isolées sur des prélèvements de lait selon :		Modèle épidémiologique principal	Profil-type de mammites
				Bidaud <i>et al.</i> , 2010 (en France)	Zecconi, 2010 (en Italie)		
Bactéries	Gram +	<i>Staphylococcus aureus</i>	Majeure	13 %	12 %	Contagieux	Mammites subcliniques chroniques
		Staphylocoques à coagulase négative	Majeures	14 %	40,2 %	Contagieux	Mammites subcliniques chroniques
		<i>Streptococcus uberis</i>	Majeure	25 %	29,2 %	Mixte	Mammites cliniques
		Streptocoques autres que <i>S. uberis</i>	Mineures	4 %		Environnemental	Mammites cliniques
		<i>Corynebacterium bovis</i>	Mineure	4 %	3 %	Contagieux	Mammites subcliniques
		<i>Trueperella pyogenes</i>	Mineure	/	/	Vectoriel (vecteur passif) et environnemental	Mammites cliniques aiguës avec atteinte sévère de l'état général
	Gram -	<i>Escherichia coli</i>	Majeure	18 %	1,3 %	Environnemental	Mammites cliniques aiguës avec atteinte de l'état général
		<i>Klebsiella spp</i>	Mineure	4,7 %	0,6 %	Environnemental	Mammites cliniques aiguës avec atteinte de l'état général
		<i>Pseudomonas spp</i>	Mineure	/	/	Environnemental	Mammites cliniques aiguës
	Mollicutes	<i>Mycoplasma bovis</i>	Mineure	0 %	0 %	Contagieux	Mammites cliniques avec atteinte de l'état général

Tableau 2: Taux de guérison spontanée des mammites bactériennes et principales antibiorésistances habituellement rencontrées

Type d'agent pathogène	Coloration de Gram	Genres	Taux de guérison spontanée (Sérieys, 2010)	Antibiorésistances possibles (Puyt <i>et al.</i> , 2013, ANSES Résapath, 2014, Nicholas et Ayling, 2003, Zadocks et al., 2001)
Bactéries	Gram +	<i>Staphylococcus aureus</i>	10 %	- ansamycine : toutes (rifaximine) - aminosides : gentamicine, kanamycine, néomycine, streptomycine, spectinomycine - β-lactamines : ampicilline, amoxicilline seule, céphalosporines de 1 ^{ère} (céfalexine, céfalonium, céfazoline) et de 4 ^{ème} génération (cefquinome), pénicilline G, pénicilline M et leurs dérivés
		Staphylocoques à coagulase négative	10 %	- cyclines : tétracycline - macrolides : tous (spiramycine, etc)
		<i>Streptococcus uberis</i>	30 – 40 %	- ansamycine : toutes (rifaximine) - β-lactamines : toutes - cyclines : tétracycline - macrolides : tous
		Streptocoques autres que <i>S. uberis</i>	30 - 40 %	- quinolones : 3 ^{ème} génération (baisse de sensibilité)
		<i>Corynebacterium bovis</i>	/	- ansamycine : toutes (rifaximine) - β-lactamines : pénicilline G et ses dérivés, ampicilline, amoxicilline seule - macrolides : tous
		<i>Trueperella pyogenes</i>	/	- macrolides : tous

Type d'agent pathogène	Coloration de Gram	Genres	Taux de guérison spontanée (Sérieys et al., 2010)	Antibiorésistances possibles (ANSES Résapath, 2014 , Nicholas et Ayling, 2003, Puyt et al., 2013, Zadocks et al., 2001)
	Gram -	<i>Escherichia coli</i>	70 – 75 %	- aminosides : apramycine, gentamicine, kanamycine, néomycine, streptomycine, spectinomycine - β-lactamines : ampicilline, amoxicilline seule, céphalosporines de 1 ^{ère} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} (ceftiofur) et 4 ^{ème} générations (cefquinome) - cyclines : tétracycline - polypeptides : colistine, polymyxine B - quinolones : 3 ^{ème} génération (danofloxacin, enrofloxacin, marbofloxacin) - sulfamides : sulfamides-triméthoprim
		<i>Klebsiella spp</i>	35 %	- aminosides : gentamicine, kanamycine , néomycine - β-lactamines : céphalosporines de 1 ^{ère} , 2 ^{ème} , 3 ^{ème} générations - cyclines : tétracycline - polypeptides : colistine, polymyxine B - quinolones : 3 ^{ème} génération (danofloxacin, enrofloxacin)
		<i>Pseudomonas spp</i>	/	Non renseigné
	Mollicutes	<i>Mycoplasma bovis</i>	/	- aminosides : spectinomycine - cyclines : tétracycline - macrolides : tilmicosine

Tableau 3: Résumé des principales caractéristiques des levures et algues pathogènes responsables de mammites et des mammites associées

Type d'agent pathogène		Genres	Agent majeur(s) / mineur(s)	Distribution des levures et algues isolées sur des prélèvements de lait selon :		Modèle épidémiologique principal	Profil-type de mammites
				Bidaud <i>et al.</i> , 2010 (en France)	Zecconi, 2010 (en Italie)		
Levures		<i>Candida albicans</i> ; <i>Cryptococcus neoformans</i>	Mineur	< 2 %	1 %	Environnemental	Mammites cliniques chroniques
Algues		<i>Protheca zopfii</i>	Mineur				Mammites subcliniques

Tableau 4: Taux de guérison spontanée des mammites dues à des levures et algues pathogènes et principales antibiorésistances habituellement rencontrées

Type d'agent pathogène	Coloration de Gram	Genres	Taux de guérison spontanée (Sérieys <i>et al.</i> , 2010)	Antibiorésistances possibles (Puyt <i>et al.</i> , 2013, ANSES Résapath, 2014 , Nicholas et Ayling, 2003, Zadocks <i>et al.</i> , 2001)
Levures		<i>Candida albicans</i> ; <i>Cryptococcus neoformans</i>	50 %	- résistance naturelle à tous les antibiotiques usuels
Algues		<i>Protheca zopfii</i>		- résistance naturelle à tous les antibiotiques usuels

2. Diagnostic

2.1. Diagnostic clinique

Le diagnostic clinique des mammites est certes important au niveau individuel, mais encore plus au niveau du troupeau afin d'établir le modèle épidémiologique de mammites de l'élevage. L'examen de la mamelle et du lait doit permettre un dépistage simple et efficace des mammites cliniques. Une détection précoce améliore les chances de guérison par la mise en place d'un traitement précoce adapté.

Les mammites subcliniques ne peuvent pas être détectées par la clinique puisqu'elles n'entraînent des modifications ni du lait ni de la mamelle et que les animaux atteints ne présentent pas de signes généraux associés.

2.1.1. Examen clinique de la mamelle

Cet examen de la mamelle peut se faire lors de la traite quotidiennement ou mieux à chaque traite mais également dans d'autres occasions (au tarissement, après le vêlage, etc.). C'est évidemment moins simple à préconiser dans les élevages disposant de robots de traite. Il s'agit d'évaluer la mamelle et ses annexes (nœuds lymphatiques rétromammaires, vaisseaux). D'abord, la mamelle est observée à distance pour vérifier sa conformation. En cas de mamelle mal conformée, de décrochage ou de mamelle trop volumineuse, les trayons sont moins protégés par les membres et sont plus exposés à l'environnement, ce qui accroît le risque de mammite (Durel *et al.*, 2011). Il faut observer les différents quartiers les uns par rapport aux autres afin de déceler une anomalie de symétrie (atrophie, hypertrophie), de volume, de couleur (congestion, un hématome) ou des excroissances cutanées (verrues).

L'examen des trayons permet de voir les éventuels effets délétères induits par la méthode de traite ou la machine à traire. Le type de lésion renseigne sur la durée de la contrainte. En effet, des lésions de type vasculaire (Figure 5) : pétéchies, rougeurs, œdème de l'extrémité, gerçures, etc., indiquent un dommage récent et sont rapidement réversibles. A l'inverse, des lésions de type hyperkératosique (Figure 6) signalent une évolution lente sur 20 à 60 jours (Durel *et al.*, 2011). L'hyperkératose correspond à une prolifération de la peau formant le plus souvent un anneau blanc centré sur l'orifice du traxon. C'est une réaction physiologique de la peau en réponse à une agression (une traite avec une machine à traire mal réglée) qui enlève une partie de la couche kératinisée de la peau de l'intérieur du canal du traxon.

Figure 5: Lésions du trayon de type vasculaire (Durel *et al.*, 2011 et photos du Teat Club International)

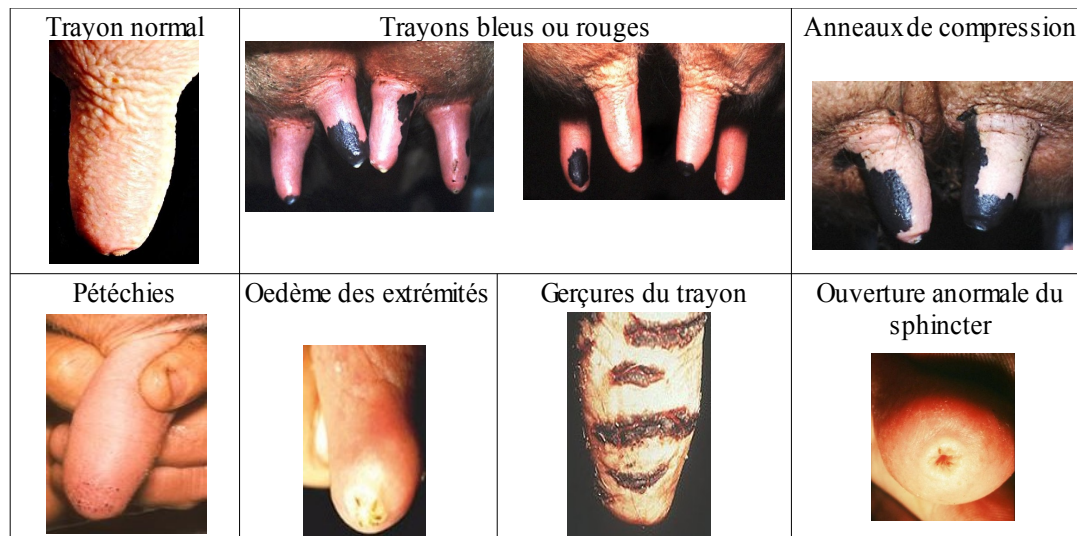
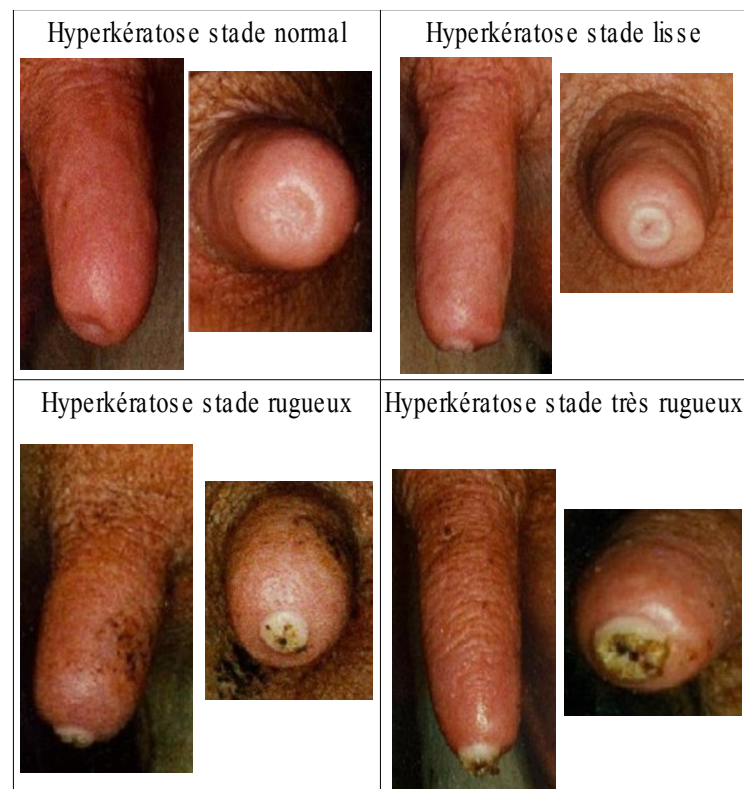


Figure 6: Lésions du trayon de type hyperkératosique (évolution lente, 20-60 jours) (Durel *et al.*, 2011 et photos du Teat Club International)



Après un examen visuel approfondi, vient la palpation intégrale de la mamelle puis la palpation individuelle de chaque quartier. Le but est d'identifier une zone de chaleur signalant une inflammation, un œdème, une induration marquant une fibrose du parenchyme mammaire, la présence de nodules, une douleur, etc. Les nœuds lymphatiques rétromammaires doivent aussi être palpés, leur augmentation de taille révèle une adénite et donc une atteinte de la mamelle du côté concerné par cette adénite.

2.1.2. Examen de la sécrétion lactée

Cet examen consiste à évaluer la qualité (couleur, odeur, consistance, viscosité et homogénéité) et la quantité de la sécrétion de la mamelle : le lait. Le lait sain est blanc et homogène. Il peut se colorer en jaune durant la phase colostrale ou en fin de lactation lorsqu'il est riche en matières grasses ou que la production est faible (Durel *et al.*, 2004). Une teinte rosée à rouge vif est présente en cas d'hémolactation ou d'hématome. Les mammites induisent une modification de la couleur du lait allant du jaune (associé à la présence aussi de bulles d'où un aspect de « bière » ou de « cidre » pour les mammites à entérobactéries) au rouge sombre (pour les mammites gangréneuses).

L'odeur caractéristique du lait frais est altérée lors de mammite. Elle devient aigre-douce lorsqu'elle est due à des bactéries anaérobies, acidulée et fruitée pour des mammites à entérobactéries, d'« œuf pourri » (nauséabond) en cas de mammites due à des bactéries pyogènes.

L'homogénéité disparaît en cas de mammite. Du pus ou des grumeaux (caillots, ...) sont observés dans le lait, ils sont surtout visibles en début de traite. L'observation de ces grumeaux est facilitée sur un fond sombre d'où l'utilisation d'un bol à fond noir pour l'examen des premiers jets.

La quantité de lait produite est en rapport avec la santé de la mamelle mais aussi de l'état général de l'animal. La baisse de production laitière est observable aussi bien dans les mammites subcliniques que dans les mammites cliniques, l'ampleur de la baisse dépendant de l'agent pathogène. La chute de production est plus importante lors d'infections aiguës que lors d'infections subcliniques. La reprise de la production laitière est un signe important de la guérison clinique.

2.1.3. L'examen clinique général

Un examen clinique général complet de l'animal est nécessaire à chaque découverte de mammite clinique. Cela permet d'évaluer l'animal, de préciser le diagnostic, et d'envisager un pronostic.

La prise de température est le premier geste à faire. Il faut en parallèle estimer la déshydratation de l'animal (Tableau 5) et vérifier l'absence d'un état de choc en recherchant notamment les éléments suivants : hypothermie, abattement, augmentation du temps de recoloration capillaire, etc.

Tableau 5: Grille d'évaluation du degré de déshydratation chez le bovin adulte (Bosquet et al., 2013)

Symptômes	Pertes d'eau (en % du poids vif)	Score de déshydratation
Légère énophtalmie, pli de peau persistant 3 à 5 secondes au niveau de la paupière supérieure Muqueuses encore un peu humides	6-7 %	1 (légère)
Énophtalmie franche, pli de peau persistant 6 à 10 secondes au niveau de la paupière supérieure Muqueuses collantes	8-9 %	2 (modérée)
Œil fortement enfoncé dans l'orbite, pli de peau persistant indéfiniment Muqueuses sèches Dépression évidente	10-12 %	3 (sévère)

La sévérité de la mammite clinique peut être facilement évaluée grâce au tableau 6.

Tableau 6: Score clinique des mammites bovines avec signes généraux (Bosquet *et al.*, 2013)

Symptômes	Degré	Score clinique
Température corporelle	37,8 à 39,2	0
	39,3 à 39,8	1
	< 37,8 ou > 39,8	2
Déshydratation	Aucune	0
	Légère	1
	Modérée	2
	Sévère	3
Contraction du rumen (nombre/ minute)	Plus de 2	0
	1	1
	0	2
Signes de dépression	Aucuns	0
	Légers	1
	Marqués	2

2.1.4. Gradation des mammites

Une gradation des mammites fondée sur un certain nombre de critères cliniques objectifs permet d'appréhender la sévérité de celles-ci et d'envisager un pronostic (Tableau 7). Une mammite clinique comprenant seulement une augmentation de la concentration en cellules somatiques individuelle et des modifications du lait est considérée comme faiblement sévère et de grade 1. Le grade 2 correspond aux mammites cliniques modérément sévères dans lesquelles le quartier apparaît modifié. Le dernier grade est attribué aux mammites sévères avec une atteinte de l'état général.

Tableau 7: Échelle de sévérité individuelle de la mammite (d'après Durel *et al.*, 2011)

Symptômes / Syndromes	Mammite subclinique	Mammite clinique à sévérité variable		
		Faible Grade 1	Modérée Grade 2	Sévère Grade 3
Augmentation des concentrations cellulaires somatiques individuelles (CCSI)	+	+	+	+
Modifications du lait	-	+	+	+
Modifications du quartier	-	-	+	+
Altération de l'état général	-	-	-	+

2.2. Comptage cellulaire

Le comptage cellulaire est un outil diagnostique à la fois individuel et de troupeau. Il permet de mettre en évidence les mammites subcliniques et cliniques. En étudiant les résultats de ces comptages, le vétérinaire peut définir le modèle épidémiologique principal auquel il est confronté. Le comptage cellulaire peut être réalisé par un organisme indépendant de l'élevage (contrôle laitier) ou par le robot de traite.

2.2.1. Concentration cellulaire somatique individuelle (CCSI) et concentration cellulaire somatique de tank (CCST)

Les concentrations cellulaires somatiques individuelles (CCSI.) et de tank (CCST) sont mesurées dans la majorité des élevages par le Contrôle Laitier. Elles peuvent également être mesurées sur demande par la laiterie pour les éleveurs non adhérents au contrôle laitier.

Chaque mois, le technicien du Contrôle laitier prélève le lait des quatre quartiers de chaque vache en lactation et l'envoie au laboratoire pour analyse afin de déterminer la qualité du lait et son prix. Il évalue à l'occasion de son contrôle la qualité du lait (taux butyreux, taux protéique, ...), la quantité de lait produite, et la CCSI. Le lait de tank est analysé au minimum deux fois par mois. Les cellules dont la présence est ainsi évaluée dans le lait sont les macrophages, les leucocytes, et les cellules épithéliales. Seuls les leucocytes font varier significativement la concentration et sont le signe d'une infection.

Entre deux traites et au cours de la lactation, la CCSI varie. Deux résultats de CCSI éloignés de plusieurs mois ne sont pas interprétables. La CCSI est réalisée sur le mélange de lait des quatre quartiers, le taux cellulaire du quartier infecté est donc dilué par les quartiers sains. De même, une CCSI élevée peut persister après la guérison bactériologique.

Les CCSI doivent être réalisés tous les mois car leur interprétation se fait par comparaison aux mois précédents afin de noter les augmentations importantes signalant une infection et de positionner les résultats de la vache par rapport à des valeurs seuils. L'analyse mensuelle des CCSI ne permet pas de détecter les augmentations dues à des infections de courte durée inférieures à un mois.

Une vache ayant un ou plusieurs résultats mensuels de CCSI supérieurs à 800 000 cell/mL est considérée comme « infectée ». En dessous de 300 000 cell/mL, la vache est considérée comme « non infectée ». Il est possible de considérer une vache comme saine avec une CCSI inférieure à 100 000 cell/mL voire à 25 000 cell/mL (Durel *et al.*, 2004). Les résultats de CCSI compris entre 300 000 et 800 000 cell/mL sont considérés comme douteux. Lorsqu'un quartier est infecté subcliniquement par une bactérie de type contagieux, le résultat du CCSI est compris entre 200 000 et plus de 10 000 000 cell/mL (Risco et Melendez, 2011). En conclusion, si une CCSI élevée permet de suspecter une infection, une CCSI basse ne permet pas de conclure à une absence d'infection.

Les résultats des CCSI permettent d'identifier les vaches qui sont infectées durablement par des agents pathogènes majeurs (Bosquet *et al.*, 2013). Les autres vaches, celles qui ne sont pas infectées par des agents pathogènes majeurs, soit sont non infectées, soit sont infectées par un pathogène mineur, soit sont infectées par un pathogène majeur pendant une courte période.

Les résultats des CCSI sont souvent un moyen de sélection des animaux à surveiller et à examiner pour l'éleveur et le vétérinaire. Ils interviennent dans le diagnostic individuel des mammites subcliniques et cliniques, à condition de les interpréter par rapport aux résultats précédents. C'est un des critères d'alerte signalant un problème de mammites dans l'élevage (Tableau 8).

Les résultats des CCSI sont un des critères orientant vers un des modèles épidémiologiques : contagieux, environnemental, mixte (Tableaux 10, 11 et 12, confère paragraphe 2.3). Les seuils présentés dans le tableau 8 servent à la fois d'objectifs à atteindre pour l'éleveur mais aussi de seuils d'alerte pour identifier les animaux à examiner et/ou surveiller.

Tableau 8: Critères, objectifs et seuils d'alerte du statut infectieux des vaches laitières (m : mois, L : lactation) (d'après Durel *et al.*, 2004)

Critère	Objectifs	Seuils d'alerte
Vache en lactation		
Guérison clinique à 5 jours	> 80 %	< 70 %
CCSI < 300 000 cell/mL	> 85 %	< 75 %
CCSI > 800 000 cell/mL	< 5 %	> 8 %
CCSI primipares < 300 000 cell/mL	> 95 %	< 90 %
Infection mensuelles m+1/m <u>$Vaches\ CCSI < 300\,000\ cell/mL(m)\ et\ CCSI > 300\,000\ cell/mL(m+1)$</u> <i>Vaches CCSI < 300 000 cell / mL</i>	< 5 %	> 10 %
Vaches tarées		
Guérison L+1/ L <u>$vaches\ CCSI\ tarissement > 300\,000\ cell/mL\ et\ CCSI\ vêlage < 300\,000\ cell/mL$</u> <i>vaches CCSI tarissement > 300 000 cell / mL</i>	> 70 %	< 50 %
Infections L+1 /L <u>$vaches\ CCSI\ tarissement < 300\,000\ cell/mL\ et\ CCSI\ vêlage > 300\,000\ cell/mL$</u> <i>vaches CCSI tarissement < 300 000 cell / mL</i>	< 10 %	> 20 %
Variation des CCSI < 300 000 cell/mL	positif	négatif

2.2.2. California mastitis test (CMT)

Le « California mastitis test » ou CMT permet la détection des mammites subcliniques. Il est simple de réalisation. Il nécessite du réactif et un plateau comprenant 4 cupules. Les trayons sont nettoyés. Le lait des premiers jets de chaque quartier est mis dans une cupule propre, le trop plein est déversé pour ne garder environ que 2 mL de lait par quartier. Le réactif est ajouté et mélangé aux échantillons de lait par rotation. La lecture doit être immédiate et s'effectue à l'aide d'une échelle de couleur et de viscosité (Tableau 9). Le CMT devrait être réalisé par la même personne pour éviter les différences d'interprétation, surtout dans lors d'une visite de traite, ce qui est rarement possible sur le terrain vu le temps nécessaire pour réaliser le test.

Le CMT est basé sur l'action d'un détergent (solution de Teepol à 10%) et d'un colorant (poupre de bromocrésol). Le détergent provoque la lyse des cellules du lait par la destruction de leur paroi. L'ADN est libéré, il forme un réseau de très longs filaments qui s'opposent aux écoulements hydrodynamiques et qui piègent les globules gras. Ce réseau augmente la viscosité du lait jusqu'à flocculer. Plus la concentration cellulaire est élevée, plus la quantité d'ADN libéré est élevée et plus le floculat sera important.

Le colorant change de couleur en fonction du pH. Le lait sain a un pH compris entre 6,5 et 6,7 (Durel *et al.*, 2004).

En cas de mammites, le pH devient plus alcalin et s'approche de 7. Le colorant est incolore à gris pour des pH allant de 5,2 à 6,8 et devient violet quand le pH est supérieur à 6,8 donc en cas de mammites.

Tableau 9: Grille de lecture du test CMT (Notice Leucocyttest®)

Grade	Signification	Description de la réaction	Interprétation (cellules/mL)
0	Négatif	Le mélange est liquide, homogène et fluide.	0 – 200 000
1	Traces	Le mélange devient légèrement visqueux. La viscosité est réversible et tend à disparaître.	200 000 – 400 000
2	Faiblement positif	Le mélange devient visqueux sans formation de gel au centre et la viscosité tend à persister	400 000 – 1 500 000
3	Clairement positif	Le mélange s'épaissit immédiatement avec la formation d'un gel au centre du godet lors des mouvements de rotation. Du liquide peut persister.	800 000 – 5 000 000
4	Fortement positif	Le mélange forme un gel au centre qui adhère au fond du godet. Il n'y a plus de liquide.	> 5 000 000

La corrélation entre les résultats du test CMT et le comptage cellulaire est meilleur pour de fort taux cellulaires (Durel *et al.*, 2004). Il convient d'interpréter avec précaution des résultats douteux ou négatifs. Un test CMT négatif ne permet pas de conclure à une absence d'infection.

L'interprétation du test dépend de la subjectivité de l'opérateur et de son expérience. Des variations physiologiques du lait peuvent fausser le test surtout en début et en fin de lactation où des colorations violacées sont normales.

Le test CMT est facile et simple d'utilisation en routine. Il permet de détecter les mammites subcliniques et d'identifier le(s) quartier(s) atteint(s) lors d'une augmentation de la concentration en cellules somatiques. En cas de doute, la répétition du test améliore l'interprétation.

2.2.3. Mesure de conductivité du lait

La conductivité du lait est basée sur la capacité du lait à conduire le courant électrique. Le lait contient plusieurs ions (ou électrolytes) : du chlore, du sodium et du potassium responsables de cette conductivité du courant électrique. Au cours de la lactation, la concentration en ions et le taux butyreux évoluent de manière physiologique. La conductivité est élevée dans le colostrum puis elle diminue pour ré-augmenter en fin de lactation suivant la concentration en ions et le taux butyreux.

Lors d'une infection, la perméabilité des capillaires sanguins est augmentée, les jonctions serrées entre les lactocytes disparaissent de manière plus ou moins importante et les systèmes de pompage des ions sont donc altérés. L'ensemble de ces modifications va conduire à une baisse du lactose et du potassium dans le lait et à l'augmentation compensatoire du chlore et du sodium pour assurer un équilibre osmotique. La teneur en chlorures du lait est ainsi proportionnelle au degré d'infection (Durel *et al.*, 2004).

Pour interpréter ces résultats de conductivité, il faut prendre en compte les nombreuses sources de variations : la race de l'animal, le stade de lactation, l'alimentation et la technique de traite. Les agents pathogènes responsables d'une inflammation importante provoquent des augmentations importantes de conductivité, supérieures à 50 % pour les mammites cliniques et à 20 % pour les mammites subcliniques (Durel *et al.*, 2004).

Une bonne connaissance du système de mesure est nécessaire pour interpréter les résultats face à la diversité de systèmes existants, et face à leurs qualités (sensibilité et spécificité) très différentes. L'augmentation de la conductivité est mesurable avant l'apparition des premiers signes cliniques. Elle apparaît en même temps que l'augmentation des CCSI (Durel *et al.*, 2004).

D'autres méthodes peuvent mettre en évidence une inflammation mammaire au niveau d'un robot de traite (Bosquet *et al.*, 2013) :

- la colorimétrie : elle se base sur la variation colorimétrique du lait lors d'inflammation induite par le passage de pigments provenant du sang.
- la concentration en enzymes : l'inflammation provoque l'augmentation de la concentration en enzymes, lactate déshydrogénase (ldh) ou n-acétyl-glucose-aminidase (NAGase), produites par les polynucléaires neutrophiles et les cellules épithéliales endommagées.
- la concentration en lactose mesurée par spectrophotométrie infrarouge : sa diminution indique une augmentation de la perméabilité de l'épithélium sécrétoire.
- une mesure directe de la CCSI.

Pour toutes ces méthodes, il faut être vigilant quant à l'interprétation des résultats. Les paramètres d'analyses doivent être correctement réglés et les seuils judicieusement choisis afin d'éviter les fausses alertes.

2.3. Modèle épidémiologique

L'identification du modèle épidémiologique des mammites d'un troupeau permet de s'adapter à la situation de l'élevage et d'orienter les mesures préventives et curatives vers les agents pathogènes identifiés. Dans cette approche, il existe trois modèles : le modèle contagieux où la transmission se fait de vache à vache, le modèle environnemental où la transmission se fait entre l'environnement et la vache, et le modèle mixte qui comprend les deux modes de transmission.

Ces modèles épidémiologiques orientent le diagnostic vers une suspicion d'un type de bactéries probablement impliquées, alors que la bactérie réellement en cause n'a pas encore été et ou ne sera pas identifiée. Ils se basent sur la prévalence, l'incidence, les CCSI, etc. habituellement rencontrés lors de mammites déclenchées par des agents pathogènes « répondant » à ces modèles (Tableau 10). Ils nécessitent donc une étude des documents d'élevage afin de déterminer le contexte épidémiologique dominant de l'élevage. Le but est d'adapter les traitements et les mesures préventives à la situation vécue par le troupeau concerné.

Tableau 10: Critères associés aux modèles contagieux et environnemental (Bosquet *et al.*, 2013)

Période	Critères	Profil-type environnement	Profil-type contagieux
Lactation	Prévalence globale % CCSI > 300 000 cell/ mL	< 15	> 25
	Incidence clinique globale Nombre de cas cliniques / 100 vaches présentes à l'année	> 50	< 25
	Gravité clinique % de cas avec des signes généraux	> 15	< 5
	CCSI avant la phase clinique % de cas avec CCSI avant > 300 000 cell/mL	< 30	> 65
	Nombre de cas clinique par vache atteinte Nombre de cas / nombre de vaches avec au moins 1 cas	< 1,2	> 1,5
	Indice de guérison des cas cliniques en lactation % de cas ayant CCSI < 300 000 cell/mL entre 30 et 60 jours de lactation	> 75	< 50
Période sèche	Indice de guérison en période sèche % de vaches avec CCSI >= 300 000 cell/mL puis < 300 000 cell/mL	> 70	< 50
	Indice de nouvelles infections en période sèche (et péripartum) % de vaches avec CCSI < 300 000 cell/mL puis >= 300 000 cell/mL	> 20	< 10

2.3.1. Modèle environnemental

Le modèle environnemental est caractérisé le plus souvent par la survenue de mammites de courte durée d'évolution aiguë à suraiguë avec des signes cliniques plus sévères et une atteinte de l'état général (Bosquet *et al.*, 2013). Les mammites rencontrées dans ce modèle s'installent au cours de la lactation et / ou pendant le tarissement. D'autres profils sont toutefois possibles, notamment une flambée de mammites avec forte atteinte de l'état général.

Les agents pathogènes responsables dans ce modèle sont issus de l'environnement des bovins et surtout de la litière. D'autres sources existent telles que l'aire de déplacement, les aérosols et les biofilms sur les différentes surfaces du logement des vaches. Les bactéries concernées proviennent du tube digestif des vaches et contaminent la litière *via* les bouses de celles-ci. La chaleur et l'humidité de la litière en font un milieu très favorable à leur développement. La contamination du trayon se fait par contact lors du couchage des animaux.

Dans ce modèle épidémiologique, on peut retrouver des mammites provoqués par des entérobactéries, par *Streptococcus uberis*, et par des entérocoques.

Le modèle environnemental est subdivisé en deux sous-modèles orientant la suspicion vers un type de bactérie ou un autre en fonction des caractéristiques des mammites et de leur prévalence (Tableau 11).

Tableau 11: Critères associés aux sous-modèles environnementaux à streptocoques et à entérobactéries (d'après Bosquet *et al.*, 2013)

Critères	Sous-modèle à streptocoques dominants	Sous-modèle à entérobactéries dominantes
Nombre de mois avec une CCSI > 300 000 cell/ mL pour les vaches infectées	2-3 mois	0-1 mois
CCSI avant la mammite clinique	En augmentation	Généralement > 300 000 cell/ mL
CCSI après la mammite clinique	Souvent > 300 000 cell/ mL	Généralement > 300 000 cell/ mL
Fréquence des mammites cliniques sévères	< 20 %	> 20 %
Fréquence des rechutes cliniques après traitement	> 10%	< 10%

2.3.2. Modèle contagieux

Dans le modèle contagieux, les mammites sont majoritairement subcliniques et chroniques (Bosquet *et al.*, 2013).

Les agents pathogènes responsables retrouvés dans ce modèle sont les staphylocoques à coagulase positive dont *Staphylococcus aureus*, les staphylocoques à coagulase négative, les streptocoques (*Streptococcus dysgalactiae* et *Streptococcus agalactiae*), et des pathogènes mineurs comme *Corynebacterium bovis*.

Le réservoir de ces bactéries est constitué par le lait des quartiers infectés et la peau des trayons, surtout si ces derniers sont lésés (crevasses). La transmission se fait lors de la traite par contagion quand la peau des trayons sains est contaminée par le lait et/ou du matériel contaminé.

Le modèle contagieux est subdivisé lui aussi en deux sous-modèles permettant d'orienter la suspicion vers un type de bactérie ou un autre en fonction des caractéristiques des mammites et de leur prévalence (Tableau 12).

Tableau 12: Critères associés aux sous-modèles contagieux à staphylocoques et à streptocoques (d'après Bosquet *et al.*, 2013)

Critères	Sous-modèle à staphylocoques dominants	Sous-modèle à streptocoques dominants
Nombre de CCSI > 300 000 cell/ mL des vaches infectées	Le plus souvent > 4 mois	Le plus souvent < 4 mois
CCSI avant la mammite clinique	Généralement > 300 000 cell/ mL	En augmentation
Indice de guérison au tarissement	Faible à modéré (< 60 %)	Modéré à élevé (> 60 %)
Nombre de mammites cliniques sévères	Rare (< 10 %)	Pas rare (> 10 %)
Nombre de rechute clinique après traitement	Fréquentes (> 30 %)	Peu fréquentes (< 30 %)
Nombre de vaches avec des lésions du parenchyme	Assez fréquente (> 10 %)	Rares (< 10 %)

2.3.3. Modèle mixte

Ce modèle regroupe en fait deux situations : soit coexistent dans le même élevage les deux modèles, environnemental et contagieux avec des agents pathogènes différents, soit l'agent pathogène responsable de mammites dans l'élevage peut être rattaché aux deux modèles. Par exemple, *Streptococcus uberis* est une bactérie d'origine environnementale pour les mammites qui s'installent pendant le tarissement. Il peut également se transmettre par contagion pendant la lactation quand sa prévalence est élevée, en cas de mammites subcliniques persistantes et quand les autres bactéries identifiées dans le troupeau sont du type contagieux (Bosquet *et al.*, 2013).

2.4. Facteurs de risques

L'identification des facteurs de risque présents dans l'élevage et concourant à la présence de mammites permet de conforter ou de remettre en cause le modèle épidémiologique supposé de l'élevage. L'objectif est de mettre en place les mesures préventives les plus adaptées pour diminuer l'impact des facteurs de risques majeurs. Afin d'identifier ces facteurs de risque de mammites, il est recommandé d'effectuer une visite de l'élevage (bâtiments) et une visite de traite.

Les conditions de logement inadéquates pendant la lactation et/ou le tarissement et/ou le péripartum orientent vers un modèle environnemental, tout comme un défaut de lavage et essuyage des trayons (Tableau 13).

Le réservoir des bactéries dans le modèle de type environnemental est le plus souvent la litière. Tout élément qui favorise la multiplication des bactéries dans la litière augmente ainsi le risque de contamination : les défauts d'hygiène du logement (surface, ventilation, pentes, ...), une durée de stabulation longue, une densité trop importante d'animaux, des aires de couchages contaminées (température, humidité, circulation, ...). Une période sèche longue et des traitements préventifs au tarissement insuffisants favorisent les mammites dans ce modèle épidémiologique.

Avant la traite, un défaut de lavage et essuyage des trayons favorise la pénétration des bactéries restées sur la peau des trayons. Après la traite, il est recommandé de ne pas laisser les vaches se coucher. Un défaut d'hygiène autour du vêlage oriente vers un sous-modèle à entérobactéries (Bosquet *et al.*, 2013).

Des défauts d'hygiène lors de la traite et/ou des défauts de machine à traire orientent vers un modèle contagieux (Tableau 13). La contamination est favorisée par des défauts d'hygiène pendant la traite par des mains, lavettes et/ou matériel contaminés par une vache infectée, et après la traite par un défaut de trempage des trayons. Le défaut de dépistage des mammites cliniques, des traitements curatifs (en lactation et/ou au tarissement) mal conduits et une réforme insuffisante des vaches à infection persistante favorisent les mammites à bactéries de type contagieux (Bosquet *et al.*, 2013). Les lésions de la peau (crevasse) permettent la multiplication des bactéries et augmentent le risque de contamination de la mamelle. Les lésions de la peau du trayon et du quartier dues à des traumatismes chimiques ou physiques (froid, humidité, machine à traire, ...) entraînent également une douleur qui induit la libération d'adrénaline donc inhibe l'ocytocine et conduit à une rétention lactée. Cette rétention lactée empêche l'évacuation des bactéries et favorise le développement des mammites (Rémy, 2010).

Pantoja *et al.*, 2009 ont montré dans une étude sur 218 vaches que les multipares ayant eu un épisode de mammite clinique dans la lactation précédente (L-1) avaient 4,2 fois plus de risque de déclarer une mammite clinique dans les 120 premiers jours de la lactation suivante par rapport aux multipares sans épisode de mammite clinique à L-1.

La parité est un facteur de risque du modèle contagieux car la période d'exposition à un lait contaminé augmente avec l'âge de la vache, mais est aussi un facteur de risque du modèle environnemental car les sphincters des trayons des vaches âgées sont moins efficaces et n'assurent plus totalement leur rôle de barrière face aux infections (Risco et Melendez, 2011).

Tableau 13: Facteurs de risque spécifiques du modèle contagieux et du modèle environnemental (d'après Bosquet *et al.*, 2013)

Modèle	Facteurs de risque spécifiques
Contagieux	Traite favorisant la contagion (mains, lavettes, manchons) Défaut de trempage des trayons après la traite Trayons crevassés Défaut de dépistage des mammites cliniques Traitements curatifs (lactation, tarissement) mal conduits Réformes insuffisantes
Environnemental	Durée de stabulation longue Défaut d'hygiène du logement (surface, ventilation, pentes, ...) Aires de couchages contaminées (température, humidité, circulation, ...) Défaut de lavage et essuyage des trayons avant la traite Période sèche longue Traitement préventif au tarissement insuffisant Défaut d'hygiène des parturientes, vaches couchées Défaut d'hygiène des traitements intra-mammaires

2.5. Examens complémentaires

Les examens complémentaires sont utiles pour confirmer ou infirmer la suspicion épidémiologique et ainsi poursuivre la démarche diagnostique. L'objectif est d'identifier concrètement les agents pathogènes responsables de mammites au sein du troupeau afin de mettre en place des mesures de lutte adaptées.

2.5.1. Bactériologie

L'examen bactériologique du lait est un examen complémentaire utile dans le diagnostic individuel au cas par cas et dans le diagnostic collectif lors de la réalisation d'un sondage bactériologique visant à identifier les bactéries responsables de mammites dans le troupeau. La bactériologie est la méthode de référence pour déterminer l'étiologie d'une mammite.

La mamelle saine ne possède pas de flore commensale. L'identification d'une bactérie signe une infection ou une contamination lors du prélèvement. Le lait d'un seul quartier est prélevé stérilement par une personne formée (vétérinaire ou éleveur) après un lavage et une désinfection du trayon et l'élimination des premiers jets.

Lors d'un sondage bactériologique, Bosquet *et al.*, 2013 recommandent pour une estimation statistique fiable un nombre de prélèvements compris entre 40 et 60 % des cas de mammites enregistrés. Un nombre de prélèvements inférieur donne toutefois une tendance utile pour confirmer ou rejeter le modèle épidémiologique suspecté de l'élevage.

La méthode consiste à ensemencer des géloses sélectives pour un type de bactérie et de les mettre à incuber pendant 24 heures à 37°C. A la suite de l'incubation, l'aspect des colonies et la réalisation de tests enzymatiques permettent l'identification du genre bactérien (staphylocoques, streptocoques, entérobactéries). Ils existent des systèmes comprenant plusieurs géloses sélectives et permettant un travail simplifié et plus rapide (Schmitt-Van de Leemput *et al.*, 2013b).

L'antibiogramme mesure la sensibilité *in vitro* de la bactérie vis à vis de différents antibiotiques. L'objectif est d'identifier la présence des résistances acquises et d'orienter le choix du traitement antibiotique utilisé même si l'activité d'un antibiotique *in vitro* diffère de celle *in vivo*. Kuang *et al.*, 2009 ont montré que les tétracyclines ont une activité réduite dans le lait par rapport à l'antibiogramme et suspectaient la formation de complexes entre l'antibiotique et les protéines du lait, notamment la caséine. Un échec thérapeutique, en dépit de résultats favorables d'un antibiogramme, peut être dû à un défaut de pharmacocinétique (par exemple, l'accès à la mamelle à des concentrations insuffisantes).

Des tests rapides d'évaluation de la résistance existent comme celui à la nitrocéfine pour la production de β -lactamase par *Staphylococcus aureus*, révélant la résistance aux pénicillines.

2.5.2. Polymerase Chain Reaction (PCR)

La méthode de PCR est une amplification génique de l'ADN. Dans le cadre des mammites, elle est utilisée pour la recherche des acides nucléiques de bactéries, de levures et d'algues dans le lait. L'analyse PCR est une alternative à la bactériologie. L'analyse nécessite la même qualité de prélèvement stérile que la bactériologie. L'ADN contenu dans les bactéries est extrait et amplifié grâce à des amorces qui correspondent aux séquences recherchées. Les résultats sont présentés de manière semi-quantitative et indiquent si l'agent pathogène est présent dans l'échantillon en plus ou moins grande quantité. L'analyse entière prend quatre heures dont deux nécessitant des manipulations (Schmitt-Van de Leemput *et al.*, 2013a). Les analyses sont réalisées le plus souvent par un laboratoire.

L'analyse PCR est difficile à interpréter pour des cas individuels en raison de sa trop grande sensibilité de détection, elle détecte aussi les bactéries présentes en très petite quantité. Elle permet d'identifier les agents pathogènes responsables de mammites à l'échelle d'un troupeau.

Les résultats d'une analyse PCR et de la bactériologie sont identiques dans une majorité de cas concernant les mammites cliniques comme subcliniques. L'analyse PCR, plus sensible au niveau de la détection, décèle cependant la présence de bactéries qui ne sont pas détectées en bactériologie classique (Schmitt-Van de Leemput *et al.*, 2013a). Cela rend son interprétation plus complexe surtout quand les quantités de bactéries sont faibles. L'analyse PCR est quand même utile à l'établissement de profils d'élevages, même si elle ne permet pas d'apprécier la résistance aux antibiotiques des souches identifiées.

Conclusion de la partie n°2 :

La détection des mammites repose sur le suivi et l'observation des animaux ainsi que de leur production laitière (quantité, qualité). L'expulsion des premiers jets est indispensable à une détection précoce des mammites cliniques. L'examen clinique complet détermine la gravité de la mammite et le traitement à envisager. Les examens complémentaires comme le California Mastitis Test, la mesure de la conductivité du lait, et le suivi des résultats des Concentrations Cellulaires Somatiques Individuelles indiquent la présence probable d'une mammite. L'identification de la ou des bactérie(s) responsable(s) de l'infection repose sur un examen bactériologique ou sur une amplification de l'ADN des bactéries par PCR et permet d'adapter le traitement antibiotique aux souches identifiées.

L'étude de la situation de l'élevage et des mammites individuelles oriente vers un modèle épidémiologique à l'échelle du troupeau. Dans le modèle contagieux, les agents pathogènes se transmettent par le lait et la peau des trayons contaminés pendant la traite. L'environnement, avec surtout la litière est le réservoir des agents pathogènes du modèle environnemental. Quand ces deux modèles coexistent, il s'agit alors d'un modèle mixte.

L'identification du modèle épidémiologique et des facteurs de risques spécifiques de l'élevage permet d'adapter les plans de traitement et les mesures préventives.

3. Traitement

3.1. Prophylaxie médicale

3.1.1. Vaccination

La vaccination a pour objectif de protéger l'animal vacciné avec trois axes : diminuer la sévérité des signes cliniques, réduire le nombre de cas et baisser les CCSI.

En France, un seul vaccin dispose d'une autorisation de mise sur le marché (AMM), il s'agit du vaccin Starvac® du laboratoire Hipra. Ce vaccin est composé de deux valences : l'une est constituée d'une souche d'*E. coli*, et l'autre d'une souche de *S. aureus*. La souche d'*E. coli* possède un lipopolysaccharide (LPS) de membrane incomplet, elle apporte donc des antigènes communs aux souches d'*E. coli* mais également aux autres entérobactéries (*Klebsiella*, *Serratia*, *Proteus*, etc.). La souche de *S. aureus* comprend un polysaccharide capsulaire de type 8 et produit un composant extracellulaire pseudocapsulaire dit « slime », antigène commun aux souches de *S. aureus* et aux staphylocoques à coagulase négative (Poutrel, 2014). Il s'agit donc en principe d'un vaccin à « spectre large » vis à vis des bactéries Gram négatives et des staphylocoques responsables de mammites bovines.

Le protocole de vaccination comprend trois injections intramusculaires profondes : la première 45 jours avant la date présumée du vêlage, la deuxième 10 jours avant le vêlage et la troisième 52 jours après celui-ci. Un autre protocole est proposé selon le fabricant quelque soit le stade physiologique de l'animal. Il est composé d'une primovaccination avec deux injections à trois semaines d'intervalle suivi d'un rappel tous les trois mois. L'immunité apparaît à partir du treizième jour suivant la première injection et persiste jusqu'au soixante-dix-huitième jour suivant la troisième injection d'après le fabricant (Poutrel, 2014). L'estimation approximative et inexacte de la durée de la gestation, les avortements et les vêlages précoces sont les principales sources de vaccination incomplète, ces événements courants dans la vie réelle d'un élevage impactent l'efficacité de la vaccination.

Les études européennes sur le sujet ont des résultats différents. L'efficacité du vaccin contre *S. aureus* dépend des caractéristiques de l'élevage et de la conduite de celui-ci (Schukken *et al.*, 2014). March *et al.*, (2010) dans leur étude pour l'obtention de l'AMM du vaccin ont constaté une diminution du nombre de mammites à entérobactéries, à *S. aureus* et à SCN, une baisse du nombre de traitements utilisés dans les lots vaccinés ainsi que des CCSI inférieures bien que élevées par rapport à la norme (328 000 cell/mL). Sérieys, (2011) a également observé une diminution des CCSI mais uniquement pour les vaches multipares.

Middleton *et al.*, 2009 ont observé une faible efficacité vaccinale contre *S. aureus*. Le vaccin a permis une diminution modérée de l'incidence des nouvelles mammites à *S. aureus* et une baisse moins prononcée de la durée des mammites à *S. aureus* et aux SCN dans l'étude de Schukken *et al.*, 2014. Dans cette étude, les résultats étaient meilleurs chez les primipares.

Wilson *et al.*, 2007 ont constaté une baisse de la sévérité des symptômes locaux et généraux des mammites à entérobactéries grâce à la vaccination.

Selon Schmitt *et al.*, 2012, la prévention vaccinale est partielle contre les entérobactéries et *S. aureus*, elle est absente contre les SCN.

La vaccination est un moyen de lutte contre les entérobactéries et les staphylocoques. Elle doit être toujours associée à une très bonne conduite d'élevage avec une bonne gestion des facteurs de risques et une bonne détection des mammites.

3.2. Prophylaxie sanitaire

3.2.1. Hygiène et santé des animaux

L'hygiène de la traite et des bâtiments est une composante importante de la lutte contre les mammites. Les principaux facteurs de risque de l'élevage identifiés sont à prendre en compte dans le plan de lutte. Il convient de diminuer leur impact voire de les supprimer si cela est possible.

La santé des animaux est un facteur important dans la lutte contre les mammites. Une surveillance particulière doit être apportée aux animaux en mauvais état général ou ayant une autre maladie. Les autres maladies prédisposent aux mammites par une action mécanique comme la fièvre de lait qui induit un relâchement du sphincter, par une baisse de l'immunité telles les métrites et les acétonémies, ou parce qu'elles modifient le comportement de l'animal comme les boiteries qui augmentent le temps de couchage (Durel *et al.*, 2011).

3.2.2. Augmentation du nombre de traites par jour

La traite permet l'évacuation du lait et avec celui-ci d'une partie des bactéries, des toxines et des médiateurs de l'inflammation. L'augmentation du nombre de traites par jour pourrait en théorie contribuer à la guérison d'une mammite.

La réalisation d'une traite plus fréquente est déconseillée lors de mammites dues aux streptocoques environnementaux. Les vaches traitées *via* des traites fréquentes seules ou *via* l'association d'une antibiothérapie intra-mammaire et des traites fréquentes avaient des taux de guérison clinique et microbiologique inférieurs à ceux des vaches témoins (Roberson *et al.*, 2004 ; Krömker *et al.*, 2009). La traite fréquente augmente la contagion et accroît le temps de guérison (Roberson *et al.*, 2004).

Actuellement, la traite fréquente n'est pas recommandée en France à cause de ses effets défavorables sur la guérison des mammites et des difficultés pratiques pour la réaliser.

3.3. Traitements symptomatiques et de soutien

3.3.1. Fluidothérapie

Lors de déshydratation et surtout de choc, la fluidothérapie est la base du traitement de réanimation. L'état de choc est provoqué lors de mammites par la libération d'endotoxines par les agents pathogènes comme les entérobactéries ou par des exotoxines produites par les staphylocoques, les streptocoques, les clostridies et *Trueperella pyogenes* (Le Page *et al.*, 2014).

Lors d'une déshydratation inférieure à 10 %, la fluidothérapie peut être réalisée avec une solution hypertonique de NaCl (entre 4,5 et 7,2 %) pour un volume maximal réhydraté à 0,9 % de 24 litres. En complément, la réhydratation orale est possible avec des volumes allant de 10 à 30 litres par buvée spontanée ou drenchage (administration forcée par voie orale d'un liquide à l'aide d'une sonde).

Lors de déshydratation sévère donc supérieure à 10 %, les solutés hypertoniques sont à éviter. Les cellules sont plus déshydratées (Le Page *et al.*, 2014). La fluidothérapie est à base de soluté isotonique Ringer Lactate ou NaCl 0,9 % et doit être agressive, un volume total de 40 à 60 litres est nécessaire (Le Page *et al.*, 2014).

Une alcalose métabolique apparaît lors d'un état de choc suite à l'hypochlorémie provoquée par l'arrêt de la réabsorption de l'acide chlorhydrique par le duodénum. L'utilisation de solutés acidifiants comme le NaCl permet de corriger ce trouble électrolytique.

En cas de sévères hypotensions, une acidose métabolique hypoxémique ante-mortem s'installe. Pour la corriger, la fluidothérapie doit être alcalinisante avec un soluté comme le Ringer lactate par exemple.

Les mammites dues à des entérobactéries comme *E. coli* induisent une hypocalcémie. Une complémentation calcique est à réaliser par voie orale. En effet, le calcium peut se révéler toxique pour le fonctionnement du cœur lorsqu'il est injecté par voie parentérale (Le Page *et al.*, 2014).

3.3.2. Anti-inflammatoires

3.3.2.1. AIS : Anti-inflammatoires Stéroïdiens

Les anti-inflammatoires stéroïdiens (ou « corticoïdes ») inhibent la phospholipase A2 qui transforme les phospholipides en acide arachidonique précurseur des molécules pro-inflammatoires comme les prostaglandines.

Le recours aux AIS est controversé. Ils seraient intéressants dans le traitement des mammites endotoxiques pour améliorer la guérison mais favoriseraient des infections cliniques chez les vaches ayant une mammite subclinique à staphylocoques *via* la baisse de l'immunité qu'ils peuvent induire (Le Page *et al.*, 2014).

3.3.2.2. AINS : Anti-inflammatoires Non Stéroïdiens

Les anti-inflammatoires non stéroïdiens ont une action contre l'inflammation en inhibant des enzymes : les cyclo-oxygénases (COX), qui transforment l'acide arachidonique en molécules pro-inflammatoires comme les prostaglandines. Les AINS non sélectifs inhibent à la fois les COX 1 qui permettent la synthèse de prostaglandines physiologiques et des thromboxanes et les COX 2 qui interviennent dans la synthèse des prostaglandines pro-inflammatoires. Les AINS sélectifs sont spécifiques COX 2.

L'ensemble des AINS a un effet positif sur les signes cliniques de l'inflammation : flunixin, ketoprofène, carprofène, acide tolfénamique (Le Page *et al.*, 2014). Le carprofène améliore l'état général des animaux par son action antipyrétique et la restauration des contractions ruminales (Vangroenweghe *et al.*, 2005).

McDougall *et al.*, 2009a, ont étudié 361 vaches ayant une mammite clinique et traitées avec un antibiotique (pénéthamate) et du méloxicam (AINS) comparées avec 366 vaches traitées avec l'antibiotique seul. Ils ont constaté que les CCSI des vaches traitées avec du méloxicam étaient inférieures de 200 000 cell/mL à celles des vaches témoins ($550\,000 \pm 48\,000$ cell/mL versus $711\,000 \pm 62\,000$ cell/mL). Les AINS diminuent dans cette étude les CCSI jusqu'à trois semaines après le traitement. Les AINS n'ont en revanche pas d'influence sur les échecs thérapeutiques lorsque l'antibiotique de première intention est inadapté à la bactérie responsable de la mammite. Mc Dougall *et al.*, 2009a, avaient en effet des taux d'échec comparables entre les vaches traitées avec du méloxicam (21,9 %) et les vaches témoins non traitées (25,1 %).

Le taux de réforme est plus faible lors de l'utilisation d'un AINS (Mc Dougall *et al.*, 2009a).

Dans leur étude sur 132 vaches, Suojala *et al.*, 2010 ont comparé un groupe de vaches traitées avec du kétoprofène (AINS) seul et un groupe traité avec du kétoprofène associé à de l'enrofloxacin (antibiotique).

Ils ont observé que l'addition d'enrofloxacin dans le traitement des mammites cliniques aiguës à *E. coli* avait peu d'impact sur la guérison clinique, la survie, les dommages tissulaires de la mamelle ou la production laitière. L'unique effet significatif observé est la diminution importante des bactéries présentes dans le lait pour le groupe traité avec l'antibiotique.

3.4. Antibiotiques

3.4.1. Plans de traitement d'antibiothérapie

Le plan de traitement proposé par le vétérinaire praticien se base sur le modèle épidémiologique du troupeau établi à partir des documents de l'élevage et d'un sondage bactériologique. Il permet de choisir l'antibiotique à privilégier en première intention, excepté pour les mammites cliniques accompagnées de signes généraux où la gravité de la situation autorise l'utilisation d'antibiothérapie large spectre en première intention quelque soit le modèle épidémiologique du troupeau.

3.4.1.1. Plans de traitement des vaches en lactation

3.4.1.1.1. Plan de traitement des mammites cliniques en lactation en première intention

3.4.1.1.1.1. Antibiothérapie des mammites cliniques accompagnées de signes généraux en première intention

Le traitement des mammites cliniques accompagnées de signes généraux débute par la gestion du choc *via* la fluidothérapie, la correction des troubles électrolytiques éventuels et l'administration d'un anti-inflammatoire (AINS de préférence). Le traitement antibiotique se fait par voie diathélique (= intra-mammaire) avec un spectre large Gram – et Gram +, et générale pour lutter contre les infections secondaires à la bactériémie. Les mammites cliniques avec signes généraux nécessitent un traitement de première intention le plus efficace possible afin d'éviter l'évolution vers la septicémie et la mort de l'animal.

Pour l'antibiotique par voie diathélique, Bosquet *et al.*, 2013 recommandent une association large spectre Gram + et Gram – de type β -lactamine – aminoside, amoxicilline – acide clavulanique ou bacitracine – néomycine. Le traitement par voie générale cible les Gram – afin de lutter contre les conséquences de la bactériémie avec des fluoroquinolones, du sulfamide – triméthoprim , des aminosides ou de la colistine (Bosquet *et al.*, 2013).

Suojala *et al.*, (2010) ne recommandent pas l'utilisation de l'enrofloxacin sur les mammites cliniques aiguës à *E. coli*. Dans leur étude, le recours à de l'enrofloxacin en plus d'un traitement à base de kétoprofène (AINS), ne modifiait pas significativement le taux de guérison et de survie. Lago *et al.*, (2011a et 2001b) recommandent l'utilisation d'antibiotiques ciblés en cas de mammites cliniques de grade 1 à 2 dues à des bactéries Gram + et un traitement symptomatique seul pour les mammites dues à des bactéries Gram -. Dans leur étude sur 422 vaches nord-américaines, ils montraient que le choix d'une antibiothérapie ciblée n'induisait aucune différence en termes de réussite du traitement à court et long terme : la guérison clinique et bactériologique, l'apparition d'une nouvelle infection intra-mammaire, le risque d'échec du traitement dans les 21 jours, la production laitière, le taux de survie, etc. L'utilisation de l'antibiothérapie ciblée a permis à Lago *et al.*, (2011 a et b) de diminuer de moitié leur consommation d'antibiotiques intra-mammaires.

3.4.1.1.1.2. Antibiothérapie des mammites cliniques non accompagnées de signes généraux en première intention

Les mammites cliniques non accompagnées de signes généraux sont souvent des infections récentes et de localisation parenchymateuse superficielle. Bosquet *et al.*, (2013) recommandent l'utilisation de la voie diathélique en première intention. La voie générale est justifiée seulement lors de congestion importante du quartier, qui restreint la bonne diffusion de l'antibiotique intra-mammaire ou lors de mammite subclinique précédemment détectée qui devient clinique.

Le choix des antibiotiques se fait sur la base du modèle épidémiologique et des bactéries suspectées (Tableau 14). Lorsque les bactéries Gram – sont majoritairement suspectées, Bosquet *et al.*, 2013 privilégient les associations d'antibiotiques pour obtenir un large spectre d'action telle l'association bacitracine - néomycine. Le choix d'antibiotiques est le même lorsque le modèle épidémiologique est mixte ou indéterminé. En cas de suspicion principale de bactéries Gram +, les antibiotiques sont ciblés avec un spectre d'action principalement Gram +.

Tableau 14: Traitement antibiotique des mammites cliniques sans signes généraux en première intention (d'après Bosquet *et al.*, 2013)

Modèle épidémiologique	Mixte, indéterminé	Environnemental		Contagieux	
		> 20 % de Gram -	< 20 % de Gram -	< 20 % de SCP+	> 20 % de SCP +
Spectre d'activité	Large Gram + et Gram -		Restreint Streptocoques et SCP -		Gram + (Streptocoques, SCP + et SCP -)
Voie d'administration	Diathélique (+ générale si congestion, ancienneté)				
Choix des antibiotiques par voie diathélique	β-lactamine – aminoside, amoxicilline – acide clavulanique, bacitracine – néomycine		β-lactamines (benzylpénicilline, pénéthamate)		Pénicilline M, Céphalosporines de 1ere et 2ème génération, Lincosamides
Choix des antibiotiques par voie générale	Macrolides, β-lactamines (pénéthamate)		β-lactamines (pénéthamate)		Macrolides

3.4.1.1.1.3. Antibiothérapie des mammites subcliniques en lactation en première intention

Le traitement des mammites subcliniques se fait au tarissement à de rares exceptions que nous précisons ci dessous durant la lactation. Le taux de guérison des mammites subcliniques durant la lactation est de 50 % en moyenne contre 70 à 80 % au tarissement (Bosquet *et al.*, 2013). Le coût important de ce traitement en matière de médicaments et surtout de pertes de lait est un critère majeur de décision. Un traitement en lactation permet de diminuer les CCSI et la concentration en bactéries dans le lait. Le choix des animaux à traiter est restreint pour que l'opération soit rentable. Il s'agit de vaches en première ou deuxième lactation dans les 3 premiers mois de cette lactation et ayant un CCSI $\geq 1\ 500\ 000$ cell/mL sans lésions fibreuses du quartier (Bosquet *et al.*, 2013).

Le traitement sera à base de prilimycine par voie diathélique contre les bactéries Gram +, à base de gentamicine et de cloxacilline par voie diathélique ou de pénéthamate par voie générale pour une action à large spectre. Un traitement de seconde intention serait trop coûteux.

3.4.1.1.4. Échec de l'antibiothérapie de première intention

L'échec du traitement de première intention correspond à plusieurs situations différentes et pour lesquelles la réalisation d'une bactériologie, afin d'identifier la bactérie responsable, est un atout majeur. En cas d'absence d'amélioration clinique dans les 48 heures, l'antibiotique de première intention a un défaut d'activité dû soit en raison de caractéristiques pharmacodynamiques inadaptées et/ou de résistance bactérienne soit parce qu'il ne correspond pas à la bactérie responsable qui est différente de celle suspectée.

Lors d'une absence de guérison complète à 5 jours post-traitement, l'antibiotique de première intention a probablement un défaut de pharmacocinétique (la concentration ou le temps de contact sont insuffisants) ou la bactérie responsable de la mammites n'est pas celle suspectée. En cas de réapparition des signes cliniques entre 5 et 21 jours, il s'agit également d'un défaut de pharmacocinétique de l'antibiotique mais les chances de guérison de l'animal sont beaucoup plus faibles (Bosquet *et al.*, 2013).

3.4.1.2. Plans de traitement au tarissement

Le traitement au tarissement a plusieurs objectifs : l'élimination des mammites subcliniques apparues pendant la lactation et la prévention des infections pendant la période sèche.

En France, deux plans de traitement existent, l'antibiothérapie systématique qui était le modèle dominant en 2012 (Bosquet *et al.*, 2013) et l'association d'une obturation du trayon systématique avec une antibiothérapie sélective. De nombreuses variantes de ces deux plans sont retrouvées sur le terrain.

L'antibiothérapie systématique consiste à traiter toutes les vaches au tarissement avec un antibiotique à spectre large. Elle est indiquée pour des élevages où la prévalence des mammites apparues au cours de la lactation est moyenne à élevée (plus de 20 % de CCSI > 300 000 cell/mL) et quand le risque de nouvelles infections pendant le tarissement est moyen à élevé (Bosquet *et al.*, 2013).

L'association d'une obturation du trayon systématique avec une antibiothérapie sélective permet une baisse de l'utilisation des antibiotiques pendant le tarissement et la lactation suivante. Toutes les vaches auront une obturation du trayon mais seules les vaches infectées auront une antibiothérapie avec un spectre large. L'obturation du trayon réduit l'incidence des mammites lors contamination de la mamelle avant le vêlage et diminue la prévalence des mammites entre 0 et 5 jours après le vêlage (McDougall *et al.*, 2009b).

3.4.2. La résistance aux antibiotiques utilisés dans le traitement des mammites

L'antibiorésistance est un phénomène naturel d'adaptation des bactéries à leur milieu et à la cohabitation avec les autres bactéries, champignons, etc. L'utilisation des antibiotiques depuis la découverte de la pénicilline en 1929 accélère ce processus évolutif et la sélection de résistances.

3.4.2.1. Résistance naturelle et résistance acquise

La résistance naturelle d'une bactérie par rapport à un antibiotique dépend souvent du mode d'action de celui-ci (absence ou inaccessibilité de la cible). Cette résistance est caractéristique d'un genre bactérien ou d'un groupe de souches et est connu dans la littérature.

Les mécanismes de résistance naturelle sont (Puyt *et al.*, 2013) :

- l'imperméabilité : les bactéries Gram + ont une paroi constituée de peptidoglycanes qui laisse aisément passer les petites molécules dont les antibiotiques. Les bactéries Gram – ont une paroi plus riche en lipides qui forme une couche hydrophile empêchant le passage des molécules hydrophobes telles les pénicillines G et M, les macrolides et les lincosamides. De même, les aminosides pénètrent dans la bactérie *via* des transporteurs en relation avec la chaîne respiratoire. Ils ne peuvent pas pénétrer les bactéries anaérobies qui n'en possèdent pas.
- l'efflux actif : il s'agit de pompes qui permettent d'expulser les toxiques à l'extérieur de la cellule. *E. coli* possède une pompe AcrAB/TolC qui expulse entre autres les tétracyclines, les β lactamines et certaines fluoroquinolones.
- une faible affinité pour la cible : les quinolones de première et deuxième générations ont une faible affinité pour les topoisomérases II (leur cible) chez les coques Gram +.
- une modification enzymatique de l'antibiotique : toutes les souches de *Bacillus* sont résistantes aux céphalosporines grâce à l'action de β lactamases chromosomiques.

La résistance acquise est due à la sélection de bactéries ayant survécu à la pression des antibiotiques et à la transmission de cette capacité de survie *via* du matériel génétique (plasmides notamment) à d'autres bactéries.

La résistance acquise comporte trois grands mécanismes cellulaires. Le premier est une modification de la cible de l'antibiotique. La cible peut également être produite en plus grande quantité. Les antibiotiques d'une même classe ont en général la même cible, donc ce type de résistance agit sur une même classe d'antibiotiques. Les modifications de la cible de l'antibiotique vont avoir lieu suite à une mutation dans le gène codant la cible, la liaison d'une protéine se fixant sur la cible ou une activité enzymatique (Puyt *et al.*, 2013).

Le second est dû à une modification ou inactivation enzymatique. Cela concerne surtout la résistance aux aminosides et aux β lactamines. La plupart des souches de *Staphylococcus aureus* possède une β lactamase acquise.

Le troisième conduit à une baisse de la concentration intracellulaire en antibiotique. Les bactéries Gram – par la modification quantitative ou qualitative de systèmes de transports (porines) augmentent leur perméabilité naturelle aux β lactamines, aux tétracyclines et à certaines quinolones. De même, l'efficacité du système d'efflux est accrue par l'augmentation acquise du nombre de pompes ou par acquisition de pompes par des bactéries qui en étaient dépourvues.

Lors d'une bactériologie, l'antibiogramme est réalisé pour déterminer les résistances acquises de la bactérie isolée vis-à-vis des antibiotiques utilisés.

3.4.2.2. Méthodes pour limiter l'antibiorésistance

Afin de lutter contre l'antibiorésistance, il faut limiter le contact entre des antibiotiques inadaptés et les bactéries. Bosquet *et al.*, 2013 recommande de limiter l'usage :

- des antibiotiques dans le traitement des mammites : cela concerne les traitements non justifiés où les chances de guérison sont faibles. La prévention des mammites par des modifications du logement, de l'hygiène de traite ou de la machine à traire diminue le nombre de traitements antibiotiques utilisés ,
- des traitement par voie générale : ils agissent sur la mamelle mais également sur les flores commensales de l'organisme dont la flore digestive et peuvent induire des résistances au niveau de cette flore. De même, afin de limiter le développement de résistance de la flore digestive, le lait contenant des résidus d'antibiotiques ne doit pas servir à la nutrition des veaux. Les traitements par voie générale doivent être réservés aux situations l'exigeant comme lors de risque de septicémie ou de rechute de mammite clinique,
- systématique des traitements à large spectre,
- des antibiotiques de dernières générations, appelés aussi antibiotiques d'importance critique ou « antibiotiques critiques » (ce sont principalement les céphalosporines de 3^{ème} et 4^{ème} générations ainsi que les fluoroquinolones), afin de préserver leur efficacité.

Conclusion de la partie n°3 :

Le traitement des mammites cliniques consiste à traiter les symptômes *via* la correction de la déshydratation et des troubles électrolytiques éventuels par la fluidothérapie, l'inflammation par des AINS, et à lutter directement contre les bactéries responsables *via* une antibiothérapie adaptée. Pour réaliser le choix de l'antibiotique, l'éleveur se reporte au plan de traitement réalisé avec son vétérinaire sur la base de son modèle épidémiologique. Le traitement des mammites subcliniques se fait au moment du tarissement.

La lutte contre l'antibiorésistance passe par la prévention et l'utilisation de la voie diathétique en priorité. Un plan de tarissement adapté à l'élevage permet une baisse des mammites donc une baisse de l'utilisation des antibiotiques.

DEUXIÈME PARTIE :

TRAVAIL PERSONNEL

ENQUÊTE SUR LES CRITÈRES DIAGNOSTIQUES ET L'APPROCHE THÉRAPEUTIQUE ACTUELS DES MAMMITES DE LA VACHE LAITIÈRE AUPRÈS DES VÉTÉRINAIRES EN FRANCE

Cette deuxième partie est consacrée à l'étude des modalités concrètes de mise en œuvre du diagnostic et de la thérapeutique des mammites de la vache laitière par les vétérinaires en France. Dans ce but, une étude épidémiologique descriptive a été menée *via* un questionnaire en ligne portant sur des critères diagnostiques et à l'approche thérapeutique actuels des mammites de la vache laitière des vétérinaires français. Elle est détaillée ci-dessous de sa conception à son interprétation.

L'objectif de cette étude est de mettre en évidence les critères principaux qui déterminent la réalisation d'un diagnostic de mammite et ceux qui conditionnent le choix d'un traitement ou le choix de ne pas traiter.

Les infections intra-mammaires sont appelées mammites par la suite. Les vétérinaires praticiens exerçant une activité exclusivement avec les animaux de production seront appelés vétérinaires ruraux, ceux exerçant une activité double concernant à la fois les animaux de productions et une autre ou plusieurs espèces seront appelés vétérinaires mixtes. De même, les vétérinaires praticiens exerçant une activité exclusivement avec les carnivores domestiques seront appelés vétérinaires canins.

1. Matériel et méthode

1.1. Questionnaire

Un questionnaire a été créé qui comprend 19 questions techniques et 6 questions relatives aux informations personnelles et professionnelles du vétérinaire. Cette enquête comporte des questions ouvertes, à réponse unique, à choix multiples et des questions de type « grille ». Le questionnaire a été volontairement construit pour ne nécessiter un temps de réponse que de l'ordre de 10 à 15 minutes afin d'être accessible au plus grand nombre.

1.2. Choix de l'échantillon concerné par l'étude

1.2.1. Choix de la population cible

La population cible choisie était l'ensemble des vétérinaires praticiens exerçant en France en mixte ou en rurale exclusivement, et non retraités.

1.2.2. Choix de la population source

La population source, d'où l'on a extrait notre échantillon, a dû être choisie en prenant en compte la voie utilisée pour transmettre le questionnaire, c'est-à-dire par courrier électronique grâce à la liste de diffusion des GTV.

Ainsi, la population source choisie était l'ensemble des vétérinaires praticiens français abonnés à la liste de diffusion des GTV, qui par essence étaient donc des vétérinaires mixtes ou ruraux.

1.2.3. Choix de l'échantillon

L'échantillon, le lot de vétérinaires sur lesquels portent les analyses statistiques, a donc été constitué de l'ensemble des vétérinaires ayant répondu au questionnaire pendant la période du 23/02/2015 (date de l'envoi) au 23/03/2015 (date d'arrêt de réception des réponses). Pendant cette période, 95 vétérinaires ont répondu et constituent donc notre échantillon.

1.3. Sujets abordés

L'ensemble du questionnaire est visible en annexe 1.

1.3.1. Définition des mammites

Cette partie abordait en deux questions ouvertes les termes utilisés par les vétérinaires pour définir les mammites subcliniques et cliniques. Le but était de comparer les définitions utilisées sur le terrain avec celles de la littérature.

1.3.2. Prévalence des mammites et intervention des vétérinaires

Deux questions traitaient des taux de prévalence des mammites cliniques et subcliniques dans les élevages laitiers de la clientèle des vétérinaires interrogés. Les questions 5 à 7 interrogeaient sur la fréquence des interventions effectuées en première, deuxième ou troisième intention en cas de mammites subcliniques, puis de mammites avec ou sans signes généraux.

Les mots « sans » et « avec » ont volontairement été écrits en majuscules dans « mammites SANS signes généraux » et dans « mammites AVEC signes généraux », et ce dans plusieurs questions afin d'éviter la confusion entre ces deux types de mammites.

Le but de cette partie était de connaître les modalités habituelles d'intervention des vétérinaires par actes ou par prescription.

1.3.3. Diagnostic des mammites

Une question abordait les critères utilisés pour suspecter une mammite à Gram + ou Gram – à l'aide d'un classement des critères par ordre décroissant de priorité (1 étant le critère le plus utilisé, 5 le moins utilisé). Une deuxième question portait sur la fréquence d'utilisation de certains critères permettant d'établir un modèle épidémiologique pour un élevage.

Cette partie avait pour finalité de clarifier les critères actuellement utilisés sur le terrain pour le diagnostic des mammites.

1.3.4. Traitement des mammites

Cette partie traitait des possibilités de traitement mis en place dans le cadre de mammites subcliniques, cliniques avec ou sans signes généraux ainsi que les traitements au tarissement choisis en fonction du modèle épidémiologique de l'élevage (Figure 7). Cela avait pour objectif de comparer ce qui est réalisé sur le terrain avec les recommandations actuelles.

Figure 7: Questionnaire en ligne - question 12

12. Lorsque vous intervenez en première intention, classez par ordre décroissant de priorité (de 1 à 6) le traitement médical que vous prescrivez et/ou administrez en cas de mammites cliniques AVEC signes généraux chez une vache laitière.
(1 étant le traitement le plus utilisé, 6 le moins utilisé)
Une seule réponse possible par ligne.

	Fluidothérapie	AIS	AINS	Antibiotique large spectre par voie intramammaire	Antibiotique spectre ciblé par voie intramammaire	Antibiotique large spectre par voie générale	Antibiotique spectre ciblé par voie générale
1	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
2	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
3	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
4	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
5	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
6	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

1.3.5. Informations personnelles au sujet des vétérinaires

Cette dernière partie abordait l'activité des vétérinaires questionnés à travers la part du temps consacré à l'activité bovine et la part d'élevages laitiers dans la clientèle. Des questions plus personnelles concernaient l'année de sortie de l'école, le sexe et l'âge des vétérinaires interrogés.

Le but de ces questions était de connaître le profil des vétérinaires ayant répondu afin de voir s'il correspondait à la population des vétérinaires praticiens exerçant en France en mixte ou en rurale exclusivement, et non retraités.

1.4. Moyen de diffusion

1.4.1.1. Mise en ligne

L'enquête était basée sur un questionnaire envoyé par courrier électronique. Le questionnaire a d'abord été rédigé en version informatique grâce au logiciel de traitement de texte Apache Open Office Writer® puis créé en ligne et hébergé sur un site internet permettant l'élaboration de questionnaires et la récolte des réponses de manière simple : Google Drive®. Ainsi la création des questions était simple en entrant l'intitulé de la question, le type de question désiré ainsi que les différentes réponses dans le cas de questions à choix multiples ou de type grille.

Le questionnaire, visible en annexe 1, a été élaboré par mes soins avec le concours de Mr. Yves Millemann, professeur à l'École Nationale Vétérinaire d'Alfort et directeur de ma thèse. Puis ce questionnaire a été soumis aux relectures de confrères et de membres des GTV, afin de recueillir leurs remarques et suggestions. Le contenu des questions a été ainsi modifié et amélioré. Certaines modifications de mise en page, de police et de présentation ont été effectuées.

Le lien renvoyant vers l'enquête était le suivant :

https://docs.google.com/forms/d/1f7igR2lr2f94RFPjZTXwOamLUeOi4U1L3cz0MNFO6lQ/viewform?usp=send_form

1.4.1.2. Diffusion

Avec l'équipe du Bulletin des GTV, revue de formation continue des vétérinaires praticiens en productions animales, nous avons convenu d'une diffusion à l'aide de la liste de diffusion de leurs abonnés. Il s'agissait alors d'envoyer un courrier électronique à ces vétérinaires en expliquant succinctement le but de cette enquête et l'utilisation des futurs résultats. Les résultats de cette enquête seront utilisés pour la rédaction d'un article qui paraîtra dans le Bulletin des GTV. Le texte du courrier électronique figure en annexe 2.

1.5. Méthode d'analyse

1.5.1. Recueil des données

Le site d'hébergement de l'enquête, Google Drive®, offrait la possibilité de compiler les résultats au fil du recueil des questionnaires remplis et de les exploiter dans un fichier classeur de type MS Excel®. Toutes les réponses reçues ont été prises en compte.

1.5.2. Mise en forme des résultats

Pour chaque question à choix multiples ou pour les grilles, les résultats ont été classés puis représentés sous forme de diagramme à barres ou circulaire grâce à un logiciel de tableur Apache Open Office Writer®, cela permettant une visualisation rapide des données. Pour les questions ouvertes, les réponses ont été classées dans des catégories fixes pour rendre l'analyse objective, puis un diagramme à barre ou circulaire a été élaboré.

2. Résultats

L'ensemble des tableaux correspondant aux figures présentées ci-dessous est disponible en annexe 3.

2.1. Taux de réponse

Un courrier de diffusion a été envoyé à 2000 vétérinaires ruraux et mixtes. Après un mois d'enquête, le nombre de réponses obtenues s'élève à 95 réponses, ce qui représente un taux de réponse global de 4,7 % pour cette enquête.

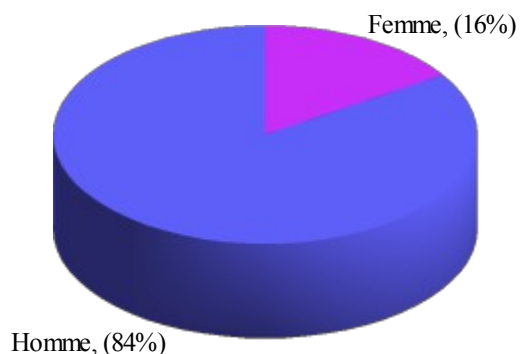
On dénombre 95 répondants ayant complété au moins 80 % du questionnaire (ce qui définit une réponse complète), soit la totalité des répondants.

2.2. Informations personnelles et professionnelles des vétérinaires de l'échantillon

La dernière partie du questionnaire avait pour but de préciser certaines informations personnelles comme le sexe du vétérinaire interrogé, son âge, son année de sortie, ainsi que quelques caractéristiques de leur exercice actuel.

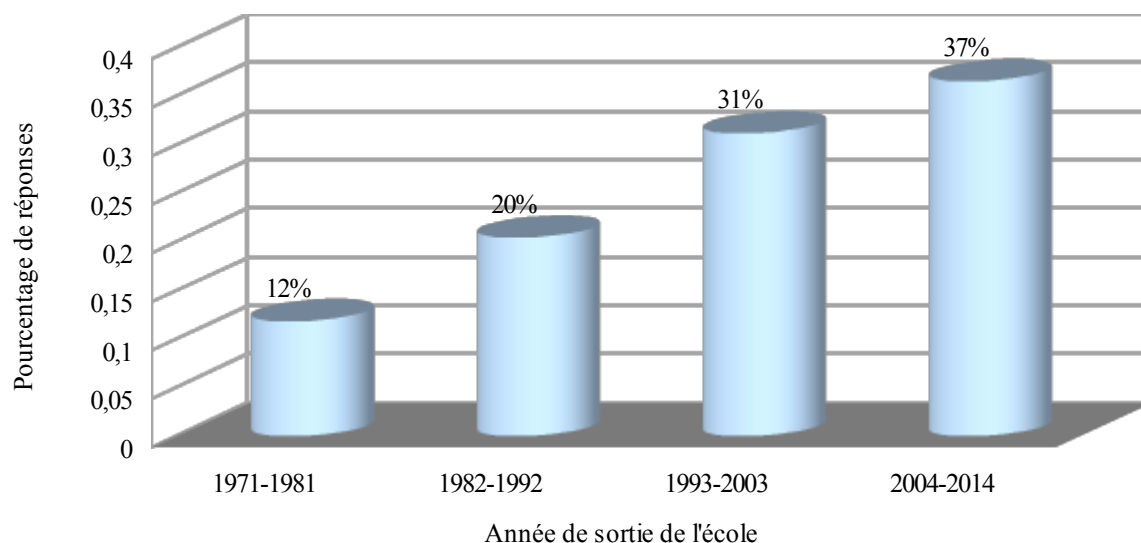
La population de vétérinaires ayant répondu au questionnaire est majoritairement masculine avec la participation de 84 % d'hommes et de 16 % de femmes (Figure 8).

Figure 8: Sexe-ratio des vétérinaires de l'échantillon (95 réponses)



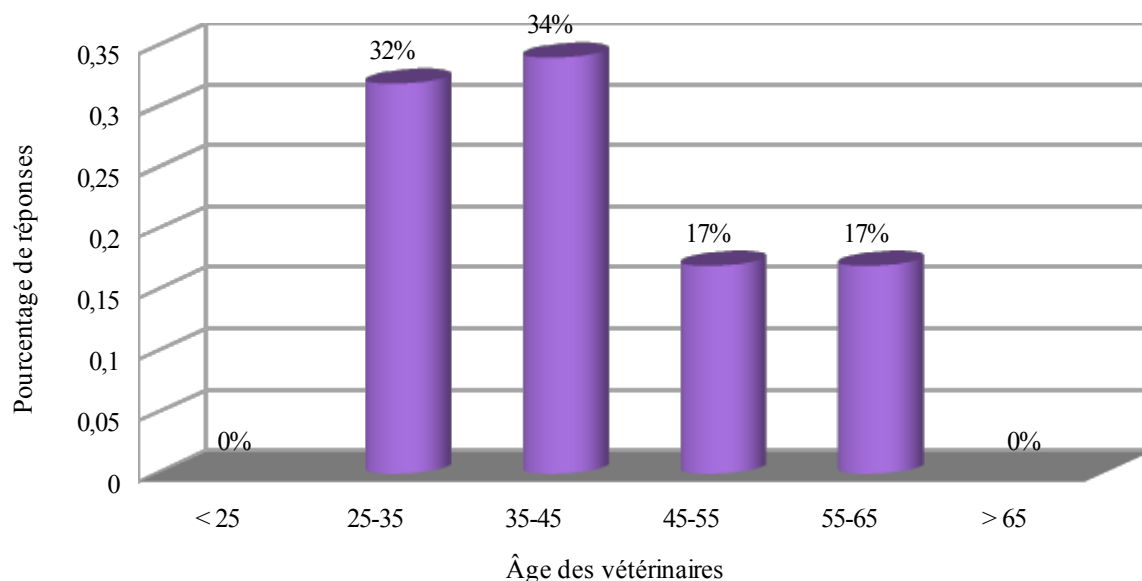
Les vétérinaires de l'échantillon sont sortis entre 1977 et 2012. La catégorie la plus représentée est celle des vétérinaires sortis entre 2004 et 2014, suivi de près par les vétérinaires sortis entre 1993 et 2003 alors que la décennie 1971-1981 est la moins bien représentée (Figure 9). L'année de sortie moyenne est 1998 avec un écart type de 10 ans.

Figure 9: Année de sortie d'école des vétérinaires de l'échantillon (93 réponses)



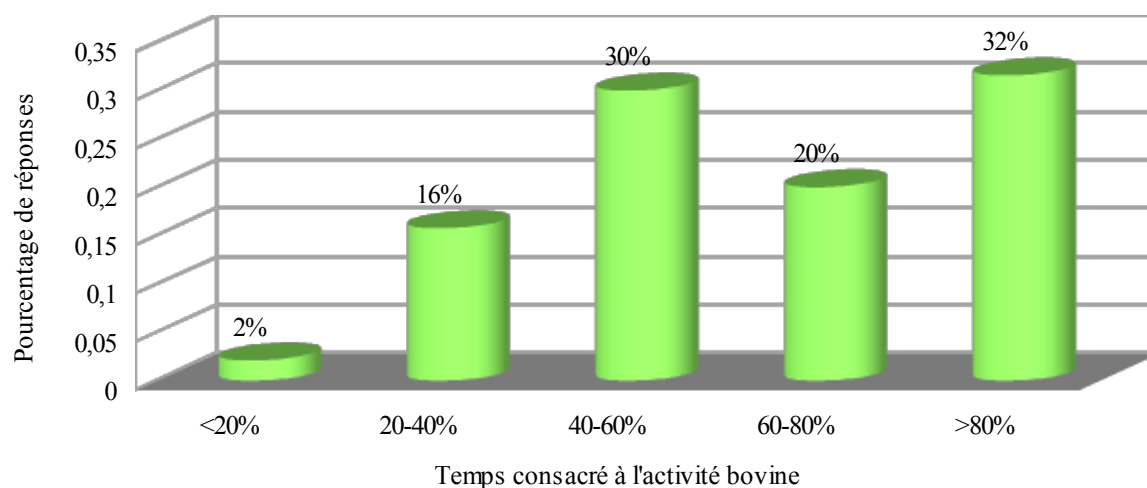
La figure 10 représente la répartition du nombre de réponses en fonction de l'âge des vétérinaires. Ces âges se répartissent entre 27 ans et 62 ans. Toutes les tranches d'âges sont représentées avec une majorité de vétérinaires de 25-35 ans et de 35-45 ans, tranches d'âges qui comptabilisent de façon quasi-équivalente une trentaine de réponses chacune. L'âge moyen est de 42 ans. L'écart type s'élève à 10 ans.

Figure 10: Répartition des âges des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses)



Plus de 80 % des répondants consacrent au minimum 40 % de leur temps à l'activité bovine, soit 52 % de vétérinaires mixtes à dominante bovine ou vétérinaires pour animaux de rente uniquement (>60 % de leur temps est consacré à l'activité bovine), 30% de vétérinaires mixtes qui exercent une activité bovine entre 40 et 60 % de leur temps. En outre, 16 % des vétérinaires emploient 20 à 40 % de leur activité à la médecine bovine. Enfin, quelques répondants exercent une activité mixte à dominante canine (Figure 11).

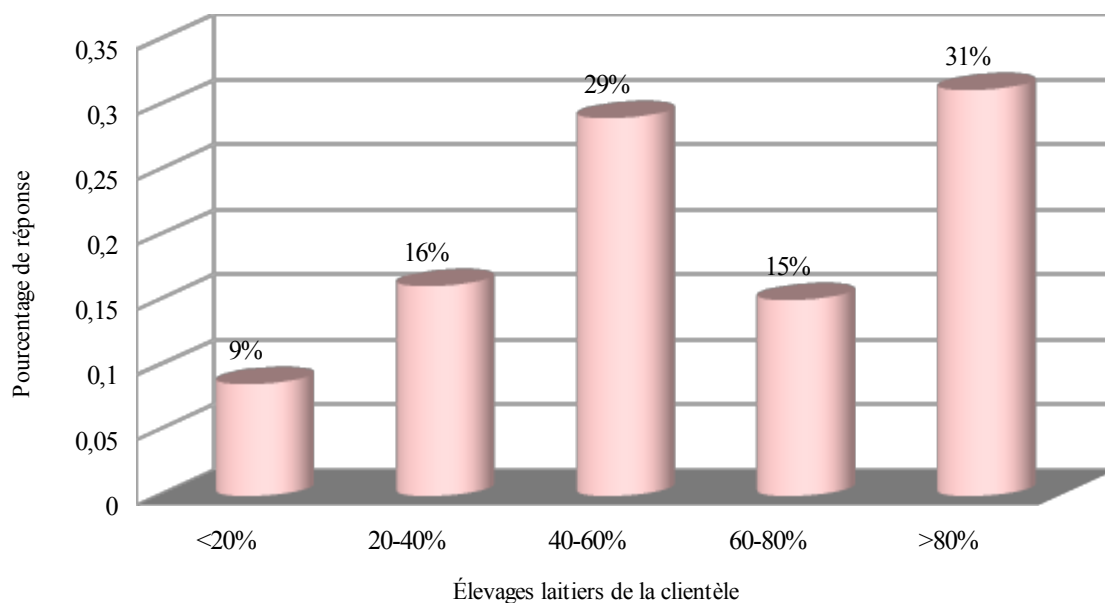
Figure 11: Part du temps consacré à l'activité bovine des vétérinaires de l'échantillon (95 réponses)



Plus de 75 % des clientèles des vétérinaires ayant répondu sont composées d'une majorité d'élevages laitiers, avec 30 % de clientèle comprenant plus de 80 % d'élevages laitiers.

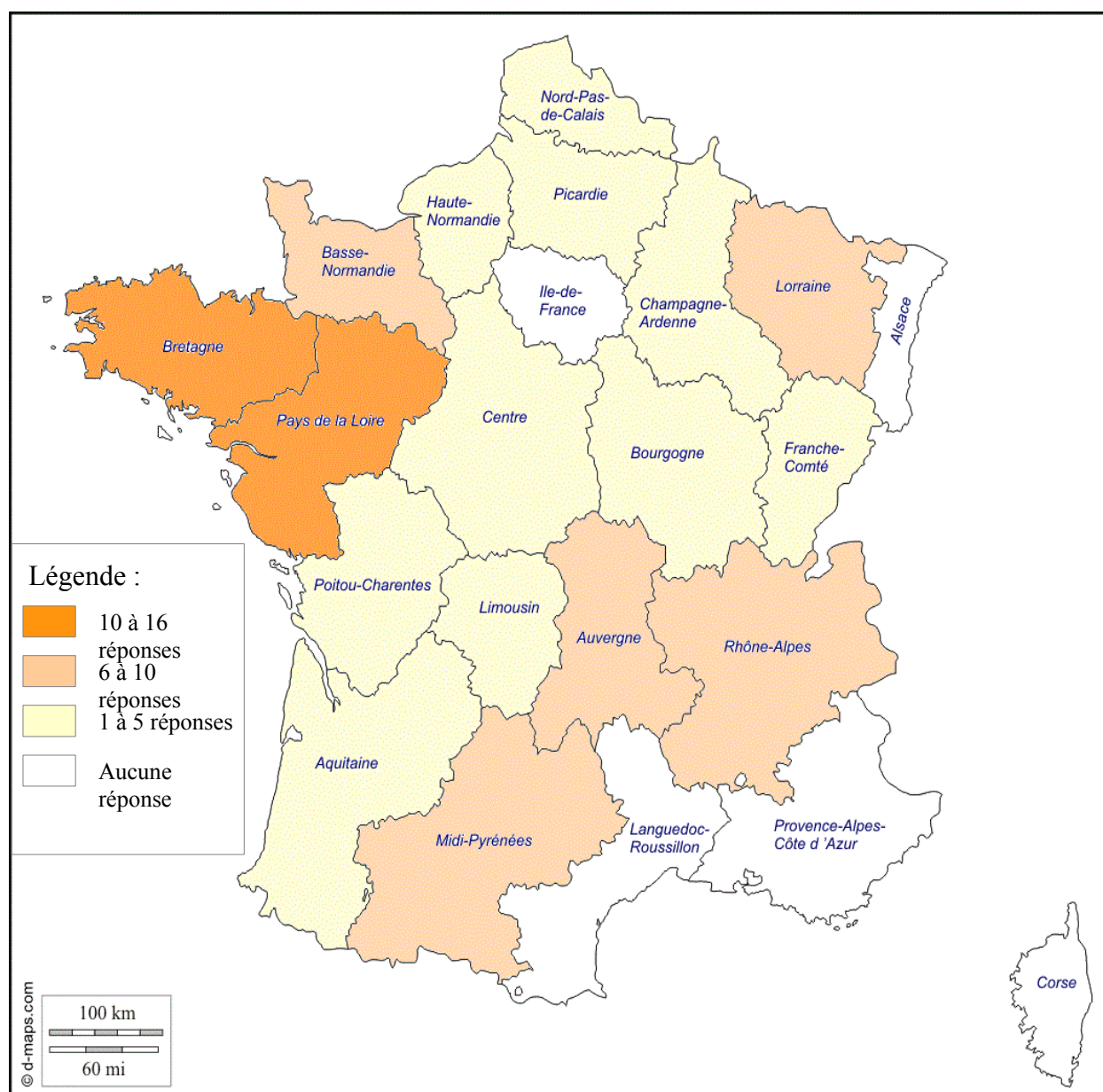
Cependant, les clientèles à dominante allaitante représentent tout de même 25 % des clientèles (Figure 12).

Figure 12: Part des élevages laitiers dans la clientèle des vétérinaires de l'échantillon (93 réponses)



Concernant la répartition des réponses sur le territoire français (Figure 13), les Pays de la Loire et la Bretagne sont les deux régions les plus représentées avec 12 et 16 réponses respectivement, arrivent ensuite la Basse-Normandie, la Lorraine, l'Auvergne, le Rhône-Alpes et le Midi-Pyrénées qui comptabilisent entre 6 et 10 réponses. Les autres régions comptabilisent 1 à 5 réponses. Certaines régions n'ont pas répondu : l'Île-de-France, l'Alsace, le Languedoc-Roussillon, la Provence-Alpes-Côte d'Azur ainsi que la Corse. L'Outre-mer est présente avec la réponse d'un vétérinaire mahorais.

Figure 13: Répartition régionale des réponses au questionnaire (95 réponses)

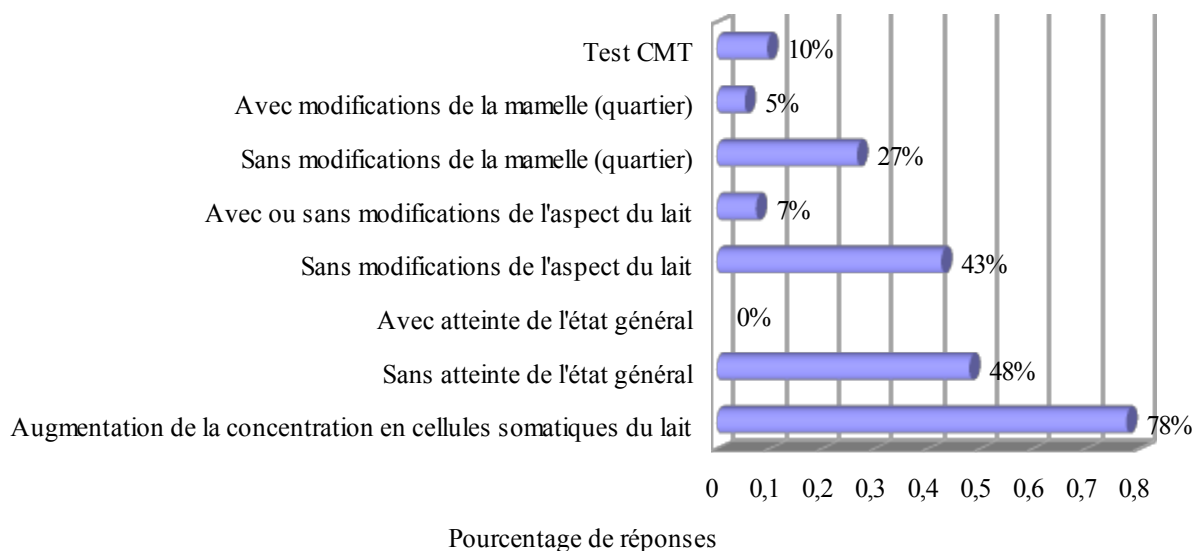


2.3. Définitions des mammites

Parmi les critères cliniques et épidémiologiques utiles au diagnostic d'une mammite subclinique, 78 % vétérinaires de l'échantillon utilisent le critère de l'augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait (Figure 14). La définition des mammites subcliniques comprend également les notions d'absence d'atteinte de l'état général et de modification du lait pour respectivement 48 % et 43 % vétérinaires. Pour 27 % des vétérinaires de l'échantillon, lors de mammite subclinique, la mamelle ne présente pas d'aspect inflammé tandis que cette inflammation était un critère pour 5 % d'entre eux.

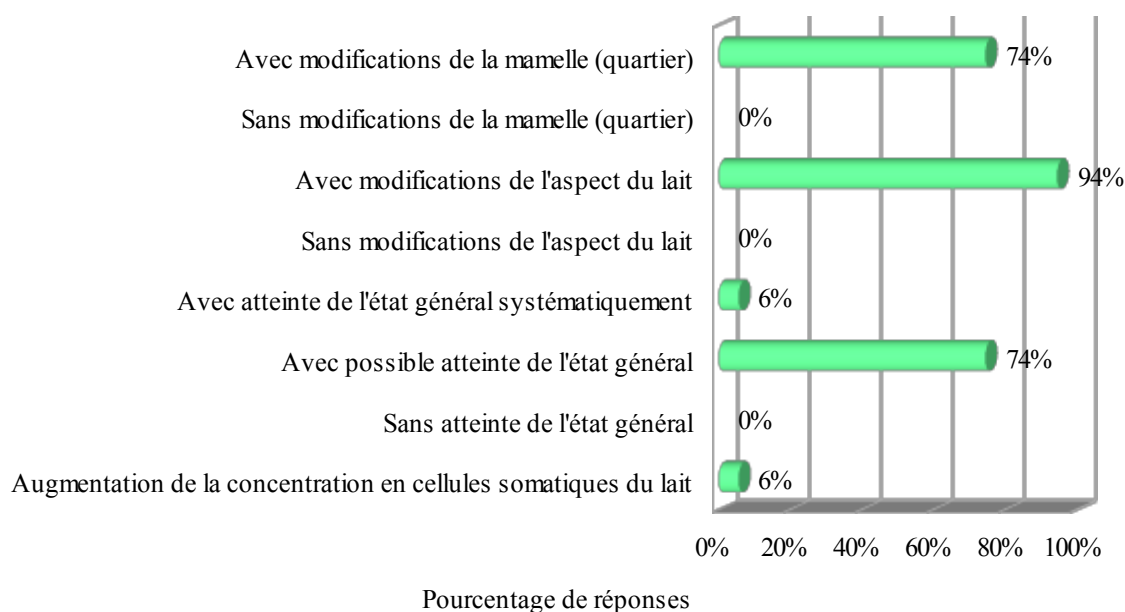
La mention des examens complémentaires pouvant permettre de diagnostiquer les mammites subcliniques comme le test CMT a été signalée spontanément par 9 vétérinaires.

Figure 14: Définition d'une mammite subclinique selon les vétérinaires de l'échantillon (94 réponses)



La définition d'une mammite clinique repose sur une modification de l'aspect du lait (grumeaux, ...) pour 94 % vétérinaires de l'échantillon (Figure 15). Pour 74 % vétérinaires, une mammite clinique comporte également des modifications de la mamelle et une possible atteinte générale. Pour 6 % vétérinaires, le diagnostic d'une mammite clinique est permis par une atteinte générale systématique.

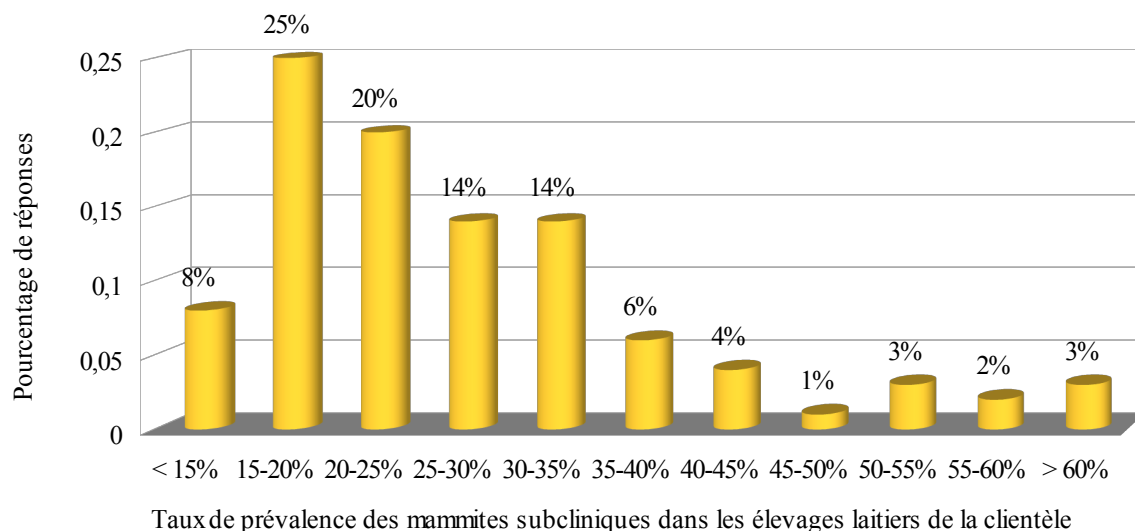
Figure 15: Définition d'une mammite clinique selon les vétérinaires de l'échantillon (90 réponses)



2.4. Prévalence des mammites

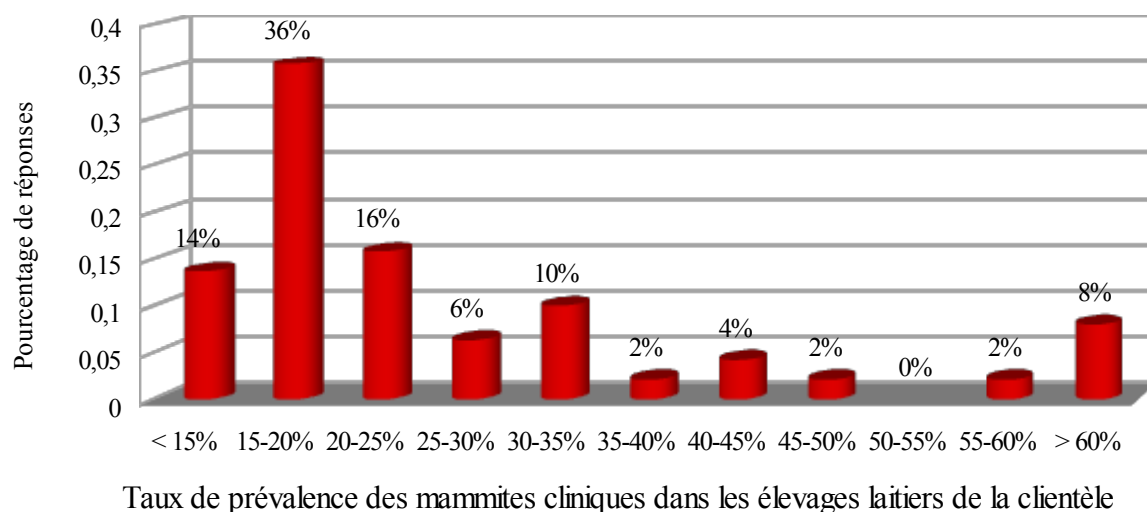
Pour 53 % des vétérinaires interrogés, la prévalence des mammites subcliniques dans les élevages laitiers de leur clientèle ne dépasse pas les 25 % (Figure 16). Pour 87 % d'entre eux, la prévalence de ces mammites est inférieure à 40 %. La prévalence des mammites subcliniques dépasse les 50 % dans les élevages de 8 % des clientèles. La majorité des vétérinaires interrogés estiment cette prévalence entre 15 et 35 %.

Figure 16: Taux de prévalence des mammites subcliniques dans les élevages laitiers de la clientèle des vétérinaires de l'échantillon (95 réponses)



La prévalence des mammites cliniques dans les élevages laitiers est estimée inférieure à 25 % pour 66 % des vétérinaires interrogés (Figure 17). Pour 84 % d'entre eux, la prévalence de ces mammites est inférieure à 40 %. Huit pour cent des clientèles sont composées d'élevage où la prévalence des mammites cliniques dépasse les 60 %.

Figure 17: Taux de prévalence des mammites cliniques dans les élevages laitiers de la clientèle des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses)

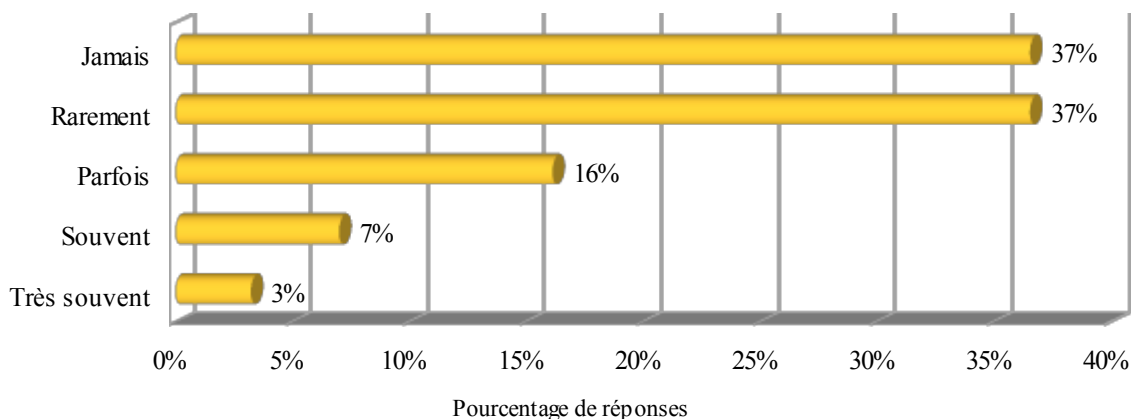


2.5. Intervention des vétérinaire en cas de mammites

2.5.1. Mammites subcliniques

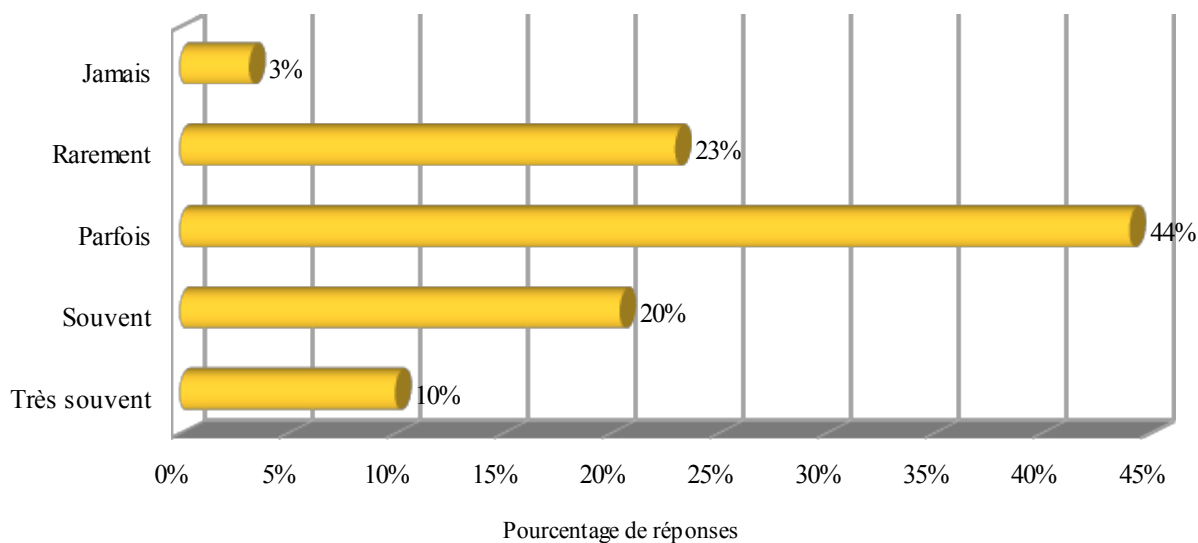
L'intervention en première intention en cas de mammites subcliniques (par acte ou par prescription) concerne rarement ou jamais 73 % des vétérinaires interrogés (Figure 18), tandis que 10 % des vétérinaires interviennent souvent à très souvent pour ce type de mammites.

Figure 18: Intervention en première intention en cas de mammites subcliniques (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (93 réponses)



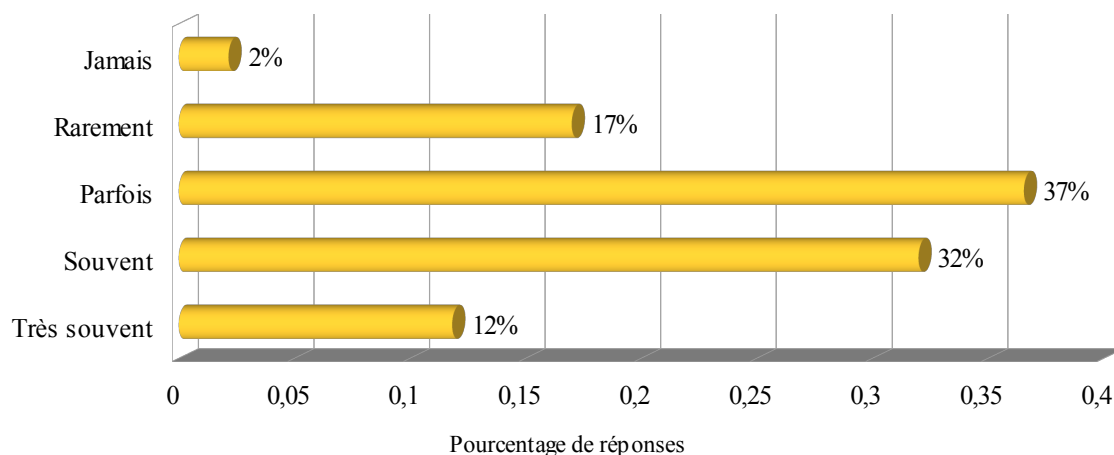
En seconde intention, 44 % des vétérinaires interviennent parfois en cas de mammites subcliniques, 20 % souvent et 10 % très souvent (Figure 19). Par contre, 26 % des vétérinaires n'interviennent que rarement ou jamais en cas de mammites subcliniques en deuxième intention.

Figure 19: Intervention en deuxième intention en cas de mammites subcliniques (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses)



En troisième intention, l'intervention en cas de mammites subcliniques concerne souvent ou très souvent 44 % des vétérinaires interrogés. Trente-sept pour cent des vétérinaires interviennent parfois (Figure 20), tandis que 19 % des vétérinaires interviennent rarement à jamais pour ce type de mammites.

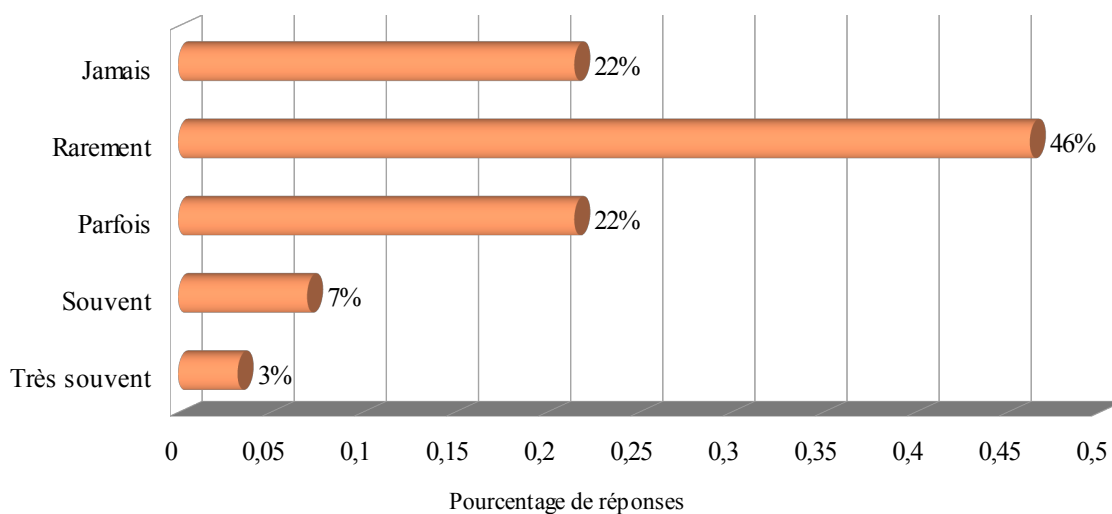
Figure 20: Intervention en troisième intention en cas de mammites subcliniques (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (91 réponses)



2.5.2. Mammites cliniques sans signes généraux

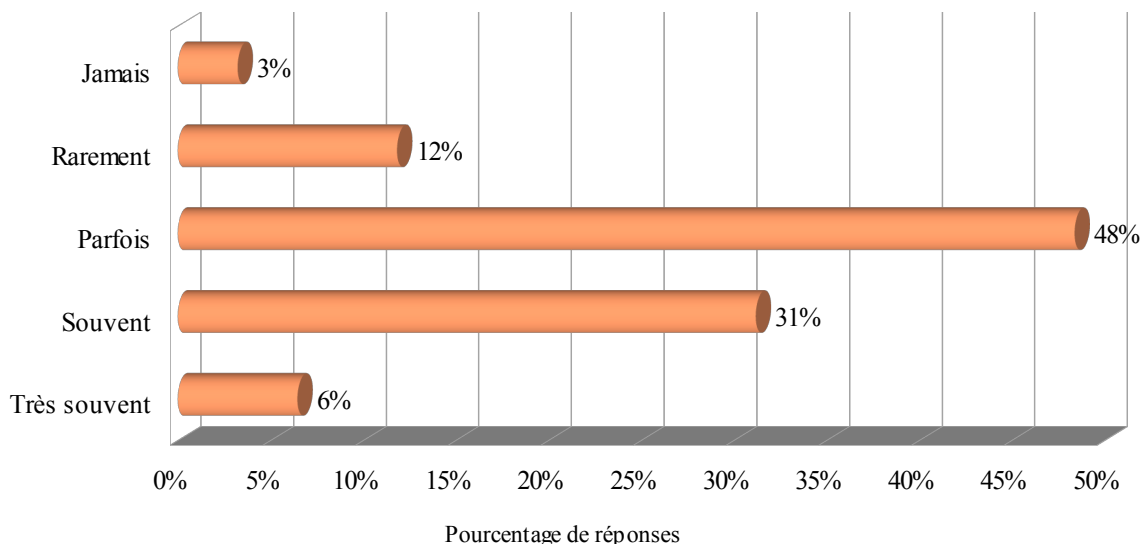
L'intervention en première intention en cas de mammites cliniques sans signes généraux (par acte ou par prescription) concerne rarement ou jamais 68 % des vétérinaires interrogés. En revanche, 22 % des vétérinaires interviennent parfois (Figure 21), tandis que 10 % des vétérinaires interviennent souvent à très souvent pour ce type de mammites.

Figure 21: Intervention en première intention en cas de mammites cliniques sans signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (93 réponses)



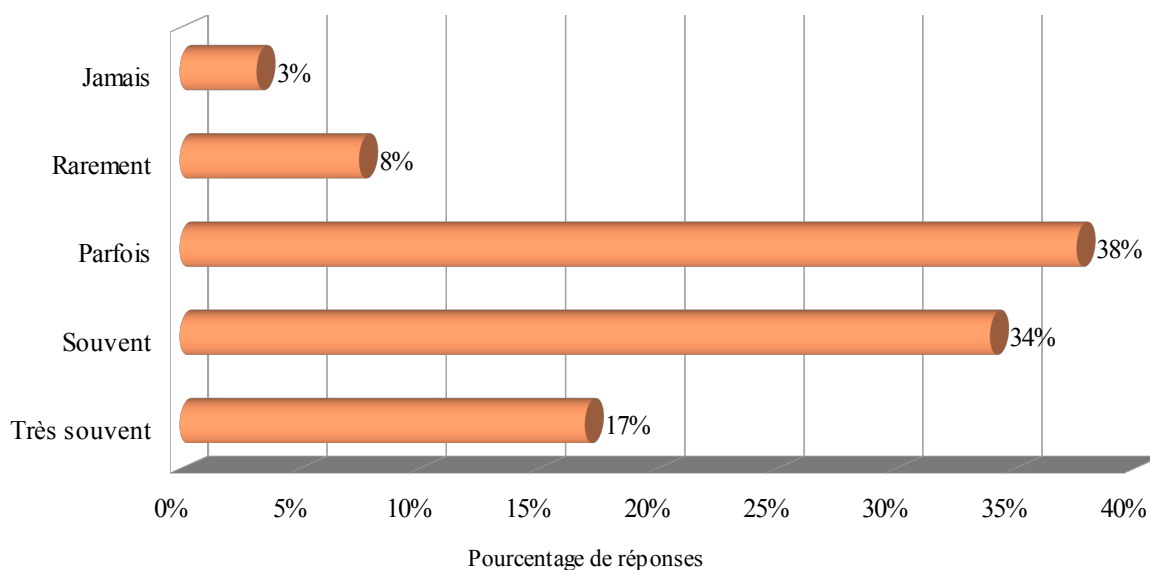
En seconde intention, 48 % des vétérinaires interviennent parfois en cas de mammites sans signes généraux, 31 % souvent et 6 % très souvent (Figure 22). Par contre, 15 % des vétérinaires n'interviennent jamais en cas de mammites sans signes généraux en deuxième intention.

Figure 22: Intervention en deuxième intention en cas de mammites cliniques sans signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses)



En troisième intention, l'intervention en cas de mammites cliniques sans signes généraux concerne souvent ou très souvent 51 % des vétérinaires interrogés. Trente-huit pour cent des vétérinaires interviennent parfois (Figure 23), tandis que 11 % des vétérinaires interviennent rarement à jamais pour ce type de mammites.

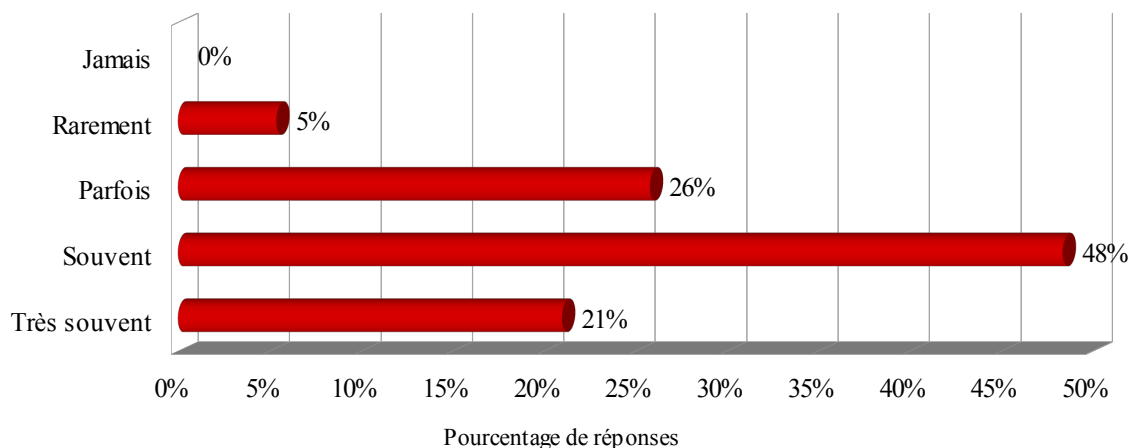
Figure 23: Intervention en troisième intention en cas de mammites cliniques sans signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (91 réponses)



2.5.3. Mammites cliniques avec signes généraux

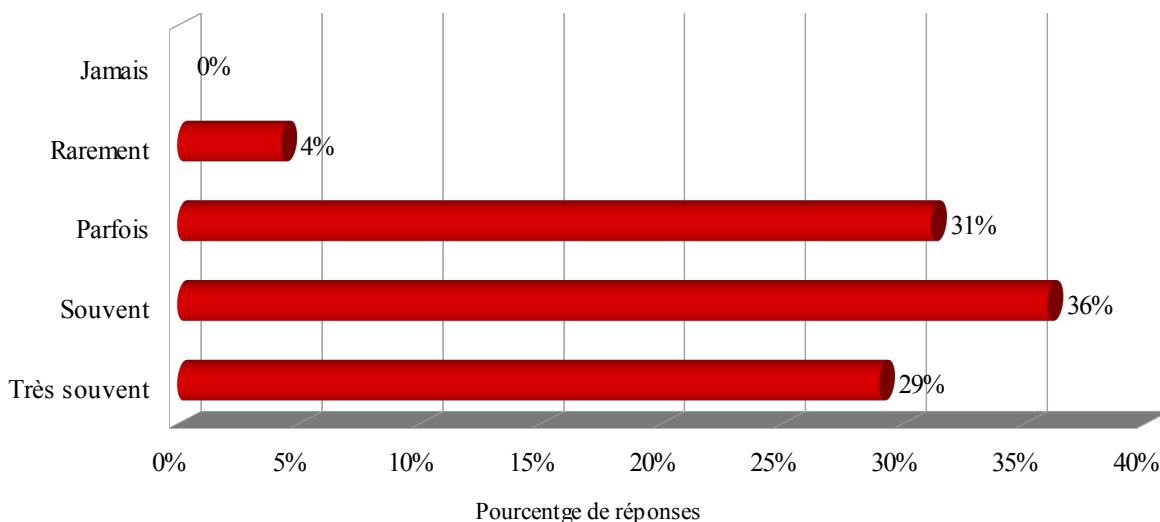
L'intervention en première intention en cas de mammites cliniques avec signes généraux (par acte ou par prescription) concerne souvent à très souvent 69 % des vétérinaires interrogés. Vingt-six pour cent des vétérinaires interviennent parfois (Figure 24), tandis que 5 % des vétérinaires interviennent rarement pour ce type de mammites.

Figure 24: Intervention en première intention en cas de mammites cliniques avec signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses)



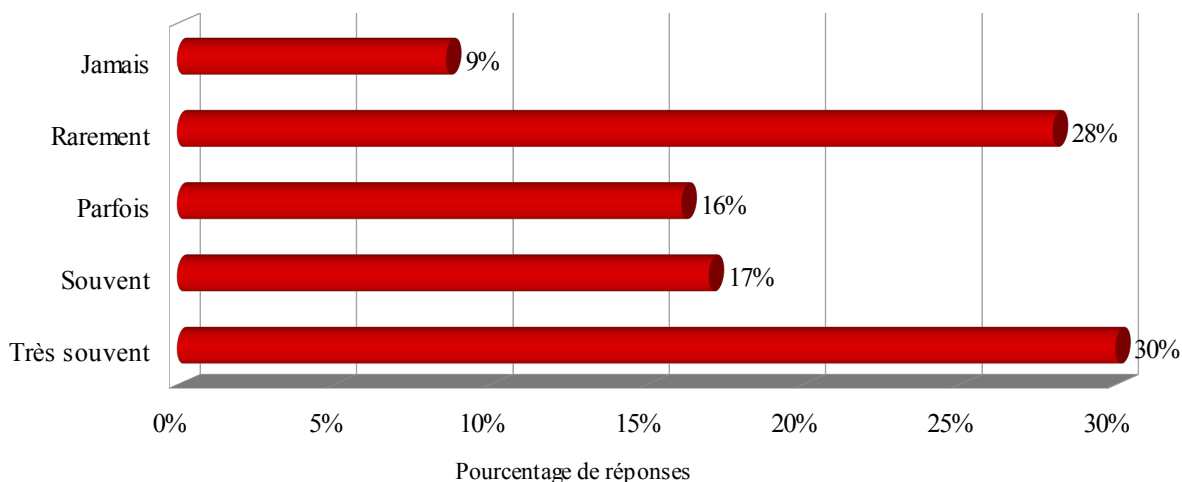
En seconde intention, 65 % des vétérinaires interviennent souvent à très souvent en cas de mammites cliniques avec signes généraux, 31 % parfois, 4 % rarement (Figure 25). Par contre, aucun vétérinaire n'intervenait jamais en cas de mammites cliniques avec signes généraux en deuxième intention.

Figure 25: Intervention en deuxième intention en cas de mammites cliniques avec signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses)



En troisième intention, l'intervention en cas de mammites cliniques avec signes généraux concerne souvent ou très souvent 46 % des vétérinaires interrogés. Seize pour cent des vétérinaires interviennent parfois (Figure 26), tandis que 37 % des vétérinaires interviennent rarement à jamais pour ce type de mammites.

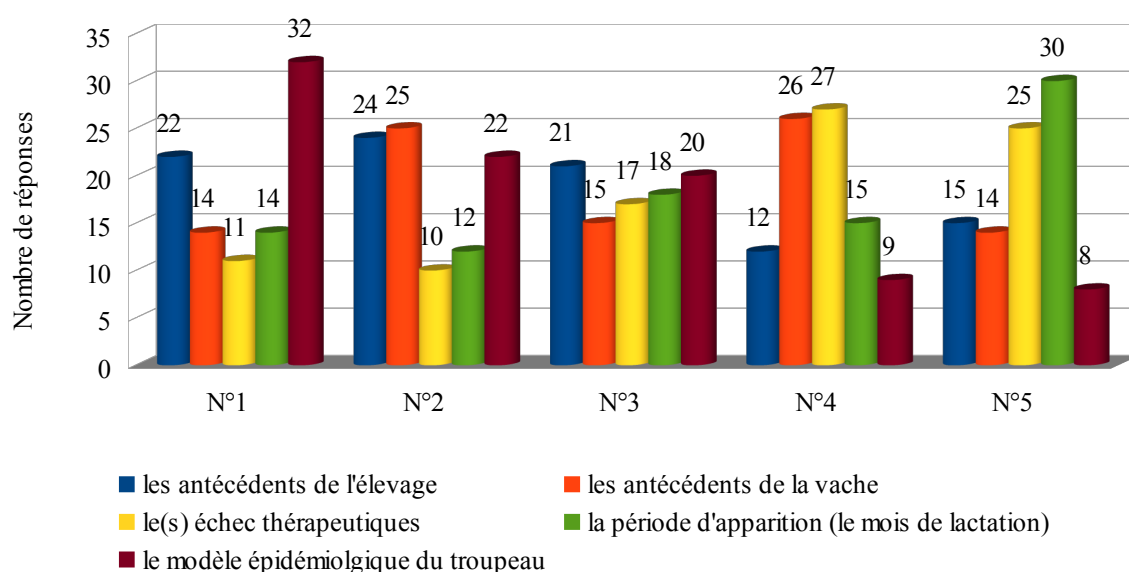
Figure 26: Intervention en troisième intention en cas de mammites cliniques avec signes généraux (par acte ou par prescription) des vétérinaires de l'échantillon (94 réponses)



2.6. Diagnostic des mammites

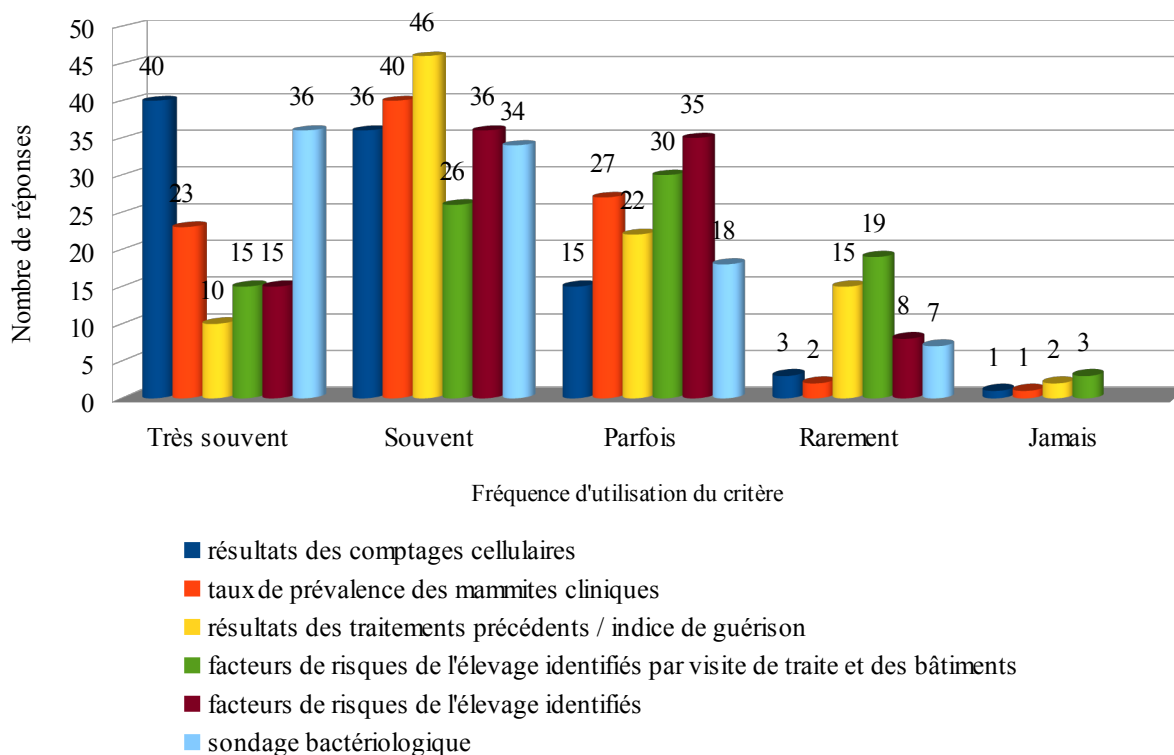
En cas de mammite, afin d'orienter leur diagnostic vers une suspicion de germe(s) Gram + ou Gram – (Figure 27), les vétérinaires utilisaient d'abord le modèle épidémiologique du troupeau, puis l'antécédent de l'élevage et ceux de la vache, suivi des échec(s) thérapeutique(s) et enfin la période d'apparition (le mois de lactation).

Figure 27: Classement des critères utilisés pour suspecter le(s) germe(s) Gram + ou Gram – responsable(s) de la mammite à traiter par les vétérinaires de l'échantillon (89 à 93 réponses)



Afin d'établir un modèle épidémiologique de mammite pour un élevage, les vétérinaires de l'échantillon s'appuient très souvent sur les résultats des comptages cellulaires et sur des sondages bactériologiques (Figure 28). Souvent ils utilisent les résultats des traitements précédents, de même que les facteurs de risques de l'élevage identifiés ou non par une visite de traite et des bâtiments.

Figure 28: Fréquence d'utilisation des critères pour établir le modèle épidémiologique d'un élevage (93 à 95 réponses)

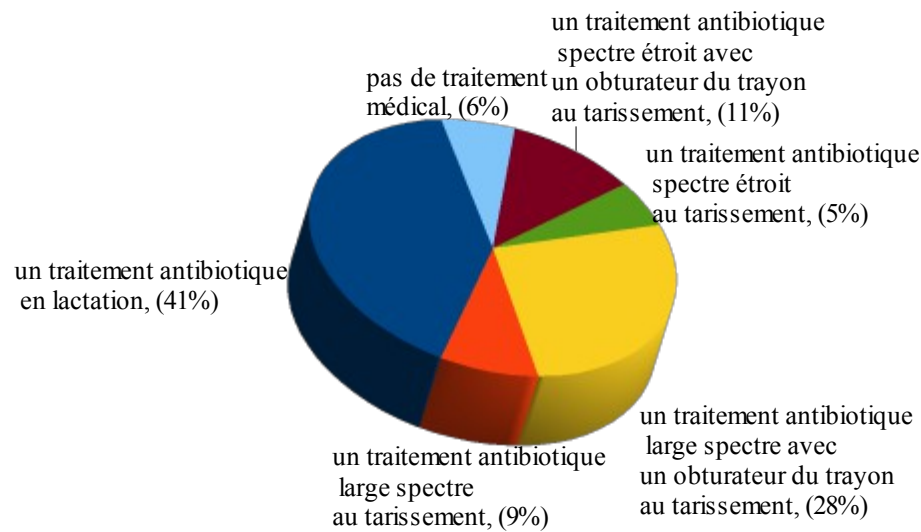


2.7. Traitement des mammites

2.7.1. Traitement en première intention

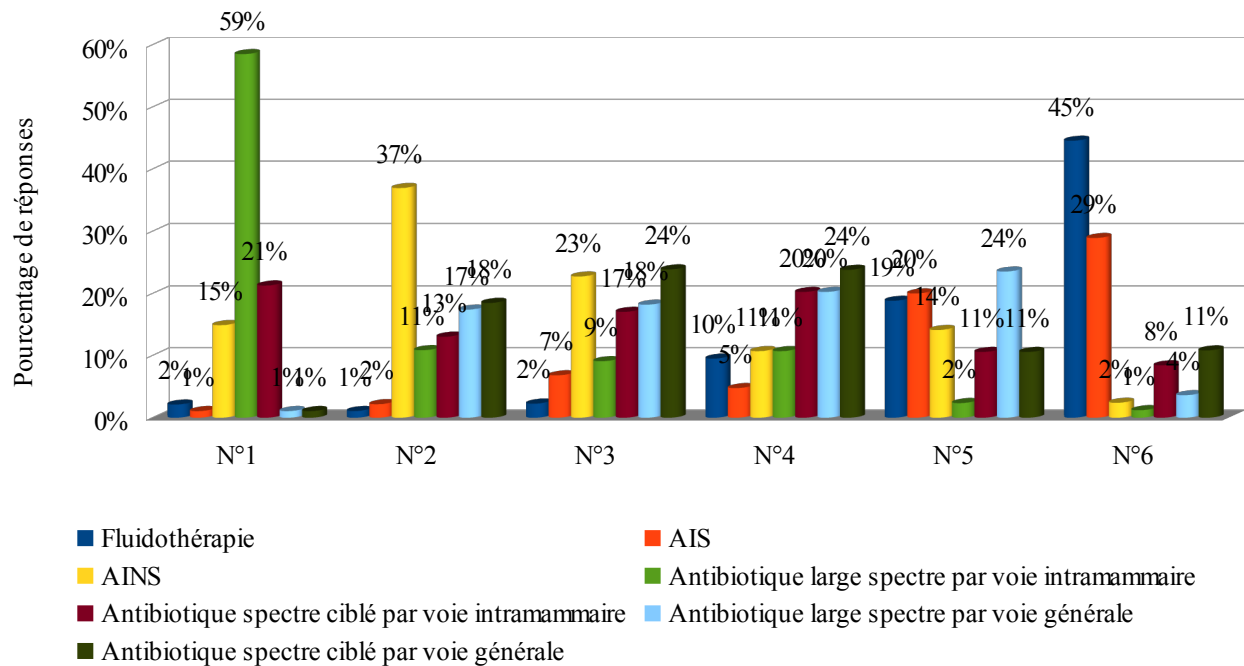
Le traitement médical prescrit ou administré le plus souvent en cas de mammite subclinique par les vétérinaires est à 41 % un traitement antibiotique en lactation et à 53 % un traitement au tarissement. Le traitement au tarissement est composé à 28 % de traitement antibiotique à large spectre avec un obturateur du trayon, à 11 % de traitements antibiotiques à spectre étroit avec un obturateur du trayon, à 9 % d'antibiothérapie à large spectre seule et à 5 % d'antibiothérapie à spectre étroit seule. Une mammite subclinique ne justifie pas de traitement médical pour 6 % des vétérinaires (Figure 29).

Figure 29: Traitement médical prescrit ou administré le plus souvent en cas de mammite subclinique (93 réponses)



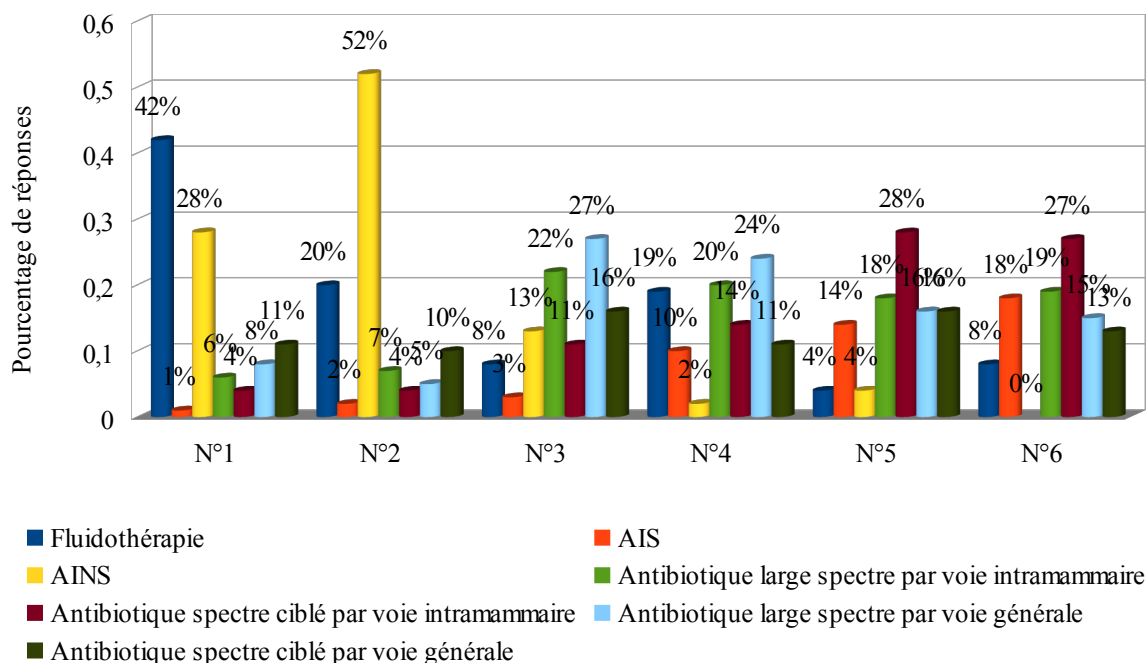
Le traitement médical prescrit ou administré le plus souvent en cas de mammite clinique sans signes généraux est en premier lieu pour 59 % des vétérinaires de l'échantillon une antibiothérapie à large spectre par voie intra-mammaire, en second lieu un traitement anti-inflammatoire non stéroïdien, puis une antibiothérapie à spectre ciblé ou large par voie générale, une antibiothérapie à spectre ciblé par voie intra-mammaire, et en dernier lieu une fluidothérapie et un traitement anti-inflammatoire stéroïdien (Figure 29).

Figure 30: Traitement médical prescrit ou administré le plus souvent en cas de mammite clinique sans signes généraux par ordre de priorité (83 à 94 réponses)



En cas de mammite clinique avec signes généraux, le traitement médical prescrit ou administré le plus souvent est en premier lieu pour 45 % des vétérinaires de l'échantillon une fluidothérapie, en second lieu un traitement anti-inflammatoire non stéroïdien, puis une antibiothérapie à large spectre par voie générale ou intra-mammaire, une antibiothérapie à spectre ciblé par voie intra-mammaire ou générale, et en dernier lieu un traitement anti-inflammatoire stéroïdien (Figure 31).

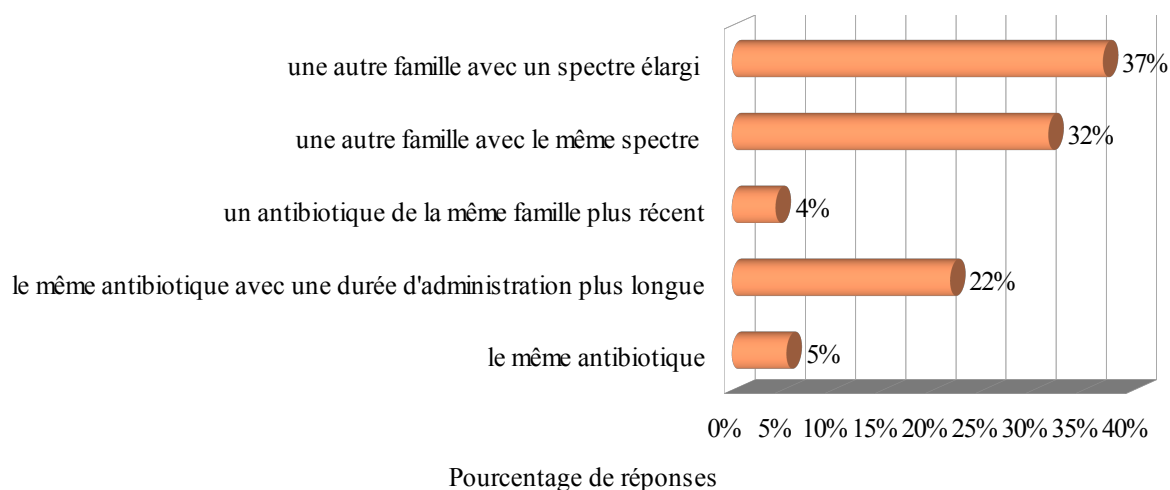
Figure 31: Traitement médical prescrit ou administré le plus souvent en cas de mammite clinique avec signes généraux par ordre de priorité (78 à 95 réponses)



2.7.2. Antibiothérapie en deuxième intention

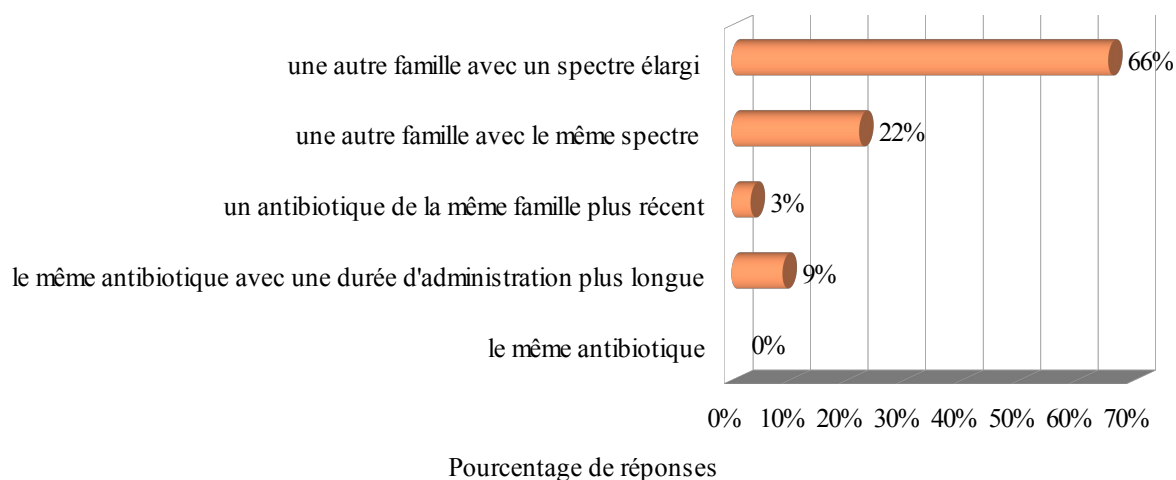
Pour une mammite clinique sans signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique et en cas d'absence d'amélioration dans les 48 heures, 37 % des vétérinaires choisissent le plus souvent de prescrire ou d'administrer une autre famille d'antibiotique avec un spectre élargi par rapport à la première (Figure 32). Trente-deux pour cent préfèrent garder le même spectre d'action et de changer de famille d'antibiotique, alors que 22 % conservent le premier antibiotique prescrit et augmentent la durée d'administration. L'antibiotique de première intention est maintenu pour 5 % des vétérinaires interrogés. Enfin 4 % des vétérinaires prescrivent ou administrent un antibiotique plus récent de la même famille que le premier.

Figure 32: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammite clinique sans signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas d'absence d'amélioration dans les 48 heures (92 réponses)



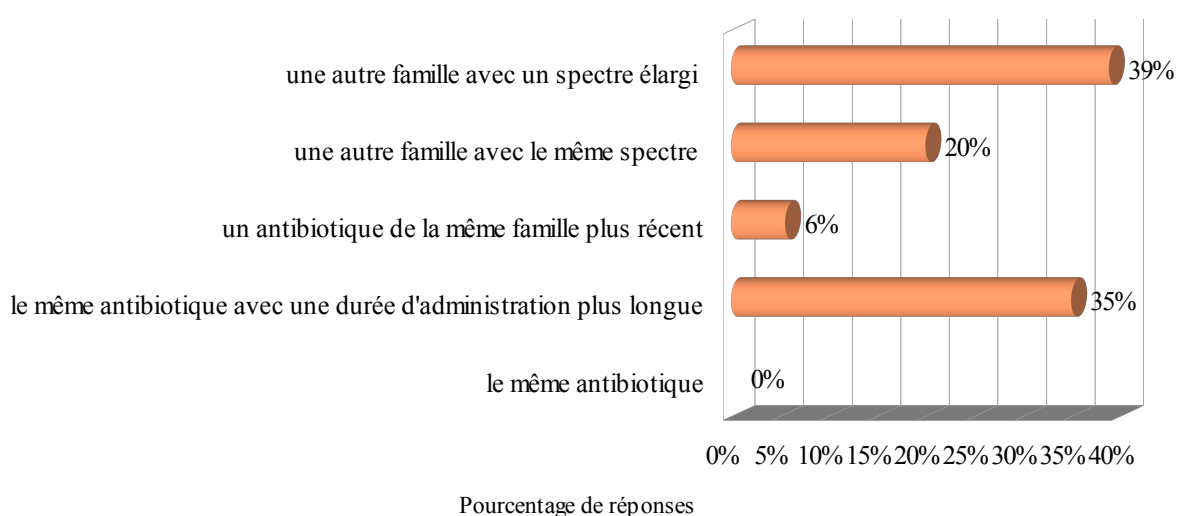
Lors d'une mammite clinique sans signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas de persistance des signes cliniques dans les 5 jours après la mise en place du traitement, 66% des vétérinaires choisissent le plus souvent de prescrire ou d'administrer une autre famille d'antibiotique avec un spectre élargi par rapport à la première (Figure 33). Vingt-deux pour cent préfèrent garder le même spectre d'action et de changer de famille d'antibiotique, alors que 9% conservent le premier antibiotique prescrit et augmentent la durée d'administration. Enfin 3% des vétérinaires prescrivent ou administrent un antibiotique plus récent de la même famille que le premier. Le maintien de l'antibiotique de première intention sans modifications est le choix d'aucun vétérinaire de l'échantillon.

Figure 33: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammite clinique sans signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas de réapparition des signes cliniques dans les 5 jours après la mise en place du traitement (90 réponses)



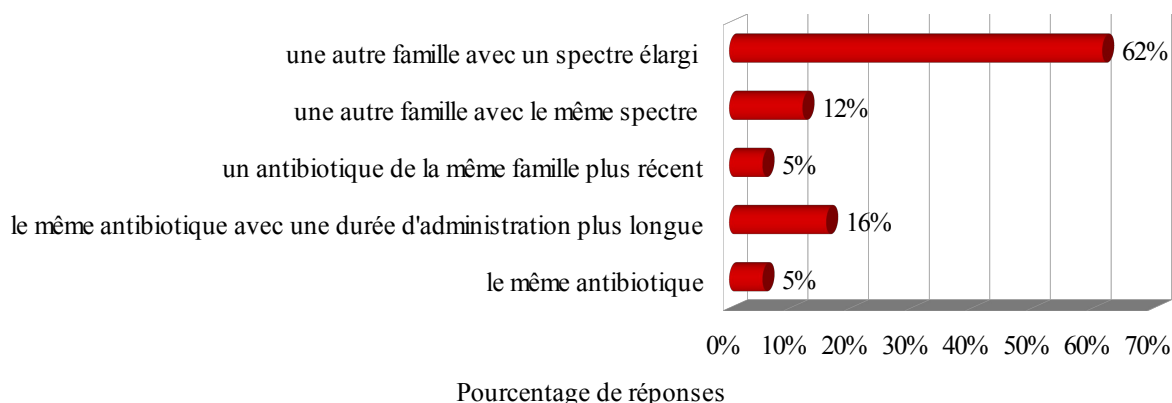
En cas de réapparition des signes cliniques entre 5 et 21 jours post traitements, pour une mammite clinique sans signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique, 39 % des vétérinaires choisissent le plus souvent de prescrire ou d'administrer une autre famille d'antibiotique avec un spectre élargie par rapport à la première (Figure 34). Trente-cinq pour cent conservent le premier antibiotique prescrit avec une durée d'administration plus longue, alors que 20 % préfèrent de garder le même spectre d'action et de changer de famille d'antibiotique. Enfin 6 % des vétérinaires prescrivent ou administrent un antibiotique plus récent de la même famille que le premier. Le maintien de l'antibiotique de première intention sans modifications n'est choisi par aucun vétérinaire de l'échantillon.

Figure 34: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammite clinique sans signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas de réapparition des signes cliniques entre 5 et 21 jours post traitements (90 réponses)



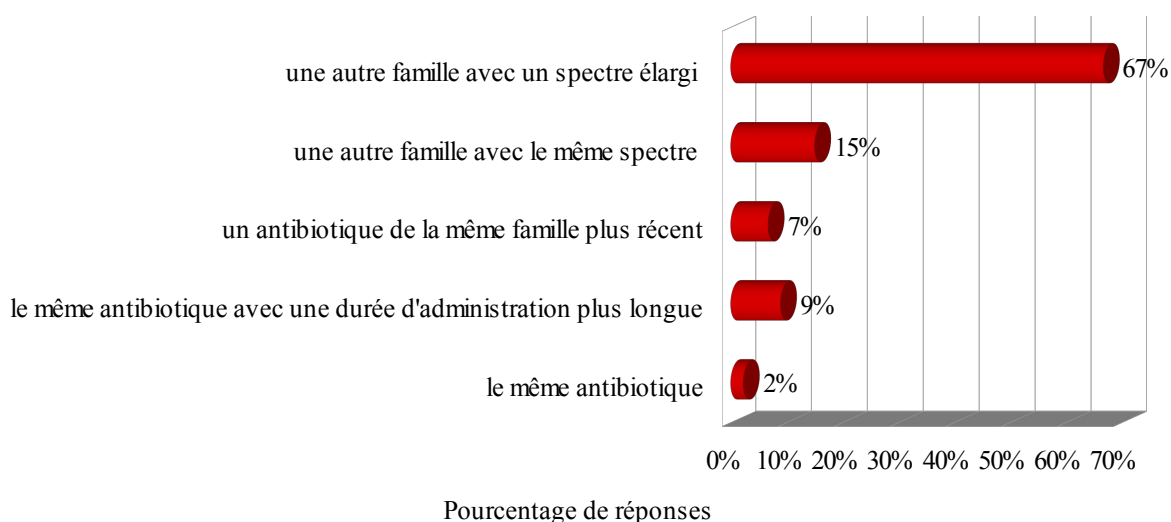
Pour une mammite clinique avec signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique et en cas d'absence d'amélioration dans les 48 heures, 62 % des vétérinaires choisissent le plus souvent de prescrire ou d'administrer une autre famille d'antibiotique avec un spectre élargi par rapport à la première (Figure 35). Seize pour cent conservent le premier antibiotique prescrit et augmentent la durée d'administration, alors que 12 % préfèrent garder le même spectre d'action et de changer de famille d'antibiotique. L'antibiotique de première intention est maintenu pour 5 % des vétérinaires interrogés. Enfin 5 % des vétérinaires prescrivent ou administrent un antibiotique plus récent de la même famille que le premier.

Figure 35: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammite clinique avec signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas d'absence d'amélioration dans les 48 heures (91 réponses)



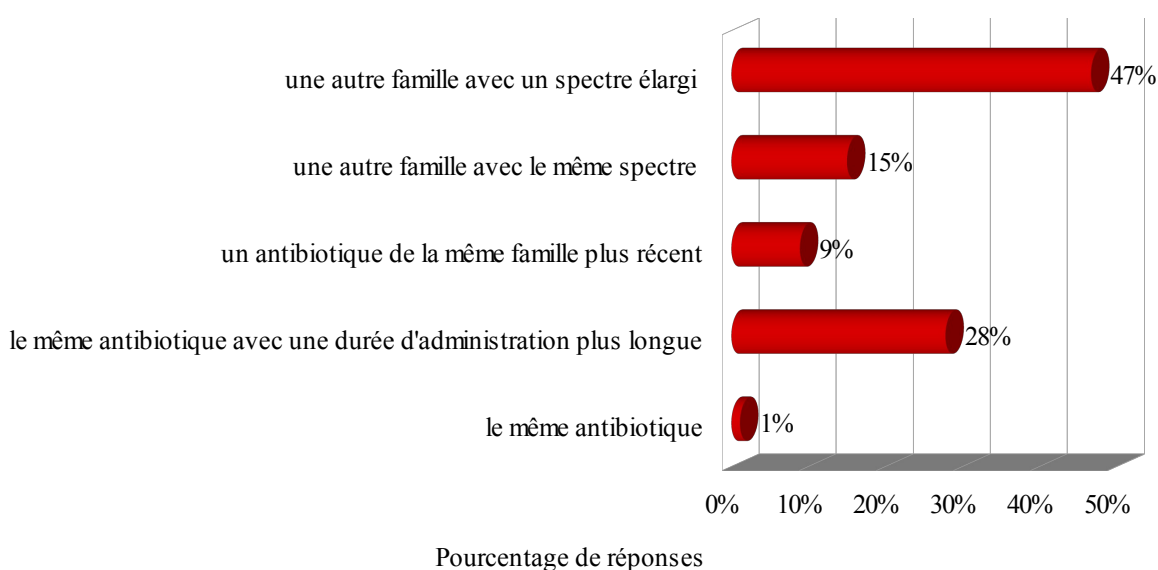
Lors d'une mammite clinique avec signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas de persistance des signes cliniques dans les 5 jours après la mise en place du traitement, 67 % des vétérinaires choisissent le plus souvent de prescrire ou d'administrer une autre famille d'antibiotique avec un spectre élargi par rapport à la première (Figure 36). Quinze pour cent préfèrent garder le même spectre d'action et de changer de famille d'antibiotique, alors que 9 % conservent le premier antibiotique prescrit et augmentent la durée d'administration. Enfin 7 % des vétérinaires prescrivent ou administrent un antibiotique plus récent de la même famille que le premier, tandis que 2 % maintiennent de l'antibiotique de première intention sans modifications.

Figure 36: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammite clinique avec signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas dans les 5 jours après la mise en place du traitement (90 réponses)



En cas de réapparition des signes cliniques entre 5 et 21 jours post traitements, pour une mammites clinique sans signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique, 47 % des vétérinaires choisissent le plus souvent de prescrire ou d'administrer une autre famille d'antibiotique avec un spectre élargi par rapport à la première (Figure 37). Vingt-huit pour cent conservent le premier antibiotique prescrit avec une durée d'administration plus longue, alors que 15 % préfèrent de garder le même spectre d'action et de changer de famille d'antibiotique. Enfin 9 % des vétérinaires prescrivent ou administrent un antibiotique plus récent de la même famille que le premier, tandis que 1% maintiennent de l'antibiotique de première intention sans modifications

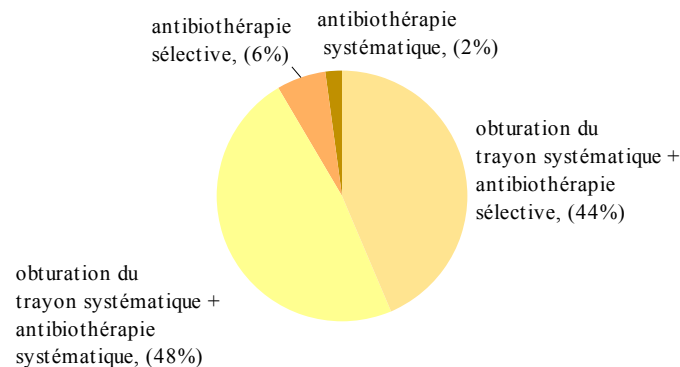
Figure 37: Antibiothérapie prescrite ou administrée le plus souvent en cas de mammites clinique avec signes généraux en seconde intention chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique en cas de réapparition des signes cliniques entre 5 et 21 jours post traitements (90 réponses)



2.7.3. Traitement au tarissement

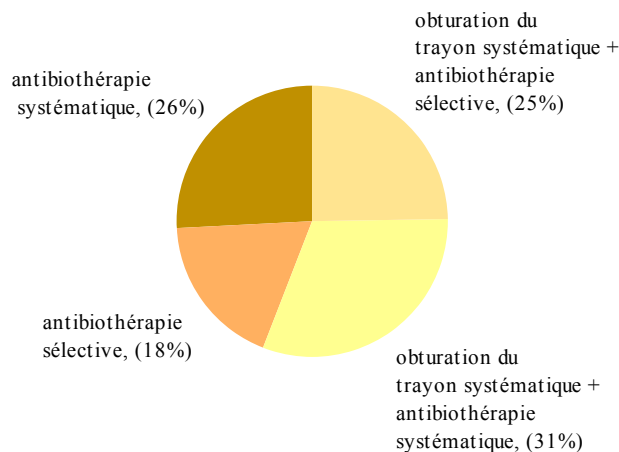
Le traitement intra-mammaire des mammites préconisé au tarissement le plus souvent par les vétérinaires de l'échantillon pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante environnementale était à 48 % une obturation du trayon systématique associée à une antibiothérapie systématique (Figure 38). Pour 44 % des vétérinaires, une obturation du trayon systématique associée à une antibiothérapie sélective était recommandée. Enfin, les antibiothérapies seules soit systématiques soit sélectives étaient préconisées par respectivement 2 et 6 % des vétérinaires.

Figure 38: Traitement intra-mammaire des mammites préconisé au tarissement le plus souvent par les vétérinaires de l'échantillon pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante environnementale (94 réponses)



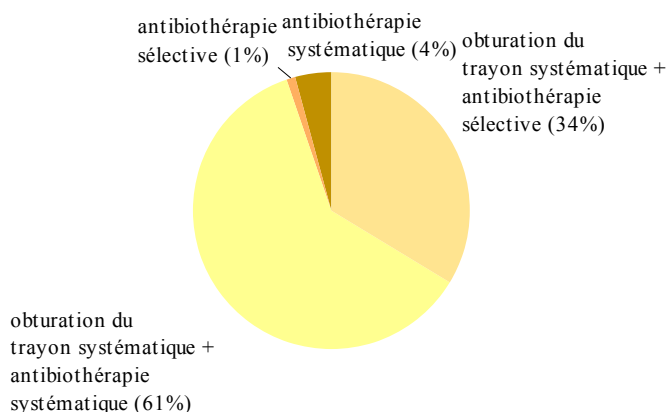
Pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante contagieuse, le traitement intra-mammaire des mammites préconisé au tarissement le plus souvent par les vétérinaires de l'échantillon est à 31 % une obturation du trayon systématique associée à une antibiothérapie systématique (Figure 39). Vingt-six pour cent des vétérinaires préconisent l'antibiothérapie systématique. Un quart des vétérinaires recommandent une obturation du trayon systématique associée à une antibiothérapie sélective. Enfin, l'antibiothérapie sélective est préconisée par 18% des vétérinaires.

Figure 39: Traitement intra-mammaire des mammites préconisé au tarissement le plus souvent par les vétérinaires de l'échantillon pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante contagieux (93 réponses)



Lorsqu'un élevage présente un modèle épidémiologique à dominante environnementale, le traitement intra-mammaire des mammites préconisé au tarissement le plus souvent par les vétérinaires de l'échantillon est à 61 % une obturation du trayon systématique associée à une antibiothérapie systématique (Figure 40). Pour 34 % des vétérinaires, une obturation du trayon systématique associée à une antibiothérapie sélective est recommandée. Enfin, les antibiothérapies seules systématiques et sélectives sont préconisées par respectivement 4 et 1 % des vétérinaires.

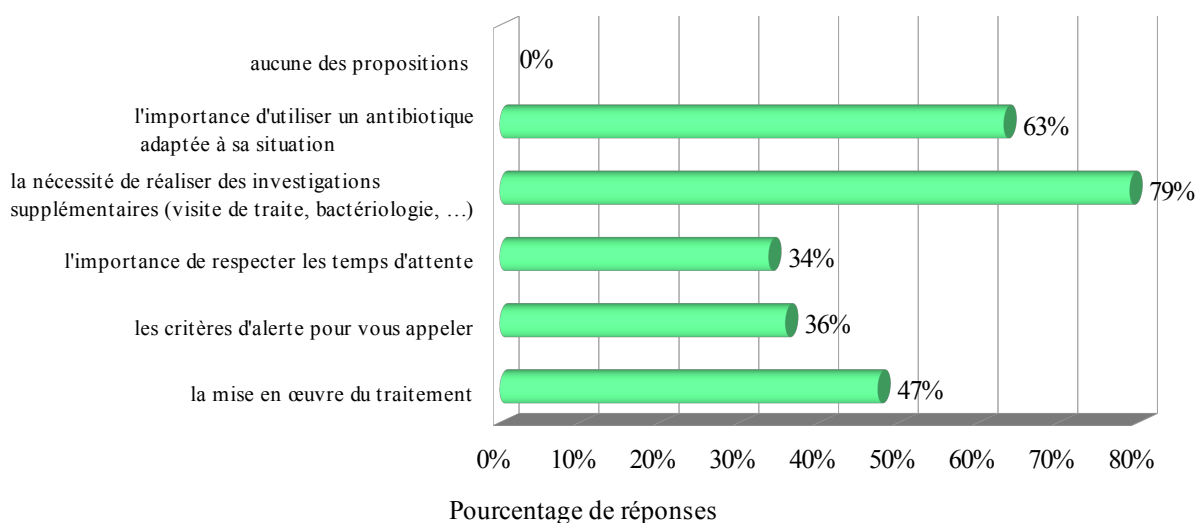
Figure 40: Traitement intra-mammaire des mammites préconisé au tarissement le plus souvent par les vétérinaires de l'échantillon pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante mixte (95 réponses)



2.7.4. Prévention de l'antibiorésistance

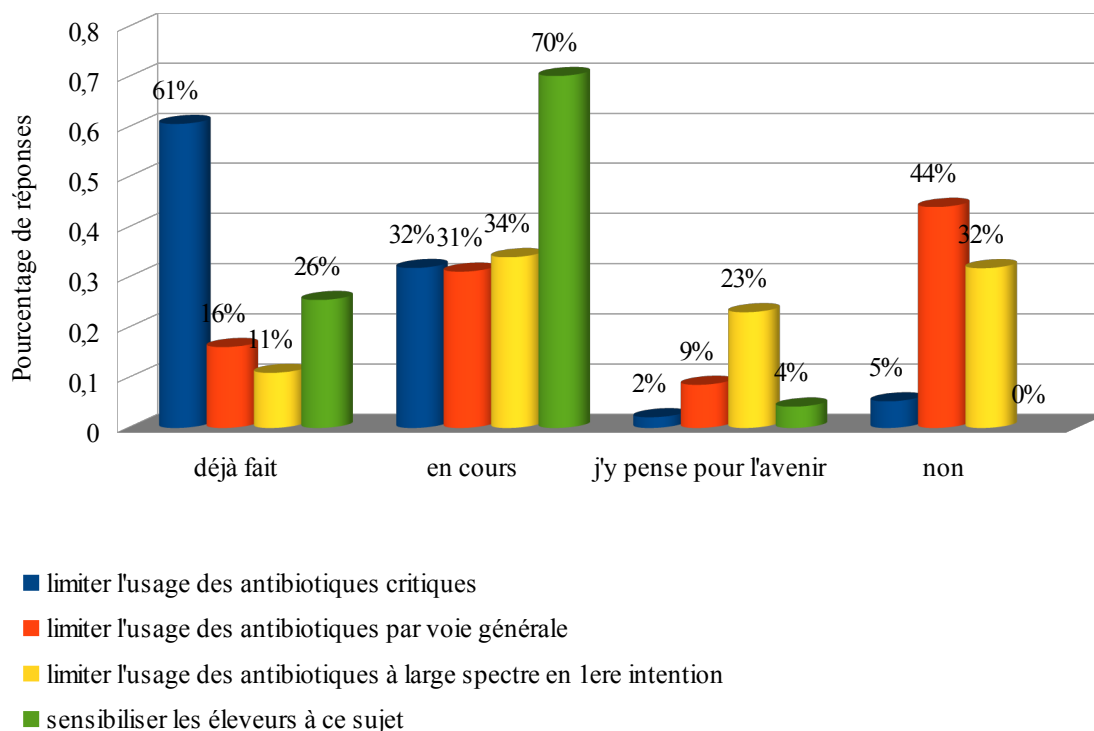
Parmi les conseils donnés dans le cadre du suivi sanitaire permanent lorsqu'un éleveur vient dans la clinique des vétérinaires de l'échantillon pour se faire délivrer des antibiotiques pour traiter une mammite, 79 % des vétérinaires conseillent sur la nécessité de réaliser des investigations supplémentaires (visite de traite, bactériologie, ...) et 63 % sur l'importance d'utiliser un antibiotique adapté à la situation (Figure 41). Les vétérinaires informent leurs éleveurs à 47 % sur la mise en œuvre du traitement, à 36 % sur les critères d'alerte pour les appeler et à 34 % sur l'importance de respecter les temps d'attente.

Figure 41: Conseils donnés dans le cadre du suivi sanitaire permanent lorsqu'un éleveur vient dans la clinique des vétérinaires de l'échantillon pour se faire délivrer des antibiotiques pour traiter une mammite



Les mesures déjà mises en place pour limiter l'apparition d'antibiorésistance dans le cadre de mammites par les vétérinaires de l'échantillon sont la limitation de l'usage des antibiotiques critiques pour 61 % des vétérinaires et la sensibilisation des éleveurs pour 26 % (Figure 42). 70 % des vétérinaires sont en cours de sensibilisation des éleveurs à l'antibiorésistance et environ 30 % ont commencé à limiter le recours aux antibiotiques critiques, par voie générale, et à large spectre en première intention. Dans le futur, 23 % des vétérinaires pensent mettre en place des mesures pour limiter l'usage des antibiotiques à large spectre en première intention. Enfin, 44 % des vétérinaires n'ont pas pris de mesures pour limiter l'usage des antibiotiques par voie générale et 32 % ceux à large spectre en première intention.

Figure 42: Les mesures mises en place pour limiter l'apparition d'antibiorésistance dans le cadre de mammites par les vétérinaires de l'échantillon (94 réponses)



3. Discussion

3.1. Étude des biais

3.1.1. Rappel des définitions des différents biais en épidémiologie descriptive

Il existe deux types de biais en épidémiologie descriptive :

- le biais d'échantillonnage qui se produit lorsque la méthode d'échantillonnage est telle que l'échantillon ne sera en théorie pas représentatif de la population cible pour le caractère étudié ;
- le biais de mesure qui se produit lorsque la méthode de mesure du caractère étudié est telle que le caractère sera systématiquement sous-estimé ou systématiquement surestimé.

3.1.2. Étude des biais

Nous rappelons que notre population cible a été choisie comme étant l'ensemble des vétérinaires praticiens exerçant en France en mixte ou en rurale exclusivement, et non retraités. Telle était en effet la population cible que nous visions pour notre enquête.

La population source, d'où l'on a extrait notre échantillon, a été choisie comme étant l'ensemble des vétérinaires praticiens français abonnés à la liste de diffusion des GTV, par essence ce sont des vétérinaires mixtes ou ruraux, et tous les vétérinaires mixtes ou ruraux ne font pas forcément partie des GTV..

L'un des objectifs de cette étude épidémiologique descriptive était de mettre en évidence les critères principaux qui déterminent la réalisation d'un diagnostic de mammites et ceux qui conduisent le choix d'un traitement ou son absence. Le taux de retour du questionnaire envoyé à notre population source a été de 4,7 %. Les cliniques et cabinets vétérinaires ont souvent un seul abonnement pour l'ensemble des vétérinaires y travaillant. Un seul vétérinaire a pu répondre pour l'ensemble de la clinique, il est possible que notre enquête ait concerné en fait plus de vétérinaires que les seuls ayant répondu.

Tous les vétérinaires ayant répondu à l'enquête sont des vétérinaires ayant accès à Internet et qui sont inscrits sur la liste de diffusion des GTV. Les vétérinaires qui sont abonnés au bulletin des GTV, revue de formation continue des vétérinaires praticiens en productions animales, sont informés de manière continue des progrès et recommandations en médecine bovine. Nous pourrions envisager que leurs connaissances dans le domaine des mammites soient *a priori* plus actuelles et approfondies que les vétérinaires qui ne sont pas abonnés à cette revue de formation.

Nous devons prendre en compte les refus de participation. Notre taux de retours s'est élevé à 4,7 %. Nous pouvons raisonnablement faire l'hypothèse que les vétérinaires ayant répondu au questionnaire sont *a priori* plus intéressés par le domaine des mammites que ceux n'ayant pas répondu. Nous sommes donc ici potentiellement en présence d'un biais d'échantillonnage.

3.2. Limites de la méthode

3.2.1. Questionnaire

Afin d'obtenir le maximum de réponses, il était essentiel que le nombre de questions ne soit pas trop élevé et que le temps de remplissage du questionnaire ne dépasse pas plus d'une dizaine de minutes. En effet, nous étions conscients du peu de temps libre qu'offre l'emploi du temps chargé de la plupart des vétérinaires praticiens auxquels était adressé le lien vers cette enquête. Un faible nombre de questions garantissait un temps de remplissage court et donc la possibilité pour un maximum de praticiens de le compléter intégralement. Le choix du type de réponses a également été motivé par la même volonté. Ainsi, nous avons privilégié des questions fermées, soit à choix unique ou multiple soit sous la forme de grille aux dépens de questions ouvertes qui nécessitent une réflexion supplémentaire et rallongent le temps de remplissage.

La volonté de faciliter le remplissage du questionnaire par le vétérinaire a abouti à une enquête composée de 25 questions, majoritairement fermées (à choix unique, multiple ou ordonné) dont 6 sur des informations personnelles relatives au vétérinaire. Seules les questions portant sur les définitions des mammites subcliniques et cliniques étaient des questions ouvertes. Le questionnaire a été notamment testé initialement par des confrères afin de vérifier le temps nécessaire pour le remplir.

Nous n'avons pas pu aborder l'ensemble du vaste domaine des mammites et nous nous sommes concentrés sur quelques critères de diagnostic et de traitement afin de savoir quels étaient leur utilisation sur le terrain. Ce choix d'un questionnaire de courte durée de remplissage a empêché l'obtention de précisions sur les choix des vétérinaires de terrain ou de leur avis.

Plusieurs relectures du questionnaire par des confrères et des membres des GTV ont été effectuées pour s'assurer de la compréhension et de la clarté des questions. En fonction de leurs remarques, des précisions ont été rajoutées, les questions reformulées ou simplifiées, et le type de question changé afin de faciliter le remplissage du questionnaire.

3.2.2. Méthode et période de diffusion

Concernant la diffusion du questionnaire, plusieurs options s'offraient à nous mais nous nous sommes rapidement orientés vers une option en particulier. Les différentes possibilités étaient : la diffusion par courrier de l'enquête imprimée sur papier, l'envoi d'un courriel avec une version informatique de traitement de texte en pièce jointe et la diffusion par le biais d'un lien relié à un site internet de sondage hébergeant le questionnaire en ligne.

L'envoi par courrier a été très rapidement écarté en raison de ses inconvénients : son coût d'opération (achat des enveloppes et des timbres, impression sur papier des questionnaires) et son caractère chronophage. A cela s'ajoutait une augmentation des étapes à risque *via* les différentes étapes nécessaires (envoi du courrier, transport par la Poste, réception, remplissage, renvoi), ce qui pouvait compromettre la réception finale des réponses des vétérinaires.

L'envoi d'un courriel avec une version informatique de traitement de texte en pièce jointe a été rejeté car cette diffusion était peu pratique pour les vétérinaires et chronophage. En plus, des problèmes d'incompatibilité de logiciel de traitement de texte sur les ordinateurs des répondants pouvaient gêner le remplissage et le renvoi du questionnaire mais aussi compliquer l'utilisation des résultats.

La diffusion par le biais d'un lien relié à un site internet de sondage hébergeant le questionnaire en ligne était la solution évitant les inconvénients précédemment cités. En effet, la plupart des vétérinaires possèdent Internet actuellement et l'utilisent sans problème, notamment pour la consultation de leurs courriels. De plus, aucune prise en main ni connaissance informatique particulière n'est nécessaire pour remplir le questionnaire et il n'existe aucun problème de compatibilité puisque l'enquête est hébergée par un site Internet. Les désavantages majeurs de ce moyen de diffusion sont que nous n'avons pas pu contrôler la bonne réception de l'intégralité des courriels d'une part et que les personnes n'étant pas équipées d'une connexion Internet ont été d'office écartées de cette étude, d'autre part.

3.2.3. Méthode de recueil et traitement des données

Le site d'hébergement de l'enquête, Google Drive® offrait la possibilité de compiler les résultats au fil du recueil des questionnaires remplis et de pouvoir les exploiter dans un fichier classeur de type MS Excel®. Grâce à un logiciel informatique de tableur Apache Open Office Calc®, nous avons pu facilement traiter les réponses des questions fermées, les exprimer dans des tableaux et les mettre en valeur dans des graphiques afin d'apporter une meilleure visualisation des résultats. En ce qui concernait les quelques questions ouvertes qui composaient le questionnaire, l'ensemble des réponses a été traité manuellement et des catégories fixes ont été créées pour améliorer la représentation graphique, la clarté et l'interprétation des données.

Cependant, la facilité et l'efficacité de traitement permises par ce moyen de diffusion n'auraient pas été permises par l'envoi par courrier par exemple. En effet, toutes les réponses auraient été traitées manuellement multipliant les risques d'erreur (mauvaise lisibilité des réponses, fautes d'inattention, etc.).

3.3. Retour sur les résultats de l'enquête

3.3.1. Informations personnelles et professionnelles des vétérinaires de l'échantillon

L'enquête a été envoyée par courriel aux 2000 vétérinaires inscrits sur la base de données des GTV. Le taux de réponse global pour cette enquête est de 4,7 % (95 réponses). Le taux de participation reconnu comme satisfaisant dans nos conditions est généralement compris entre 5 à 10 % (Serpil, 2009). Notre taux de participation est à la limite inférieure des objectifs. De nombreux facteurs peuvent influencer ce taux de réponse : le sujet, la longueur du questionnaire, la précision et fiabilité des questions posées, le nombre de relances, le répondant lui-même qui peut être mieux sensibilisé que la moyenne sur le sujet. L'analyse des résultats est donc à prendre avec précaution.

Quatre-vingt-treize pour cent des réponses ont été obtenues les 10 premiers jours. Le temps d'obtention des réponses à un sondage est compris en général entre 7 et 10 jours.

La population de vétérinaires ayant répondu au questionnaire est majoritairement masculine avec la participation de 84 % d'hommes et de 16 % de femmes. En 2012, la population vétérinaire française comprenait 56 % d'hommes et 44 % de femmes (Conseil supérieur de l'ordre des vétérinaires, 2014). La population des vétérinaires exerçant dans le domaine des animaux de production était composée à 73 % d'hommes et à 27 % de femmes (Tableau 12). Les populations de l'enquête et celle des vétérinaires français sont significativement différentes (cf annexe 3).

Tableau 15: Répartition des effectifs vétérinaires hommes / femmes (chiffres de décembre 2012) d'après l'Ordre des vétérinaires, 2014.

Type d'activité	Hommes	Pourcentage d'hommes	Femmes	Pourcentage de femmes	Total des vétérinaires
Animaux de compagnie	5303	48,4 %	5644	51,6 %	10947
Animaux de rente	3713	73,0 %	1373	27,0 %	5086
dont Bovins allaitants	2082	77,9 %	592	22,1 %	2674
dont Bovins laitiers	634	81,7 %	142	18,3 %	776
dont Porcs	84	62,7 %	50	37,3 %	134
dont volailles d'élevage	75	72,1 %	29	27,9 %	104
dont ovins et caprins	66	55,5 %	53	44,5 %	119
autres	772	60,4 %	507	39,6 %	1279
Équine	362	51,3 %	343	48,7 %	705
Total	9378	56,0 %	7360	44,0 %	16738

L'ensemble des générations actives de vétérinaires ont répondu au questionnaire même si la catégorie la plus représentée est celle des vétérinaires sortis entre 2004 et 2014, suivi de près par les vétérinaires sortis entre 1993 et 2003. L'année de sortie moyenne est 1998 avec un écart type de 10 ans. Les vétérinaires ayant répondu au questionnaire ont en majorité entre 25-35 ans et 35-45 ans. L'âge moyen est de 42 ans avec un écart type de 10 ans. En 2013, l'âge moyen des vétérinaires français était de 43,2 ans (Conseil supérieur de l'ordre des vétérinaires , 2013).

La population de vétérinaires ayant répondu possède les mêmes caractéristiques démographiques que la population générale en ce qui concerne l'âge mais diffère sur la répartition homme/femme.

Le sujet a intéressé l'ensemble des vétérinaires mixtes même si plus de 80% des répondants consacrent au minimum la moitié de leur temps à l'activité bovine. La clientèle de ces vétérinaires est majoritairement laitière mais les clientèles à dominante allaitante représentent tout de même 25% des réponses. Les mammites sont donc un sujet d'intérêt de la médecine bovine.

Concernant la répartition des réponses sur le territoire français, les Pays de la Loire et la Bretagne sont les deux régions les plus représentées. Les régions ayant fortement répondu comptent plus de vétérinaires ruraux.

3.3.2. Définition des mammites

La très grande majorité des vétérinaires ayant répondu à cette enquête ont une définition des mammites cliniques et subcliniques en accord avec la littérature. Ils définissent les mammites subcliniques comme l'augmentation de la concentration cellulaire somatique individuelle sans modifications de l'aspect du lait et de la mamelle, et sans atteinte de l'état général. Le mot clef de cette définition est pour beaucoup « cellules » surtout pour les réponses courtes.

La définition des mammites cliniques par les vétérinaires ayant répondu comprend une modification de l'aspect du lait et de la mamelle avec une possible atteinte de l'état général.

Quelques vétérinaires ont classé les mammites uniquement en fonction de l'atteinte de l'état général, si l'état général était atteint, il s'agit pour eux d'une mammite clinique, sinon il s'agit d'une mammite subclinique.

3.3.3. Prévalence des mammites

Pour 53 % des vétérinaires interrogés, la prévalence des mammites subcliniques dans les élevages laitiers de leur clientèle ne dépasse pas les 25 %. La majorité des vétérinaires interrogés estiment cette prévalence entre 15 et 35 %. Huit pour cent des clientèles des vétérinaires interrogés sont composées d'élevage où la prévalence des mammites subcliniques dépasse les 50%. La prévalence des mammites subcliniques en France est difficile à estimer et peu de données sont disponibles dans la littérature. Pour Fourichon *et al.*, 2001, 26,6 % des concentrations cellulaires somatiques individuelles (CCSI) mensuelles sont supérieures à 200 000 cell/mL dans les élevages français.

La prévalence des mammites cliniques dans les élevages laitiers est estimée inférieure à 25% pour 66% des vétérinaires interrogés. Huit pour cent des clientèles sont composées d'élevage où la prévalence des mammites cliniques dépasse les 60%. La prévalence des mammites cliniques est très variable d'un élevage à l'autre. En moyenne, Bord *et al.*, 2003 comptaient environ 22 mammites cliniques pour 100 vaches. Barnouin *et al.*, 1999 dans leur étude sur 560 élevage comptabilisaient 24,3 % des mammites cliniques. Fourichon *et al.*, 2001 ont observé 44 % de mammites cliniques dont 15 % avec des signes généraux.

3.3.4. Intervention des vétérinaire en cas de mammites

Pour les mammites subcliniques, les vétérinaires interviennent rarement ou jamais en première intention (pour 73 % des vétérinaires interrogés), parfois à souvent en deuxième intention (pour 64 % des vétérinaires interrogés), et parfois à très souvent en troisième intention (pour 81 % des vétérinaires interrogés). En cas de mammite subclinique, l'éleveur gère seul la situation et ne sollicite l'aide de son vétérinaire qu'en cas d'échec du traitement ou de rechute, donc en deuxième ou troisième intention.

En ce qui concerne les mammites cliniques sans signes généraux, l'intervention des vétérinaires se fait rarement ou jamais en première intention (pour 68 % des vétérinaires interrogés), parfois à souvent en deuxième intention (pour 79 % des vétérinaires interrogés), souvent à très souvent (pour 51 % des vétérinaires interrogés). Barnouin *et al.*, 1999 estimaient que moins de 5 % des cas de mammite clinique sont observés par le vétérinaire.

L'intervention en première intention en cas de mammites cliniques avec signes généraux (par acte ou par prescription) concerne souvent à très souvent 69% des vétérinaires interrogés et 65 % en deuxième intention. Ces mammites dégradant l'état général de l'animal nécessitent un examen clinique et sont plus graves d'où la sollicitation très fréquente des vétérinaires dès la première intention pour accroître les chances de guérison.

3.3.5. Diagnostic des mammites

Le modèle épidémiologique de l'élevage est le premier critère utilisé par les vétérinaires interrogés pour orienter le diagnostic vers une suspicion de bactéries Gram + ou Gram -. Ensuite ils s'appuient sur les antécédents de l'élevage et de la vache puis sur les échec(s) thérapeutique(s) et enfin la période d'apparition (le mois de lactation) pour établir leur suspicion diagnostique.

Les vétérinaires interrogés déterminent le modèle épidémiologique de l'élevage d'abord par les résultats des comptages cellulaires et les sondages bactériologiques, puis par les résultats des traitements précédents et les facteurs de risques de l'élevage identifié ou non par une visite de traite et des bâtiments.

Les vétérinaires interrogés suivent les recommandations de la littérature en matière de diagnostic.

3.3.6. Traitement des mammites

Le traitement médical prescrit ou administré le plus souvent en cas de mammite subclinique en première intention par les vétérinaires est un traitement antibiotique en lactation pour 41 % d'entre eux. Pour 53 % des vétérinaires un traitement au tarissement est prescrit ou administré comprenant pour 28 % un traitement antibiotique à large spectre avec un obturateur du trayon, pour 11 % un traitement antibiotique à spectre étroit avec un obturateur du trayon, pour 9 % une antibiothérapie à large spectre et pour 5 % à spectre étroit. Une mammite subclinique ne nécessite pas de traitement médical pour 6 % des vétérinaires. Bosquet *et al.*, 2013 recommandent un traitement des mammites subcliniques au tarissement pour obtenir de meilleurs taux de guérison et des raisons économiques.

En ce qui concerne les modalités du traitement au tarissement, l'obturation du trayon systématique associée à une antibiothérapie systématique est préconisée par 47 % des vétérinaires quelque soit le modèle épidémiologique. Cette option est encore plus privilégiée en cas de modèle épidémiologique environnementale ou mixte. Le second choix des vétérinaires en matière de stratégie de tarissement quelque soit le modèle épidémiologique est à 34 % une obturation du trayon systématique associée à une antibiothérapie sélective. Les obturateurs internes du trayon empêchent la remontée de la majorité des bactéries *via* le trayon pendant le tarissement, ils sont recommandés en association ou non avec une antibiothérapie par la littérature française (Durel *et al.*, 2011 ; Bosquet *et al.*, 2013).

Le traitement médical prescrit ou administré le plus souvent en cas de mammite clinique sans signes généraux comprend pour les vétérinaires de l'enquête d'abord une antibiothérapie à large spectre par voie intra-mammaire, puis un traitement anti-inflammatoire non stéroïdien. En cas de mammite clinique avec signes généraux, la priorité consiste en la gestion du choc avec la fluidothérapie et un traitement anti-inflammatoire non stéroïdien, suivi d'une antibiothérapie à large spectre par voie générale ou intra-mammaire.

En seconde intention, pour le traitement d'une mammite clinique avec ou sans signes généraux, la majorité des vétérinaires ayant répondu au questionnaire s'oriente d'abord vers une autre famille d'antibiotique avec un spectre élargi. Les autres vétérinaires choisissent de changer de famille avec le même spectre qu'en première intention ou de conserver l'antibiotique de première intention et d'accroître la durée d'administration.

Les vétérinaires de l'enquête ont compris les enjeux de l'antibiorésistance, 61% ont déjà limité l'usage des antibiotiques critiques. Ils sont 79% à conseiller leurs éleveurs sur la nécessité de réaliser des investigations supplémentaires (visite de traite, bactériologie, ...) car un diagnostic de troupeau plus précis permet de diminuer la quantité d'antibiotiques notamment par la mise en place de mesures hygiéniques et sanitaires adaptées.

Le plan Écoantibio 2017 a notamment pour buts de réduire l'utilisation des antibiotiques de 25 % en médecine vétérinaire et réduire surtout l'usage des antibiotiques critiques (fluoroquinolones et les céphalosporines de 3^{ème} et 4^{ème} génération). A travers les différentes réponses à cette enquête, les vétérinaires montrent leur implication dans ce plan *via* la volonté de réaliser des diagnostics précis afin d'adapter le traitement et les mesures de lutte, *via* l'utilisation raisonnée de l'antibiothérapie large spectre et la diminution du recours aux antibiotiques critiques.

CONCLUSION

Les mammites sont des maladies multifactorielles majeures des élevages bovins laitiers en France et dans le monde. L'éleveur peut s'appuyer sur les connaissances zootechniques et médicales du vétérinaire pour l'accompagner dans la prévention, le diagnostic et le traitement des mammites.

La mamelle est un organe complexe possédant des défenses anatomiques et fonctionnelles. Elle peut être infectée par de nombreux agents pathogènes (bactéries, levures, algues). La détection des mammites est réalisée par le suivi et observation des animaux ainsi que de leur production laitière (quantité, qualité). L'expulsion des premiers jets est indispensable à une détection précoce des mammites cliniques. L'examen clinique complet détermine la gravité de la mammite. Les examens complémentaires comme le California Mastitis Test, la conductivité du lait, et le suivi des résultats des Concentrations Cellulaires Somatiques Individuelles indiquent la présence probable d'une mammite. L'identification de ou des bactéries responsables de l'infection repose sur un examen bactériologique ou une PCR et permet d'adapter le traitement antibiotique aux souches concernées.

L'étude de la situation de l'élevage et des mammites individuelles oriente vers un modèle épidémiologique à l'échelle du troupeau. Dans le modèle contagieux, les agents pathogènes se transmettent par le lait et la peau des trayons contaminés pendant la traite. L'environnement et surtout la litière est le réservoir des agents pathogènes du modèle environnemental. Quand ces deux modèles coexistent, il s'agit alors d'un modèle mixte. L'identification du modèle épidémiologique et des facteurs de risques spécifiques de l'élevage permet d'adapter les plans de traitement et les mesures préventives.

Le traitement des mammites cliniques consiste à traiter les symptômes *via* la correction de la déshydratation et des troubles électrolytiques éventuels par la fluidothérapie, l'inflammation par des AINS, et à lutter contre les bactéries *via* une antibiothérapie adaptée. Pour réaliser le choix de l'antibiotique, l'éleveur se reporte au plan de traitement réalisé avec son vétérinaire sur la base de son modèle épidémiologique. Le traitement des mammites subcliniques se fait au moment du tarissement. La lutte contre l'antibiorésistance passe par la prévention et l'utilisation de la voie diathétique en priorité. Un plan de tarissement adapté à l'élevage permet une baisse des mammites donc une baisse de l'utilisation des antibiotiques.

Notre enquête sur les vétérinaires de terrain en France en 2015 a permis d'approcher la réalité du terrain et les actions de 95 vétérinaires de terrain dont les caractéristiques sociales sont proches de la population vétérinaire générale.

Le vétérinaire doit s'adapter aux nouvelles pratiques instaurées suite à une meilleure connaissance des mammites et des agents pathogènes responsables. Le diagnostic et le traitement des mammites sont majoritairement conforme avec les recommandations actuelles notamment le référentiel Vétérinaire 2013 pour le traitement des mammites bovines réalisé par les GTV.

BIBLIOGRAPHIE

- ANSES Résapath. Réseau d'épidémiosurveillance de l'antibiorésistance des bactéries pathogènes animales, bilan 2013. *ANSES Édition*. 2014, 168 p.
- ASPERGER H, ZANGERL P. *Staphylococcus aureus* - Dairy, in: *Encyclopedia of dairy sciences 2nd Edition, Four-Volume set*. 2011. Academic Press, Kidlington, United Kingdom. 111-116.
- BARNOUIN J, CHASSAGNE M, DORR N, SABATIER P, BOICHARD D. Approche épidémiologique des facteurs de variation des niveaux de comptage cellulaire du lait et de fréquence des mammites cliniques dans les élevages bovins laitiers français. *Renc. Rech. Ruminants*. 1999, **6**, 199-202.
- BARONE. *Anatomie comparée des mammifères domestiques. Tome 4, Splanchnologie II*. Vigot Frères, Paris, France. 1968. 896 p.
- BIDAUD O, HOUFFSCHMITT P, VIGUERIE Y. Étiologie des mammites bovines en France entre 2005 et 2007. *Intervet*, 2010.
- BLOWEY RW, EDMONDSON P. *Mastitis control in dairy herds*. Seconde édition. 2010. CABI, Wallingford, United Kingdom. 272 p.
- BORD S, CHASSAGNE M, BAZIN S, LE GUENIC M, BOICHARD D, BARNOUIN J. Incidence des mammites cliniques dans des élevages français « bons notateurs » à très bas et moyens scores cellulaires du lait au travers du Programme « Objectif Zéro Mammite ». *Renc. Rech. Ruminants*. 2003, **10**, 302.
- BOSQUET G, ENNUYER M, GOBY L, MARTIN S, SALAT O, SANDERS P, *et al.* *Le praticien face au ciblage du traitement en lactation des mammites*. Boehringer Ingelheim. 2005, 45 p.
- BOSQUET G, FAROULT B, LABBÉ J-F, LE PAGE P, SÉRIEYS F. *Référentiel Vétérinaire 2013 pour le traitement des mammites bovines*. 2013. SNGTV, Paris, France. 100 p.
- BRADLEY AJ, GREEN MJ. A study of the incidence and significance of intramammary enterobacterial infections acquired during the dry period. *Journal of Dairy Science*. 2000, **83**, 1957-1965.
- CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ORDRE DES VÉTÉRINAIRES. Les statistiques de la profession vétérinaire pour 2013. *Ordre des vétérinaires*. 2013, 4 p.
- CONSEIL SUPÉRIEUR DE L'ORDRE DES VÉTÉRINAIRES. Vétérinaire, un diplôme, une profession, des métiers. *Ordre des vétérinaires*. 2014, 12 p.
- CONSTANT. *Les mammites : introduction, immunité et germes pathogènes*, Cours magistral. École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique de production laitière, 2014, 39 p.

- CRAWSHAW WM, MACDONALD NR, DUNCAN G. Outbreak of *Candida rugosa* mastitis in a dairy herd after intramammary antibiotic treatment. *Veterinary Record*. 2005, **156**, 812-813.
- CREVIER-DENOIX. *Anatomie de la mamelle des Ruminants*, Cours magistral. École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques, 2010, 10 p.
- DEGUEURCE C. *Anatomie de la mamelle des Ruminants*, Dissection des Ruminants et cours magistral. Polycopié. École Nationale Vétérinaire d'Alfort, Unité pédagogique d'anatomie des animaux domestiques. 2004, 4 p.
- DJABRI B, BAREILLE N, BEAUDEAU F, SEEGER S H. Quarter milk somatic cell count in infected dairy cows: a meta-analysis. *Veterinary Research*. 2002, **33**, 23.
- DOGAN B, KLAESSIG S, RISHNIW M, ALMEIDA RA, OLIVER SP, SIMPSON K, *et al.* Adherent and invasive *Escherichia coli* are associated with persistent bovine mastitis. *Veterinary Microbiology*. 2006, **116**, 270-282.
- DÖPFER D, BARKEMA HW, LAM TJGM, SCHUKKEN YH, GAASTRA W. Recurrent Clinical Mastitis Caused by *Escherichia coli* in Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*. 1999, **82**, 80-85.
- DUREL L, FAROULT B, LEPOUTRE D, BROUILLET P, LE PAGE P. Mammmites des bovins (cliniques et subcliniques). Démarches diagnostiques et thérapeutiques. *Supplément technique, Dépêche Vétérinaire*. 2004, **87**, 42 p.
- DUREL L, GUYOT H, THÉRON L. *Vade-mecum des mammmites bovines*. 2011. Éditions Med'Com, Paris, France. 270 p.
- EICHER R, SUTTER-LUTZ B, GERBER L. Contrôler les mammmites à *Staphylococcus aureus*. *Le Point Vétérinaire*. 2002, **228**, 50-54.
- FOURICHON C, BEAUDEAU F, BAREILLE N, SEEGER S H. Incidence of health disorders in dairy farming systems in western France. *Livestock Production Science*. 2001, **68**, 157-170.
- INSTITUT DE L'ÉLEVAGE. *Le plan nationale : « Les mammmites, j'anticipe »*. [en ligne]. [<http://idele.fr/recherche/publication/idelesolr/recommends/mammmites-cliniques-partagez-vos-donnees-pour-gagner-en-efficacite.html>], 2013, (Consulté le 12/06/2015).
- KUANG Y, JIA H, MIYANAGA K, TANJI Y. Effect of milk on antibacterial activity of tetracycline against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* isolated from bovine mastitis. *Appl Microbiol Biotechnol*. 2009, **84**, 135-142.
- KRÖMKER V, ZINKE C, PADUCH J-H, KLOCKE D, REIMANN A, ELLER G. Evaluation of increased milking frequency as an additional treatment for cows with clinical mastitis. *J. Dairy Res.* 2010, **77**, 90-94.
- KRUZE J, BRAMLEY AJ. Sources of *Streptococcus uberis* in the dairy herd: II. Evidence of colonization of the bovine intestine by Str. *uberis*. *Journal of Dairy Research*. 1982, **49**, 375-379.

- LAGO A, GODDEN SM, BEY R, RUEGG PL, LESLIE K. The selective treatment of clinical mastitis based on on-farm culture results: I. Effects on antibiotic use, milk withholding time, and short-term clinical and bacteriological outcomes. *Journal of Dairy Science*. 2011A, **94**, 4441-4456.
- LAGO A, GODDEN SM, BEY R, RUEGG PL, LESLIE K. The selective treatment of clinical mastitis based on on-farm culture results: II. Effects on lactation performance, including clinical mastitis recurrence, somatic cell count, milk production, and cow survival. *Journal of Dairy Science*. 2011B, **94**, 4457-4467.
- LE PAGE P, BOSQUET G, THÉRON L, LABBÉ J-F, FRÉDÉRICI-MATHIEU C, TISSERAND S, *et al.* Traitement et prévention des mammites bovines : actualités. *Supplément technique, Dépêche Vétérinaire*. 2014, 136, 39 p.
- MARCH R, PRENAFETA A, NOGUERA M, GUIX R, FOIX A. Efficacy evaluation of a new vaccine against bovine mastitis. Field trial results.. *NMC 49th Annual Meeting Proceedings*., Albuquerque. 31 janvier au 3 février 2010.
- MCDUGALL S, BRYAN MA, TIDDY RM. Effect of treatment with the nonsteroidal antiinflammatory meloxicam on milk production, somatic cell count, probability of re-treatment, and culling of dairy cows with mild clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*. 2009a, **92**, 4421-4431.
- MCDUGALL S, PARKER KI, HEUER C, COMPTON CWR. A review of prevention and control of heifer mastitis via non-antibiotic strategies. *Vet. Microbiol.*. 2009b, **134**, 177-185.
- MIDDLETON JR, LUBY CD, ADAMS SD. Efficacy of vaccination against staphylococcal mastitis: a review and new data. *Veterinary Microbiology*. 2009, **134**, 192-198.
- NICHOLAS RAJ, AYLING RD. *Mycoplasma bovis* : disease, diagnosis, and control. *Research in Veterinary Science*. 2003, **74**, 105-112.
- PANTOJA JCF, HULLAND C, RUEGG PL. Dynamics of somatic cell counts and intramammary infections across the dry period. *Preventive Veterinary Medicine*. 2009, **90**, 43-54.
- PASSEY S, BRADLEY A, MELLOR H. *Escherichia coli* isolated from bovine mastitis invade mammary cells by a modified endocytic pathway. *Veterinary Microbiology*. 2008, **130**, 151-164.
- POUTREL B. Prévention vaccinale des mammites à coliformes et staphylocoques. *Supplément technique, Dépêche Vétérinaire*. 2014, **136**, 31-32.
- PUYT J-D, GUÉRIN-FAUBLÉE V, ARCANGIOLI M-A, PROUILLAC C. *Vade-mecum d'antibiothérapie bovine*. 2013. Éditions Med'Com, Paris, France. 190 p.
- RÉMY D. *Les mammites*. 2010. France Agricole Éditions, Paris, France. 262 p.
- RISCO C, MELENDEZ P. *Dairy Production Medicine*. 2011. John Wiley & Sons, Chichester, United Kingdom. 791 p.

- ROBERSON JR, WARNICK LD, MOORE G. Mild to moderate clinical mastitis: efficacy of intramammary amoxicillin, frequent milk-out, a combined intramammary amoxicillin, and frequent milk-out treatment versus no treatment. *J. Dairy Sci.* 2004, **87**, 583-592.
- SALAT O, LHERMIE G, BASTIEN J. Démarches pratique de traitement des infections mammaires à *Staphylocoque aureus*. *Journées Nationales des G.T.V., Nantes. 23 au 25 mai 2007*, 783-794.
- SALAT O. Gestion des mammites à *S. aureus* en élevage. *Le Point Vétérinaire*. 2008, **282**, 43-50.
- SCHMITT-VAN DE LEEMPUT E, CALLERY B, GENEST M *et al.* Compte rendu d'essais multifocaux de mise en place du vaccin « Starvac » selon un nouveau protocole. *Journées Nationales des G.T.V., Nantes. 23 au 25 mai 2012*, 749-754.
- SCHMITT-VAN DE LEEMPUT E, SAMSON O, GAUDOUT N, ALLIOT M. Recours à la PCR multiplex en clientèle et comparaison à la culture bactérienne sur le lait. *Le Point Vétérinaire*. 2013a, **334**, 56- 61.
- SCHMITT-VAN DE LEEMPUT E, GAUDOUT N, SAMSON O, LHUILLIER D, LHERMIE G. Comparaison de deux méthodes d'identification bactérienne en clientèle. *Le Point Vétérinaire*. 2013b, **335**, 58-61.
- SCHUKKEN YH, BRONZO V, LOCATELLI C, POLLERA C, ROTA N, CASULA A, *et al.* Efficacy of vaccination on *Staphylococcus aureus* and coagulase-negative staphylococci intramammary infection dynamics in 2 dairy herds. *Journal of Dairy Science*. 2014, **97**, 5250-5264.
- SCOTT PR, PENNY CD, MACRAE A. *Cattle medicine*. 2011. Manson Publishing, London, United Kingdom. 289 p.
- SÉRIEYS F, SEEGER H. *L'intervention du vétérinaire face à un problème de mammites : 2- Adapter les méthodes à l'évolution de l'épidémiologie*. *Journées Nationales des G.T.V., Tours. 26 au 28 mai 2004*. 147-156.
- SÉRIEYS F. *Streptococcus uberis*, l'espèce préoccupante. *Le Point Vétérinaire*. 2003, **239**, 46-49.
- SÉRIEYS F. Le traitement ciblé des mammites cliniques : enjeux, raisonnement, mise en oeuvre. *Bulletin des GTV*. 2010, **57**, 39-49.
- SÉRIEYS F. Suivi de l'utilisation en élevage d'un vaccin contre les mammites (Starvac, Hippra). *Bulletin des GTV*. 2011, **59**, 89-100
- SERPIL. *Repères méthodologiques dans la création d'enquête*. [en-ligne], [www.lesphinx-developpement.fr], 2009, 19 p. (consulté le 22/04/2015)
- SUOJALA L, SIMOJOKI H, MUSTONEN K, KAARTINEN L, PYÖRÄLÄ S. Efficacy of enrofloxacin in the treatment of naturally occurring acute clinical *Escherichia coli* mastitis. *Journal of Dairy Science*. 2010, **93**, 1960-1969.

- TEAT CLUB INTERNATIONAL. *Methods for Evaluating Teat Condition Recommended by the Teat Club International*. [en ligne].
[http://www.uwex.edu/uwmril/milking_machine/teat_condition.htm] (Consulté le 05/07/2015).
- THÉRON L, PLUVINAGE P, SÉRIEYS F, HANZEN C. Mammmites bovines à pathogènes inhabituels, comment les gérer au niveau individuel et du troupeau?. *Bulletin des GTV*. 2010, **54**, 41-53.
- TIMMS LL, SCHULTZ LH. Dynamics and significance of coagulase-negative staphylococcal intramammary infections. *Journal of Dairy Science*. 1987, **70**, 2648-2657.
- VANGROENWEGHE F, DUCHATEAU L, BOUTET P, LEKEUX P, RAINARD P, PAAPE MJ, *et al*. Effect of carprofen treatment following experimentally induced *Escherichia coli* mastitis in primiparous cows. *Journal of Dairy Science*. 2005, **88**, 2361-2376.
- WAAGE S, SKEI HR, RISE J, ROGDO T, SVILAND S, ØDEGAARD SA. Outcome of clinical mastitis in dairy heifers assessed by reexamination of cases one month after treatment. *Journal of Dairy Science*. 2000, **83**, 70-76.
- WILSON DJ, GROHN YT, BENNET J, GONZALEZ RN, SCHUKKEN YH, SPATZ J. Comparison of J5 vaccinates and controls for incidence, etiologic agent, clinical severity, and survival in the herd following naturally occurring cases of clinical mastitis. *Journal of Dairy Science*. 2007, **90**, 4282-4288.
- ZADOKS RN, ALLORE HG, BARKEMA HW, SAMPIMON OC, GRÖHN YT, SCHUKKEN YH. Analysis of an outbreak of *Streptococcus uberis* mastitis. *Journal of Dairy Science*. 2001, **84**, 590-599.
- ZECCONI A. Présentation d'un programme de contrôle des mammmites. *Le Point Vétérinaire*. 2010, **305**, 67-71.

Annexe 1: Questionnaire

Le diagnostic et le traitement des mammites de la vache laitière

L'objectif de cette enquête est d'établir l'approche générale diagnostique et thérapeutique des vétérinaires français lors de mammites chez la vache laitière. Le questionnaire est anonyme. Pour les questions, une seule réponse est demandée sauf indications contraires. Remplir ce questionnaire vous prendra une dizaine de minutes.

1. Quelle est votre définition d'une mammite subclinique?

2. Quelle est votre définition d'une mammite clinique?

3. Quelle est, à votre avis, le taux de prévalence des mammites subcliniques dans les élevages laitiers de votre clientèle ?

Une seule réponse possible.

☐ < 15%

☐ 15-20%

☐ 20-25%

☐ 25-30%

☐ 30-35%

☐ 35-40%

☐ 40-45%

☐ 45-50%

☐ 50-55%

☐ 55-60

☐ > 60%

4. Quelle est, à votre avis, le taux de prévalence des mammites cliniques dans les élevages laitiers de votre clientèle ?

Une seule réponse possible.

☐ < 15%

☐ 15-20%

☐ 20-25%

☐ 25-30%

☐ 30-35%

☐ 35-40%

☐ 40-45%

☐ 45-50%

☐ 50-55%

☐ 55-60

☐ > 60%

5. En cas de mammite subclinique, vous intervenez le plus souvent (par acte ou prescription) :

Une seule réponse possible par ligne.

	Très souvent	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
en première intention	☐	☐	☐	☐	☐
en deuxième intention	☐	☐	☐	☐	☐
en troisième intention	☐	☐	☐	☐	☐

6. En cas de mammite clinique SANS signes généraux, vous intervenez le plus souvent (par acte ou prescription) :

Une seule réponse possible par ligne.

	Très souvent	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
en première intention	☐	☐	☐	☐	☐
en deuxième intention	☐	☐	☐	☐	☐
en troisième intention	☐	☐	☐	☐	☐

7. En cas de mammite clinique AVEC signes généraux, vous intervenez le plus souvent (par acte ou prescription) :

Une seule réponse possible par ligne.

	Très souvent	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
en première intention	☐	☐	☐	☐	☐
en deuxième intention	☐	☐	☐	☐	☐
en troisième intention	☐	☐	☐	☐	☐

8. Parmi les critères énumérés ci-dessous, classez par ordre décroissant (de 1 à 5) ceux que vous utilisez pour suspecter le(s) germe(s) (Gram + ou gram -) responsable(s) de la mammité que vous voulez traiter :

(1 étant le critère le plus utilisé, 5 le moins utilisé)

Une seule réponse possible par ligne.

	les antécédents de l'élevage	les antécédents de la vache	le(s) échec(s) thérapeutique(s)	la période d'apparition (le mois de lactation)	le modèle épidémiologique dominant du troupeau
1					
2					
3					
4					
5					

9. A quelle fréquence utilisez-vous les critères ci-dessous pour établir le modèle épidémiologique d'un élevage (contagieux, environnemental, mixte) ?

Une seule réponse possible par ligne.

	Très souvent	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais
résultats des comptages cellulaires					
taux de prévalence des mammites cliniques					
résultats des traitements précédents / indice de guérison					
facteurs de risques de l'élevage identifiés par visite de traite et des bâtiments					
facteurs de risques de l'élevage identifiés					
sondage bactériologique					

10. Lorsque vous intervenez en première intention, quel est le traitement médical que vous prescrivez et/ou administrez le plus souvent en cas de mammité subclinique chez une vache laitière ?

Une seule réponse possible.

- un traitement antibiotique en lactation
- un traitement antibiotique large spectre au tarissement
- un traitement antibiotique large spectre avec un obturateur du trayon au tarissement
- un traitement antibiotique spectre étroit au tarissement
- un traitement antibiotique spectre étroit avec un obturateur du trayon au tarissement
- pas de traitement médical

11. Lorsque vous intervenez en première intention, classez par ordre décroissant de priorité (de 1 à 6) le traitement médical que vous prescrivez et/ou administrez en cas de mammité clinique SANS signes généraux chez une vache laitière.

(1 étant le traitement le plus utilisé, 6 le moins utilisé)

Une seule réponse possible par ligne.

	Fluidothérapie	AIS	AINS	Antibiotique large spectre par voie intramammaire	Antibiotique spectre ciblé par voie intramammaire	Antibiotique large spectre par voie générale	Antibiotique spectre ciblé par voie générale
1							
2							
3							
4							
5							
6							

12. Lorsque vous intervenez en première intention, classez par ordre décroissant de priorité (de 1 à 6) le traitement médical que vous prescrivez et/ou administrez en cas de mammité clinique AVEC signes généraux chez une vache laitière.

(1 étant le traitement le plus utilisé, 6 le moins utilisé)

Une seule réponse possible par ligne.

	Fluidothérapie	AIS	AINS	Antibiotique large spectre par voie intramammaire	Antibiotique spectre ciblé par voie intramammaire	Antibiotique large spectre par voie générale	Antibiotique spectre ciblé par voie générale
1							
2							
3							
4							
5							
6							

13. Lorsque vous intervenez en deuxième intention, quelle antibiothérapie prescrivez-vous ou administrez-vous le plus souvent en cas de mammité clinique SANS signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique ?

Une seule réponse possible par ligne.

	le même antibiotique	le même antibiotique avec une durée d'administration plus longue	un antibiotique de la même famille plus récent	une autre famille avec le même spectre élargi	une autre famille avec un spectre élargi
absence d'amélioration dans les 48 heures					
persistence des signes cliniques dans les 5 jours					
réapparition des signes cliniques entre 5 et 21 jours post traitements					

14. Lorsque vous intervenez en deuxième intention, quelle antibiothérapie prescrivez-vous ou administrez-vous le plus souvent en cas de mammité clinique AVEC signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique ?
Une seule réponse possible par ligne.

	le même antibiotique	le même antibiotique avec une durée d'administration plus longue	un antibiotique de la même famille plus récent	une autre famille avec le même spectre élargi
absence d'amélioration dans les 48 heures	☐	☐	☐	☐
persistence des signes cliniques dans les 5 jours	☐	☐	☐	☐
réapparition des signes cliniques entre 5 et 21 jours post traitements	☐	☐	☐	☐

15. Que préconisez vous le plus souvent au tarissement comme traitement intramammaire à vos éleveurs ayant des problèmes de mammites pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante environnementale ?
Une seule réponse possible.

- ☐ une antibiothérapie systématique
- ☐ une antibiothérapie sélective (seulement pour les vaches à mammites cliniques et à taux cellulaires élevés)
- ☐ une obturation du trayon systématique associée à une antibiothérapie systématique
- ☐ une obturation du trayon systématique avec une antibiothérapie sélective (pour les vaches à mammites cliniques et à taux cellulaires élevés)

16. Que préconisez vous le plus souvent au tarissement comme traitement intramammaire à vos éleveurs ayant des problèmes de mammites pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante contagieux ?
Une seule réponse possible.

- ☐ une antibiothérapie systématique
- ☐ une antibiothérapie sélective (seulement pour les vaches à mammites cliniques et à taux cellulaires élevés)
- ☐ une obturation du trayon systématique associée à une antibiothérapie systématique
- ☐ une obturation du trayon systématique avec une antibiothérapie sélective (pour les vaches à mammites cliniques et à taux cellulaires élevés)

17. Que préconisez vous le plus souvent au tarissement comme traitement intramammaire à vos éleveurs ayant des problèmes de mammites pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante mixte ?
Une seule réponse possible.

- ☐ une antibiothérapie systématique
- ☐ une antibiothérapie sélective (seulement pour les vaches à mammites cliniques et à taux cellulaires élevés)
- ☐ une obturation du trayon systématique associée à une antibiothérapie systématique
- ☐ une obturation du trayon systématique avec une antibiothérapie sélective (pour les vaches à mammites cliniques et à taux cellulaires élevés)

18. Dans le cadre du suivi sanitaire permanent, quand un éleveur vient dans votre clinique pour se faire délivrer des antibiotiques pour traiter une mammité, vous le conseillez en général sur ? (QCM)
Plusieurs réponses possibles.

- ☐ la mise en œuvre du traitement
- ☐ les critères d'alerte pour vous appeler
- ☐ l'importance de respecter les temps d'attente
- ☐ la nécessité de réaliser des investigations supplémentaires (visite de traite, bactériologie, ...)
- ☐ l'importance d'utiliser un antibiotique adaptée à sa situation
- ☐ aucune des propositions

19. Quelles sont vos mesures pour limiter l'apparition d'antibiorésistance dans le cadre des mammites ?
Une seule réponse possible par ligne.

	déjà fait	en cours	j'y pense pour l'avenir	non
limiter l'usage des antibiotiques critiques	☐	☐	☐	☐
limiter l'usage des antibiotiques par voie générale	☐	☐	☐	☐
limiter l'usage des antibiotiques à large spectre en 1ère intention	☐	☐	☐	☐
sensibiliser les éleveurs à ce sujet	☐	☐	☐	☐

20. Vous êtes :

Une seule réponse possible.

- ☐ un homme
- ☐ une femme

21. Concernant votre activité :
Département d'exercice actuel (une seule réponse en chiffre)

22. Année de sortie de l'école

23. Age

24. Quel est, selon vous, la part d'élevages laitiers dans votre clientèle ?
Une seule réponse possible.

- ☐ < 20 %
- ☐ 20-40 %
- ☐ 40-60 %
- ☐ 60-80 %
- ☐ >80 %

25. Quel est, selon vous, le temps consacré à l'activité bovine dans votre clientèle?

Une seule réponse possible.

- ☐ < 20 %
☐ 20-40 %
☐ 40-60 %
☐ 60-80 %
☐ >80 %

Fourni par
 Google Forms

Annexe 2: Le texte du message électronique accompagnant le questionnaire

Bonjour,

Etudiante vétérinaire en 5A, je vous propose dans le cadre de ma thèse de remplir un questionnaire sur les mammites de la vache laitière. L'objectif de cette enquête est d'établir l'approche générale diagnostique et thérapeutique des vétérinaires français.

Le questionnaire en ligne est accessible à l'adresse suivante :

https://docs.google.com/forms/d/1f7igR2lr2f94RFPjZTXwOamLUeOi4U1L3cz0MNFO6lQ/viewform?usp=send_form

Merci d'avance pour votre participation.

Cordialement,

Pauline Angoujard, 5A ENVA

Annexe 3: Ensemble des tableaux et résultats au questionnaire

Cette annexe comporte les résultats et les tableaux à l'origine des figures présentées dans cette thèse.

Tableau 16: Nombre de réponses à la question 1 : Quelle est votre définition d'une mammites subclinique?

Définition	Nombre de réponses
Augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait	73
Sans atteinte de l'état général	45
Avec atteinte de l'état général	0
Sans modifications de l'aspect du lait	40
Avec ou sans modifications de l'aspect du lait	7
Sans modifications de la mamelle (ou du quartier)	25
Avec modifications de la mamelle (ou du quartier)	5
Test CMT	9
Total	94

Tableau 17: Nombre de réponses à la question 2 : Quelle est votre définition d'une mammites clinique?

Définition	Nombre de réponses
Augmentation de la concentration en cellules somatiques du lait	5
Sans atteinte de l'état général	0
Avec atteinte de l'état général	67
Sans modifications de l'aspect du lait	5
Avec ou sans modifications de l'aspect du lait	0
Sans modifications de la mamelle (ou du quartier)	85
Avec modifications de la mamelle (ou du quartier)	0
Test CMT	67
Total	90

Tableau 18: Nombre de réponses à la question 3 : Quelle est, à votre avis, le taux de prévalence des mammites subcliniques dans les élevages laitiers de votre clientèle ?
Une seule réponse possible par ligne.

Taux de prévalence des mammites subcliniques dans les élevages laitiers de la clientèle des vétérinaires interrogés	Nombre de réponses
< 15 %	7
15 – 20 %	24
20 – 25 %	19
25 – 30 %	13
30 – 35 %	13
35 – 40 %	6
40 – 45 %	4
45 – 50 %	1
50 – 55 %	3
55 – 60 %	2
> 60 %	3
Total	95

Tableau 19: Nombre de réponses à la question 4 : Quelle est, à votre avis, le taux de prévalence des mammites cliniques dans les élevages laitiers de votre clientèle ?
Une seule réponse possible par ligne.

Taux de prévalence des mammites subcliniques dans les élevages laitiers de la clientèle des vétérinaires interrogés	Nombre de réponses
< 15 %	13
15 – 20 %	34
20 – 25 %	15
25 – 30 %	6
30 – 35 %	9
35 – 40 %	2
40 – 45 %	4
45 – 50 %	2
50 – 55 %	0
55 – 60 %	2
> 60 %	7
Total	94

Tableau 20: Nombre de réponses aux questions 5,6 et 7 : En cas de mammite, vous intervenez le plus souvent (par acte ou prescription) en :
Une seule réponse possible par ligne.

	Très souvent	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais	Total
Mammite subclinique						
Première intention	3	7	15	34	34	93
Deuxième intention	9	19	41	22	3	94
Troisième intention	11	29	34	15	2	91
Mammite clinique sans signes généraux						
Première intention	3	7	20	43	20	93
Deuxième intention	6	29	45	11	3	94
Troisième intention	15	31	35	7	3	91
Mammite clinique avec signes généraux						
Première intention	20	45	24	5	0	94
Deuxième intention	27	34	29	4	0	94
Troisième intention	27	15	15	25	8	90

Tableau 21: Nombre de réponses à la question 8 : Parmi les critères énumérés ci-dessous, classez par ordre décroissant (de 1 à 5) ceux que vous utilisez pour suspecter le(s) germe(s) [Gram + ou gram -] responsable(s) de la mammite que vous voulez traiter (1 étant le critère le plus utilisé, 5 le moins utilisé) :

Une seule réponse possible par ligne.

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5
Les antécédents de l'élevage	22	24	21	12	15
Les antécédents de la vache	14	25	15	26	14
Le(s) échec(s) thérapeutique(s)	11	10	17	27	25
La période d'apparition (mois de lactation)	14	12	18	15	30
Le modèle épidémiologique du troupeau	32	22	20	9	8
Total	93	93	91	89	92

Tableau 22: Nombre de réponses à la question 9 : A quelle fréquence utilisez-vous les critères ci-dessous pour établir le modèle épidémiologique d'un élevage (contagieux, environnemental, mixte) ?

Une seule réponse possible par ligne.

	Nombre de réponses
Un traitement antibiotique en lactation	38
Un traitement large spectre au tarissement	8
Un traitement antibiotique large spectre avec un obturateur du trayon au tarissement	26
Un traitement antibiotique spectre étroit au tarissement	5
Un traitement antibiotique spectre étroit avec un obturateur du trayon au tarissement	10
Pas de traitement médical	6
Total	93

Tableau 23: Nombre de réponses à la question 10 : Lorsque vous intervenez en première intention, quel est le traitement médical que vous prescrivez et/ou administrez le plus souvent en cas de mammite subclinique chez une vache laitière ?

Une seule réponse possible.

	Très souvent	Souvent	Parfois	Rarement	Jamais	Total
Résultats des comptages cellulaires	40	36	15	3	1	95
Taux de prévalence des mammites cliniques	23	40	27	2	1	93
Résultats des traitements précédents / indice de guérison	10	46	22	15	2	95
Facteurs de risques de l'élevage identifiés par une visite de traite et des bâtiments	15	26	30	19	3	93
Facteurs de risques de l'élevage identifiés	15	36	35	8	0	94
Sondage bactériologique	36	34	18	7	0	95

Tableau 24: Nombre de réponses à la question 11 : Lorsque vous intervenez en première intention, classez par ordre décroissant de priorité (de 1 à 6) le traitement médical que vous prescrivez et/ou administrez en cas de mammite clinique SANS signes généraux chez une vache laitière. (1 étant le traitement le plus utilisé, 6 le moins utilisé)

Une seule réponse possible par ligne.

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6
Fluidothérapie	2	1	2	8	16	37
AIS	1	2	6	4	17	24
AINS	14	34	20	9	12	2
Antibiotique large spectre par voie intra-mammaire	55	10	8	9	2	1
Antibiotique spectre ciblé par voie intra-mammaire	20	12	15	17	9	7
Antibiotique large spectre par voie général	1	16	16	17	20	3
Antibiotique spectre ciblé par voie général	1	17	21	20	9	9
Total	94	92	88	84	85	83

Tableau 25: Nombre de réponses à la question 12 : Lorsque vous intervenez en première intention, classez par ordre décroissant de priorité (de 1 à 6) le traitement médical que vous prescrivez et/ou administrez en cas de mammite clinique AVEC signes généraux chez une vache laitière. (1 étant le traitement le plus utilisé, 6 le moins utilisé)

Une seule réponse possible par ligne

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6
Fluidothérapie	40	19	8	17	3	6
AIS	1	2	3	9	11	14
AINS	26	49	12	2	3	0
Antibiotique large spectre par voie intra-mammaire	6	7	21	18	14	15
Antibiotique spectre ciblé par voie intra-mammaire	4	4	10	12	22	21
Antibiotique large spectre par voie générale	8	5	25	21	13	12
Antibiotique spectre ciblé par voie générale	10	9	15	10	13	10
Total	95	95	94	89	79	78

Tableau 26: Nombre de réponses à la question 13 : Lorsque vous intervenez en deuxième intention, quelle antibiothérapie prescrivez-vous ou administrez-vous le plus souvent en cas de mammite clinique SANS signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique?

Une seule réponse possible par ligne.

	Absence d'amélioration dans les 48 heures	Persistance des signes cliniques dans les 5 jours	Réapparition des signes cliniques entre 5 et 21 jours post-traitements
Le même antibiotique	5	0	0
Le même antibiotique avec une durée d'administration plus longue	20	8	32
Un antibiotique de la même famille plus récent	4	3	5
Une autre famille avec le même spectre	29	20	18
Une autre famille avec un spectre élargi	34	59	35
Total	92	90	90

Tableau 27: Nombre de réponses à la question 14 : Lorsque vous intervenez en deuxième intention, quelle antibiothérapie prescrivez-vous ou administrez-vous le plus souvent en cas de mammite clinique AVEC signes généraux chez une vache laitière déjà traitée avec un premier antibiotique?

Une seule réponse possible par ligne.

	Absence d'amélioration dans les 48 heures	Persistance des signes cliniques dans les 5 jours	Réapparition des signes cliniques entre 5 et 21 jours post-traitements
Le même antibiotique	5	2	1
Le même antibiotique avec une durée d'administration plus longue	14	8	25
Un antibiotique de la même famille plus récent	5	6	8
Une autre famille avec le même spectre	11	14	14
Une autre famille avec un spectre élargi	56	60	42
Total	91	90	90

Tableau 28: Nombre de réponses à la question 15 : Que préconisez vous le plus souvent au tarissement comme traitement intra-mammaire à vos éleveurs ayant des problèmes de mammites pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante environnementale?

Une seule réponse possible.

	Nombre de réponses
Antibiothérapie systématique	2
Antibiothérapie sélective	6
Obturbateur du trayon systématique + antibiothérapie systématique	45
Obturbateur du trayon systématique + antibiothérapie sélective	41
Total	94

Tableau 29: Nombre de réponses à la question 16 : Que préconisez vous le plus souvent au tarissement comme traitement intra-mammaire à vos éleveurs ayant des problèmes de mammites pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante contagieux?

Une seule réponse possible.

	Nombre de réponses
Antibiothérapie systématique	24
Antibiothérapie sélective	17
Obturbateur du trayon systématique + antibiothérapie systématique	29
Obturbateur du trayon systématique + antibiothérapie sélective	23
Total	93

Tableau 30: Nombre de réponses à la question 17 : Que préconisez vous le plus souvent au tarissement comme traitement intra-mammaire à vos éleveurs ayant des problèmes de mammites pour un élevage à modèle épidémiologique à dominante mixte?

Une seule réponse possible.

	Nombre de réponses
Antibiothérapie systématique	4
Antibiothérapie sélective	1
Obturbateur du trayon systématique + antibiothérapie systématique	58
Obturbateur du trayon systématique + antibiothérapie sélective	32
Total	95

Tableau 31: Nombre de réponses à la question 18 : Dans le cadre du suivi sanitaire permanent, quand un éleveur vient dans votre clinique pour se faire délivrer des antibiotiques pour traiter une mammite, vous le conseillez en général sur ?
(QCM) Plusieurs réponses possibles.

	Nombre de réponses
La mise en œuvre du traitement	45
Les critères d'alerte pour vous appeler	34
L'importance de respecter les temps d'attente	32
La nécessité de réaliser des investigations supplémentaires (visite de traite, bactériologie, ...)	75
L'importance d'utiliser un antibiotique adapté à la situation	60
Aucune des propositions	0
Total	246

Tableau 32: Nombre de réponses à la question 19 : Quelles sont vos mesures pour limiter l'apparition d'antibiorésistance dans le cadre des mammites ?
Une seule réponse possible par ligne.

	Déjà fait	En cours	J'y pense pour l'avenir	Non	Total
Limiter l'usage des antibiotiques critiques	57	30	2	5	94
Limiter l'usage des antibiotiques par voie générale	15	29	8	41	93
Limiter l'usage des antibiotiques à large spectre en première intention	10	31	21	29	91
Sensibiliser les éleveurs à ce sujet	24	66	4	0	94

Tableau 33: Nombre de réponses à la question 20 : Vous êtes un homme ou une femme ?
Une seule réponse possible.

Sexe	Nombre
Homme	80
Femme	15
Total	95

Calcul du khi-deux : $\text{Diff} = 4897$ donc $\text{Diff} \leq 3,84$ donc $p \leq 5\%$

Tableau 34: Nombre de réponses à la question 21 : Département d'exercice actuel (une seule réponse en chiffre).

Région	Département	N° de département	Nombre de réponse par département	Nombre de réponses par région
Alsace	Bas-Rhin	67	0	0
	Haut-Rhin	68	0	
Aquitaine	Dordogne	24	0	2
	Gironde	33	0	
	Landes	40	0	
	Lot-et-Garonne	47	0	
	Pyrénées-Atlantiques	64	2	
Auvergne	Allier	03	1	9
	Cantal	15	5	
	Haute-Loire	43	0	
	Puy-de-Dôme	63	3	
Basse-Normandie	Calvados	14	1	7
	Manche	50	4	
	Orne	61	2	
Bourgogne	Côte-d'Or	21	0	2
	Nièvre	58	0	
	Saône-et-Loire	71	1	
	Yonne	89	1	
Bretagne	Côtes-d'Armor	22	1	16
	Finistère	29	4	
	Ille-et-Vilaine	35	7	
	Morbihan	56	4	
Centre	Cher	18	0	1
	Eure-et-Loire	28	0	
	Indre	36	1	
	Indre-et-Loire	37	0	
	Loir-et-Cher	41	0	
	Loiret	45	0	
Champagne	Ardennes	08	3	4
	Aube	10	1	
	Marne	51	0	
	Haute-Marne	52	0	

Région	Département	N° de département	Nombre de réponse par département	Nombre de réponses par région
Corse	Corse-du-Sud	2A	0	0
	Haute-Corse	2B	0	
Franche-Comté	Doubs	25	2	5
	Jura	39	1	
	Haute-Saône	70	2	
	Territoire de Belfort	90	0	
Haute-Normandie	Eure	27	0	1
	Seine-Maritime	76	1	
Île-de-France	Paris	75	0	0
	Seine-et-Marne	77	0	
	Yvelines	78	0	
	Essonne	91	0	
	Hauts-de-Seine	92	0	
	Seine-Saint-Denis	93	0	
	Val-de-Marne	94	0	
	Val-d'Oise	95	0	
Languedoc-Roussillon	Aude	11	0	0
	Gard	30	0	
	Hérault	34	0	
	Lozère	48	0	
	Pyrénées-Orientales	66	0	
Limousin	Corrèze	19	0	1
	Creuse	23	1	
	Haute-Vienne	87	0	
Lorraine	Meurthe-et-Moselle	54	3	8
	Meuse	55	1	
	Moselle	57	2	
	Vosges	88	2	

Région	Département	N° de département	Nombre de réponse par département	Nombre de réponses par région
Midi-Pyrénées	Ariège	09	0	6
	Aveyron	12	2	
	Haute-Garonne	31	1	
	Gers	32	1	
	Lot	46	0	
	Hautes-Pyrénées	65	0	
	Tarn	81	2	
	Tarn-et-Garonne	82	0	
Nord-Pas-de-Calais	Nord	59	0	3
	Pas-de-Calais	62	3	
Outre-Mer	Guadeloupe	971	0	1
	Martinique	972	0	
	Guyane	973	0	
	La Réunion	974	0	
	Mayotte	976	1	
Pays de la Loire	Loire-Atlantique	44	2	12
	Maine-et-Loire	49	1	
	Mayenne	53	1	
	Sarthe	72	3	
	Vendée	85	5	
Picardie	Aisne	02	2	4
	Oise	60	1	
	Somme	80	1	
Poitou-Charentes	Charente	16	2	5
	Charente-Maritime	17	0	
	Deux-Sèvres	79	3	
	Vienne	86	0	
Provence-Alpes-Côtes-d'Azur	Alpes-de-Haute-Provence	04	0	0
	Hautes-Alpes	05	0	
	Alpes-Maritime	06	0	
	Bouches-du-Rhône	13	0	
	Var	83	0	
	Vaucluse	84	0	

Région	Département	N° de département	Nombre de réponse par département	Nombre de réponses par région
Rhône-Alpes	Ain	01	0	8
	Ardèche	07	0	
	Drôme	26	0	
	Isère	38	3	
	Loire	42	1	
	Rhône	69	1	
	Savoie	73	0	
	Haute-Savoie	74	3	
Total			95	95

Tableau 35: Nombre de réponses à la question 22 : Année de sortie de l'école

Année de sortie	1971-1981	1982-1992	1993-2003	2004-2014	Total
Nombre de réponse	11	19	29	34	93

Tableau 36: Nombre de réponses à la question 23 : Âge

Âge (années)	Nombre de réponse
< 25	0
25 – 35	30
35 – 45	32
45 – 55	16
55 – 65	16
> 65	0
Total	94

Tableau 37: Nombre de réponses à la question 24 : Quel est, selon vous, la part d'élevages laitiers dans votre clientèle ?

Une seule réponse possible.

Part d'élevage laitier dans la clientèle	< 20 %	20 – 40 %	40 – 60 %	60 – 80 %	> 80 %	Total
Nombre de réponse	8	15	27	14	29	93

Tableau 38: Nombre de réponses à la question 25 : Quel est, selon vous, le temps consacré à l'activité bovine dans votre clientèle?

Une seule réponse possible.

Part du temps consacré à l'activité bovine	< 20 %	20 – 40 %	40 – 60 %	60 – 80 %	> 80 %	Total
Nombre de réponse	2	15	29	19	30	95

ENQUÊTE SUR LE DIAGNOSTIC ET LE TRAITEMENT DES MAMMITES DE LA VACHE LAITIÈRE PAR LES VÉTÉRINAIRES DE TERRAIN EN FRANCE EN 2015

ANGOUJARD Pauline

Résumé :

Les infections intra-mammaires ou mammites sont des maladies multifactorielles majeures des élevages bovins laitiers en France et dans le monde. Les mammites constituent la première dominante pathologique de ces élevages, avant les troubles de la reproduction et les boiteries. La prévalence des mammites est mal connue en France. Environ 40 % des vaches laitières françaises par an sont atteintes d'une mammite selon l'institut de l'élevage. En plus de leur impact sanitaire, les mammites représentent un coût très important. Le coût d'une mammite clinique est estimé à plus de 100 € et l'impact économique total atteint les 230 €/vache/an, soit environ 32 €/1.000 litres (Institut de l'élevage, 2013).

Les mammites justifient une grande consommation d'antibiotiques pour leur traitement (en lactation et au tarissement) mais aussi leur prévention (au tarissement). Dans le cadre du plan Écoantibio 2017, tous les acteurs de la filière lait s'organisent pour améliorer les plans de lutte contre les mammites et leur prévention, dans le but final de réduire les quantités d'antibiotiques utilisés et de limiter l'antibiorésistance.

Une enquête a été réalisée sur le diagnostic et le traitement des mammites en France *via* l'envoi d'un questionnaire par message électronique à 2 000 vétérinaires de terrain français. L'objectif de cette enquête était d'identifier les modalités diagnostiques et thérapeutiques habituelles des mammites par les vétérinaires de terrain et de les comparer avec les recommandations actuelles.

Cette enquête a permis d'approcher la réalité du terrain et les actions de 95 vétérinaires qui ont répondu au questionnaire. Le diagnostic et le traitement des mammites réalisés par ces vétérinaires sont majoritairement conformes avec les recommandations actuelles notamment le référentiel vétérinaire 2013 pour le traitement des mammites bovines réalisé par les Groupements Techniques Vétérinaires.

Mots clés : MAMMITE / MALADIE BACTERIENNE / DIAGNOSTIC / TRAITEMENT / ENQUETE / PRATICIEN VETERINAIRE / RUMINANT / BOVIN / VACHE LAITIERE / FRANCE

Jury :

Président : Pr. de la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Directeur : Pr Yves MILLEMANN

Assesseur : Dr Dominique RÉMY

SURVEY DIAGNOSIS AND TREATMENT OF MASTITIS IN DAIRY COWS BY FIELD VETERINARIANS IN FRANCE IN 2015

ANGOUJARD Pauline

Summary :

The intra-mammary mastitis infections are major multifactorial diseases that are often observed on dairy cattle farms in France as well as elsewhere in the world. Mastitis ranks first among prominent diseases present on these farms, before reproductive disorders and lameness. The prevalence of mastitis is not well known in France. Approximately 40% of French dairy cows are infected with mastitis per year according to the French livestock institute (Institut de l'élevage, 2013). In addition to their health impact, mastitis are responsible for huge economic losses. The cost of a clinical mastitis is estimated over € 100, and the total economic impact reaches € 230 / cow / year, or about € 32/1,000 liters (Institut de l'élevage, 2013).

Mastitis lead veterinarians and farmers to use a large amount of antibiotics for treatment (lactating and dry cow) but also prevention (at drying off). Under the Écoantibio 2017 plan, all stakeholders in the dairy industry are organizing to improve mastitis control plans and prevention in order to reduce the quantities of antibiotics used and prevent or limit antibiotic resistance.

A survey was conducted on the diagnosis and treatment of mastitis in France by sending a questionnaire by email to 2,000 French field veterinarians. The objective of this survey was to identify the usual way of diagnosis and treatment of mastitis by field veterinarians and compare them with current recommendations.

This survey allowed to approach field reality and the usual actions in front of mastitis cases of 95 field veterinarians who answered the questionnaire. The diagnostic procedures and treatments of mastitis carried out by these veterinarians are mostly consistent with current recommendations, including the 2013 Veterinary repository for the treatment of bovine mastitis conducted by the French association for veterinary continuing education named “Groupements Techniques Vétérinaires”.

**Keywords : MASTITIS / BACTERIAL DISEASE / DIAGNOSIS / TREATEMENT /
SURVEY / VETERINARIAN / RUMINANT / CATTLE / DAIRY COW / FRANCE**

Jury :

President : Pr. de la Faculté de Médecine de CRÉTEIL

Director : Pr. Yves MILLEMANN

Assessor : Dr. Dominique RÉMY